

# Estratigrafía de los materiales anteordovícicos del anticlinal de Navalpino (Zona Centroibérica)

FERNANDO LOPEZ DIAZ

*Departamento de Geología, c/ Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo.*

**Resumen:** Las rocas anteordovícicas del Anticlinal de Navalpino (Zona Centroibérica de la Cordillera Varisca) pueden dividirse en tres grandes grupos litológicos. El más antiguo, denominado Grupo Domo Extremeño, de edad Rifeense o Vendiense inferior está constituido por alternancias grau-vaca-pelita de carácter turbidítico. Discordante sobre el anterior aparece el Grupo Ibor-Navalpino, de edad Vendiense Superior, que presenta dos facies principales: En el sector occidental del anticlinal, está constituido este Grupo por rocas sedimentarias de plataforma, en gran parte carbonatada y en el sector central y oriental, aparecen facies más profundas de probable carácter turbidítico y un fuerte espesor de conglomerados. Ambas facies se encuentran separadas por una zona de fracturación sinsedimentaria de dirección NO-SE cuyo movimiento condiciona el mayor espesor que presentan las rocas más profundas. Discordante también sobre estos dos grupos aparecen las rocas del Grupo Valdelacasa, de edad Cámbrico Inferior, constituido por un considerable espesor fundamentalmente de pelitas, con un episodio intermedio de conglomerados de cuarzo y también de carácter fosfatado. Su parte superior está constituida por una formación areniscosa.

**Palabras clave:** Precámbrico Superior-Cámbrico inferior, Zona Centroibérica, Anticlinal de Navalpino. Falla sinsedimentaria.

**Abstract:** The preordovician rocks folded by the Navalpino anticline (Central Iberian Zone, Spain) can be divided into three lithological Groups. The oldest, the Domo Extremeño Group of Rifean to Lower Vendian age, contains about 3000 m of alternating mudrocks and greywackes of a probable turbiditic origin. The Ibor-Navalpino Group of Upper Vendian age rests unconformable over the Domo Extremeño Group and includes a wide variety of sedimentary rocks of two main facies. In the western area of the anticline, the Ibor-Navalpino Group includes mainly carbonate platform facies rocks, 800-1000 m thick, whereas in the central part it contains deep water deposits of a probable turbiditic origin up to 3800 m thick. This facies change from West to East is interpreted to be related to an extensional sinsedimentary fault (Torilejo Fault) which has a Northwest-Southeast trend. The Valdelacasa Group of Lower Cambrian age, lies unconformable over the Ibor-Navalpino Group. This uppermost Group contains mostly mudrocks (3500 m) including in its middle part a 500 m thick conglomerate Member with quartz and phosphate clasts; there is an sandstone formation, 500m thick in the upper part of this Group.

**Key words:** Central-Iberian Zone; Navalpino anticline; upper Precambrian-lower Cambrian; sinsedimentary fault.

López Díaz, F. (1994).- Estratigrafía de los materiales anteordovícicos del anticlinal de Navalpino (Zona Centroibérica). *Rev. Soc. Geol. España*, 7 (1-2): 31- 45.

El Anticlinal de Navalpino se sitúa geográficamente en el interior de la Meseta Ibérica, en su mitad meridional, y se caracteriza por poseer una forma alargada en sentido NO-SE, de unos 40 km de largo y 12 km de ancho. Geográficamente, el anticlinal de Navalpino corresponde a los Montes de Toledo, área de características muy peculiares, entre las que cabe destacar la existencia de alineaciones de sierras producidas por los materiales cuarcíticos del Ordovícico inferior, con niveles de cumbres muy constantes. Estas zonas elevadas se encuentran separadas por cubetas y depresiones relacionadas con núcleos anticlinales o sinclinales, don-

de afloran fundamentalmente materiales precámbricos y postordovícicos, respectivamente. Las depresiones se encuentran recubiertas por sedimentos pliocenos y/o pliocuaternarios discordantes. Así, en nuestro caso, los materiales del Ordovícico inferior forman dos sierras alargadas, directamente dependientes de la estructura hercínica, que rodean a una depresión interior formada sobre materiales pizarrosos del precámbrico y cámbrico inferior.

Hasta el momento han sido pocos los intentos globales de división y conocimiento de las rocas anteordovícicas de la mitad sur de la Zona Centroibérica, así

como los estudios de la deformación propia de estas rocas (ver antecedentes geológicos más adelante). El presente trabajo afronta dichos problemas aprovechando que el anticlinal de Navalpino presenta el conjunto más completo tanto de materiales como de estructuras, de todos los anticlinales estudiados hasta la fecha en la Zona Centroibérica. Para ello, se ha realizado una cartografía a escala 1:50000 de todo el Anticlinal de Navalpino, se han levantado columnas estratigráficas de los grupos de materiales diferenciados en la cartografía y se ha realizado un análisis estructural de las distintas deformaciones presentes en estos materiales (López Díaz, 1992 y 1993).

### Situación geológica

Según la división más antigua del Hercínico peninsular, realizada por Lotze (1945) en función de la paleogeografía de las series paleozoicas y precámbricas, el área estudiada pertenece a la Zona Lusitano-Alcúdice. Según la división más moderna, realizada por Julivert y otros (1972), se sitúa en la parte meridional de la Zona Centro-Ibérica (Fig. 1).

Siguiendo a Díez Balda y otros (1990), la Zona Centro-Ibérica se caracteriza en su sector meridional, en cuanto a su estructura, por la presencia de grandes pliegues verticales y sin vergencia, que se dibujan claramente en la cartografía utilizando como nivel de referencia el de la cuarcita del Ordovícico inferior. Pueden diferenciarse grandes anticlinales, donde afloran extensamente materiales pre-ordovícicos, separados

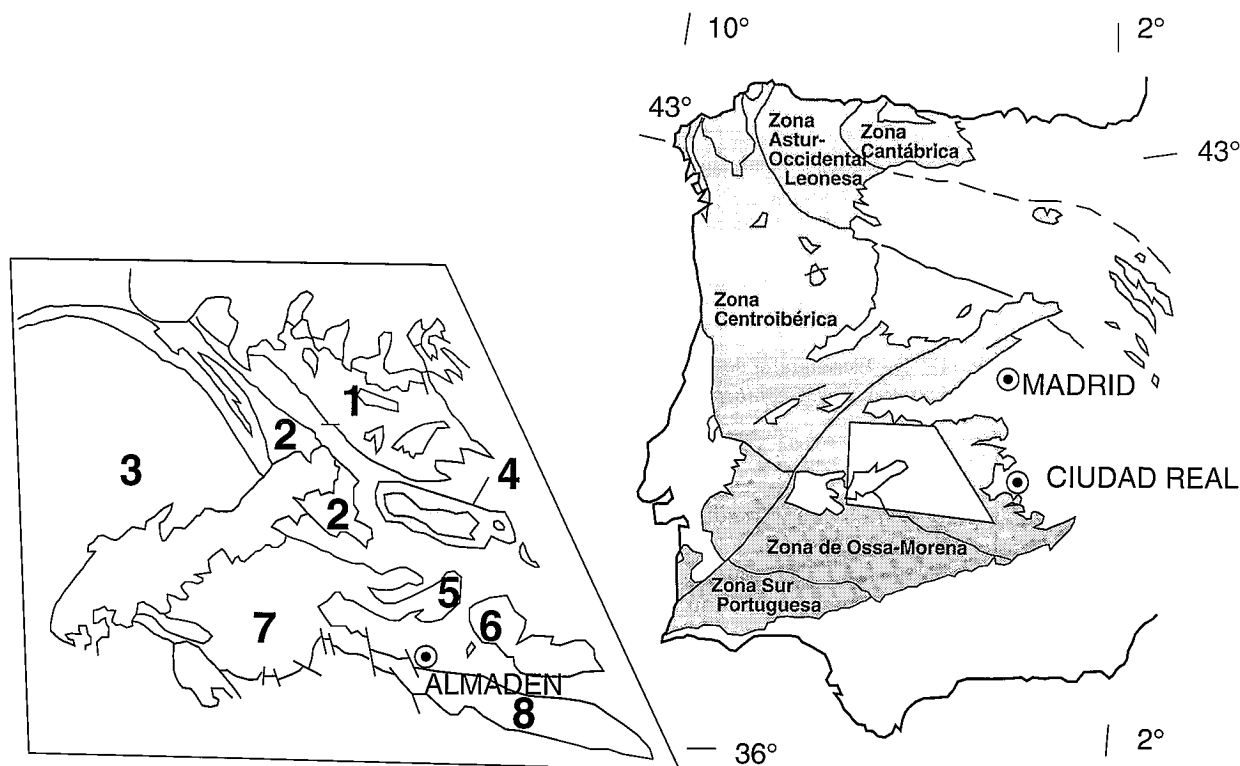
por estrechos sinclinales constituidos por materiales paleozoicos post-cámbricos.

La Zona Centro-Ibérica, ha sido dividida por Herranz y otros (1977) en dos sectores, el de los Montes de Toledo y el de Alcudia-Alta Extremadura, caracterizados respectivamente por la presencia y la ausencia de materiales de edad cámbrica. El Anticlinal de Navalpino se encuentra en una zona intermedia entre ambos sectores. Su parte occidental pertenecería a la segunda de dichas zonas, pues el Ordovícico se apoya directamente sobre materiales pre-cámbricos, mientras que la zona oriental pertenece al sector de los Montes de Toledo, ya que el Ordovícico reposa sobre materiales que con gran probabilidad pertenecen al Cámbrico inferior.

### Antecedentes geológicos

En conjunto, la Zona Centro-Ibérica no posee hasta ahora una división generalmente aceptada en cuanto a los materiales que la constituyen, así, no existe acuerdo sobre muchos aspectos geológicos básicos, versando la mayoría de los trabajos publicados sobre aspectos estratigráficos locales

Actualmente, una de las cuestiones básicas a debatir en la Zona Centroibérica, consiste en la división interna y edad del Complejo Esquisto-Grauváquico (CEG) (Oen Ing Soen, 1970), unidad litoestratigráfica que engloba a todas las series preordovícicas de la Zona Centro-Ibérica y a la que pertenecen la mayoría de los materiales que aparecen en los núcleos anticlinales de la



**Figura 1.-** Situación de la zona estudiada en relación con la división en Zonas del Hercínico Peninsular realizada por Julivert y otros (1972). 1) anticlinal de Valdelacasa, 2) anticlinal de Ibor, 3) anticlinorio centroextremeño, 4) anticlinal de Navalpino, 5) domo del Esteras, 6) domo de Abenójar, 7) anticlinorio de La Siberia y 8) anticlinal de Alcudia (según López Díaz, 1993).

región. Para muchos autores, el CEG forma una secuencia continua, sin discordancias internas o con discontinuidades, solamente de carácter local, debidas a causas diversas (niveles deslizados, olistostromas, etc.) (ver principalmente Vegas, 1970, 1971; Capote y otros, 1971, 1977; Parga y Vegas, 1971; Vegas, 1971; Moreno, 1974, 1977; Vegas y otros, 1977 y Roiz y Vegas, 1980).

Por contra, otros autores han determinado la presencia de discordancias y/o discontinuidades dentro del CEG, aunque de unos a otros varía el número de estas, su posición y su importancia. Debemos citar con especial énfasis el trabajo de Bouyx (1970), en el que por primera vez se cita una discordancia intra-precámbrica, aunque este autor sólo le atribuye una importancia local (Anticlinal del Esteras). Por otra parte Crespo y Rey (1971) distinguen, en una serie estratigráfica del Valle de Alcudia, un Alcudiense inferior eminentemente grauváquico y un Alcudiense superior con participación carbonatada, ambos separados por una discontinuidad. Crespo y Tamain (1971) también encuentran la misma división en el Domo de Abenójar. En 1986, Ortega y Gonzalez Lodeiro definen la discordancia intra-Alcudiense en el Domo de Abenójar; este trabajo tiene una gran importancia, pues en él quedan establecidas tanto la localización como la edad geológica de la discordancia y las relaciones estructurales de los materiales situados a un lado y otro de ella.

Por su parte, San José (1983) realiza un análisis histórico del desarrollo del conocimiento de los materiales Preordovícicos en la Zona Centroibérica y divide estas series en Alcudiense y Grupo Superior. El contacto entre ambas unidades lo considera discordante y lo sitúa en un nivel de megabrechas, conocido como Nivel de Fuentes o localmente Brecha de Navalpino.

A partir de 1984, durante la realización del Proyecto Hespérica de investigación minera realizado por M.A.Y.A.S.A., se llevó a cabo un estudio de toda la zona Centroibérica meridional, en el que participó el autor del presente trabajo. Algunos de los resultados de este proyecto, generalmente de tipo estratigráfico, de este proyecto pueden verse en Alvarez-Nava y Robles (1988), Robles y Alvarez-Nava (1988), Calvet y Salas (1988), Pardo y Robles (1988), Nozal y Robles (1988), Lorenzo y Solé (1988), Nozal y otros (1988) y Ortega y otros (1988). El trabajo de Alvarez-Nava y otros (1988) resume el punto de vista general de la mayoría de los participantes en el proyecto, manteniendo la tesis, defendida también en este trabajo, de la existencia de tres grupos de materiales en el CEG, a pesar de no haber acuerdo sobre la importancia y características de sus límites entre grupos respectivos, manteniendo el autor del presente trabajo la opinión de que se trataba de discordancias asociadas a procesos tectónicos diferentes en cada caso.

Las edades de los materiales preordovícicos de la Zona Centro-Ibérica, son igualmente objeto de una fuerte controversia, que se acrecienta debido al pobre contenido paleontológico de estas series. Las edades que se exponen en este trabajo son las publicadas por San José (1984), las cuales básicamente han sido corroboradas en trabajos posteriores de San José y otros (1990) y Palacios (1989).

En concreto, sobre el Anticlinal de Navalpino existen tan sólo dos trabajos de síntesis de tipo estratigráfico. San José (1981) divide los materiales del núcleo del anticlinal de Navalpino en dos conjuntos, superior e inferior, separados por la Brecha de Navalpino. Posteriormente el mismo autor (San José, 1984) divide estos mismos materiales en tres grupos separados por discordancias. San José y otros (1990) realizan un trabajo de síntesis estratigráfica de la Zona Centroibérica, en el que citan cuatro discordancias en los materiales anteordovícicos del Anticlinal de Navalpino. Esta división en cuatro grupos no coincide con la que se pondrá en el presente trabajo, ya que consideramos equivalentes materiales que la citada publicación se colocan en evolución vertical, reduciéndose así el número de discordancias a tres. La información presentada en estos últimos trabajos, se basa en esquemas sintéticos de disposición de las formaciones y grupos diferenciados por los autores, sin columnas estratigráficas ni mapas que muestren la disposición de los diferentes grupos de materiales y las superficies de discordancia que las separan.

### Estratigrafía

El Anticlinal de Navalpino ocupa una posición estratégica en la Zona Centro-Ibérica, aflorando en su interior casi todos los tipos de materiales de edad preordovícica que se han descrito en ella. En adelante se seguirá la nomenclatura propuesta por Alvarez-Nava y otros (1988), que a nivel de Grupo parece la más indicada por su adaptabilidad no sólo al anticlinal de Navalpino sino a toda la Zona Centro-Ibérica. Para la nomenclatura de las distintas formaciones se seguirá en lo posible la nomenclatura de San José (1984), por ser más concreta y contener, aunque en distinta posición, casi todos los materiales diferenciados en el presente trabajo. Las rocas anteordovícicas del Anticlinal de Navalpino, pueden dividirse en tres grandes grupos de características litológicas y sedimentológicas, y edad diferentes, y que de más antiguo a más moderno, se denominan Grupo Domo Extremeño, Grupo Ibor-Navalpino y Grupo Valdelacasa.

#### *Grupo Domo Extremeño (GDE)*

La denominación Grupo Domo Extremeño fue utilizada por vez primera por Alvarez-Nava y otros (1988), para referirse a los materiales más antiguos que afloran en la mitad suroriental de la Zona Centro-ibérica. Los materiales del GDE en el Anticlinal de Navalpino, afloran en el núcleo de tres domos producidos en diferentes épocas por plegamiento y fracturación de los materiales suprayacentes (López Díaz, 1992). Los domos se sitúan longitudinalmente al trazado del anticlinal (Fig. 2), ocupando sus zonas más internas. Para su descripción y análisis nos basaremos principalmente en las observaciones propias y con las descripciones proporcionadas por San José (1984).

Los materiales de este Grupo presentan como característica común la alternancia de pelitas y grauvacas; esta alternancia puede estar organizada o desorganizada.

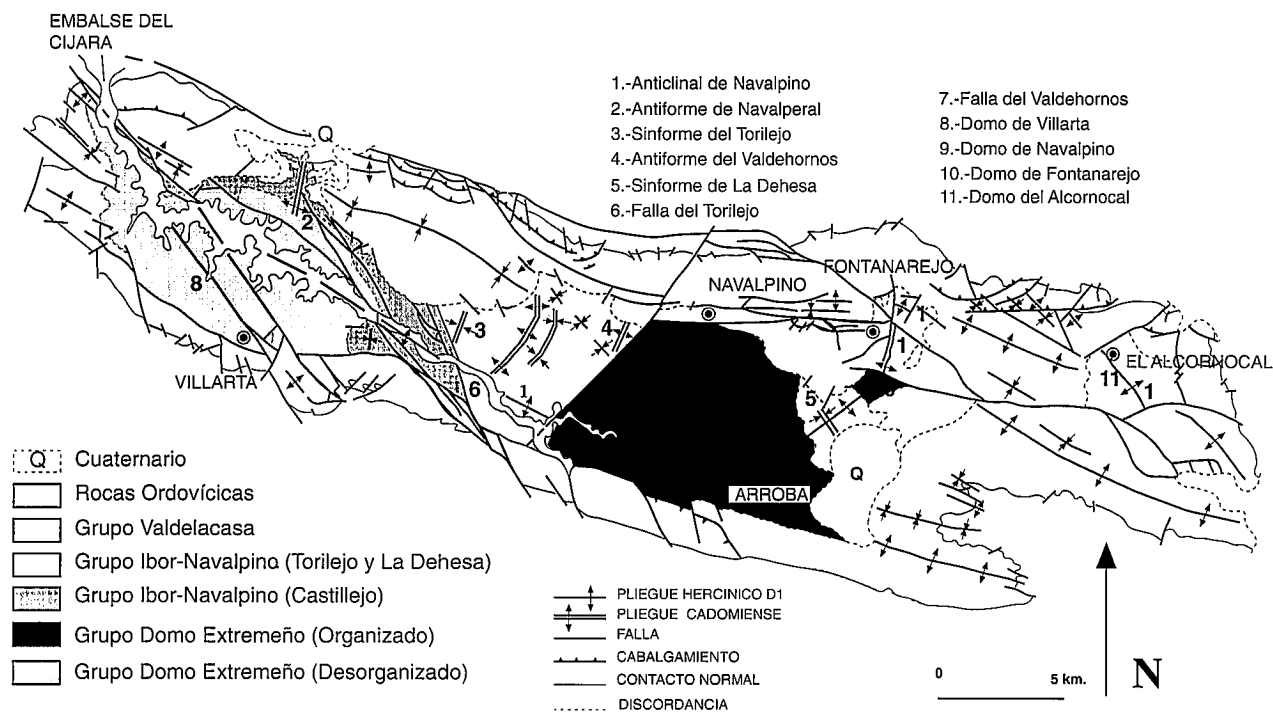


Figura 2.- Esquema cartográfico del Anticlinal de Navalpino mostrando la distribución de los diferentes grupos de materiales anteordovícicos.

da, predominando la primera hacia el E y la segunda hacia el O, donde se encuentran también materiales conglomeráticos.

La edad de estos materiales fue asignada por San José (1984 y 1990) al Rifeense, basándose en hallazgos de acritarcos (*Orygmatosphaeridium* sp. y *Protosphaeridium* sp.). No obstante, dada la amplia distribución cronoestratigráfica de estos taxones, se podría alcanzar en la parte superior una edad Vendiese inferior.

Los tres domos arriba mencionados no son homogéneos en cuanto a su estratigrafía, por lo que los describiremos a continuación de una manera separada.

*Los materiales del GDE en el domo de Villarta.* Situado en la zona occidental del Anticlinal de Navalpino (Fig. 2), el domo de Villarta se encuentra rodeado de materiales ordovícicos al S y al O, y limita al N y al E con los materiales del Vendiese superior del Grupo Ibor-Navalpino.

Aparecen en este domo, materiales muy desorganizados, de modo que sólo es posible aportar una columna esquemática (Fig. 3). Solamente en el extremo NO de una franja situada al S, en contacto con los materiales paleozoicos aparecen niveles conglomeráticos bien estratificados. Un espesor mínimo de 3.000 m parece en cualquier caso muy probable para estos materiales, aunque podría llegar a ser mucho mayor.

Los materiales desorganizados pueden ser divididos en dos tipos, según predominen los cantos o la matriz. Los primeros consisten en acumulaciones de enormes bloques arenosos y fragmentos de capas, en las que se han llegado a medir bloques de hasta 100 m de dimensión mayor. Estos bloques contienen alternancias decimétricas a métricas de lutitas y grauvacas de tamaño de grano grueso a medio con secuencias granodecrescientes, canalizadas, con término basal masivo o

granoclasificado. La matriz consiste en lutitas y/o arenas finas con cantos dispersos centimétricos a decimétricos de arenisca, grauvaca, cuarzo y lidita, generalmente de forma subangulosa a redondeada. Los cantos más aplanados suelen disponerse subparalelos a la dirección de aporte, apreciándose en algunos de estos marcas de corriente de dirección E-O. En ocasiones, las areniscas presentan ligeros fenómenos de slumping. Los materiales desorganizados con predominio de la matriz son difíciles de estudiar desde el punto de vista estratigráfico, ya que apenas se distingue en ellos la estratificación y tan sólo en ocasiones puede verse un canto aislado o un trozo de capa, en posición probablemente no original. El resto de la roca está constituido por una masa indiferenciada de material pelítico, que no presenta estructuras sedimentarias.

En la parte superior (al S), aparece, en tránsito a materiales organizados, un considerable espesor de lutitas con algún canto aislado de arenisca, generalmente redondeado, dando paso a dos niveles de alternancias de pelitas y areniscas similares a los que forman los bloques, junto con niveles de paraconglomerados, separados por un nivel ortoconglomerático que en el extremo NO posee cerca de 150 m de espesor.

Los niveles de ortoconglomerado se disponen en bancos de algunos metros de espesor y reciben la denominación de Conglomerados de las Torrecillas (San José, 1984), y están constituidos por cantos centimétricos bien redondeados de cuarzo blanco. Ocasionalmente, se encuentran otros cantos de lidita gris y negra, así como de arenisca. Estos conglomerados poseen un contacto basal neto y erosivo, a menudo tapizado de cantos blandos, y una granoclasificación grosera. Lateralmente evolucionan a formas canalizadas conglomeráticas de unos pocos metros de espesor.

A techo y muro de estos niveles de ortoconglomera-

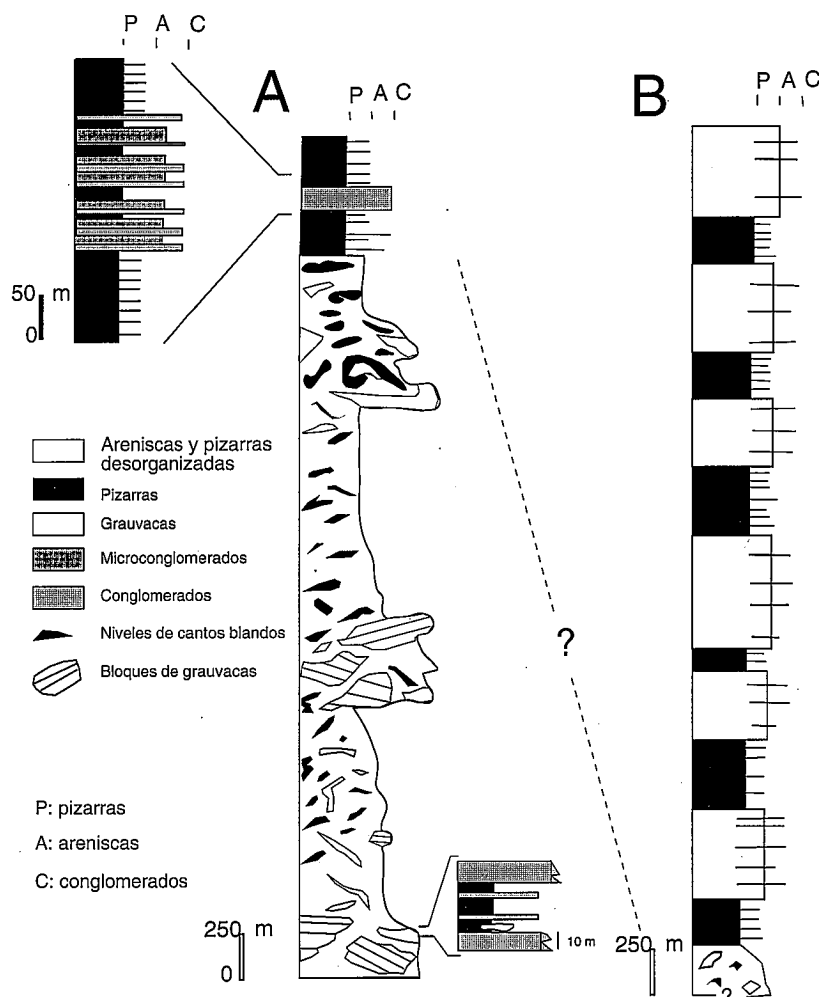


Figura 3.- Columnas estratigráficas sintéticas del Grupo Domo Extremeño en los Domos de Villarta (A) y Navalpino (B).

do, aparecen los niveles de alternancias, constituidos por capas decamétricas de paraconglomerados masivos con matriz arenoso-limosa rojiza o lutítica gris-verdosa, capas lutíticas verdosas y areniscas grauváquicas. Estos niveles de alternancias tienen 100 m de espesor el inferior y de 200 a 300 el superior. Las alternancias tienen lugar en capas decimétricas, con "ripples" de corriente y de oscilación, estratificaciones de tipo "convolute" y numerosos "slumps". A veces, aparecen niveles con secuencias completas de Bouma.

Litologías similares han sido descritas en otras áreas dentro del Grupo Ibor-Navalpino, por ejemplo Palero (1991) en el Valle de Alcudia. Sin embargo, en el Anticlinal de Navalpino no ha sido vista ninguna discordancia que separe estos materiales conglomeráticos, ni sus equivalentes laterales, de un sustrato diferente, por lo que han sido considerados como pertenecientes al Grupo Domo Extremeño.

*Los materiales del GDE en el domo de Navalpino.* El domo de Navalpino está situado en la zona centro-oriental del anticlinal (Fig. 2), y en él los recubrimientos pliocuaternarios hacen la observación de los materiales muy difícil. El domo se encuentra limitado por el Grupo Valdelacasa al N, por el Grupo Ibor-Navalpino al E y al O, y por el Ordovícico al S. Sin embargo, las

características estratigráficas de todos los afloramientos son muy homogéneas, pudiendo levantarse una serie sintética en dirección N-S (Fig. 3).

Al igual que en el domo de Villarta, la base del Grupo no aflora, pudiendo estimarse el espesor mínimo de la sucesión en 3000 m. En conjunto se trata de una serie de alternancias grauvaca-pelita, a lo largo de la cual se puede encontrar cualquier relación de espesores entre términos pelíticos y grauváquicos. El espesor de las capas de grauvaca es generalmente de orden métrico, aunque algunas veces las amalgamaciones hacen que determinadas capas parezcan más potentes. El tamaño de grano dominante en las grauvacas es de arena fina a media, aunque en ocasiones existen niveles microconglomeráticos. Las estructuras sedimentarias más frecuentes son las laminaciones cruzadas a pequeña escala, los "ripples", generalmente de corriente, y también las granoclasificaciones positivas. La geometría de las capas suele ser planoparalela, con contactos bruscos a muro. A veces aparecen capas arenosas decimétricas de tamaño de grano medio a grueso, con laminaciones cruzadas a mediana escala, morfología de barra y continuidad lateral métrica. También es frecuente que aparezcan en los tramos pelíticos niveles grauváquicos afectados por "slumps" de espesor decimétrico. Los niveles conglomeráticos son en general muy dis-

continuos y de algunos decímetros a metros de espesor, poseen abundante matriz arenosa, y cantos bien redondeados de tamaño centimétrico, en su mayoría de cuarzo blanco (80%), liditas y areniscas grauváquicas.

En el extremo SO del domo aparecen, en tránsito gradual con las alternancias que se acaban de describir, niveles de pelitas con cantos, similares a los descritos en el domo de Villarta. Esto se interpreta como un cambio de facies entre las organizadas típicas de este domo y las desorganizadas típicas del de Villarta, el cual puede ser, bien en la vertical de la serie hacia abajo, bien lateral. Sin embargo, dado el aislamiento de los dos domos y la falta de niveles guía, no es posible correlacionar estas capas con las existentes a techo del GDE en el domo de Villarta.

*Los materiales del GDE en el domo de Fontanarejo.* Situado al NE del domo anterior y muy próximo a él (Fig. 2), este domo está limitado por el Grupo Valdela-casa por todos lados menos por el SO, donde lo recubren las rocas del Grupo Ibor-Navalpino. De tamaño muy pequeño, el domo de Fontanarejo es similar al anterior por su estratigrafía, apareciendo también alternancias decimétricas de pelitas y grauvacas y algunos niveles deslizados. No aparecen, en cambio, conglomerados. En conjunto, puede decirse que se trata de la prolongación hacia el NE de los mismos niveles aflorantes en el domo anterior. El espesor del GDE en este domo es, aunque reducido, difícil de precisar.

*Interpretación sedimentológica del GDE.* Estos materiales pueden considerarse como de tipo turbidítico (s.l.), correspondiendo los niveles desorganizados a transportes en masa a pie de talud y los organizados a facies de lóbulo e interlóbulo, apareciendo a veces formas canalizadas, niveles de "slumps" y transportes en masa de tipo "debris flow". Esta interpretación coincide con la realizada por San José (1984).

#### *Grupo Ibor-Navalpino (GIN)*

Los materiales de este Grupo aparecen discordantes sobre los del Grupo Domo Extremeño y presentan dos facies muy diferentes (Fig. 2). Por una parte se encuentran los materiales del sector occidental del anticlinal, compuestos por conglomerados, pizarras tanto masivas como bandeadas y niveles calcáreos en capas aisladas intercalados entre las pelitas y también en potentes bancos masivos, y por último niveles alternantes de areniscas grauváquicas y pelitas (Serie del Castillejo). Todos estos materiales son claramente asimilables al Grupo Ibor-Navalpino tal y como está definido (Alvarez-Nava y otros, 1988), y presentan fuertes analogías con los materiales atribuidos a este grupo en los Anticlinales vecinos de Ibor y Abenójar (Nozal y otros, 1988).

Por otra parte, aparecen tanto en el sector central del Anticlinal de Navalpino (El Torilejo) como en el oriental (La Dehesa) materiales diferentes a los mencionados, compuestos en el primer caso por alternancias de areniscas grauváquicas y pelitas con algunas intercalaciones de materiales carbonatados y un nivel

muy potente de conglomerados en la parte superior de la Serie y en el segundo por pelitas con alguna capa intercalada de caliza, siendo en general muy escasos los niveles areniscosos.

Estos materiales han sido atribuidos en este trabajo al Grupo Ibor-Navalpino, a pesar de que tanto sus facies como su espesor (en torno a los 4800 m) no parecen los típicos descritos hasta ahora, al menos en el sector meridional de la Zona Centroibérica. No obstante, la presencia de relativamente frecuentes niveles carbonatados, el carácter de las pelitas en las que se dan abundantes casos de niveles bandeados, muy comunes en el Grupo Ibor-Navalpino, y la presencia de niveles de conglomerados similares (excepto en su espesor y en tamaño de los cantos) a los existentes en la zona occidental, constituyen claros argumentos en favor de la atribución realizada. Hay que tener en cuenta además, que no todos los materiales considerados hasta ahora como pertenecientes al Grupo Ibor-Navalpino tienen abundancia de calizas. En el anticlinal del Esteras los materiales atribuidos a este grupo no presentan niveles calcáreos (aunque sí calcoesquistos), a pesar de encontrarse geográficamente muy próximos al domo de Abenójar donde las calizas son abundantísimas.

De no pertenecer estos materiales de la zona del Torilejo y La Dehesa al Grupo Ibor Navalpino, pertenecerían al Grupo Domo Extremeño; sin embargo, en este grupo no hay ninguna referencia a capas calcáreas en toda la Zona Centroibérica. En este caso, además, la presencia de calizas en el Anticlinal de Navalpino no tendría lugar al azar dentro de todo el Grupo Domo Extremeño, sino en áreas muy determinadas, las mencionadas, que en general se diferencian también por su mayor contenido pelítico y por el carácter bandeado de muchas de estas pelitas, además de poseer una estructura distinta de la de los materiales claramente pertenecientes al Grupo Domo Extremeño (López Díaz, 1992).

Dada la variedad litológica existente, se han levantado tres columnas, representativas de los sectores de El Castillejo, El Torilejo y La Dehesa, que representan la variación longitudinal de Oeste a Este en los materiales del Grupo en el anticlinal de Navalpino (Fig. 4). En cada una de estas columnas se han definido una o más unidades, que en algunos casos se conservan de una a otra.

La edad de estos materiales fue considerada por Alvarez-Nava y otros, (1988) Vendense superior, dado su contenido en acritarcos, estromatolitos, icnofósiles y algas macroscópicas (Vendotaenidae). La misma opinión mantienen otros autores para estas y otras rocas equivalentes en diferentes anticlinales de la Zona Centro-Ibérica (San José y otros, 1990 y Palacios, 1989).

*El Grupo Ibor-Navalpino en el sector occidental del anticlinal de Navalpino (Serie del Castillejo).* Discordantes sobre las rocas del Grupo Domo Extremeño, aparecen en este sector materiales siliciclásticos y carbonatados, en los que se ha podido levantar una Serie y diferenciar cinco unidades, que describiremos a continuación de abajo a arriba, conservando, en lo posible, las denominaciones establecidas por San José (1984).

1) Conglomerados de La Antigua. Afloran preferen-

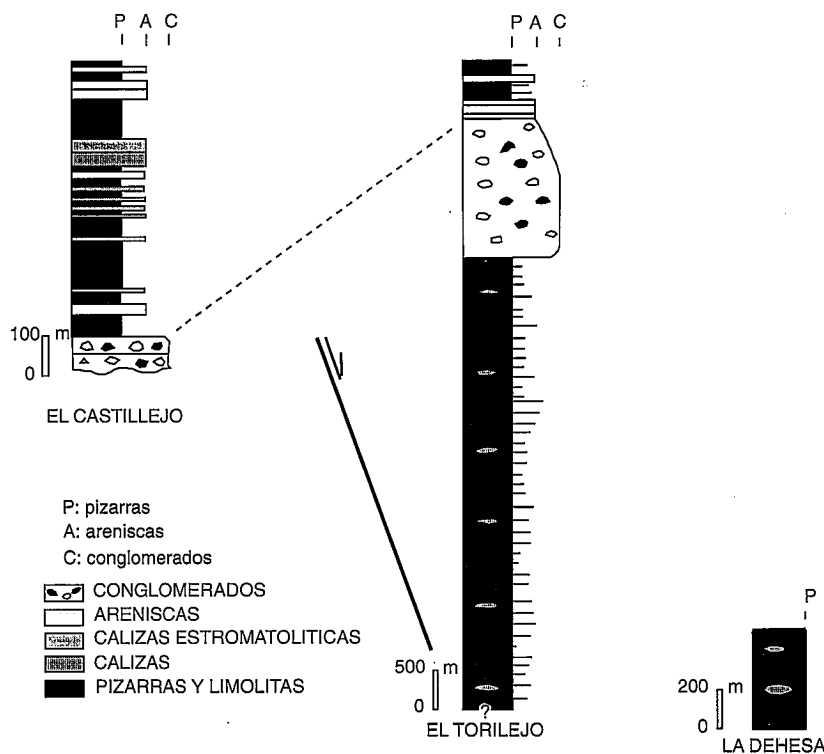


Figura 4.- Columnas estratigráficas sintéticas de los materiales del Grupo Ibor-Navalpio en los sectores del Castillejo, el Torilejo y La Dehesa, mostrando su variación de O a E.

temente en el margen N del río Guadiana, formando una banda que va desde las proximidades de la carretera Villarta-El Bohonal hasta el arroyo Pizarroso en el sector central del anticlinal. Cuando el nivel de agua en el embalse del Cíjara está bajo, pueden también observarse en el margen sur del río (margen izquierda), a la misma altura que en el N (Fig. 2). Están formados por unos 75 m de orto y paraconglomerados, con cantos subredondeados a subangulosos preferentemente de grauvaca, cuarcita y cuarzo, cuyo tamaño oscila entre algunos centímetros y varios decímetros, siendo su morfología de subsférica a elipsoidal. La matriz puede ser intersticial o formar hasta un 60% de la roca; está constituida por material pelítico-arenoso, con granos de cuarzo y de fragmentos de roca. Según San José (1984), la existencia de cuarzos idiomorfos y con golfos de corrosión y de cantos de rocas ígneas ácidas sugiere un área fuente de contenido en parte plutónico, aunque no existe duda de que la mayoría de los cantos provienen del infrayacente Grupo Domo Extremeño.

2) Lutitas de Los Parrales. En tránsito gradual, pero rápido, con la unidad precedente, aparecen lutitas negras con finas intercalaciones limolíticas (3 cm) de color claro, lo que les confiere un aspecto de pelitas "microbandedas". También existen niveles arenosos de grano fino. Su potencia oscila en torno a los 400 m, y en su mitad inferior aparecen una o dos intercalaciones de hasta 50 m de potencia de grauvacas de grano medio a grueso, de tonos grises a verdes, normalmente masivas, con base erosiva canalizada, que alternan en niveles decamétricos con limolitas en las que se aprecia estratificación lenticular y "flaser". En la parte alta existen algunas intercalaciones métricas de grauvacas

carbonatadas con huecos de decalcificación y, en algunos casos, aparecen niveles métricos de calizas, generalmente con laminaciones de algas, que al hacerse más abundantes constituyen el tránsito a la unidad suprayacente.

3) Calizas de Villarta. En contacto gradual con las pelitas anteriores, y comenzando con intercalaciones centimétricas que hacia arriba se van haciendo cada vez más potentes, aparece la unidad de las Calizas de Villarta. En el margen derecha del río Guadiana su espesor se cifra en torno a los 100 m, aunque en el otro margen, en la Sierra de la Umbría son mucho más potentes, pues se siguen materiales carbonatados durante al menos 300 m. Esta serie carbonatada consiste en una alternancia en niveles decimétricos de pelita y caliza. Las pelitas son de color negro y contienen niveles grauvácicos que les confieren un aspecto acintado o microbandedado similar al descrito en la unidad infrayacente. Texturalmente las calizas están constituidas por grainstones y/o packstones, formadas casi exclusivamente por fragmentos bioclásticos (¿algas?) localmente dolomitizados. La base de estos niveles carbonatados suele ser plana y su techo ondulado. Hacia arriba las calizas pasan a estratos decimétricos de aspecto tabular, localmente con niveles milimétricos de pelitas que confieren al conjunto un cierto aspecto ondulado. Estos niveles llegan a formar bancos de hasta 20-30 m de potencia, intercalados con niveles métricos de pelitas. También se trata, en este caso, de grainstones bioclásticas y, en ocasiones, de packstones. Los bioclastos, en general, son alargados y su disposición preferente es la subhorizontal; su tamaño oscila de 0,3 mm a 1 cm y, como componente accesorio, se observa algún

oolito. Los bioclastos pueden estar recristalizados o parcialmente dolomitizados formándose entonces cristales romboédricos de un tamaño de aproximadamente un centenar y medio de micras. Intercalados en la parte media y alta de la serie se encuentran domos estromatolíticos de 1 a 5 m de anchura y de 50 cm a 3 m de altura. Los domos de primer orden están constituidos por domos de segundo orden decimétricos de morfología subsférica a pseudo-columnar. Petrográficamente, estos materiales corresponden a calizas muy recristalizadas en las que localmente se observan texturas que podrían corresponder a fenestrales. Asimismo, estas calizas que forman domos están afectados por un proceso de dolomitización parcial, presentándose cristales de ankerita romboédricos. Intercalados en la serie de calizas, existen a ambos lados del Guadiana niveles potentes (25 m) y discontinuos de areniscas masivas de color ocre, de muy difícil observación en el campo debido a los recubrimientos, pero que se pueden seguir claramente en foto aérea al originar un resalte característico en el relieve.

4) Lutitas y grauvacas del Tamujosillo. Sobre los últimos tramos carbonatados aparecen en el margen derecho del Guadiana más de 100 m de lutitas negras o verdes con laminación paralela muy persistente (San José, 1984) y niveles centimétricos de grauvacas de grano fino o limolitas cuarzosas. A techo de las anteriores, aparecen un nivel grauváquico potente (50 m); se trata de grauvacas feldespáticas gris oscuras en bancos masivos o con laminación paralela que alternan con algún nivel pelítico métrico. Hacia arriba pasan a tener el grano de tamaño medio a grueso y laminación de ripples de gran tamaño. A techo predominan otra vez las limolitas grauváquicas y las lutitas masivas. En conjunto la potencia de la unidad puede cifrarse en torno a los 200 m.

Respecto a la interpretación sedimentológica de la Serie del Castillejo diremos que la secuencia de los materiales citados resulta coherente con sedimentos depositados en una plataforma carbonatada abierta hacia el E (Calvet y Salas, 1988). En relación con dicha plataforma, estos autores diferencian varias partes. Así, las alternancias de calizas y lutitas representarían depósitos de alta energía, tales como los originados por tormentas, correspondientes a las calizas, alternando con depósitos propios de periodos de calma (lutitas). Los domos estromatolíticos se enmarcan en un contexto de margen de plataforma, situados a barlovento de los bancos marginales, que estarían representados por los potentes niveles de calizas bioclásticas. En conjunto esta Serie constituiría una secuencia global de somerización, en la que las facies de alternancia lutítico-calcareo se sitúan en un marco de talud proximal, en el que hacia la parte superior, y con íntima relación con los bancos marginales bioclásticos, se desarrollaría una barrera de domos estromatolíticos gigantes. Las facies de plataforma interna o bien no aflorarían o bien estarían representadas por las lutitas y grauvacas del Tamujosillo. La cuenca se abriría hacia el E-NE, dirección que coincide con las de las paleocorrientes medidas en los tramos detríticos.

*El Grupo Ibor-Navalpino en el sector central del anticlinal de Navalpino (Serie del Torilejo).* Esta Serie re-

presenta los materiales aflorantes inmediatamente al E de los anteriormente descritos, y está separada de ellos por fracturas de dirección NNO-SSE. La base de estos materiales no llega a aflorar debido a problemas estructurales. En esta Serie, se distinguen tres unidades de muro a techo: las Alternancias del Valdehornos, los Conglomerados del Torilejo y las Lutitas y grauvacas de los Parrales.

1) Alternancias del Valdehornos. Poseen un espesor visible próximo a los 3500 m, no observándose la base debido a que su contacto con los materiales del Grupo Domo Extremeño en el domo de Navalpino es tectónico. La litología de esta unidad consiste en alternancias lutítico-grauváquicas muy homogéneas, con capas que no suelen sobrepasar el medio metro de potencia formando secuencias granodecrecientes. Las capas de grauvaca presentan techo planar y base ondulada, muchas veces erosiva. En la parte inferior existen intervalos hectométricos con predominancia de lutitas, mientras la parte superior es grauváquica en casi su totalidad. Las secuencias rítmicas presentes a lo largo de toda la sucesión están constituidas por intervalos granodecrecientes cuya base suele ser un nivel lenticular grauváquico de hasta 30 cm de potencia, normalmente en contacto erosivo con la secuencia precedente, y que pasa a techo a limolitas o arcillitas de espesor centimétrico a decimétrico. En algunas ocasiones, se detectan secuencias completas de Bouma. Siendo frecuentes las grauvacas microconglomeráticas con niveles de mayor acumulación de cantos blandos, encontrándose las capas gradadas y con estructuras de deformación por carga. Normalmente, los intervalos pelíticos presentan alternancias limo-arcilla, componiendo secuencias de tipo TBT (thin bedded turbidites de Mutti, 1985). Intercaladas en la unidad existen frecuentemente niveles de cantos decimétricos calcáreo-dolomíticos, o bien capas aisladas de naturaleza calcárea en torno a los 30 cm de potencia y 2-3 m de continuidad lateral. Todos ellos tienen un color chocolate y grano muy fino (mudstones).

2) Conglomerados del Torilejo. Aparecen en tránsito gradual sobre la unidad precedente, comenzando por pizarras con cantos dispersos de grauvaca feldespática, arenisca, cuarzo y en algunos casos, hacia la parte superior, de carbonatos. Estos cantos comienzan en la serie con un tamaño pequeño (2-5 cm) y pasan rápidamente a tamaños en torno a los 30 cm, aunque en casos aislados alcanzan la escala métrica, si bien a techo de la unidad vuelven a reducir su tamaño. Los cantos son por lo general muy heteromorfos y presentan un grado de redondeamiento variable (desde subangulosos a redondeados). El aspecto general de estos niveles es masivo, no apreciándose con facilidad la estratificación más que en algún nivel grauváquico aislado. La matriz muchas veces no se aprecia y cuando aparece está constituida por lutitas y areniscas de grano fino ocre, que ocupan los huecos intersticiales entre los cantos. La extensión lateral que se observa para el Conglomerado del Torilejo apenas llega a los 3 km, debido a su rápida desaparición debajo del Ordovícico, aunque antes de esta desaparición, se observa una disminución en el espesor del conjunto de conglomerados hacia el E. Su potencia no sobrepasa los 1000 m.

En conjunto, estos conglomerados son litológica-



mente muy parecidos a los Conglomerados de la Antigua y asimismo presentan una cierta participación ígnea de carácter ácido, sobre todo de cantos de grauvaca feldespática volcanogénica; sin embargo, se diferencian de ellos en el tamaño de los cantos y sobre todo en su espesor. Dada su posición estructural (López Díaz, 1992 y 1993), el Conglomerado de La Antigua y el de El Torilejo podrían muy bien constituir el mismo nivel, aunque dado que presentan ciertas diferencias, se ha preferido denominarlos de manera distinta.

3) Lutitas y grauvacas de Los Parrales. Las rocas que forman los niveles culminantes del Grupo Ibor-Navalpino en la Serie del Torilejo, son muy semejantes a las que aparecen en la parte inferior de la Serie del Castillejo. Es por lo anterior, y sobre todo por su situación a techo de los Conglomerados del Torilejo, que se conserva aquí la misma denominación que en la Serie del Castillejo, señalándose únicamente las características diferenciales con respecto a las Lutitas de los Parrales en la Serie del Castillejo. En su parte basal, esta formación está constituida por areniscas finas con laminación paralela, entre los que se intercalan niveles métricos con conglomerados de cantos rodados cuyo diámetro medio es de unos 30 cm. Por encima, aparecen areniscas grauvácicas en bancos métricos, intercaladas en una sucesión de limolitas y pizarras. Entre las limolitas y pizarras, a veces se intercalan niveles con cantos generalmente dispersos, cuyo tamaño alcanza los 30 cm. Su espesor es difícil de determinar debido a la falta de afloramientos, aunque según la cartografía no debe de ser inferior a los 300 m.

En conjunto y sedimentológicamente, esta Serie, al igual que la del Castillejo, presenta evidencias de un proceso de somerización, que esta vez afecta a materiales más profundos, pues las turbiditas inferiores y los conglomerados son depósitos más profundos que los que se observan en la Serie del Castillejo. En especial los conglomerados deben ser depósitos asociados a procesos de deformación tectónica relacionados con fracturas, pues el cambio entre el Conglomerado de La Antigua y el de El Torilejo es muy brusco, dado que estos materiales se encuentran separados en la cartografía por tan sólo 200 m (Fig. 2), además, también en la cartografía se observa la presencia de fracturas en la zona de transición entre ambas Series, que apenas afectan a los materiales paleozoicos. Hay que tener en cuenta también la presencia de las Alternancias del Valdehornos, que no teniendo equivalente en la Serie de El Castillejo, presenta fuertes analogías con los materiales de dicha Serie (presencia de lutitas bandeadas y de niveles calcáreos), lo que sugiere un proceso local de subsidencia, que podría estar causado por un movimiento, durante el Vendense superior, de tipo directo de las fracturas mencionadas con descenso del labio E. Así pues se trataría de fracturas de probable carácter distensivo y sinsedimentario, de dirección NO-SE y que en conjunto delimitan una zona de cambio en los materiales a un lado y a otro, excepto para los materiales más altos, que son comunes a ambos lados. La presencia de las Lutitas de los Parrales en las dos Series, indica que la zona llegó a homogeneizarse, produciéndose en ella un depósito único de los materiales más someros de toda la zona, persistiendo la incógnita, de-

bido a la situación estructural de los materiales afectados, de si en la zona del Torilejo llegaron a depositarse materiales calcáreos del tipo de Las Calizas de Villarta. Este depósito único de las Lutitas de Los Parrales en las Series descritas, nos lleva a pensar que el movimiento de las fracturas sinsedimentarias, debió cesar antes del depósito de los últimos materiales visibles de la Serie. Si ahora se ven estos materiales afectados por estas fracturas se debe a un juego posterior de las mismas, en un posible movimiento asociado a fenómenos tectónicos posteriores a los citados.

*El Grupo Ibor-Navalpino en el sector de la dehesa de Fontanarejo (Serie de la Dehesa).* El afloramiento más oriental de materiales del Grupo Ibor-Navalpino dentro del Anticlinal de Navalpino lo constituye un estrecho sinforme de dirección NO-SE, situado en la zona de la dehesa de Fontanarejo. En este sector se distingue un único conjunto litoestratigráfico: las Lutitas de la Dehesa. Esta unidad se compone únicamente de alternancias limo-arcilla, sin que afloren niveles de areniscas nada más que ocasionalmente y en niveles centimétricos. Intercalados en esta unidad aparecen niveles decimétricos calcáreo-dolomíticos, de color achocolatado y grano muy fino (mudstones). Apenas se observan estructuras sedimentarias de ningún tipo, siendo muchas veces masivo el aspecto general de la roca. El espesor es difícil de apreciar debido al fuerte replegamiento, pudiendo estimarse en unos 500 m.

*Interpretación sedimentológica del GIN.* Sedimentológicamente las rocas del Grupo Ibor-Navalpino registran un proceso de somerización hacia arriba y un proceso de distalidad hacia el E. De esta forma, existen en la zona occidental materiales de plataforma, como son las pelitas bandeadas, las calizas con estromatolitos y las areniscas masivas. A partir de la Falla del Torilejo, aparecen materiales de carácter distal, como las alternancias turbidíticas del Valdehornos, de gran espesor y continuidad lateral, que en la zona lejana de La Dehesa se han transformado en lutitas masivas. En este mismo sector, y a techo de estos materiales distales, aparecen facies conglomeráticas de talud asociadas a fracturas, como son los conglomerados del Torilejo. En la parte superior de la serie, tanto en la zona de plataforma, como en la más profunda, aparece un grupo de materiales someros, probablemente de plataforma interna, de tipo arenoso y pelítico, que sugiere un proceso de somerización en la serie, probablemente asociado a un cese o descenso en el ritmo de subsidencia. Un rasgo típico de los materiales de edad Vendense superior es su contenido en rocas carbonatadas, que se manifiesta no sólo en la unidad de las Calizas de Villarta, sino también, aunque de una forma muy reducida, en las Alternancias del Valdehornos y en las Lutitas de la Dehesa. Este rasgo diferencia a este grupo de todos los otros grupos de materiales presentes en el anticlinal de Navalpino.

#### *Grupo Valdelacasa (GV)*

Este Grupo está definido en el anticlinal de Valdelacasa, situado al N de la zona estudiada (Alvarez-Nava y otros, 1988; Gabaldón y Hernández-Urroz, 1989)

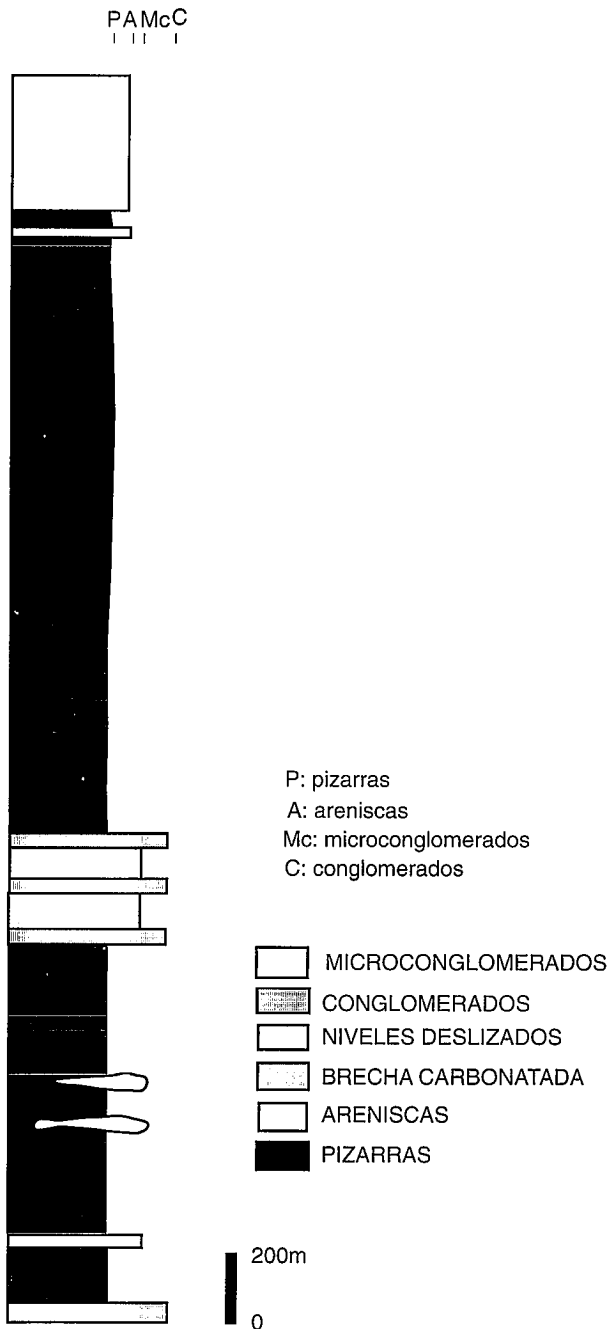


Figura 5.- Columna estratigráfica sintética del Grupo Valdelacasa.

y comprende cuatro formaciones: el Nivel de Fuentes (denominado Brecha calcárea de Navalpino en este trabajo), las Limolitas del Pusa, las Areniscas del Azorejo y las Calizas de los Navalucillos (San José y otros, 1974). De estas formaciones, sólo las tres primeras están representadas en el anticlinal de Navalpino por efecto de la discordancia preordovícica (López Díaz, 1992 y 1993). En la Fig. 5 puede observarse una columna estratigráfica del Grupo. La edad de estos materiales es considerada Cámbrico Inferior; una excelente discusión sobre esta edad puede verse en Nozal y Martín-Serrano (1989). Hay que hacer notar que para algunos autores los niveles más bajos del Grupo pertenecerían al Vendense superior (Brasier y otros, 1979, San José y otros, 1990).

El Grupo Valdelacasa se encuentra discordante tanto sobre el Grupo Domo Extremeño como sobre el Grupo Ibor-Navalpino, debido a los efectos de la discordancia Cámbrico-Precámbrico. Como ya se ha indicado también, sobre él se sitúan discordantes los materiales ordovícicos, debido a la ya mencionada discordancia preordovícica. Esto se observa claramente en la cartografía del sinforme de la Dehesa (Fig. 2) (ocupado por rocas del Vendense superior), y también a nivel de afloramiento en la zona situada más al O, en el cruce de la carretera Navalpino-Villarta con el arroyo Valdehornos, donde puede verse el contacto de la Brecha de Navalpino con los materiales del Vendense superior. Todos estos materiales se ocultan bajo la Brecha de Navalpino formando un fuerte ángulo.

1) Brecha de Navalpino. Corresponde al Nivel de Fuentes descrito en el anticlinal de Valdelacasa (Moreno, 1974). Consiste en una enorme acumulación de bloques y cantos que forman una megabrecha de aspecto caótico. Los bloques de mayor tamaño sobrepasan los 2 m de dimensión mayor y son de composición calcárea. Los clastos más pequeños, de tamaño centimétrico, son de areniscas, calizas, limolitas y conglomerados y forman la matriz que engloba a los clastos más grandes. Los grandes bloques suelen ser redondeados, mientras los pequeños son frecuentemente angulosos. Hacia el E, se pierde en gran medida el carácter carbonatado de los clastos, quedando tan sólo algún bloque aislado, y el Nivel está compuesto principalmente por pelitas con bloques redondeados de grauwáca y pizarra. El espesor de esta formación, aunque difícil de precisar, debido a la falta de afloramientos, se sitúa en torno a los 60 m.

Las características antes descritas permiten interpretar estos materiales como un olistostroma producto del desmantelamiento de las calizas del Grupo Ibor-Navalpino, como lo demuestra el hallazgo de fauna resedimentada (*Bavlinella faveolata* Shepeleva 1962 y *Trachysphaeridium laufeldi?* Vidal 1976) en las calizas de la localidad original de Fuentes (Nozal y Martín Serrano, 1989), que proporciona una edad Vendense superior. Asimismo, en el olistostroma del Membrillar, equivalente también a la unidad tratada en este epígrafe, situado también en el vecino anticlinal de Valdelacasa, Palacios (1983,1989) encontró organismos tubulares del tipo *Cloudina* sp. atribuidos al Proterozoico terminal (Conway y otros, 1990; Grant, 1990).

2) Limolitas del Pusa. (San José y otros, 1974). Aunque sedimentológicamente se ha subdividido posteriormente en seis subunidades (Gabaldón y Hernández-Urroz, 1989), cartográficamente tan sólo pueden diferenciarse en esta formación tres miembros, siendo el inferior y el superior netamente lutíticos y el intermedio conglomerático. El espesor total de la Formación Pusa es del orden de los 3500 m.

El Miembro inferior es eminentemente lutítico, contiene alternancias de capas de 2 mm a 3 cm de arena fina y limolitas con geometría plano-paralela y gran continuidad lateral. Los niveles arenosos suelen tener bases muy netas y laminación cruzada de ripples y los lutíticos laminación paralela de decantación. En ocasiones, se dan alternancias con proporciones variables en el contenido arena-arcilla e incluso se dan facies de

tipo "channel-levee" de Mutti (1985). También se observan niveles con "slumps" y "mud-flows", que cuando llegan a la desorganización total proporcionan a la roca un aspecto conglomerático. Hacia el techo del miembro, predominan las lutitas con intercalaciones de arenisca fina, pero sobre todo abundan las pizarras "microbandedas", que consisten en lutitas con laminación paralela claro-oscuro, dependiendo del contenido en materia orgánica. En conjunto, el espesor de este miembro alcanza los 1.100 m.

El Miembro medio está formado principalmente por ortoconglomerados, esencialmente de cuarzo, aunque también grauváquicos o arcósicos, separados por paraconglomerados y lutitas. También existen conglomerados poligénicos cuarzofeldespáticos con matriz lutítica o arenosa. El tamaño de los cantos es en general pequeño (1-10 cm). Son muy frecuentes los cambios laterales de facies, pasando los conglomerados a microconglomerados e incluso a cuarcitas de grano medio. Los paraconglomerados están inmersos en una matriz pelítica de color verde, similar a las lutitas predominantes en el Miembro inferior. Los cantos de cuarzo tienen por lo general aspecto acaramelado. En los conglomerados son frecuentes las formas canalizadas y cambios de espesor debidos a procesos de acreción lateral; algunas capas llegan a alcanzar los 50 m de espesor en algunos lugares. El número de niveles de conglomerado varía considerablemente a lo largo de la estructura; así, en el flanco NO del anticlinal de Navalpino aparecen tan sólo dos niveles y muy discontinuos, mientras que en la zona de charnela y en el flanco E, aparecen respectivamente tres y cuatro niveles, en ocasiones separados por un espesor importante de lutitas (hasta 100 m), similares a las de la matriz de los paraconglomerados.

A techo de todos estos niveles aparecen en el flanco E de la estructura mencionada niveles conglomeráticos compuestos de cantos redondeados de rocas fosfatadas de 1 cm. La matriz está constituida sobre todo por granos de cuarzo y fosfato cristalizado. La morfología de estos niveles es canalizada y descripciones de la misma pueden encontrarse en Gabaldón y otros (1987), Santamaría y otros (1987 a y b), Santamaría (1988), Picart (1988) y Gabaldón y Hernandez-Urroz (1989). Lateralmente se sustituye en los conglomerados el contenido fosfático por otro cuarzoso, llegando aquel incluso a desaparecer. En conjunto este miembro tiene un espesor de unos 350 m, llegando en ocasiones a los 500.

La base del Miembro superior aflora en la zona de Fontanarejo; sin embargo, la mayor parte está oculta bajo los materiales ordovícicos, aflorando su techo en el domo del Alcornocal situado más al E (Fig. 2), debido a los efectos de la discordancia preordovícica. Su espesor puede cifrarse por comparación con el vecino Anticlinal de Valdelacasa (Nozal y Martín Serrano, 1989) en torno a los 1900-2000 m.

Los materiales de la parte inferior de este Miembro corresponden a lutitas similares a las mencionadas en el Miembro inferior, encontrándose sobre todo las pizarras "microbandedas". Su espesor visible ronda los 150 m. En El Alcornocal se han podido reconocer pelitas masivas de color gris, que pueden contener algunas intercalaciones centimétricas a milimétricas de arena fina. Otras veces se observan alternancias de materia-

les pelíticos con capas del mismo espesor de arena fina a muy fina, que presentan granoclasificación, estructuras de carga y ripples. Por último, se aprecian en ocasiones niveles (25 cm-5 m) de "slumps" y "mud-flows". Hacia el techo de la serie aparecen facies cada vez más arenosas, en las que se hace evidente el tránsito hacia la formación suprayacente. Estas intercalaciones arenosas muestran estratificación cruzada de tipo "hummocky", que puede interpretarse como originada por la acción de olas en tormentas.

En lo referente a la interpretación sedimentológica de las Limolitas de Pusa, en los trabajos mencionados en el anterior epígrafe y sobre todo en Gabaldón y Hernandez-Urroz (1989) se atribuyen los materiales descritos a diferentes tipos de facies. Así, las lutitas del Miembro inferior se consideran sedimentadas en una plataforma distal fangosa con capas de tormenta de afinidad turbidítica, depositadas muy por debajo del nivel de base del oleaje en las tormentas. Los "slumps" y "mud-flows" y las facies de "channel-levee" se interpretan como facies de tránsito entre talud y plataforma distal dominada por la acción de las tormentas. Las pizarras "microbandedas", como sedimentos euxínicos de margen de plataforma externa. Los conglomerados con clastos de fosfato y de cuarzo se considera que constituyen el relleno complejo de cañones submarinos situados en el margen de la plataforma (Gabaldón y Hernandez-Urroz, 1989, Fig. 7). Respecto al Miembro superior, este se caracteriza por la aparición cada vez de facies más arenosas hacia techo, lo que se interpreta como un proceso de rápida somerización de la cuenca que corresponde a una plataforma interna somera.

3) Areniscas del Azorejo (San José y otros 1974). Debido al recubrimiento cuaternario, los afloramientos en el domo de El Alcornocal, situado en el borde oriental del anticlinal de Navalpino (Fig. 2) son escasos; sin embargo, presentan características completamente asimilables a las descritas por San José y otros (1974) y Nozal (1989) en el anticlinal de Valdelacasa. Así, la serie es algo lutítica en la base, con transición gradual desde las Pizarras del Pusa, y rápidamente pasa a ser predominantemente arenosa, aunque no son raras las intercalaciones pizarrosas de tamaño métrico y decamétrico. En las areniscas son muy frecuentes los ripples de cresta recta y también los de interferencia e incluso linguoides. El ordenamiento preferente de las secuencias es en general granodecreciente, la morfología preferente es la de barras y asimismo son muy frecuentes la bioturbación y las pistas fósiles (Herranz y otros, 1977, citan los géneros *Astropolithon* y *Scolicia* dentro de esta formación de plataforma). El tamaño de grano de las areniscas es normalmente de medio a fino y son característicos los cubos de pirita (hasta 2 cm de arista). Su composición varía de arcósica a cuarcítica.

Dadas las condiciones de afloramiento es difícil calcular un espesor para esta formación, pero con seguridad este no es inferior a los 500 m.

Según Gabaldón y Hernandez-Urroz (1989) esta formación corresponde a barras someras en las que se evidencia el oleaje y las tormentas. Para Nozal y Martín Serrano (1989) se trata de depósitos poco profundos de llanuras de barro ("mud-flat") y arenas.

## Discusión regional

El anticlinal de Navalpino se encuentra rodeado tanto al O, como al N y al S por otros grandes pliegues hercínicos, en el interior de cuyos anticlinales afloran extensamente materiales anteordovícicos, presentando cada uno de dichos anticlinales características peculiares tanto en su litoestratigrafía como en su historia de formacional.

Dado que estos materiales anteordovícicos presentan una gran monotonía litológica y una gran dificultad de datación, resulta muy difícil de establecer tanto su estratigrafía como su estructura. Por esta razón, resulta de sumo interés comparar los resultados obtenidos en este trabajo con los conocimientos disponibles en el resto de la Zona Centroibérica y encuadrarlos en su contexto geológico regional. Sin embargo, esto resulta difícil ya que el grado actual de conocimiento de los materiales anteordovícicos en los diferentes anticlinales de la Zona Centroibérica es muy bajo, no existiendo apenas estudios de estos materiales y sobre todo de la deformación que presentan. Es por ello que en este capítulo nos basaremos principalmente en numerosas publicaciones aparecidas en los últimos años, por lo general de carácter local, y sobre todo en el conocimiento de los diferentes anticlinales de la Zona Centroibérica.

Al N del anticlinal de Navalpino se encuentra el anticlinal de Valdelacasa, en donde aflora extensamente el Grupo Valdelacasa (Moreno, 1974; Pardo Alonso y Robles Casas, 1988). Las características tanto estratigráficas como estructurales del Grupo Valdelacasa en el anticlinal de Valdelacasa son por completo similares a las que muestra en el anticlinal de Navalpino, con la salvedad de que en el primero de los anticlinales citados llegan a aparecer las Calizas de los Navalucillos (Zamarreño y otros, 1976), debido a que el basculamiento producido por la deformación Preordovícica es hacia el NE, lo que permite, en esta dirección, la aparición de materiales más jóvenes, naturalmente siempre preordovícicos. El hecho que más llama la atención en este anticlinal en lo referente al Grupo Valdelacasa, es su ausencia en el flanco SO del anticlinal (con excepción del extremo SO, donde aparece el nivel basal del Grupo, que recibe el nombre local de Olistostroma del Membrillar). Este hecho debe ser interpretado como producto de la erosión posterior al basculamiento producido por esta deformación (López Díaz, 1992 y 1993), y dicho basculamiento tiene perfecta continuidad en el anticlinal de Navalpino.

Otros lugares donde aflora el Grupo Valdelacasa son el borde N del anticlinorio de las Hurdes, situado al NO de los anticlinales mencionados hasta ahora (Robles Casas y Alvarez-Nava, 1988) y, sobre todo, la zona de Salamanca-Tamames, al NE de la anterior, donde Alvarez-Nava y otros (1988) atribuyen a este grupo los materiales de las formaciones Aldeatejada y Monterrubio diferenciados por Díez Balda (1986). En el primero de los lugares citados se menciona esta serie discordante tanto sobre materiales equiparables al Grupo Domo Extremeño como al Grupo Ibor-Navalpino. Aunque en esta zona aparecen muy pocos metros de serie, sus características los hacen perfectamente asi-

milables al Grupo Valdelacasa. En la zona de Salamanca-Tamames, por contra, no aparece la base del Grupo, pero su litoestratigrafía es perfectamente coherente con la de la Fm Pusa descrita en este trabajo.

Materiales del Grupo Ibor-Navalpino aparecen en numerosos anticlinales de la Zona Centroibérica. Así, en el anticlinal de Ibor, que constituye la prolongación hacia el NO del anticlinal de Navalpino, se ha identificado la presencia de materiales del Grupo Ibor-Navalpino (Nozal y otros, 1988), con características perfectamente asimilables a las que este grupo muestra en la Serie del Castillejo, en el interior del anticlinal de Navalpino. En el anticlinal de Ibor este grupo reposa discordantemente sobre los materiales del Grupo Domo Extremeño.

Otro anticlinal donde aparece el Grupo Ibor-Navalpino es el domo de Abenójar, donde Lorenzo y Solé (1988) diferencian discordantes por encima de los materiales del Grupo Domo Extremeño una serie pelítico-carbonatada muy similar a la serie del Castillejo (Grupo Ibor-Navalpino) y otra a techo de la anterior que asimilan al Grupo Valdelacasa, aunque esta atribución es muy dudosa.

En el Anticlinal del Esteras, situado inmediatamente al O del anterior, también ha sido identificada la discordancia intraprecámbrica separando los materiales del Grupo Domo Extremeño y del Grupo Ibor-Navalpino (ver antecedentes), pero al contrario que en los casos precedentes, los materiales del Grupo Ibor-Navalpino presentan un contenido carbonatado muy pobre, y parecen similares a los descritos en este trabajo en la Serie del Torilejo o de La Dehesa.

En el anticlinal de Valdelacasa, ya mencionado, por debajo de los materiales del Grupo Valdelacasa, aparece una potente serie detrítica que en Alvarez-Nava y otros (1988) y en Pardo Alonso y Robles Casas (1988) se atribuye al Grupo Domo Extremeño. Recientemente ha aparecido nueva información sobre este anticlinal (Pardo y Santamaría, 1992), en la que se mencionan dos formaciones detríticas situadas por debajo de los materiales del Grupo Valdelacasa. De estas, la inferior, las Areniscas y Pizarras del Estomiza, podría corresponder al Grupo Domo Extremeño, dada su similitud litológica y estructural (comunicación personal de los autores), mientras la superior, las Limolitas del Cubilar, que ocupan la mayoría de la superficie del anticlinal, presenta grandes analogías con las Alternancias del Valdehornos del anticlinal de Navalpino. Estas últimas rocas están separadas, también en nuestra opinión, de las Calizas de La Peraleda (pertenecientes igualmente al Grupo Ibor-Navalpino) y rocas asociadas, aflorantes en el extremo NO del anticlinal de Valdelacasa, por una fractura que constituye la prolongación de la Falla del Torilejo en el anticlinal de Navalpino, que trancurriría a lo largo de todo el borde SO del anticlinal de Valdelacasa.

La cita más septentrional de las rocas del Grupo Ibor-Navalpino, ha sido realizada por Robles Casas y Alvarez-Nava (1988), y corresponde a unos materiales pelítico-carbonatados que atribuyen a este grupo en el borde N del anticlinorio de las Hurdes. Estos autores consideran que estos materiales reposan discordantemente sobre el Grupo Domo Extremeño y a su vez es-

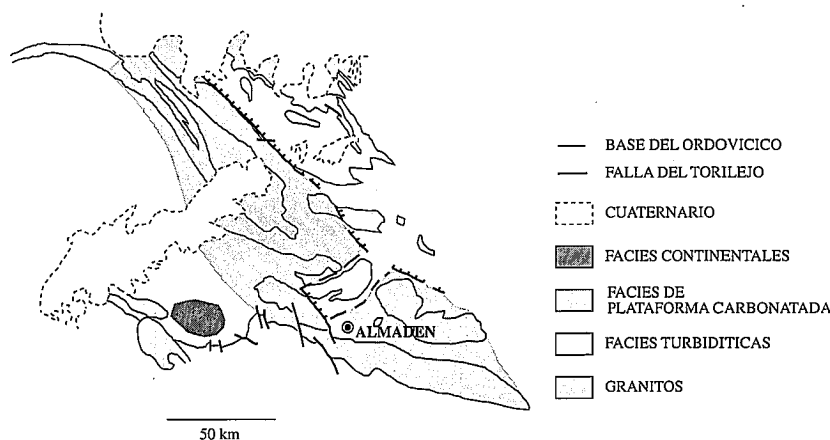


Figura 6.- Distribución de facies en el Vendense superior y trazado de la falla sinsedimentaria del Torilejo. Situación y referencias geográficas en Fig.1.

tán cubiertos discordantemente por materiales del Grupo Valdelacasa en una situación similar a la descrita en el anticlinal de Navalpino. Por otra parte, en la zona, vecina a la anterior, de Villar del Ciervo (provincia de Salamanca), aparecen materiales de plataforma, que incluyen rocas carbonatadas, y que presentan características similares a las descritas aquí para el Grupo Ibor-Navalpino, con excepción de su parte más inferior, donde existe un pequeño espesor de rocas asimilables al Grupo Domo Extremeño (Martín Izard, 1989).

Materiales del Grupo Ibor-Navalpino aparecen también en el anticlinal de Alcudía y dentro del gran anticlinorio centro-extremeño; en este último, se localizan de una manera dispersa (véase, por ejemplo, Pieren Pidal y otros, 1991), aunque la gran mayoría del anticlinorio se encuentra sin estudiar suficientemente y es posible que en el futuro aparezcan nuevos datos al respecto. En el trabajo citado más arriba, se consigna la aparición de facies continentales en los afloramientos situados más al S. Esto podría llevar al establecimiento de una clara secuencia de SO a NE con materiales continentales primero, de plataforma (generalmente carbonatada) después y zonas más distales y profundas en la zona NE (Calvet y Salas, 1988) para el Grupo Ibor-Navalpino.

En conjunto, consideramos posible, en base a las correlaciones realizadas, proponer un esquema geográfico de distribución de facies para el Grupo Ibor-Navalpino (Vendense superior), que puede verse en la Fig. 6, y que modifica sustancialmente el existente hasta ahora (Ortega y otros, 1988). En la Fig. 6 aparecen delimitados los dominios de plataforma estable y los de mayor profundidad asociados al funcionamiento de la falla distensiva, cuya dirección NO-SE es interrumpida en el anticlinal del Esteras por dos fracturas aproximadamente ortogonales a la principal, que trasladan más al SO la fractura distensiva, explicando la ausencia en el anticlinal del Esteras de facies de plataforma similares a las del anticlinal de Ibor y a las del domo de Abenójar.

Respecto a los materiales del Grupo Domo Extremeño y sus correlaciones, poco se puede decir. Hecha la salvedad de la duda que existe en la atribución a este grupo de los materiales del anticlinal de Valdelacasa,

su presencia está constatada en todos los anticlinales de la mitad meridional de la Zona Centroibérica, presentándose tanto la facies organizada como la desorganizada descritas en este trabajo también en los anticlinales de Ibor y Abenójar. Sin embargo en la actualidad no se conoce a nivel regional con seguridad ni la base del grupo, ni si en él se pueden diferenciar formaciones.

### Conclusiones

En el anticlinal de Navalpino la serie anteordovícica se divide en tres grupos de edad y características litológicas diferentes.

El Grupo Domo Extremeño, es el más antiguo y posee una edad Rifeense o Vendense inferior. Está compuesto por alternancias grauvaca-pelita, organizadas en la parte oriental del anticlinal y desorganizadas en la occidental. Todas ellas presentan afinidades turbidíticas, pudiendo corresponder las facies desorganizadas a zonas de fuerte talud o incluso estar asociadas a fracturas. El espesor del Grupo se cifra en un mínimo de 3000 m.

El Grupo Ibor-Navalpino reposa discordantemente sobre el anterior, es de edad Vendense superior y está constituido por una amplia variedad de rocas sedimentarias, que se agrupan en dos facies muy diferentes entre sí. En la parte occidental del anticlinal aparece constituido por rocas de plataforma, en parte carbonatada, y abierta hacia el NE. Entre ellas tenemos conglomerados, pelitas negras, pelitas bandeadas, calizas, a veces estromatolíticas, e incluso algunas areniscas. El espesor total se sitúa entre 800 y 900 m.

En la parte oriental del anticlinal este grupo está constituido por un gran espesor (3500 m) de alternancias grauvaca-pelita con afinidades turbidíticas, con intercalaciones métricas carbonatadas, al que siguen 1000 m de conglomerados de grandes cantos y bloques, que dan paso a un pequeño espesor de lutitas y areniscas. Lateralmente, hacia el E, tan sólo aparecen materiales pelíticos, también con alguna capa métrica calcareo-dolomítica (500 m).

Ambos tipos de facies se encuentran separados por una zona de fracturación sinsedimentaria en la zona

central del anticlinal, constituida por la Falla del Torilejo, de orientación NO-SE cuyo movimiento del flanco oriental ha permitido el depósito de un espesor tan grande de materiales con características de mayor profundidad respecto a los del bloque estable (occidental).

El Grupo Valdelacasa se sitúa también discordantemente sobre los otros dos Grupos. Su edad está considerada como Cámbrico inferior o incluso, en la parte más baja, todavía Vendense terminal. Está constituido por tres formaciones. La primera consiste en una megabrecha, básicamente calcárea, de unos 60m de espesor (Brecha de Navalpino). Sobre ella se sitúa la Fm. Pusa, constituida por un potente espesor (3500 m) de pizarras oscuras entre las que se diferencia un miembro intermedio formado por conglomerados de cuarzo y de fosfato (350m). Esta formación presenta características del borde de la plataforma o incluso el talud. Termina la serie con una formación de características litorales (Fm. Azorejo), constituida por areniscas ocres y pizarras intercaladas (500 m).

La división del Preordovícico en estos tres grupos representa un esquema que es clara y fácilmente aplicable a toda la parte meridional de la Zona Centroibérica.

Esta publicación está basada en la tesis doctoral del autor, cuyo principal trabajo de campo fue realizado durante su estancia en Minas de Almadén S. A. y posteriormente elaborada en el Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo, en su Área de Geodinámica. A todas las personas incluidas en las anteriores referencias quiero expresarles mi más profundo agradecimiento, especialmente a M. A. Díez Balda y J. Aller Manrique mis directores y a J. A. Marín su ayuda con los gráficos de ordenador. Quiero agradecer especialmente al editor de esta revista, A. Marcos y a dos revisores anónimos sus correcciones y comentarios que han mejorado sustancialmente el trabajo.

## Bibliografía

- Alvarez-Nava, H. y Robles-Casas, R. (1988): Sobre la existencia de una esquistosidad prehercínica en la zona de Fuenteaguinaldo-Pastores, SO de Salamanca (Zona Centroibérica). II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. II, 99-102.
- Alvarez-Nava, H., García Casquero, J.L., Gil-Toja, A., Hernandez-Urroz, J., Lorenzo Alvarez, S., López Díaz, F., Mira López, M., Monteserín, V., Nozal, F., Pardo, M.V., Picart, J., Robles Casas, R., Santamaría, J. y Solé, F.J. (1988): Unidades litoestratigráficas de los materiales precámbrico-cámbrico de la mitad suroriental de la Zona Centroibérica. II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. I, 19-22.
- Bouyx, E. (1970): Contribution a l'étude des Formations Ante-Ordoviciennes de la Meseta Meridionale (Ciudad Real et Badajoz), Mem. I.G.M.E., t. 73, pp. 263, Madrid
- Brasier, M.D., Perejón, A. y San José, M.A. (1979): Discovery of an important fossiliferous Precambrian-Cambrian sequence in Spain. *Estud. Geol.*, 35, 379-383.
- Brasier, M.D. and Singh, P. (1987): Microfossils and Precambrian-Cambrian boundary stratigraphy at Maldeota, Lesser Himalaya. *Geol. Mag.*, 124 (4), 323-345.
- Calvet, F. y Salas, R. (1988): Tipos de plataformas carbonatadas del precámbrico terminal de la Zona Centroibérica. II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. I, 59-62.
- Capote, R., Casquet, C., Fernandez-Casals, M.I., Moreno, F., Navidad, M., Peinado, M., Vegas, R. (1977): The Precambrian in the Central Part of the Iberian Massif. *Estudios Geológicos*, 33, 343-355.
- Capote, R., Gutierrez Elorza, M. y Vegas, R. (1971): Observaciones sobre la tectónica de las series precámbricas y paleozoicas del E de la provincia de Cáceres. *Bol. IGME*, LXXXII-II, 147-151.
- Conway, S., Mattes, B.W. y Chen Menge. (1990): The early skeletal organism Cloudina: New occurrences from Oman and possibly China. *Am. Jour. Sci.*, 290-A, 245-260.
- Crespo, V. y Rey, J. (1972): Contribución al estudio del Valle de Alcudia. *Bol. Geol. y Min.*, 82, (6) 512-515.
- Crespo, V. y Tamain, F. (1971): Mise en evidence de niveaux carbonatés interstratifiés dans l'Alcudia de la sierra Morena centrale (Espagne). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 272, 68-690.
- Díez Balda, M.A. (1986): El complejo Esquisto-Grauváquico, las series paleozoicas y la estructura hercínica al Sur de Salamanca. Ed. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Díez Balda, M.A., Vegas, R. y Gonzalez Lodeiro, F. (1990): Structure, Autochthonous Sequences of Central Iberian Zone. in R.D. Dallmeyer and E. Martinez García (Eds.) *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, 172-188. Springer Verlag, Berlin
- Gabaldón, V. y Hernandez-Urroz, J. (1989): Los fosfatos del Precámbrico-Cámbrico de la Zona Centro-Ibérica, un modelo de yacimiento de origen sedimentario. XII Congr. Español de Sedim., Simposios y Conferencias, 283-297.
- Gabaldón, V., Hernandez, J., Lorenzo, S., Picart, J., Santamaría, J. y Solé, F.J. (1987): Sedimentary facies and stratigraphy of Precambrian-Cambrian phosphorites on the Valdelacasa anticline, Central Iberian Zone, Spain. *Phosphate deposits of the World*, vol. 2, 422-428. Cambridge University Press.
- Grant, S.W.F. (1990): Shell structure and distribution of Cloudina, a potential index fossil for the terminal Proterozoic. *Am. Jour. Sci.*, 290-A, 261-294.
- Herranz, P., San José, M.A., Vilas, L. (1977): Ensayo de correlación del Precámbrico entre los Montes de Toledo occidentales y el Valle de Matachel. *Estudios Geológicos*, 33, 327-342.
- Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Conde, L.S. (1972): Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. E. 1:1.000.000. I.G.M.E
- López Díaz, F. (1992): Evolución Estructural de la Antiforma de Navalpino (Zona Centroibérica). Tesis Doctoral, 144p. Universidad de Oviedo. (inédita).
- López Díaz, F. (1993): La estructura del Anticlinal de Navalpino. *Rev. Soc. Geol. España*, vol. 6, núm.3-4 (en prensa).
- Lorenzo, S. y Solé, J. (1988): La discordancia intraprecámbrica y la estratigrafía del Precámbrico superior en el sector suroriental del anticlinal de Abenójar-Tirteafuera. II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. I, 115-118.
- Martín Izard, A. (1989): El origen de los yacimientos de Uranio en las pizarras del Complejo Esquisto-grauváquico. Ed. de la Diputación de Salamanca, Serie Ciencias, 4, pp. 238. Salamanca.
- Moreno, F. (1974): Las Formaciones Anteordovícicas del Anticlinal de Valdelacasa. *Bol. Geol. y Min.*, 85 (4), 396-400.
- Moreno, F. (1977): Estudio geológico de los Montes de Toledo occidentales. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- Mutti, E. (1985): Turbidite systems and their relations to depositional sequences, in G.G. Zuffa, NATO-ASI series. (Provenance of arenites), P 65-93.
- Nozal, F. y Martín Serrano, A. (1989): Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Hoja nº 709 (Anchuras). I.T.G.E.
- Nozal, F. y Robles Casas, R. (1988): Series y correlación de los materiales anteordovícicos en los Montes de Toledo y el sur de Salamanca. II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. I, 139-143.
- Nozal, F., Robles Casas, R. y Santamaría, J. (1988): Sobre la discordancia intraprecámbrica entre los grupos Domo Extremeño e Ibor, en el sector central del Anticlinal de Ibor (Zona Centroibérica). II Congr. Geol. de España, Comunicaciones vol. I, 135-138.
- Oen Ing. Soen. (1970): Granite intrusion folding and metamorphism in Central northern Portugal. *Bol. Geol. y Min.*, 81 (2/3), 271-298.
- Ortega, E. y Gonzalez Lodeiro, F. (1986): La discordancia intra-Alcudense en el dominio meridional de la Zona Centroibérica. *Brev. Geol. Astúrica*, 27,27-32.
- Ortega Gironés, F.; Hernández Urroz, J. y Gonzalez Lodeiro, F. (1988): Distribución paleogeográfica y control estructural de los materiales anteordovícicos de la parte suroriental del autóctono

- de la Zona Centroibérica. II Congreso Geológico de España, Simposios, pp 85-89. Granada.
- Palacios, T. (1983): Primeros microfósiles de pared orgánica extraídos en el Olistostroma del Membrillar (Proterozoico Superior del Centro de España. Rev. Esp. de Microp., XV (3), 511-517.
- Palacios, T. (1989): Microfósiles de pared orgánica del Proterozoico Superior (Región central de la Península Ibérica). Mem. Museo de Paleont., Universidad de Zaragoza.
- Pardo, H.V. y Robles, R. (1988): La discordancia basal del Grupo Valdelacasa en el Anticlinal de Valdelacasa (sector Central de los Montes de Toledo). II Congr. Español de Geol., Comunicaciones vol. II, 165-168.
- Pardo, M.V. y Santamaría, J. (1992): El Precámbrico del Anticlinal de Valdelacasa (Montes de Toledo, Zona Centroibérica). Un puzzle en vías de resolución. III Congreso Geológico de España, Actas de las sesiones científicas, t.1, pp 175-179.
- Parga, J.R. y Vegas, R. (1972): Problems and discussion on Precambrian Series of the Hesperic Massif (Western Iberian Peninsula). Geol. Rdsch., 61 (1), 44-68.
- Picart, J. (1988): Facies e interpretación de los yacimientos fosfatos del Cámbrico inferior de Fontanarejo, Zona Centro-Ibérica (Ciudad Real). II Congr. Español de Geol., Comunicaciones vol. I, 157-160.
- Pieren Pidal, A.P., Herran Araujo, P., García Gil, S. (1991): Evolución de los depósitos continentales del Proterozoico Superior en "La Serena", Badajoz (Zona Centroibérica). Cuaderno Lab. Xeológico de Laxe, Coruña, vol. 16, pp. 179-191.
- Robles, R. y Alvarez-Nava, H. (1988): Los materiales precámbrico-cámbricos del domo de los Hurdes: existencia de tres series sedimentarias separados por discordancia, SO de Salamanca (Zona Centro-Ibérica). II Congr. Español de Geol., Comunicaciones vol. I, 185-188.
- Roiz, J. M. y Vegas, R. (1980): Formaciones ordovícicas y anteordovícicas del Anticlinal del Tirfeafuera (Sur de la provincia de Ciudad Real). Stvdia Geol. Salm., 16, 27-36.
- San José, M.A., Peláez, J.R., Vilas Minondo, L. y Herranz, R.P. (1974): Las series Ordovícicas y Preordovícicas del sector central de los Montes de Toledo. Bol. Geol. y Min., LXXXV-I, 21-31.
- San José, M.A. de (1981): Estudio estratigráfico de los materiales preordovícicos del Anticlinal de Navalpino (provincia de Ciudad Real y Badajoz). Memoria final Beca Fundación Juan March. Madrid, 154 pp. (inédito).
- San José, M.A. de (1983): El complejo sedimentario pelítico-grauváquico. Libro Jubilar J.M. Rios, I.G.M.E., 91-100.
- San José, M.A. de (1984): Los materiales anteordovícicos del Anticlinal de Navalpino (Badajoz y C. Real, España Central). Cuad. Geol. Ibérica, 9, 81-117.
- San José, M.A., Pieren, A. P., García-Hidalgo, J.F., Vilas, L., Herranz, P., Peláez, J.R. y Perejón, A. (1990): Ante-Ordovician stratigraphy, autochthonous sequences of the Central Iberian Zone, in R.D. Dallmeyer and E. Martínez García (Eds.) Pre-Mesozoic Geology of Iberia, 147-159. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Santamaría, J. (1988): Facies y asociaciones de facies de los fosforitas de Robledo del Mazo (Precámbrico-Cámbrico de los Montes de Toledo). II Congr. Español de Geol., Comunicaciones vol. I, 205-208.
- Santamaría, J., Picart, J. y Solé, F.J. (1987a, b): Abst. VIII European Regional Meeting. IAS. Tunis.
- Vegas, R. (1971): Precisiones sobre el Cámbrico del Centro y S. de España. El problema de la existencia de Cámbrico en el valle de Alcudia y en las sierras de Cáceres y N. de Badajoz. Estudios Geológicos, 27, 414-425.
- Vegas, R., Roiz, J.M. y Moreno, F. (1977): Significado del complejo esquistoso-grauvaquico en relación con otras series "pre-Arenig" de España Central. Stvdia Geol. Salm., 12, 207-215.
- Zamarreño, I; Vegas, R. y Moreno, F. (1976): El nivel carbonatado de Los Navalucillos y su posición en la sección cámbrica de Los Montes de Toledo occidentales (centro de España). Brev. Geol. Astúrica, 20, 4: 56-64

*Recibido el 13 de enero de 1993; aceptado el manuscrito  
revisado el 7 de diciembre de 1993.*