



# IGME

638

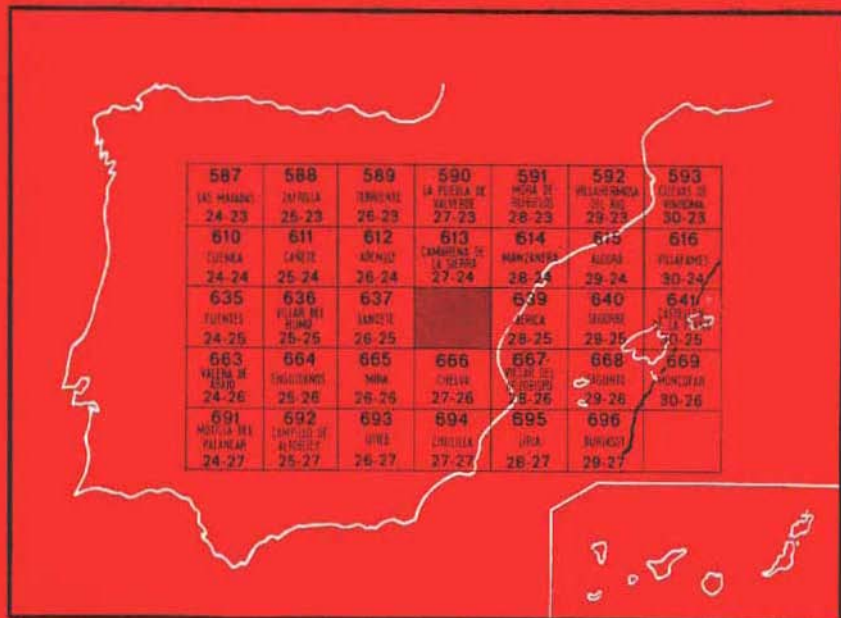
27-25

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

# ALPUENTE

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**

E. 1:50.000

**ALPUENTE**

**Segunda serie - Primera edición**

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por GEOTEHIC, S. A., con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos superiores:

F. González Lodeiro, M. Iglesias Ponce de León y J. Rubio Novas.

*Dirección del Proyecto:* F. García Salinas.

*Coordinación:* J. Abril Hurtado.

*Colaboración:* F. Ortí Cabo (Departamento de Petrología de la Universidad de Barcelona), en el estudio del Triásico y Jurásico.

## **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- muestras y sus correspondientes preparaciones,
- informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras,
- columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos
- fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 28.146 - 1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## **1 INTRODUCCION**

El estudio geológico de la Hoja de Alpuente núm. 638 (27-25), ha sido realizado por GEOTEHIC, S. A., con normas, supervisión y dirección de la División de Geología del IGME y por encargo de este Organismo.

Los autores consultados fundamentalmente han sido HUMBERT (1962), BATALLER (1963), FONOLLA et al. (1973), ASSENS et al. (1973) y ORTI CABO (1973).

Ha participado en la elaboración de la Hoja el personal que a continuación se relaciona:

Dirección del proyecto: FERNANDO GARCIA SALINAS.

Coordinación: JOSE ABRIL HURTADO.

Trabajo de campo y gabinete: FRANCISCO GONZALEZ LODEIRO, MOISES IGLESIAS PONCE DE LEON y JAVIER RUBIO NAVAS.

Colaboración: F. ORTI CABO (Departamento de Petrología, Universidad de Barcelona), en el estudio del Triásico y Jurásico.

## **2 ESTRATIGRAFIA**

### **2.1 TRIASICO**

El Triásico de la Hoja de Alpuente presenta los tres tramos clásicos del tipo germánico, los cuales están ampliamente desarrollados en toda la

Cordillera Ibérica. Los afloramientos son escasos, reduciéndose a uno principal, el de Arcos de las Salinas, que ocupa el ángulo NO. de la Hoja, formando parte de la gran transversal triásica que se desarrolla con traza OSO.-ENE. entre Santa Cruz de Moya y Albetosa, y a otros de menor importancia que se sitúan en el ángulo NE. de la Hoja, al S. del Paraíso Alto, y en el ángulo SO. de la Hoja.

La mayor superficie cartográfica es ocupada por el Keuper, y en segundo lugar por el Muschelkalk. El Buntsandstein aparece sólo en tres lugares dentro de la Hoja de Alpuente. La estructura de los afloramientos triásicos es del tipo anticlinal diapírico muy complejo, y presenta en algunas localidades una marcada vergencia hacia el S.-SE., siendo además frecuentes las escamas de Muschelkalk cabalgando al Keuper o inyectadas en él.

### 2.1.1 BUNTSANDSTEIN (T<sub>c1</sub>)

En la región de estudio presenta tres tramos principales: conglomerados basales, lutitas y areniscas intermedias y areniscas superiores. Existe además una facies Röt muy tenuemente desarrollada en el ángulo NE. de la Hoja.

Los conglomerados basales son observables al O. de las Caídas del Turia (ángulo SO. de la Hoja de Alpuente), prolongándose ampliamente en la Hoja de Landete. En este punto los conglomerados son heterométricos y poligénicos, siendo no obstante dominantes los cantos de cuarzo. La potencia de este tramo no puede fijarse al no aparecer la base del mismo en el lugar de referencia.

Las lutitas y areniscas intermedias constituyen un potente paquete alternante, visible en su totalidad al O. de las Caídas del Turia. En el afloramiento del NO. de la Hoja de Alpuente sólo es observable la parte superior de dicho tramo. Se compone de bancos de arcillas y arcillitas rojas potentes que alternan con capas de arenas y areniscas, de espesores inferiores a los de aquéllas. Las areniscas son frecuentemente arcillosas y hojosas, presentando tonalidades rojas y blancas. Los granos son predominantemente de tamaño fino y están acompañados de minerales micáceos, particularmente de moscovita. El espesor del tramo es de unos 200 m.

Las areniscas superiores constituyen un conjunto de unos 60 m. de potencia de capas de tonos fundamentalmente rojos y blancos, en gruesos bancos con estratificación normal y entrecruzada. El grano es de cuarzo, de tamaño fino a medio y ocasionalmente grueso, intercalándose más raramente hiladas de microconglomerados. La matriz es arcillosa y su presencia parece disminuir paulatinamente hacia el techo del tramo. Son frecuentes las laminaciones limoníticas y las aureolas de oxidación de hierro. Ocasionalmente se presentan trazas de «burrows», «ripples de oleaje», y en las bases de los bancos, clastos arcillosos. En el techo del tramo y por debajo de los primeros carbonatos del Muschelkalk son frecuentes los enriquecimientos

en hierro dentro de las areniscas, en forma de pequeños núcleos e incluso localmente como costra ferruginosa de tono pardo-negro de 1 a 4 cm. de espesor, lo cual indica una discontinuidad sedimentaria. Inferiormente a esta costra algún banco de arenisca presenta enriquecimientos en sílice, llegando a desarrollar nódulos de tendencia arriñonada y estratiforme.

La facies Röt, como techo de estos materiales del Buntsandstein, está totalmente ausente en el afloramiento del NO. de la Hoja, y ello es también observable en la pequeña franja que con traza S.-N. se presenta al E. de La Olmeda, dentro ya de la Hoja de Landete. Sin embargo, al E. de la Hoja que nos ocupa, en el afloramiento situado al S. del Paraíso Alto, y en el más amplio de ese mismo poblado, la transición de las areniscas superiores a los carbonatos se realiza mediante 10-15 m. de arcillitas rojas alternantes con finas capas de areniscas. Al E. de la Hoja de Alpuente, en la Hoja de Jérica, las lutitas rojas de la facies Röt están ya perfectamente desarrolladas y alcanzan potencias próximas a los 25 m.

### 2.1.2 MUSCHELKALK (T<sub>C2</sub>)

Está constituido en la Hoja de Alpuente por dos tramos litológicos bien diferenciados. El inferior es totalmente dolomítico, microcristalino y de tono oscuro. La estratificación es muy fina hacia la base (2-10 cm.) y perfectamente recta, mientras que hacia el techo las juntas son onduladas y las capas algo más gruesas (10-20 cm.). Este paquete es prácticamente azoico y parece propio de un ambiente marino evaporítico extraordinariamente somero. Es muy compacto y aflora en las charnelas replegadas de los núcleos de los anticlinales triásicos, así como en escamas deslizadas en el Keuper. Su potencia no puede ser medida con exactitud en ningún punto a causa de la complejidad tectónica y puede estimarse en 60-70 m.

El tramo superior es más calcáreo-margoso y fácilmente erosionable. En las escamas inyectadas en el Keuper este tramo ha desaparecido por laminación. Su potencia puede medirse al N. del ángulo NE. de la Hoja de Alpuente, en Paraíso Bajo, y es de unos 60 m. Los carbonatos son principalmente micritas de tonos azulados y grisáceos, que intercalan ocasionalmente finas hiladas bioclásticas. La estratificación es más variada que en el tramo inferior, pasando de bandeados milimétricos hasta bancos de varios metros de potencia. Son frecuentes las trazas de «burrows» («Fucoides»), y los aspectos nodulares y grumosos de las capas. Localmente se intercalan laminaciones limoníticas. Los lechos margosos, hojosos y nodulares son muy frecuentes. Determinados niveles calcáreos contienen gasterópodos, bivalvos mal conservados, fragmentos de crinoides y ostrácodos.

Los 10 m. superiores de este tramo son margas arcillosas finamente hojosas, de tonos claros, que hacen tránsito a los materiales basales del Keuper. Este tramo superior tiene mayor interés faunístico que el inferior

y es más claramente marino. No obstante, las frecuentes intercalaciones de niveles laminados, que pueden considerarse como propios de sedimentos de zona supralitoral, indican la escasa profundidad del medio, sin llegarse a presentar en ningún momento sedimentos continentales. Dentro de este tramo y en las micritas fosilíferas se ha encontrado fauna de ostrácodos, gasterópodos y equinodermos.

En el corte del anticlinal triásico de la carretera de Losilla a Puebla de San Miguel se intercala en el Muschelkalk algún nivel margoarcilloso rojo, de 1 m. de potencia, de posición estratigráfica imprecisa. Todos los reconocimientos practicados no han podido descubrir indicios de un supuesto «tramo rojo intermedio» de Muschelkalk, el cual no obstante se acepta en la bibliografía como existente en la región de Arcos de las Salinas-Chelva (HUMBERT, 1962, y STASSE, 1959), por lo que nos inclinamos a pensar que, al menos para la Hoja de Alpuente, se trata únicamente de confusiones con los materiales rojos del Keuper.

### 2.1.3 KELIPER (T<sub>63</sub>)

Los materiales que componen al Keuper de la región en estudio pueden dividirse en cinco formaciones, las cuales han sido formalmente definidas como unidades litoestratigráficas por F. ORTI (1973). Haremos aquí una breve descripción de las mismas, utilizando una nomenclatura simplificada. Debe advertirse, no obstante, que los afloramientos de la Hoja de Alpuente no permiten practicar, como en otros lugares del Levante español, cartografías individualizando los diferentes tramos. Estos corresponden a las siguientes formaciones, de moderno a antiguo:

#### a) Yesos superiores (Yesos de Ayora, K<sub>5</sub>)

Constituyen un conjunto de bancos de yeso de tonos claros y oscuros, explotables, cuya potencia en Las Rinconadas (al O. del ángulo NO. de la Hoja de Alpuente) puede estimarse en 20-25 m. En el techo hace tránsito relativamente brusco a las dolomías de la base del Lías.

#### b) Arcillas yesíferas (Arcillas yesíferas de Quesa, K<sub>4</sub>)

Están formadas por un conjunto caótico, con ausencia casi total de estratificación. Las arcillas son predominantemente rojas, estando los yesos enclavados en ellas. Presentan como características las texturas traveculares y nodulares. La potencia dentro de la Hoja puede estimarse en unos 50 m., aunque suelen estar muy laminadas por la tectónica diapírica.

#### c) Arcillas rojas (Arcillas de Cofrentes, K<sub>3</sub>)

Se trata de un paquete de arcillas y arcillitas de tono rojo fuerte, sobre

las que se instalan erosiones en «bad-lands», resultando inconfundible esta formación sobre el terreno. En la Hoja su potencia puede estimarse en 30 m. Intercalaciones calcáreas con gasterópodos y bivalvos rompen hacia la base la uniformidad litológica.

d) *Areniscas (Areniscas de Manuel, K<sub>2</sub>)*

Esta formación está muy pobremente desarrollada en la Hoja, donde alcanza 25 m. de potencia, siendo muy difícil su reconocimiento a causa de la distorsión tectónica y del mínimo desarrollo que alcanzan los niveles detríticos. Por el contrario, hacia el S., en las proximidades de Calles (Hoja de Chelva) llegan a tener los 50 m. Esta formación presenta superiormente un término detrítico compuesto por bancos de areniscas y arenas de tonos predominantemente rojos y en algunos casos blancos, en presencia de una matriz arcillosa más o menos abundante, rica en moscovita. Estos bancos presentan frecuentemente estratificación cruzada a escala macro y micro, ripples y estructuras sedimentarias de los tipos «flute casts», «groove casts», «load casts», «burrows», «mud cracks», etc., experimentando rápidas variaciones laterales en su potencia. Entre estos bancos se intercalan arcillas rojas. Hacia la base van desapareciendo progresivamente las areniscas, presentándose en su lugar capas de margas, calizas margosas o dolomíticas, niveles limoníticos y ocasionalmente algún banco de yeso. En las capas calcáreo-margosas existen gasterópodos y más frecuentemente bivalvos inclasificables.

e) *Arcillas y yesos inferiores (Arcillas y yesos de Jarafuel, K<sub>1</sub>)*

El techo de esta formación viene marcado por la aparición casi repentina de bancos de yeso en la base del término inferior de las areniscas [K<sub>2</sub>]. Está constituida por una alternancia irregular de bancos de arcillas y de yeso, que intercalan ocasionalmente niveles limoníticos y bancos de dolomías y calizas dolomíticas que excepcionalmente incluyen pequeños bivalvos. Tanto hacia la base como hacia el techo, está ausente el carácter yesífero, que alcanza su máximo desarrollo en el centro de la formación. Esta contiene intercalaciones de halita que han sido explotadas por evaporación en Arcos de las Salinas. En la Hoja alcanza esta formación una potencia de unos 200 m., y es la que ocupa mayor superficie cartográfica. Presenta igualmente enclaves de ofitas.

## 2.2 JURASICO

### 2.2.1 LIAS

#### 2.2.1.1 Lías Inferior y Medio (J<sub>11-13</sub>)

Presenta el Lías en la Hoja de Alpuente una potencia máxima entre 300



y 215 m., siendo difícil la observación de los tramos inferiores a causa de los contactos mecánicos con el Keuper. El tramo superior ha sido estudiado al inicio de la pista que transcurre por el barranco Largo, al norte de Abejuela, comprendiendo los 80 m. superiores de la serie. Los tramos inferiores han sido estudiados en la zona de Bercolón (ángulo SO. de la Hoja), en donde se presenta un corte de unos 300 m. sin fracturas aparentes, excepto en la base, en donde el contacto con el yacente constituido por los conglomerados y arcillas rojas del Buntsandstein está mecanizado. Se han distinguido de muro a techo los siguientes tramos:

a) *Dolomías basales*

Se trata de bancos dolomíticos, azoicos, micro y criptocristalinos, de espesores variables (19-60 cm.), con juntas de estrato muy rectas y que pueden confundirse con el tramo inferior del Muschelkalk. La potencia no puede precisarse y debe estar comprendida entre los 12-25 m. Estos niveles están presentes en disposición vertical al E. de Las Rinconadas, en la proximidad al límite de la Hoja de Alpuente por el ángulo NO., donde hacen contacto con los yesos superiores (K<sub>5</sub>) del Keuper.

b) *Dolomías oquerosas (carniolas)*

Se trata de dolomías cavernosas y brechoides, en bancos muy potentes, frecuentemente masivas, de potencia difícil de establecer debido a la frecuente complicación tectónica que presentan. Se intercalan algunos niveles calizo-micríticos y calizo-dolomíticos. La potencia estimable es de 60-70 m.

c) *Calizas y dolomías intermedias*

Este tramo es el único que permite, junto con el superior, un estudio estratigráfico detallado en la Hoja de Alpuente, y tiene un espesor total de 65-70 m.

El corte al N. de Abejuela es el siguiente:

Basalmente presentan calizas grises, localmente dolomíticas, en bancos de 10-30 cm., con juntas onduladas. Intercalan hiladas intraclásticas y lechos laminados. La potencia mínima observada de este nivel es 8 m., aunque puede ser mucho mayor, no pudiéndose tampoco asegurar que forme directamente el techo de las dolomías oquerosas.

Superiormente existen 10 m. de micritas intraclásticas y bioclásticas en bancos de 30 a 40 cm., ligeramente nodulares y hojosas, con algunas juntas de estrato margoarcillosas. Se presentan algunos braquiópodos y ocasionalmente laminaciones y burrowing.

Siguen 10 m. de dolomías rojizas de grano medio, localmente oquerosas

y masivas, y 10 a 13 m. de dolomías finamente tableadas, de color marrón claro en corte, que en el techo vuelven a ser oquerosas.

Superiormente se presentan 25 m. de calizas micríticas, ocasionalmente dolomías, que intercalan varios bancos potentes laminados. Estas laminitas llegan a servir como niveles guía regionales y representan una sedimentación en ambiente supralitoral, ligado a la zona de oscilación de mareas. Algunos bancos calcáreos presentan hiladas de intraclastos y bioclastos, que ocasionalmente son oolíticos y dismicríticos. Hacia la base del conjunto se presentan bancos muy ricos en braquiópodos. La parte final de este tramo parece corresponder al Sinemuriense-Pliensbachiense Inferior (MELENDEZ y RAMIREZ DEL POZO, 1972). La microfauna encontrada en este nivel es: *Rhapydionina?*, *Haplophragmoides*, *Glomospira*, *Labyrinthina?*, *Mayncina*, *Gaudryina*, *Lituosepta recoarensis*, ostrácodos y valvulínidos.

#### d) Dolomías y calizas bioclásticas con sílex

Se trata de un tramo de potencia variable, de 10-15 m., caracterizado por la presencia en toda la Hoja de nódulos de sílex. Generalmente los bancos son dolomías de grano medio, aunque también están presentes calizas totalmente bioclásticas, con braquiópodos y bivalvos. Como microfauna ha sido encontrada, *Glomospira*, *Haurania deserta*, lamelibranquios y lagénidos, de edad Pliensbachiense. La estratificación es de 10-70 cm. y las juntas pueden ser claramente onduladas. Los tramos superiores son poco dolomíticos y sin sílex, constituyendo el tránsito a las ritmitas amarillentas, típicas del Toarciense. Localmente se desarrolla en el techo de este tramo una tenue capa limonítica de escasos milímetros. La fauna de este tramo parece corresponder al Pliensbachiense Superior.

Todos estos tramos del Lías han sido incluidos en la unidad cartográfica J<sub>11-13</sub>.

#### 2.2.1.2 Toarciense (J<sub>14</sub>)

Está integrado por tres tramos bastante característicos en toda la Hoja: una ritmita margo-arcillosa basal cartografiada como una unidad (J<sub>14</sub><sup>1-2</sup>) y dos tramos calcáreos superiores, incluidos en la unidad cartográfica (J<sub>14-2</sub><sup>3-0</sup>) junto con el Dogger. Los tres tramos pueden estudiarse en la pista de Casa Torda (ángulo SE. de la Hoja). El tramo inferior es muy característico y consiste en una alternancia de niveles arcillosos amarillentos de 10 a 20 cm., y bancos calcáreo-margosos claros y nodulares, de 10 a 15 cm. de espesor. La potencia total es de 25 m. Este tramo corresponde al Toarciense Inferior y Medio y contiene una fauna muy rica en braquiópodos, y más ocasionalmente en ostreidos y corales. La fauna encontrada es de: *Terabratula decipiens*,

DESL., y *Entoliumcimgulatus*, PHILLIPS, además de otras especies de rhychonellas y terebrátulas.

El tramo medio consiste en 25 m. de calizas claras criptocrystalinas, ocasionalmente biomicritas, con juntas de estratos progresivamente ondulados en bancos de 15-25 cm. Contienen abundantes lamelibranquios, algunos corales a 5 m. de la base, niveles de gasterópodos y pecten y abundantes braquiópodos hacia el techo del tramo. Alteran hiladas bioclásticas, principalmente en los 5 m. superiores, dibujando en ocasiones suaves paleocanales.

El tramo superior presenta 5 m. de caliza pardo-amarillenta extraordinariamente bioclástica, típicamente con juntas onduladas y con grandes bivalvos, además de Belemnites, corales, ostreidos y braquiópodos, todo lo cual hace a este tramo muy característico. El contacto es relativamente neto con las calizas y calizas dolomíticas de la base del Dogger. En donde se han encontrado *Lenticulina muensteri* y *Lenticulina quenstedt*, y corresponden ya al límite entre el Toarciense Superior y el Dogger Basal.

En el límite N. de la Hoja, al O. de la Nava de Torrijas y justamente en el contacto entre el techo del tramo superior y la base de las calizas del Dogger, aparecen dos pequeños afloramientos de tobas volcánicas. Estos materiales piroclásticos están formados por cantos heterométricos y angulosos muy alterados, de pocos milímetros de tamaño medio, además de cantos rodados de caliza de hasta 5 cm. La disposición es masiva, aunque hacia la base de estos materiales se observa una cierta estratificación. En la misma base se desarrolla localmente 1 m. de un conglomerado tableado de cantos medianamente rodados y heterométricos de calizas y sílex y abundantes conchas de diferentes organismos. El techo de las tobas está formado por las calizas del Dogger. En la mancha más septentrional, éstos contienen nódulos de sílex en el mismo contacto, mientras que en la mancha más meridional, éstos aparecen de 7 a 8 m. por encima del contacto. La disposición de las tobas es aparentemente concordante, aunque el límite occidental de la mancha situada más al N. parece seccionar las calizas con nódulos de sílex del Dogger. Algunas fracturas que cortan los materiales jurásicos en este punto dificultan la observación completa de la estructura de estos afloramientos volcánicos.

L. A. J. BAKX (1935) y R. MARTIN (1936) citaron rocas volcánicas en las sierras de Javalambre y Camarena. Posteriormente F. GAUTIER (1968) ha precisado que las fases eruptivas han sido varias, actuando entre el Domeicense y el Aalenicense, siendo la principal del Toarciense Superior. Recientemente, F. ORTI CABO y T. SANFELIU (1971) han descrito dos importantes niveles de tobas volcánicas perfectamente estratificadas al E. de la zona que nos ocupa, en Caudiel (Hoja de Jérica). De ellas el principal es el superior, desarrollado en la misma base de los materiales condensados del Calloviense. El inferior, menos potente, es de edad imprecisa, posiblemente Toarciense.

Respecto a la edad de los materiales volcánicos de la Hoja de Alpuente, parece, pues, estar comprendida entre el techo del Toarciense Superior y la parte basal del Bajociense.

### 2.2.2 DOGGER (J<sub>14-2</sub><sup>3-0</sup>)

Está compuesto por un conjunto calcáreo muy potente, de 100-120 m., que suele ocupar los núcleos de los principales relieves jurásicos. El espesor disminuye hacia el O., midiendo sólo unos 40 m. en el corte de la Orchova. En la cartografía se ha incluido como una sola unidad junto con los dos tramos distinguidos en el Toarciense Superior. Dentro de esta unidad cartográfica (J<sub>14-2</sub><sup>3-0</sup>) existen dos niveles guías principales: las calizas bioclásticas con grandes bivalvos, del techo del Toarciense Superior, y los potentes niveles con nódulos de sílex de la parte central de la serie del Dogger.

Toda la serie del Dogger puede dividirse en tres tramos principales: uno inferior, que presenta muestras de silicificación progresiva; uno intermedio, sin sílex, y uno superior, muy poco potente, con abundantes ammonites, que está situado inmediatamente por debajo del nivel ferruginoso con condensación de fauna y de un nivel discontinuo de pisolitos de Fe, datado como Calloviense. Por encima de estos pisolitos existen algunos metros de calizas que presentan en la Hoja fauna todavía del Calloviense Superior. En la parte alta del tramo inferior y en el tramo intermedio se observan abundantes pistas de «cancellophycus».

El tramo inferior puede estudiarse en la pista de Casa Torda (ángulo SE. de la Hoja). Comienza por calizas y calizas dolomíticas claras, micro y criptocristalinas, con juntas de estrato muy onduladas, que incluye belemnites y algunos ammonites. A partir de los 12 m. de la base, las juntas se hacen rectas y presentan indicios de silicificación, claramente definidos hacia el metro 18. Hacia los 35 m. de la base y hasta los 47 se presentan abundantes sílex que reemplazan a las calizas con belemnites. Hacia los 50 m. aparecen los niveles más ricos en nódulos de sílex, entre calizas microcristalinas claras, prolongándose aquéllas hasta los 60-70 m., según las localidades. La parte alta de este conjunto contiene la siguiente fauna: *Lima Heteromorpha*, DESLAMCH; *Sonninia* cf. *propinquans*, BAYLE; *Belemnopsis bessina*, D'ORB, y *Terebratula globata*, SOW., que corresponde al Bajociense Medio.

El tramo medio presenta 44 m. de calizas criptocristalinas y calizas dolomíticas fértidas, en bancos de potencias variables, que alternan con capas margosas y calcáreo-margosas grises. En estos bancos son frecuentes las juntas onduladas de estratos (las típicas pistas de *Cancellophycus*), así como los nódulos de limonita bien desarrollados, bastante característicos de este tramo. En el conjunto se presentan grandes ammonites y belemnites, y hacia su base, braquiópodos, entre los que se han encontrado *Terebratula laticoxa*, OPPEL, y *Stephanoceras humphriesanos*, SOW.

Las microfacies son: micritas con microfilamentos y pellets.

El tramo superior presenta 4-6 m. de caliza microcristalina con hiladas ocreas limoníticas, con juntas de estrato muy onduladas y abundantes ammonites de talla relativamente grande. Este nivel debe corresponder al Bathoniense y parte del Calloviense, aunque ha sido incluido en la cartografía junto con el Dogger.

En el mismo techo de este tramo superior existe un nivel muy constante de fauna de ammonites y belemnites, predominantemente ferruginizada, que en el corte de la Orchova (ángulo NO. de la Hoja) contiene: *Procerites Schlombach*, GROSS; *Vermisphintes* sp.; *Bradfordia liemphala*, BUCKMAN, y *Belemnopsis sulcata*, MILLER, además de otra fauna de edad Batoniense-Bajociense. Superiormente a este techo condensado, y de un modo muy irregular, se desarrolla un nivel ferrífero rojo oscuro con abundantes oolitos de hierro, sin fauna, y cuya potencia máxima observada es de 40 cm. en Abejuela. Este conjunto de la fauna condensada y la costra ferrífera oolítica representa el conocido hiato sedimentario que en otras regiones de la Cordillera Ibérica abarca desde el Calloviense Superior al Oxfordiense Medio. La condensación encontrada en el conocido yacimiento de Abejuela está descrita en J. R. BATALLER (1964) y es atribuida al Calloviense. En el mismo techo de este tramo y en el corte de la Orchova se han encontrado: *Rhinchonella hopkinsi*, M'COY; *Kutchirhynchia hopkinsi*, KITCHW; *Terebratula algarbiensis*, y *Terebratula ovoide*, SOW., y otras especies del mismo género.

## 2.2.3 MALM

### 2.2.3.1 Oxfordiense (J<sub>3t</sub>)

Está constituido por dos tramos bien diferenciados, no separables en la cartografía, con un espesor total máximo de 28 m., que abarcan el Oxfordiense Inferior, Medio y quizá el Superior. En Abejuela fue reconocido como Argoviense (Oxfordiense Inferior) por J. R. BATALLER (1964) e identificado con las capas de Birmensdorf, de espongiarios y cefalópodos.

El tramo inferior tiene como base los oolitos ferruginosos, y presenta un espesor variable, 8-10 m. de promedio, con bancos de potencia próxima al metro de caliza microcristalina gris-azulada, con intraclastos y abundantes espongiarios del tipo circular con elevación en el centro. En corte fresco las estructuras de estos espongiarios son características. Se presentan además grandes ammonites y algunos belemnites. En superficie estos niveles aparecen típicamente con un aspecto grumoso y clástico. La fauna encontrada en el muro de estas formaciones: *Hibolites hastatus*, BLAIN; *Decipia decipiens*, SOW.; *Terebratula zietenii*, LORIOI; *Arisphinctes plicatilis*, SOW.; *Grosouvria sulcifera*, OPPEL; *Alligaticeras alligatum*, LECKENLY, y *Nequeniceras steinmanni*, STEIN, dan una edad Calloviense Superior-Oxfordiense Inferior.

En la cartografía, estos tramos del Calloviense Superior han sido incluidos, como se ha dicho, dentro de la unidad (J<sub>31</sub>).

El tramo superior consiste en una alternancia de bancos de 10-30 cm. de caliza microcristalina gris-azulada y juntas de calizas margosas hojosas de 5-10 cm. Los bancos calcáreos son microesparíticos hacia el techo y micríticos en el resto. Contienen escasos belemnites y ammonites, tallos de crinoides y púas de equínido. Hacia la base estos bancos presentan intraclastos y bioclastos. En todo el conjunto aparecen pequeños núcleos (1-5 mm.) y algunas trazas de «burrows» piritizados. Las juntas calizo-margosas hojosas son frecuentemente intraclásticas. Hacia el techo de este tramo aparecen localmente algunos metros de bancos de caliza microcristalina con nuevas estructuras de espongiarios y con ammonites. El techo mismo está formado por escasos bancos de calizas margosas nodulosas, con lechos margosos intercalados y con abundante fauna de ammonites (*Perisphinctes*, *Ochetoceras*, etc.). El máximo desarrollo de este tramo superior se da hacia el E. (18 m.), perdiendo potencia la alternancia de calizas y juntas hojosas hacia el O. La fauna encontrada en este tramo superior es: *Dichotomoceras dichotomus*, BUCK; *Orthosphinctes tiziani*, OPPEL, y *Pholadomya exaltata*, AGASIZ, y da una edad Oxfordiense Superior.

#### 2.2.3.2 Kimmeridgiense Inferior (J<sub>32</sub><sup>1</sup>)

Se compone de un paquete arcilloso-margoso de unos 30 m. de potencia, que da erosiones muy típicas sobre el terreno. Se distinguen dos niveles arcillosos principalmente, separados por algunos metros de margas y calizas margosas en lajas. El inferior es el más potente e intercala hacia su base bancos de 10-20 cm. de caliza margosa nodulosa con ammonites. Ocasionalmente aparece en la base misma una película limonítica en la que pueden encontrarse asociados pequeños ammonites (*Perisphinctidos*). El superior es algo menos potente y hace tránsito a las calizas margosas hojosas superiores.

En los tramos más inferiores han sido encontrados: *Perisphinctes tiziani*, OPPEL; *Ochetoceras marantianum*, D'ORB; *Streblites* cf. *ternvilobatus*, OPPEL, etcétera, de edad Kimmeridgiense Inferior.

#### 2.2.3.3 Kimmeridgiense Inferior a Medio (J<sub>32</sub>)

Está integrado por una alternancia monótona de calizas microcristalinas azules en bancos de 10-30 cm., con margas y calizas margo-hojosas en las juntas. No se encuentra prácticamente fauna en este conjunto, cuya potencia está próxima a los 100 m. Excepcionalmente, algunos bancos con de espesor superior al metro, particularmente hacia el techo. Este conjunto ha sido da-

tado por H. TINTANT y P. VIALARD (1970) como del Kimmeridgiense Inferior, en parte.

La microfauna encontrada ha sido: *Cladocroropsis mirabilis* y *Alveosepta jaccardi*.

#### 2.2.3.4 Kimmeridgiense Medio a Superior (J<sub>32</sub><sup>3</sup>)

Está representado por potentes bancos calcáreos, de 40-50 m. de espesor total, que dan resaltes inconfundibles en el terreno. Típicamente las microfácies son micritas con oolitos, pisolitos y oncolitos, extraordinariamente abundantes en algunos niveles y con tamaños considerables que indican ambientes marinos agitados. Estos elementos citados de concéntrica textura presentan frecuentemente bioclastos e intraclastos en los núcleos. Se presentan políperos, espongiarios, ostreidos, lamelibranquios, braquiópodos y estructuras algales. Hacia la base es frecuente la silicificación de los bioclastos, particularmente en espongiarios y políperos, llegándose a la aparición de granos silíceos irregulares, y más excepcionalmente se presentan nódulos de sílex. No son raros los cristales de pirita. El tránsito al Portlandiense se hace intercalando bancos de areniscas, arenas silíceas y calcarenitas.

Existe una variación relativamente grande de espesor y facies en estos bancos entre el extremo S. y N. de la Hoja.

En la base, la microfauna encontrada ha sido: *Everticyclammina* aff. *virguliana* y *Marinella lugeoni*, mientras que en el techo se ha encontrado microfauna de Ophthalmidiidos, gasterópodos, lamelibranquios, etc.

#### 2.2.3.5 Portlandiense (Facies Purbeckiense) (J<sub>p33</sub>)

Se asienta en contacto concordante sobre los últimos bancos calcáreos marinos del Kimmeridgiense Superior y presenta facies Purbeckiense. La serie normal presenta los siguientes tramos en sentido ascendente: alternancias de bancos de calizas y calizas margosas pisolíticas con algunas intercalaciones de calizas micríticas (12 m.). Los pisolitos tienen mayor tamaño hacia la base (hasta 0,5 cm.). Caliza oolítica, hacia la base pisolítica; potencia, 4 m. Bancos de hasta 1 m. de caliza micrítica seguidos por caliza margosa grumosa, biomicritas y oomicritas con estratificación cruzada. Alternancias de calizas oolíticas, margas arenosas y calizas arenosas oolíticas en bancos de 1 a 1,5 m., con estratificación cruzada.

En el techo comienzan las facies Weald con arcillas arenosas de tonos rojizos.

La microfauna encontrada en esta formación consiste fundamentalmente en: *Everticyclammina virguliana*, *Ataxopragmoides*, *Anchispirocyclina lusitana* y otros menos determinativos.

La potencia de estas facies es extraordinariamente variable, disminuyen-

do de forma considerable en la región Losilla-Arcos de las Salinas, y adquiriendo un amplio desarrollo en la zona de Aras de Alpuente.

## 2.3 CRETACICO

Los afloramientos más importantes constituyen la denominada «cubeta de Aras de Alpuente». Dentro de él se pueden distinguir dos grandes unidades: un Cretácico Inferior con facies Weald y que correspondería a una etapa regresiva, y un Cretácico Superior, cuyo techo no ha podido ser determinado, que constituiría una nueva etapa transgresiva.

### 2.3.1 CRETACICO INFERIOR (FACIES WEALD)

#### 2.3.1.1 Hauteriviense-Albiense Inferior (C<sub>w13-16</sub>)

Está constituido por una serie fundamentalmente continental. En la zona estudiada, esta formación descansa disconforme sobre el Jurásico Superior, bien sea sobre el Kimmeridgiense Superior o el Portlandiense, sin observarse en ningún punto la existencia de diferencias de angularidad que pongan de manifiesto la existencia de una fase de plegamiento anterior a su deposición. Se han podido distinguir tres tramos: uno inferior de edad Hauteriviense, Aptiense Inferior, constituido en su base por areniscas groseras de tonos blanquecinos a rojizos que alternan con niveles de areniscas arcillosas y arcillas de tonos rojizos. Ocasionalmente pueden observarse intercalaciones de conglomerados con cantos de cuarcitas. Por encima se encuentra un conjunto de calizas arenosas, en algunos puntos lumaquélicas, y areniscas de tonos blanquecinos. Dentro de estos niveles han sido encontradas: *Pseudomelania jaccardi*, PICT; *Trigonia sanctae crucis*, PICT y CAMP; *Cidaris pretiosa*, DESOR, y *Rabdocidaris tuberosa*, DESOR, de edad Neocomiense.

Estos niveles con intercalaciones marinas no han podido ser cartografiados, ya que sólo han sido observados en algunos puntos, no viéndose una continuidad lateral.

Por encima se encuentra una alternancia de arcillas y areniscas con niveles de conglomerados de cantos de cuarcita.

En el techo de este tramo yace un conjunto de calizas arenosas lumaquélicas, con fragmentos de ostreas, separadas por arenas margosas. Este tramo ha sido incluido en la unidad (C<sub>15</sub><sup>2-3</sup>), y la edad, según la fauna encontrada: *Palorbitolina lenticularis*, FLUMENS; *Echinospatagus collegnü*, SISM, y *Aniscardia nasuta*, COQ (\*), es Aptiense, alcanzando su mayor desarrollo al sur

---

(\*) El estudio de microfauna no ha aportado datos concluyentes en cuanto a distribución estratigráfica, por carecer de asociaciones de microfósiles característicos, así como por darse el caso de presentarse otros que siendo característicos son difícilmente reconocibles en lámina delgada.



del Cabezo. El tramo más superior ( $C_{15-16}^{2-2}$ ) es un conjunto de arcillas, areniscas y conglomerados de colores rojizos.

#### 2.3.1.2 Albiense Superior-Cenomaniense Inferior ( $C_{16-21}^{2-3}$ )

Este tramo está constituido por un conjunto de 50 a 60 m. de alternancia de areniscas, arcillas y conglomerados de tonos blanquecinos. Este tramo ha podido ser separado en la cartografía en la cubeta de Aras de Alpuente, y constituye un conjunto de afloramientos que han sido explotados para la obtención de caolín.

### 2.3.2 CRETACICO SUPERIOR

#### 2.3.2.1 Cenomaniense Medio-Superior ( $C_{21}^{3-3}$ )

El tránsito con la serie inferior se realiza por la intercalación de niveles de calizas arenosas.

Hacia el techo aparecen niveles margosos y calizas lumaquéllicas, estando coronadas por unos potentes bancos de calizas muy recristalizadas de tonos amarillo-blanquecinos. La fauna encontrada: *Orbitulina texana aperta*, ERMAN; *Panopaea cofr arduenensis*, D'ORB, y *Tylostoma globusum*, SHARPE, da una edad Cenomaniense Superior.

Dentro de esta formación no se excluye la posibilidad de que los términos más altos sean de edad Turoniense Inferior.

### 2.4 Terciario (Plioceno) ( $T_1$ )

Está representado por una formación de tipo brecha, en discordancia con los sedimentos cretácicos, y con un espesor variable, comprendido generalmente entre los 30 cm. y los 3 m.; no obstante, alcanza localmente hasta 10 m. de potencia.

Se encuentra al SO. de Corcolilla, al S. y SE. de La Yesa, y en manchones dispersos al N. de Titaguas.

Los cantos son calcáreos, angulosos y heterométricos, y la matriz areniscosa y con abundancia de carbonatos. La edad asignada a esta formación es solamente probable y se apoya en datos extraídos de la bibliografía consultada.

### 2.5 CUATERNARIO (Q)

Está formado por aluviones recientes de poca importancia, situados en los cauces actuales, con arcillas de decalcificación, que ocupan amplias extensiones dedicadas a cultivos, tales como las «navas» de la región NE. de

la Hoja, y finalmente se encuentran acumulaciones de tipo pie de monte, apoyadas en general sobre el Cretácico inferior.

En las zonas llanas, y sobre los materiales poco permeables del Wealdense, se encuentran localmente costras calcáreas que cementan materiales detriticos heterométricos.

### **3 TECTONICA**

#### **3.1 INTRODUCCION**

El estudio tectónico de Hoja de Alpuente se ha realizado considerando dos aspectos: por una parte, la caracterización de las distintas estructuras que constituyen la Hoja, a escala macroscópica, haciendo hincapié en su geometría; por otra, se ha llevado a cabo un análisis microtectónico, cuyos objetivos han sido:

- Estudio geométrico y cinemático de la deformación a escala micro, para determinar los ejes de la deformación.
- Determinación de las trayectorias de deformación y su relación con las grandes estructuras.
- Establecimiento de una cronología relativa de las distintas fases de la deformación que han afectado a la región.

##### **3.1.1 ANTECEDENTES**

Los únicos trabajos anteriores dentro de la Hoja son los publicados por los geólogos franceses HUMBERT (1962), STASSE (1959) y ROTHE (1959). Estos autores estudian fundamentalmente las estructuras desde un punto de vista geométrico, haciendo resaltar la importancia del Keuper como nivel de despegue y responsable de las estructuras diapíricas. La edad que atribuyen a las fases de plegamiento está comprendida entre el Cretácico y Plioceno.

Los trabajos más recientes y próximos a la zona de estudio son los realizados para la elaboración de las Hojas de Landete, Mira y Chelva; las dos primeras por FONOLLA, et al. (1973), y por ASSENS, et al. (1973) la de Chelva. Estos autores, después de describir las distintas estructuras, establecen la sucesión de fases de plegamiento, correspondiendo la primera a finales del Jurásico y cuyas trazas de deformación serían hoy día poco visibles, mientras que las responsables de las estructuras observables en la actualidad son atribuibles a edades postcretácica-anteoligocena y postoligocena-antemiocena; existen otras fases de diastrofismo intramiocénicas y

postmiocénicas, siendo estas últimas las responsables de la morfología actual.

### 3.2 ESTUDIO MACROSCOPICO DE LAS DISTINTAS ESTRUCTURAS

La zona representada por la Hoja de Alpuente puede situarse dentro del nivel estructural superior y medio, cuyos mecanismos fundamentales de deformación son el cizallamiento y la flexión.

La existencia de un zócalo paleozoico afectado por fases de fracturación tardihercínicas, de niveles de despegue (Keuper y Wealdense), hace que la región presente una variación de estilos de plegamiento, observándose en los materiales que están directamente sobre el zócalo un estilo de revestimiento, mientras que en los situados por encima del Keuper es de cobertera. Dentro del conjunto situado por encima del Keuper y dentro del Jurásico se observan disarmonías de plegamiento, debidas a la existencia de niveles de despegue, como son las margas del Toarciense y Kimmeridgiense Inferior. El otro nivel de despegue importante es el Wealdense, que hace que la deformación en el Cretácico sea menos intensa, como puede observarse en la cubeta Titaguas-Alpuente.

Con respecto a las fases de plegamiento hay que decir que dentro de la Hoja se ponen de manifiesto dos direcciones principales de plegamiento: una, de orientación típicamente ibérica (NO.-SE., con vergencia SO., y otra, con dirección de N. 50° a N. 70°, con vergencia SE.

Por último, hay que destacar en el borde norte de la Hoja la existencia de un importante deslizamiento epigléptico que afecta al Cretácico Inferior.

#### 3.2.1 DESCRIPCION DE LAS DISTINTAS ESTRUCTURAS

En la Hoja se han podido individualizar las siguientes estructuras:

##### a) *Sinclinal de Bercolón*

Ocupa el ángulo SO. de la Hoja. Es una estructura de dirección NO.-SE. con vergencia SO. Su flanco oriental queda cobijado por el pliegue anticlinal del Turia. Al SO. esta estructura está limitada por una falla normal que pone en contacto el Lías Inferior con el Buntsandstein.

El estudio de las microestructuras ligadas a estos pliegues muestra una geometría cilíndrica con inmersión de los ejes (véase diagrama 3). El mecanismo de formación de estos pliegues es el flexodeslizamiento dando pliegues de tipo isopaco.

##### b) *Anticlinal de Arcos de las Salinas*

Se extiende desde el ángulo NO. y por el borde norte de la Hoja; es

una estructura de dirección OSO.-ENE. con vergencia SE. El núcleo de esta estructura está constituido por el Buntsandstein que aflora con dirección ibérica, lo cual hace pensar en la existencia de pliegues de dirección NO.-SE. anteriores. En los materiales del Keuper y los del Muschelkalk no ha podido ser observada la disposición debida a esta primera fase, a causa de la gran plasticidad de los materiales del Keuper. Estos materiales se han dispuesto de acuerdo con la segunda fase de plegamiento. Posteriormente, la existencia de una fase de distensión ha hecho que los materiales del Keuper se hayan comportado de una manera diapírica.

En la actualidad presentan el aspecto de un pliegue con flanco sur vertical (como puede observarse en la carretera de Losilla a Puebla de San Miguel) y que en su mayor parte se encuentra cabalgando a materiales de edad comprendida entre el Keuper y el Kimmeridgiense Medio.

En el flanco norte hay que destacar la existencia de un arrastre epiglítico con un frente de unos 6 km. procedente del Norte, esto ha podido ser determinado por las cuñas de Kimmeridgiense Medio y Superior que también se observan en la carretera de Losilla a Puebla de San Miguel. Posteriormente a este desplazamiento ha habido una fase de distensión donde los planos de discontinuidad de dirección aproximadamente E.-O. han actuado como fallas normales. Hay que hacer resaltar también la existencia de un cabalgamiento con dirección E.-O. y vergencia N. Esto podría explicarse por la existencia de una falla normal, cuyo labio hundido fuese el sur y que posteriormente, en la fase de compresión que ha dado lugar al pliegue, se haya incurvado su plano, apareciendo como una falla inversa en la actualidad, o bien por la existencia de una rotación durante la formación de dicha falla normal.

#### c) *Borde este de la Hoja*

Dentro de esta zona es donde mejor se observa la interferencia de las dos direcciones de plegamiento. En general está constituida por materiales del Jurásico, salvo en el ángulo NE., donde se forma con estructuras de carácter diapírico. Otra característica fundamental de esta zona es la existencia de fallas normales, cuyos últimos movimientos se deben a la última fase de distensión.

#### d) *Cubeta de Titaguas-Aras de Alpuente*

Ocupa el centro de la Hoja y está constituida en su mayor parte por materiales del Jurásico Superior y Cretácico.

Se caracteriza esta región por la casi inexistencia de trazas de deformación tangencial, estando afectada en general por fallas normales y en algunas ocasiones por pliegues angulares sin deformación en los flancos, como el que puede observarse en la carretera de Titaguas a Alpuente.

Su forma actual se debe posiblemente a la interferencia de las dos fases de plegamiento que afectan a la región, y sus bordes este y sur se encuentran limitados por una serie de fallas normales que hacen aflorar materiales del Jurásico Superior.

### 3.3 ESTUDIO MICROTECTONICO

#### 3.3.1 GENERALIDADES

Como ya se ha indicado, pueden distinguirse fundamentalmente dos mecanismos de deformación en la zona estudiada: la cizalla y la flexión. El estudio de la deformación ha permitido relacionar estos dos mecanismos mediante el establecimiento de los ejes de la deformación y cinemáticos, con lo cual se han podido distinguir las estructuras debidas a cada fase de deformación y su cronología relativa.

En los pliegues se han determinado los ejes cinemáticos *a*, *b*, y *c*, mientras que para los materiales cuyo comportamiento ha sido la fracturación ante los esfuerzos, se han determinado los ejes principales de la deformación X, Y y Z (en donde X es el eje principal de alargamiento; Z, es el eje principal de acortamiento, e Y, el eje intermedio).

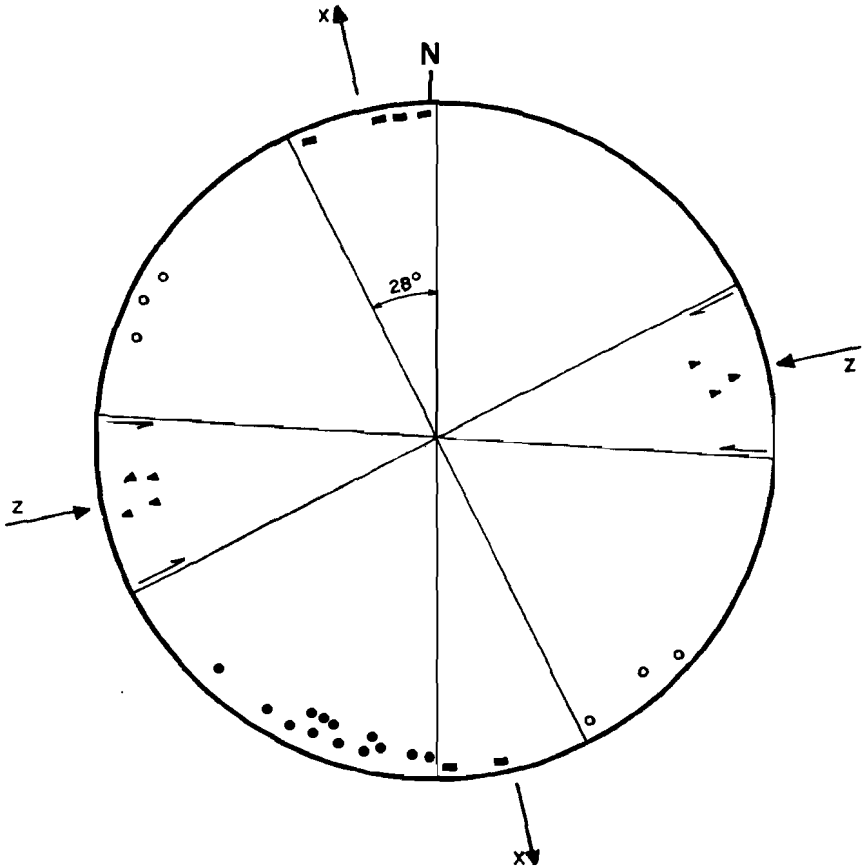
La orientación de estos ejes X, Y y Z se ha realizado a partir del estudio de estilolitos, grietas de tensión y microfracturas, considerando en estas últimas la dirección de la estría y el sentido de movimiento.

Estos datos se han llevado a diagramas de Schmidt, mediante los métodos propuestos por ARTHAUD (1969), y ARTHAUD y CHOUCKROUNE (1972).

#### 3.3.2 FASES DE DEFORMACION

Como se dijo a escala macro, se observan dos sistemas fundamentales de pliegues: uno, con dirección axial N. 150°, y otro N. 80°. El estudio tectónico realizado en las zonas donde los materiales han sido fracturados y no plegados ha permitido determinar dos direcciones de acortamiento: una, N. 70°, y otra, N. 150-160°, las cuales pueden llegar a ser E.-O. y N.-S. en algunos puntos de la zona. Estas dos direcciones de acortamiento coinciden con las direcciones de acortamiento de los dos sistemas de pliegues; es decir, hay una relación entre los ejes de la deformación X, Y y Z y los cinemáticos, coincidiendo los ejes *c* y Z, lo cual permite relacionar la dirección ibérica y la dirección N. 130-140 con los pliegues de dirección N. 60-70 (véanse diagramas adjuntos).

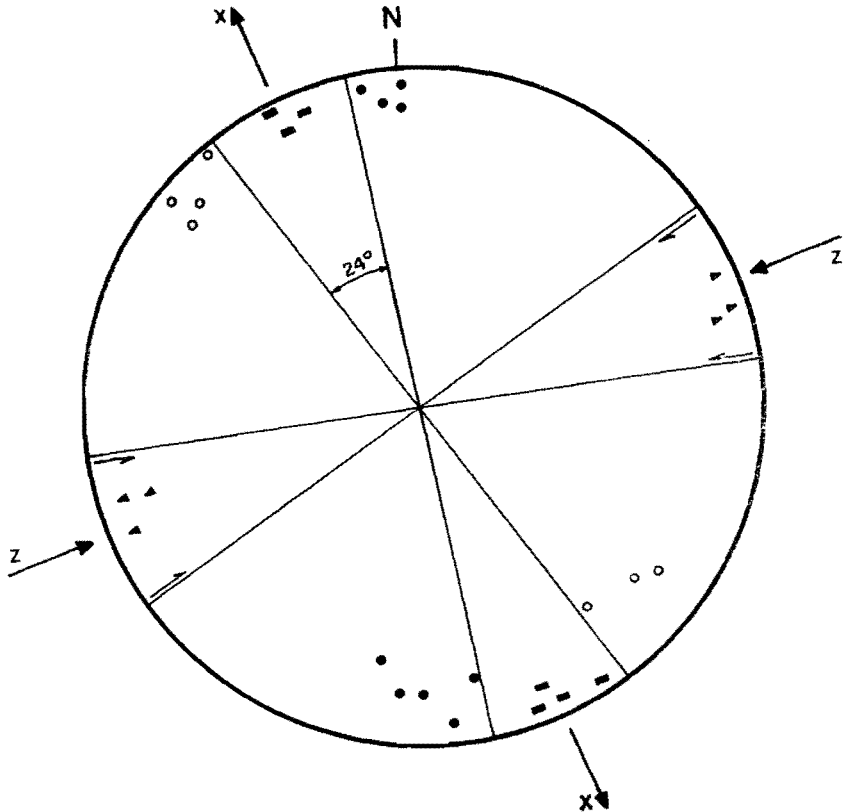
La dirección de acortamiento N. 70° corresponde a la primera fase de deformación; su edad no ha podido ser determinada con exactitud y sólo se puede asegurar que es posterior al Cretácico. Los ejes de la deformación ligados a esta fase se presentan con X y Z horizontales y con Y vertical,



- Desgarres dextros
- Desgarres senestros
- ▲ Estilolitos
- Grietas de tensión

Figura 1

Determinación de las direcciones principales de deformación en la zona de Losilla.



- *Desgarres dextros*
- *Desgarres senestros*
- ▲ *Estilolitos*
- *Grietas de tensión*

Figura 2

*Determinación de las direcciones principales de deformación en la zona de Bercolón.*

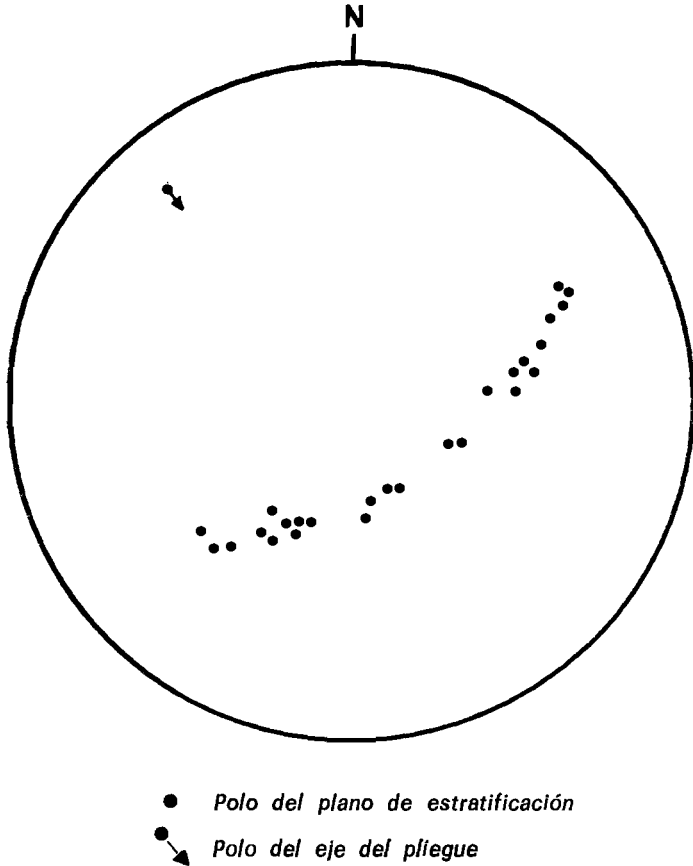
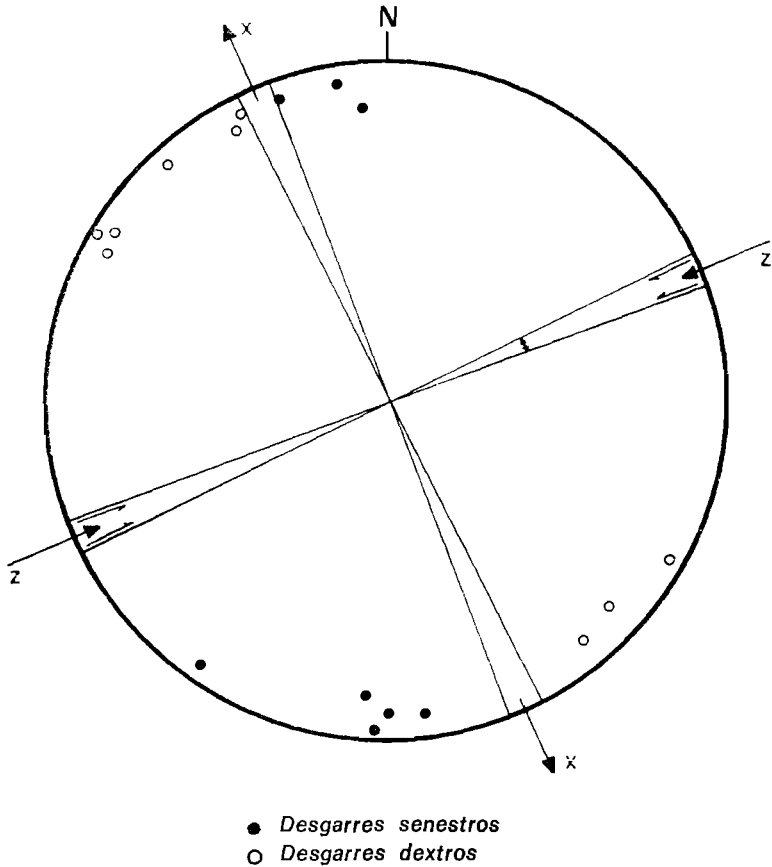


Figura 3

*Diagrama mostrando la distribución de polos de planos de la estratificación en un pliegue en la región de Bercolón.*

dando como microestructuras fundamentales fallas de desgarre y estilolitos de eje horizontal, siendo las grietas de tensión verticales, y apareciendo en general, rellenas de calcita. Esta fase de deformación se ha podido observar en toda la extensión de la Hoja. En la zona donde se han producido pliegues, se observan también las microestructuras ligadas a esta fase de



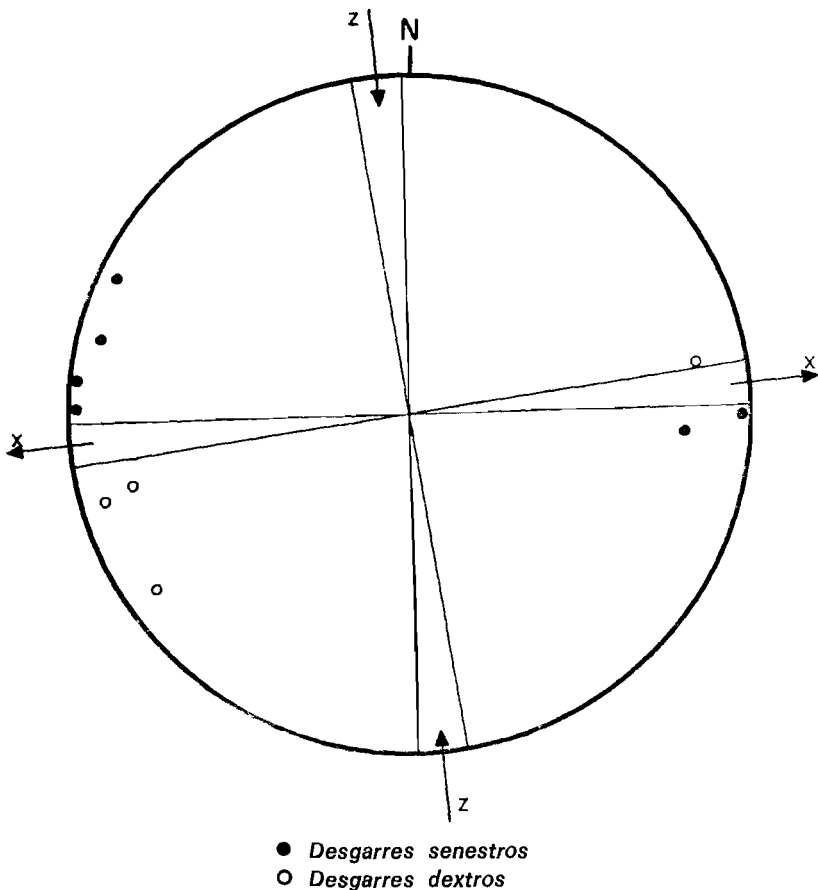


**Figura 4**

*Determinación de las direcciones de alargamiento y acortamiento de la primera fase de deformación a partir de las microfracturas en la cantera del Km. 85 de la carretera de Chelva-Titaguas.*

deformación, y los ejes de la deformación establecidos a partir de estas microestructuras, en las zonas plegadas, son paralelos a los determinados en las zonas no plegadas. Con lo cual parece evidente que sean debidos a una misma fase de compresión.

La segunda fase de deformación presenta el eje de acortamiento con



*Figura 5*

*Determinación de las direcciones de alargamiento y acortamiento de la segunda fase de deformación a partir de las microfracturas en la cantera del Km. 85 de la carretera de Chelva-Titaguas.*

una dirección N. 150°. Esta fase queda representada en toda la Hoja, aunque con menor intensidad que la anterior. La determinación de su sucesión en el tiempo se ha realizado a partir de criterios microtectónicos, observándose que las juntas estilolíticas cortan, en general, a las de la primera fase, pro-

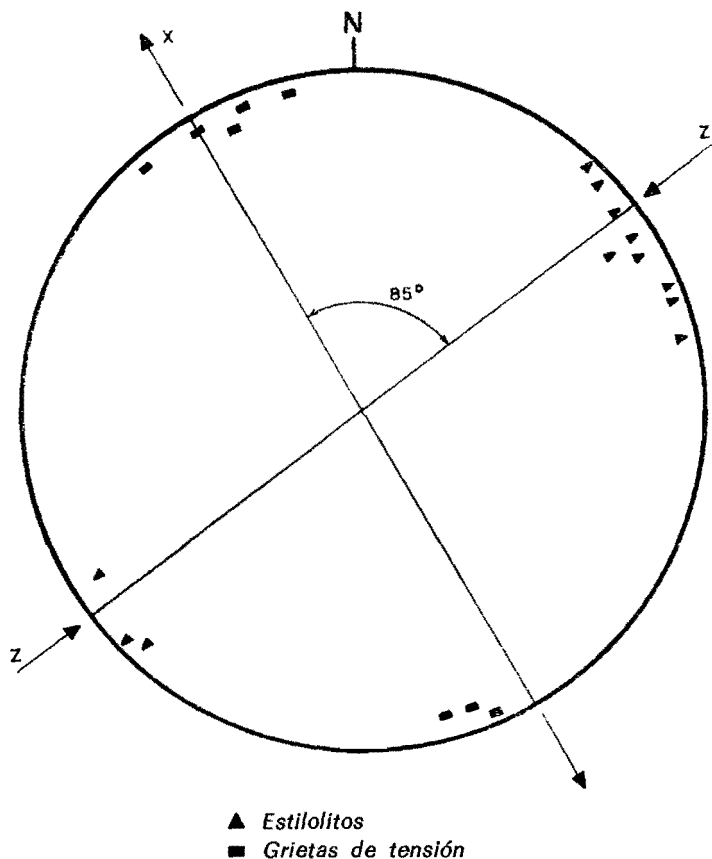
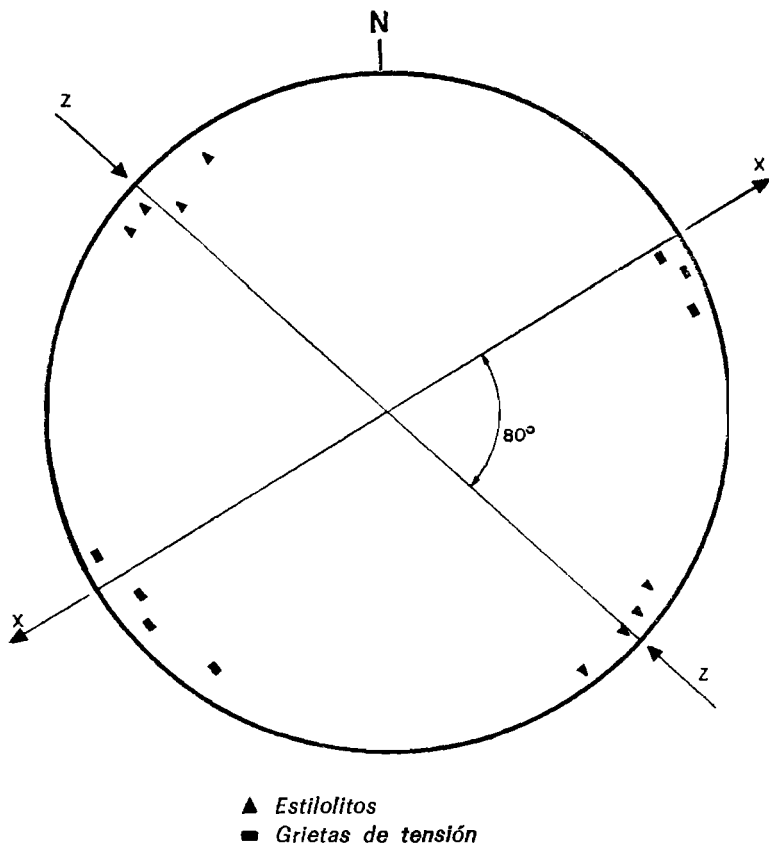


Figura 6

*Determinación de las direcciones de alargamiento y acortamiento de la primera fase de deformación a partir de los estilolitos y grietas de tensión en la región al sur de Titaguas.*

duciéndose en muchos casos desplazamientos. También debidas a la fase de deformación anterior, han podido ser observadas grietas de tensión, cortadas y desplazadas por microfracturas y juntas estilolíticas correspondientes a esta última fase. Con respecto a la edad de esta fase sólo puede decirse que es posterior al Cretácico.



*Figura 7*

*Determinación de las direcciones de alargamiento y acortamiento de la segunda fase de deformación a partir de los estilolitos y grietas de tensión en la región al sur de Titaguas.*

Por último, hay que señalar la existencia de una fase de distensión, posterior a estas otras dos fases. Esta fase de distensión queda caracterizada por la existencia de estilolitos de eje vertical; está representada en toda la zona, con mayor o menor intensidad. Las macroestructuras ligadas a esta fase son fallas normales y estructuras de carácter diapírico.

## 4 HISTORIA GEOLOGICA

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja de Alpuente son los pertenecientes al Buntsandstein. Al Sur, en la Hoja de Chelva, afloran materiales del Paleozoico, los cuales están afectados por las fases de deformación de la Orogenia Hercínica y constituyen el zócalo sobre el que se van a depositar los sedimentos del Mesozoico.

La configuración de este zócalo va a condicionar, en gran parte, la paleogeografía e incluso el estilo de las deformaciones de todos los materiales que se han depositado sobre él.

Durante las fases de deformación posteriores que van a afectar a la región, estas fallas van a funcionar, según su orientación, frente al campo de esfuerzos, como fallas normales, de desgarre o inversas.

El ciclo sedimentario del Triásico comienza por la deposición de conglomerados de cantos paleozoicos (cuarzo principalmente) en la base del Buntsandstein, a los que siguen potentes paquetes de areniscas y arcillas rojas, de carácter fluvial y posiblemente marino litoral.

El espesor de este conjunto es bastante variable, dado que por una parte fosiliza el relieve hercínico y por otra la existencia de fallas sinsedimentarias en distensión dan lugar a subsidencias locales.

La sedimentación del Muschelkalk se produce en un medio marino muy somero, en principio de carácter evaporítico, con marcada dolomitización. Progresivamente se establece un medio más claramente marino, con sedimentos margo-arcillosos y algunos bancos fosilíferos. No obstante, la existencia esporádica de niveles laminados con «plat pebbles» y estructuras asimilables a «algal mat» sugiere la implantación intermitente de ambientes supralitorales, e indican la escasa profundidad del medio, sin llegar, no obstante, a presentarse en ningún momento sedimentos continentales o salinos.

Durante el Keuper Inferior se pasa a una sedimentación cada vez más evaporítica, produciéndose localmente deposiciones de halita, las cuales deben dar, sin duda, origen a las explotaciones de Arcos de las Salinas. Al final del Keuper Inferior y durante el principio del Keuper Medio se establecen unas condiciones lagunares, haciéndose progresivamente la sedimentación más detrítica. Hacia el final del Keuper Medio el aporte detrítico es cada vez más fino, depositándose arcillas rojas que podrían corresponder a un ambiente de transición entre continental y costero.

En el Keuper Superior se produce un nuevo ciclo evaporítico con sedimentación de arcillas yesíferas e importantes bancos de yesos.

Los movimientos de la cuenca durante el Triásico están relacionados con un momento de distensión, como demuestra la existencia de un vulcanismo

fisural particularmente desarrollado durante el Keuper Inferior y Medio. En este período, las discontinuidades y fracturas en el zócalo hercínico van a actuar como fallas normales, explicando los cambios de facies y la variación de espesores dentro de la cuenca.

En el Lías se inicia un ciclo sedimentario carbonatado en el que se instalan de manera gradual unas condiciones francamente marinas, con un aumento correlativo de la profundidad. Los primeros sedimentos son potentes paquetes de dolomías basales y dolomías oquerosas (carniolas), que indican todavía unas condiciones de sedimentación muy someras, incluso evaporíticas. En el Lías Medio las condiciones se hacen más marinas, depositándose calizas micríticas y calizas nodulares con finas hiladas bioclásticas y con braquiópodos bien conservados. Superiormente, sin embargo, la existencia de diferentes niveles de carbonatos finamente laminados indican una deposición en ambiente intermitente supralitoral. Estos sedimentos dan paso a otros más francamente marinos que incluyen nódulos de sílex; y por último, a los depósitos más profundos, representados por las ritmitas del Toarciense, con abundante fauna de braquiópodos.

De nuevo se produce una disminución general de profundidad en la cuenca para sedimentarse niveles de carbonatos bioclásticos con grandes lamelibranquios, que establecen el paso del Toarciense Superior a la base del Bajociense. Este ligero cambio de condiciones sedimentarias viene marcado por un nivel de hierro pisolítico muy tenue e irregular, desarrollado hacia el techo de los sílex.

Durante el Dogger se produce en la Hoja una importante sedimentación carbonatada micrítica uniforme y tranquila, con faunas poco abundantes, pero constantes, de braquiópodos, ammonites y belemnites, sin que se intercale ningún nivel importante que indique una variación de estas condiciones, propias de una profundidad semejante o poco inferior a la del Toarciense margoarcilloso. En efecto, la presencia de oolitos calcáreos o intraclastos en el Dogger es prácticamente inexistente. El medio debió ser reductor, como muestran los frecuentes nódulos piritosos. Se observa un aumento progresivo de la potencia de este Dogger hacia el E. En el Bathonienense, y por debajo del nivel de condensación ferruginizado con fauna Calloviense, se mantiene la misma sedimentación, caracterizada por grandes ammonites. Incluso en el intervalo en que aquélla se interrumpe y que abarca sólo parte del Calloviense, los organismos (ammonites y belemnites principalmente) indican una permanencia en la profundidad de la cuenca.

También hay que hacer notar la existencia de un vulcanismo al final del Toarciense y en el límite ya con el Dogger, como puede observarse en el N. de la Hoja, al O. de la Nava de Torrijas. Parece ser que este vulcanismo ha actuado entre el Toarciense Superior y el Bajociense Basal en la zona de estudio.

Al continuarse la sedimentación en el Calloviense Superior-Oxfordiense, la profundidad del medio es sensiblemente menor y la energía mayor, y las facies pasan a ser intrabiomicríticas, conteniendo espongiarios, belemnites y, progresivamente hacia el techo, ammonites. El ambiente es reductor, existiendo trazas piritizadas de «burrows». Este nuevo ciclo sedimentario continúa con depósitos más profundos, como las arcillas del Kimmeridgiense Inferior y las potentes calizas margosas en bancos rítmicos del Kimmeridgiense Superior, la cuenca sedimentaria pierde profundidad y se depositan calizas bioclásticas, písolíticas y algales propias de medios de mayor energía. Durante el Portlandiense las intercalaciones arenosas demuestran el inicio de una fase regresiva.

En resumen, se puede decir que en la zona estudiada se distinguen dos ciclos sedimentarios en el Jurásico, como ya han señalado en otros sectores de la Ibérica VILLENA, RAMIREZ, LINARES y RIBA (1971), en la zona de Molina de Aragón; FELGUEROSO y RAMIREZ (1971), en el Maestrazgo, y CANNEROT (1971), al sur del Maestrazgo. El primer ciclo correspondería al intervalo que va desde el Hettangiense al Dogger. Este primer ciclo comienza con la transgresión del Hettangiense sobre el Keuper, y alcanza las profundidades máximas de la cuenca jurásica en el Toarciense, en que se deposita una serie margosa, aunque se observa en la Hoja de Alpuente un claro intervalo infratoarciense de pérdida de profundidad en este subciclo. Aquellas mismas condiciones continúan durante el Dogger Medio y Superior con depósitos de calizas silíceas con Ammonites y pistas de *Cancellophycus*, terminando este ciclo en el Calloviense Medio, para dar lugar en la Hoja a un breve hiato sedimentario intracalloviense. Después de la citada interrupción del Calloviense Superior se inicia el segundo ciclo, con una fase transgresiva que va del Oxfordiense al Kimmeridgiense Inferior y Medio con depósitos de calizas, arcillas y margas, y una fase regresiva que va del Kimmeridgiense Superior al Portlandiense.

Con respecto a los movimientos de la cuenca durante el Jurásico, se puede decir que se continúa, como en el Trías, en una fase de distensión con un vulcanismo fisural asociado. Al final del Jurásico se producen las primeras fases en compresión, que según FONOLLA, et al. (1972) dan lugar a pliegues de dirección NNO-SSE. En la zona estudiada no hemos encontrado ninguna estructura que no sea penetrativa en el Cretácico; por lo tanto, no nos ha sido posible caracterizar esta fase. Sólo se puede decir que en la Hoja de Alpuente esta fase se pone de manifiesto por la disconformidad existente entre el Jurásico Superior y Cretácico Inferior.

El Cretácico comienza bajo unas condiciones deltaicas parecidas a las del Portlandiense, constituido fundamentalmente por conglomerados, areniscas y arcillas, en las que se intercalan breves episodios marinos, de edad Neocomiense-Barremiense y Aptiense Medio y Superior.

Este ambiente se continúa hasta el Cenomaniense. Durante el Cenomaniense Medio y Superior comienza una fase transgresiva con alternancia de calizas y margas, y con algunas secuencias detríticas de areniscas y calizas arenosas, fundamentalmente en la base.

Durante el Terciario se producen las fases principales de deformación que configuran la estructura de la región. La falta de sedimentos terciarios no ha permitido datar dichas fases; no obstante, el estudio microtectónico ha permitido determinar la existencia de dos fases de compresión: una primera, con dirección principal de acortamiento N. 70° y que dará lugar a los pliegues de dirección ibérica, y otra posterior, con dirección N. 130°-150°, que daría lugar a los pliegues de dirección N. 70°, posiblemente consecuencia de los movimientos béticos. Con posterioridad a estas dos fases de compresión existe una fase de distensión que daría lugar a las estructuras diapíricas triásicas. Los sedimentos más recientes, de posible edad pliocena, no aparecen afectados por estas fases.

## **5 GEOLOGIA ECONOMICA**

### **5.1 AGUAS SUBTERRANEAS**

Dentro de la Hoja de Alpuente los acuíferos más importantes los constituyen las calizas del Jurásico (Lías, Dogger y Kimmeridgiense Superior).

En el ángulo suroeste estos acuíferos están drenados por el río Turia, con lo cual sus posibilidades son escasas. Ocurre también esto en la parte norte de la Hoja, donde, además, la presencia de materiales del Keuper hace que las aguas sean en general duras y salobres.

La zona que al parecer ofrece mayores posibilidades es la parte central (cubeta de Aras de Alpuente). Esta región está recubierta en superficie por el Wealdense y Aptiense, que funcionan como acuíferos superficiales, observándose bastantes fuentes en los contactos entre zonas caolinizadas y los tramos arenosos suprayacentes. En esta zona, los acuíferos más importantes corresponderían a las calizas del Kimmeridgiense y Dogger, que afloran en gran extensión en el borde de la cubeta.

En general, la escasez de población, el hecho de que la agricultura está basada en pequeñas huertas en las zonas de valles, y que la pluviosidad media es de 450 mm/año, hacen que estén cubiertas las necesidades de la zona.

Como ya se ha dicho, los manantiales son de caudales bajos y se utilizan para el abastecimiento de aguas a las poblaciones.

Por último, cabe hacer notar la existencia de aguas minero-medicinales en el Balneario del Paraíso Bajo, situado en el ángulo NE. de la Hoja.



## 5.2 MINERIA Y CANTERAS

Las explotaciones de caolín y arenas silíceas ocupan en la actualidad un lugar preeminente en orden de importancia, en el campo de aprovechamiento de los recursos naturales, dentro del ámbito comprendido por la Hoja.

Estos materiales están incluidos en los niveles superiores, arenoso-arcillosos, del Cretácico Inferior (Facies Utrillas), que configuran la morfología de mesas de la zona en estudio, estando situadas la mayor parte de las explotaciones existentes en las laderas de los citados relieves, a altitudes variables con relación a las planicies de Alpuente y Aras de Alpuente.

La explotación se realiza en frente abierto, mediante ripado, y las arenas caoliníferas se transportan por carretera hasta las instalaciones de lavado, ubicadas en las cercanías de Villar del Arzobispo y Tuéjar. El beneficio de las arenas silíceas cuenta, en ocasiones, con la ventaja de un bajo contenido en óxido de aluminio procedente de alteración de feldespatos, en comparación con otras áreas de la cuenca cretácica inferior.

Otras explotaciones menos importantes son las de Arcos de las Salinas, en donde se extraen sales (halita) por evaporación. Su origen son los niveles de halita comprendidos en el Keuper y disueltos por el río de Arcos a lo largo de su cauce. La producción tiene escasa importancia.

Finalmente, las reservas de rocas para construcción y para áridos son considerables, con amplios afloramientos de materiales calcáreos y dolomíticos del Jurásico, que por el desarrollo predominantemente agrícola de la región no han sido todavía utilizados.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. J.; RAMIREZ DEL POZO, J., y RIBA, O. (1971).—«Algunas precisiones sobre la sedimentación y paleoecología del Cretácico Inferior en la zona de Utrillas-Villarroya de los Pinares (Teruel)». *Est. Geol.*, vol. 17, pp. 497-512.
- ALIA, M. (1972).—«Evolution post-hercynienne dans les région centrale de la Meseta espagnole». *Inter. Geol. Congr.*, Section 3, pp. 265-272.
- ARTHAUD, F. (1969).—«Méthode de détermination graphifique des directions de raccourcissement, d'allongement et intermédiaire d'une population de failles». *Bull. Soc. Géol. France*, t. XI, pp. 729-737.
- ARTHAUD, F., y CHOUKROUNE, P. (1972).—«Méthode d'analyse de la tectonique cassante a l'aide des microstructures dans les zones peu déformées. Exemple de la plate —forme Nord— Aquitaine». *Rev. de L'Inst. Franc. du Pétrole*, vol. XXVI, núm. 5, pp. 715-732.

- ASSENS, J., et al. (1973).—«Memoria de la Hoja núm. 27-26 (Chelva)». *Plan Magna. IGME* (en prensa).
- BAKX, L. (1935).—«La géologie de Cascante del Río Balacloche (Espagne)». *Leids. Geol. Medde.*, vol. 8, pp. 157-220.
- BATALLER, J. (1963).—«El Calloviense de Abejuela». *Not. y Com. I. G. M. E.*, vol. núm. 69, pp. 131-174.
- BEMMEL, H., y GEYER, O. F. (1966).—«Stratigraphie und Fossilführung im Unterjura von Albarracin». *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, núm. 124, pp. 1-52.
- BELTRAN, F. (1924).—«Sobre algunos fósiles del Wealdico de Benagever (Valencia)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 24, pp. 439.
- BIROT, P. (1960).—«Morphologie des monts celtiberiques orientaux». *Bull. Soc. Geogr.*, vol. 72, pp. 101-130.
- BIROT, P., et SOLE SABARIS, L. (1957).—«Sedimentation continentale entre Teruel et Baza». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 178-179.
- BOTELLA, F. (1854).—«Ojeada sobre la geología del Reino de Valencia». *Rev. Min.*, t. V, Madrid.
- BRINKMANN, R. (1948).—«Las cadenas béticas y celtibéricas del sureste de España». *Publ. Extr. Geol. Esp. CSIC.*, vol. 4, pp. 307-439.
- BULARD, P. F. (1971).—«La discontinuite ente le Callovien et l'Oxfordien sur la bordure Nord-Est des chaines Iberiques». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 333-344.
- BULARD, P. F.; CANEROT, J.; GAUTIER, F. et VIALARD, P. (1971).—«Le Jurassique de la partie orientale des chaines Ibériques». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 333-344.
- CANEROT, J. (1969).—«La question de l'Utrillas dans le domaine Iberique (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fas. 1, pp. 11-12.
- (1971).—«Le jurassique dans la partie meridionale de Maestrazgo (Castellón). Stratigraphie et Paleogeographie». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 323-332.
- CORTAZAR, D., y PATO, M. (1882).—«Descripción física, geológica y agrológica de la provincia de Valencia». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, vol. 10, pp. 1-417.
- DUPUY DE LOME, E. (1968).—«Mapa geológico de la provincia de Valencia, Escala 1:200.000». *Inst. Geol. y Min. de España*.
- DUPUY DE LOME, E., y SANCHEZ LOZANO, R. (1956).—«El sistema cretáceo en el Levante español». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, t. 57, pp. 20-255.
- FELGUEROSO y RAMIREZ (1971).—«Estratigrafía del Jurásico en la zona de Teruel-Morella». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 2, p. 488.
- FREEMAN, T. (1972).—«Sedimentology and dolomitization of Muschelkalk carbonates (Triassic). Iberian Range, Spain». *The Ana. Ass. of Petroleum Geol. Bulletin*, vol. 56, núm. 3, March.
- FONOLLA, F. et al. (1973).—«Memoria de la Hoja geológica de Landete. Plan Magna». *Inst. Geol. y Min. de España* (en prensa).

- GAUTIER, F., y VIALLARD, P. (1966).—«Sur le Jurassique terminal et le Crétacé du Nord de la province de Valence (Espagne)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 262, pp. 432-435.
- GAUTIER, F. (1968).—«Sur l'existence et l'âge d'un paleovolcanisme dans le Jurassique sud-aragonais (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fasc. 3, pp. 74-75.
- HUMBERT, M. (1962).—«Contribución al conocimiento geológico de Arcos de las Salinas, extremidad sur de la provincia de Teruel». *Bol. Inst. Geol. y Min. de España*, vol. 73, pp. 420-468.
- MARTIN, R. (1936).—«Die Geologie von Camarena de la Sierra und Riodeva». *Leids. Geol. Mededel*, vol. u, pp. 55-154.
- MAUTERDE, R. (1971).—«Esquisse de l'évolution biostratigraphique de la Peninsule Ibérique au Jurassique». *Cuad. de Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 27-32.
- ORTI CABO, F., y SANFELIU, T. (1971).—«Estudio del vulcanismo Jurásico de Caudiel (Castellón) en relación con procesos de la eritización, condensación y silicificación de la serie calcárea». *Inst. Invest. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, pp. 21-34.
- RIBA, O. (1969).—«Estudio geológico de la Sierra de Albarracín». *Monograf. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 16, p. 283.
- RIBA, O., y RIOS, J. M. (1960).—«Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la chaîne Ibérique». *Livr. Mem. Paul. Fallot. Soc. Geol. Fr.*, vol. 1, pp. 275-290.
- ROTHER, B. (1959).—«Estude géologique détaillée de la région d'Alpuente: Province de Valencia (Espagne)». *Dipl. d'Etudes Sup. de Sc. Nat. Dijon* (inédito).
- STASSE, O. (1959).—«Carte géologique détaillée de la region d'Aras de Alpuente-Province de Valence [Espagne]». *Dipl. d'Etudes Sup. de Sc. Nat. Dijon* (inédito).
- TINTAN, H., y VIALLARD, P. (1970).—«Le Jurassique moyen et Superieur de la chaîne Iberique sud-Occidentale aux confins des provinces de Teruel, Valencia y Cuenca». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fasc. 6, pp. 107-208.
- VIALLARD, P. (1966).—«Sur le Crétace de la chaîne Ibérique castillane entre le río Turia y la haute Vallée du río Júcar (prov. de Valencia et Cuenca, Espagne)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, t. 262, pp. 1.997-2.000.
- (1968).—«Le Crétace Inferieur dans la zone marginale sud-occidentale de la chaîne Ibérique». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fasc. 9, pp. 231-233.
- (1968).—«Le Neocrétace de la chaîne Ibérique Sud-occidentale aux confins des provinces de Cuenca, Teruel et Valencia». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, fas. 6, pp. 184-185.
- VILLENA, J.; RAMIREZ DEL POZO, J.; LINARES, A., y RIBA, O. (1971).—«Características estratigráficas del Jurásico de la región de Molina de Aragón (zona comprendida entre Monreal del Campo y Zaorejas)». *Cuad. Geol. Ibérica*, vol. 2, pp. 355-374.

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA