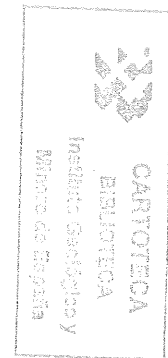


INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

---

---



# MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

## EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 542

# ALFAMBRA

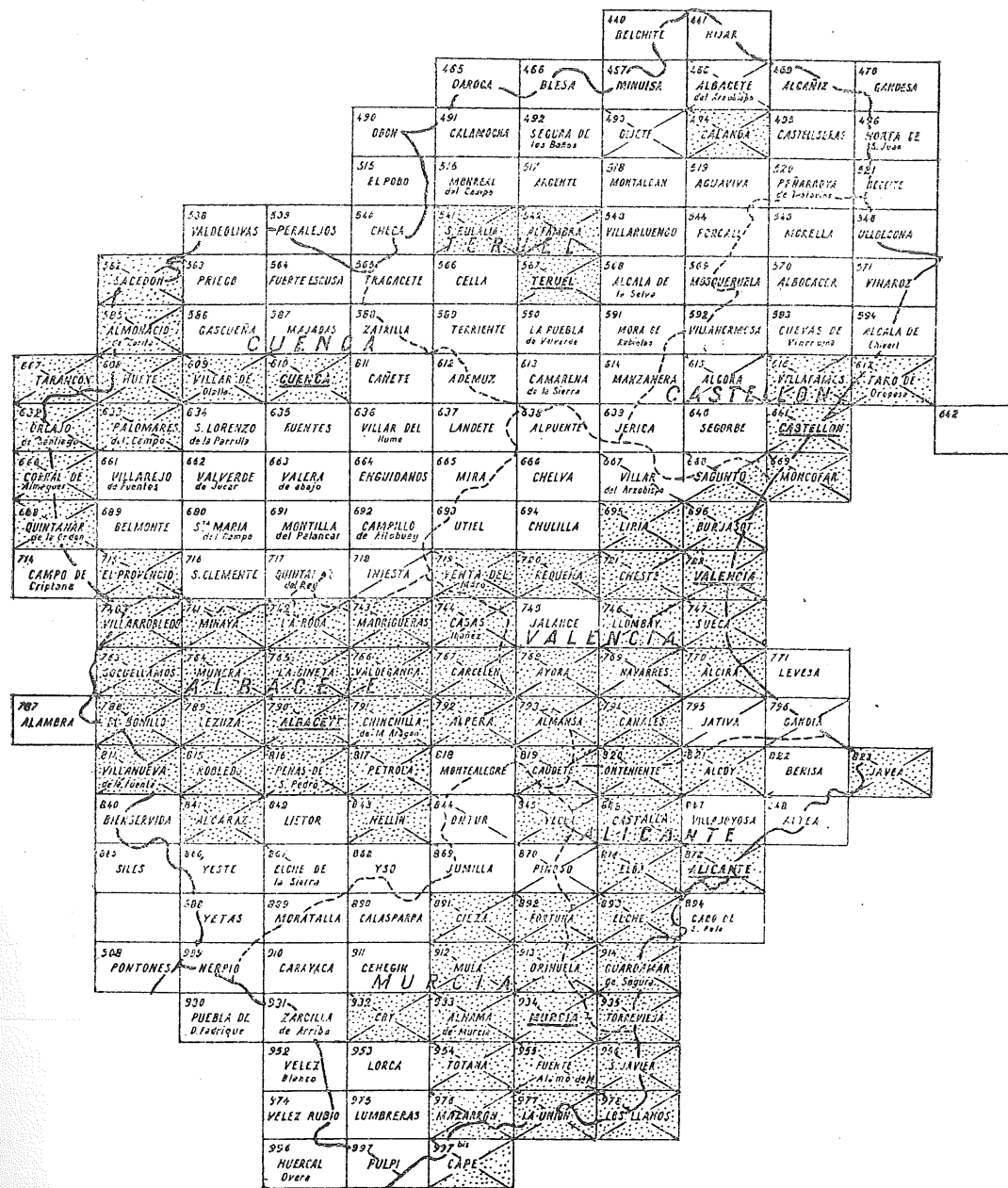
(TERUEL)

---

---

MADRID  
Tip. - Lit. COULLAUT  
MANTUANO, 49  
1959

SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA  
SITUACIÓN DE LA HOJA DE ALFAMBRA, NÚMERO 542



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los ingenieros de Minas D. CARLOS VILLALÓN DÁVILA, D. EMILIO TRIGUEROS MOLINA y D. AGUSTÍN NAVARRO ALVARGONZÁLEZ.

El Instituto Geológico y Minero de España, hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.

Depósito legal: M. 6.225.—1958.

 Publicada  En prensa  En campo

PERSONAL DE LA SEXTA REGIÓN GEOLÓGICA

Jefe: D. José Meseguer Pardo; subjefe, D. José M.<sup>a</sup> Fernández Becerril.  
Ingenieros: D. Enrique Dupuy de Lôme y D. Emilio Trigueros Molina.

## INDICE

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos .....	5
II. Rasgos de geografía física y humana.....	33
III. Estratigrafía.....	39
IV. Tectónica.....	65
V. Historia geológica .....	95
VI. Aguas subterráneas .....	115
VII. Minería y canteras.....	119
VIII. Bibliografía .....	121

## I

### ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

#### 1. ANTECEDENTES

La Hoja de Alfambra está situada en su totalidad en la provincia de Teruel. Su estudio fué iniciado a la vez que la de Santa Eulalia, lindante con ésta por el O., y la redacción de esta Memoria ha seguido a la de aquélla, por lo que en ambas hemos utilizado el mismo criterio y aprovechado análogos conceptos.

Ahora bien, como cada Memoria debe constituir una unidad independiente, pese a tener que repetirnos, insistiremos en lo dicho en la de Santa Eulalia, especialmente en lo que se refiere a conceptos regionales.

La región, que geográficamente pertenece al sur de Aragón, ha sido estudiada desde antiguo por muchos autores. Los trabajos se orientaron en principio sobre geografía y descripción de la zona, pasando luego al detalle de sus puntos más interesantes, notables o pintorescos.

Entre estos últimos llamó principalmente la atención el yacimiento fosilífero de Concud, cerca de Teruel, y numerosos autores, españoles y extranjeros, se ocuparon de él, así como de ciertas localidades mineras (azufre de Libros y distrito minero de Albarracín). Eran los tiempos en que comenzaba la geología como ciencia, y no tarda en utilizarse como instrumento de comprensión e interpretación de estos yacimientos paleontológicos y mineros.

En la segunda etapa del estudio de la región, se comienza a clasificar los terrenos según sus edades, dando cortes locales y finalmente bosquejos y mapas de alcance y precisión variables, sobre las extensiones

de los afloramientos y edades de las formaciones que constituyen la zona. Es una etapa fundamentalmente paleontológica y estratigráfica que culmina, conforme va habiendo suficientes datos, en ensayos de síntesis regionales y cartografías provinciales.

La tercera etapa importante se basa en la inclusión de la tectogénesis o paleogeografía, estudiadas especialmente por la escuela alemana de Stille.

A los datos paleontológicos y estratigráficos existentes se superponen los tectónicos en un intento de explicar, ya desde una perspectiva histórica, no sólo cómo están, sino cuándo y por qué se encuentran estas estructuras.

Por último, lo que podría llamarse cuarta etapa actual pretende llevar la máxima exactitud al conocimiento de la región. Cuenta para ello con excelentes mapas topográficos (una de las dificultades de las primeras experiencias) y todo el cúmulo de interpretaciones generales y descripciones de los autores anteriores.

En los párrafos que siguen se da un bosquejo cronológico de autores y trabajos que han hecho posible llegar a esta etapa, así como un breve comentario de sus más significativas aportaciones al conocimiento geológico de la zona.

En sus "Introducción a la Historia de España", Torrubia (48), en 1774, y después Bowles (2), en 1775, señalaban el yacimiento fosilífero de Con cud, cerca de Teruel, cuyo yacimiento ha servido posteriormente para fijar con exactitud la edad pontiense de la formación.

En 1837 redactó Ezquerria del Bayo (9) un trabajo, publicado en 1845, de gran interés sobre las formaciones terciarias españolas. Aunque la edad terciaria la fija el autor solamente por la horizontalidad de las capas, señala ya grandes cuencas españolas, y las divide en la del Duero, Tajo, Ebro y Guadiana. Para la del Duero da el siguiente corte esquemático:

Caliza en la mayor parte. A veces, con sílex y pedernal. En la caliza, <i>Limnaea</i> , <i>Planorbis</i> y <i>Paludina</i> .	} Grupo superior calizo: 50-60 pies.
En la base, las calizas alternan con arenas, margas y arcillas.	
Margas y arcillas con yesos.	} Grupo intermedio margoso-yesoso: 200 pies.
En la base, caliza, menos compacta y silícea que la anterior.	
También con <i>Planorbis</i> y <i>Limnaea</i> .	

Conglomerados (Nagei flue).

Arcillas.

Arenas y margas.

Calizas margosas, con abundancia de moluscos.

Arenas.

Conglomerados.

} Grupo inferior: 250 pies mínimo.

En las cuencas del Tajo, Ebro y Guadiana cita ligeras variantes: Coloraciones más rojas y, en el Ebro, el grupo yesoso intermedio tiene un grupo *salino* potente.

Es digna de atención la presencia de varios niveles de calizas con parecida fauna lacustre, hecho que hemos podido comprobar en la cuenca de Calatayud-Teruel.

Aunque Ezquerria no hable del Paleógeno plegado, su visión de síntesis del Terciario resulta sorprendente para un trabajo de aquella época.

En 1845, Maestre (34) estudia los yacimientos terciarios de azufre de Teruel y da unos cortes locales muy detallados, pero por desgracia excesivamente reducidos en altura estratigráfica.

Maestre atribuye asimismo al Terciario los lignitos albenses de Utrillas, y al Cretáceo muchas de las zonas jurásicas de la región.

La descripción geológica del distrito de Albarracín, por Santiago Rodríguez (41), en 1851, es el primer trabajo geológico importante publicado sobre la región. El eminente ingeniero da una descripción excelente de los alrededores de Albarracín, de Torres y de toda la Sierra Alta; estudia cuidadosamente las cuarcitas y esquistos primarios de Orihuela y Noguera, el Triásico y las calizas dolomíticas de Torres, el Lías fosilífero, el Oolítico y el Oxfordiense de los alrededores de Albarracín. Casi todas las conclusiones de este trabajo han sido confirmadas en ulteriores observaciones, y la nota de Santiago Rodríguez resulta de todo punto notable para el pasado siglo.

De 1851 a 1868, Verneuil y sus colaboradores Collomb, Lorière y Lartet (50), (51), (52), (53) efectúan una serie de trabajos geológicos y geográficos en España, con importantísimas aportaciones y síntesis en la zona que nos ocupa. En muchos de sus más importantes recorridos fueron guiados por el ilustre Casiano de Prado, cuyas indicaciones facilitaron enormemente los valiosos hallazgos y aportaciones de estos autores.

Como consecuencia de un primer viaje, Verneuil y Collomb (50) señalan las cuarcitas silurianas, el Trias en sus tres tramos (con dudas

sobre su inclusión en el Triásico o el Permiano), el Lías y Oxfordiense, el Cenomanense. Asimismo, basándose en los trabajos de Ezquerro, atacan los problemas del Terciario y observan:

- 1) Diferente altura actual de las cuencas del Duero, Tajo y Ebro.
- 2) Individualidad de la cuenca de Calatayud y otras menores.
- 3) Edad miocena de dichas cuencas.
- 4) Comunicaciones entre ellas.

Igualmente inician, con el estudio de las discordancias, unos rudimentos de tectónica, y encuentran movimientos (sin distinguir los de tipo orogénico y epirogénico) entre:

- 1) Triás y Paleozoico.
- 2) Triás margoso y Jurásico (?).
- 3) Mioceno nummulítico, precedidos por regresión del Cretáceo superior.
- 4) Mioceno y Plioceno.

El año siguiente, V. y L. (53) recorren la cadena ibérica y la meseta de Teruel. Encuentran cadenas silurianas bordeando el valle terciario del Jiloca y describen rápidamente los contrafuertes secundarios de la Cadena Ibérica y las capas terciarias que las recubren. Se indican especialmente la Meseta de Teruel, con las aristas jurásicas de Sierra Palomera y San Jaime, la región cretácea de Aliaga y San Justo y las láminas miocenas a más de 1.500 metros.

Diez años más tarde, Verneuil y Lorière (53) estudian de nuevo la extremidad de la cadena Ibérica, y en particular los alrededores de Segura.

Quedan así fijados los rasgos principales de la cadena Hespérica y sirven de base a los trabajos posteriores de comprobación, ampliación y fijación de detalles.

El primer trabajo de conjunto sobre la provincia de Teruel es un ensayo de descripción geognóstica, debido a Vilanova (54). En este trabajo se encuentran reseñados con especial detalle los aspectos geográfico, meteorológico y agronómico, pero la parte dedicada a geología sólo aporta recopilaciones de los trabajos anteriores, con largas listas de fósiles y descripciones petrográficas.

Mucha mayor importancia tienen los trabajos de los miembros de la Comisión del Mapa Geológico.

Los ingenieros Donaire y Palacios estudian el sur de Zaragoza y en particular la región de Daroca. Son dignos de notar los estudios sobre el Paleozoico de esta región.

El "Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel", por Daniel de Cortázar (5), es uno de los trabajos más interesantes que ha publicado la Comisión del Mapa Geológico de España. Verneuil había trazado solamente a grandes rasgos la constitución geológica. Cortázar precisa la extensión de los diferentes terrenos e indica claramente las diversas facies y da a conocer la fauna de numerosas localidades fosilíferas. Las excursiones hechas por Cortázar no le permitieron estudiar en detalle los diferentes pisos y distinguir los numerosos tramos jurásicos y cretáceos, pero los horizontes más fosilíferos están precisados con toda claridad. Cortázar se había propuesto "resumir rápidamente la geología y la geografía de la provincia", pero su Memoria es mucho más que un resumen y su mapa, mucho mejor que un boceto.

La serie estratigráfica general que describe Cortázar detalladamente es, a grandes rasgos, la siguiente:

- 1.º Pizarras arcillosas y grauwackas, con *Paradoxides*, *Conococephalites*.

#### Cambriano:

- 2.º Pizarras micáceas con *Paleophicus*, *Scolithus linearis*.

#### Siluriano:

- 1.º Cuarcitas con *Cruziana*, *Vexillum*, *Scolithus dufrenoyi*.
- 2.º Pizarras ferruginosas, algunas calizas y dolomías con fósiles de la segunda fauna de Barrande.
- 3.º Pizarras negras y satinadas con *Graptolites*.

#### Devoniano:

- Facies muy variables; pizarras, grauwackas, calizas con *Spirifer*, *Atrypa*, etc.

Cortázar nota por primera vez el hecho extraño de la altura topográfica notable de los cerros paleozoicos y la atribuye (acertadamente por cierto, pero sin precisar más) a elevaciones y hundimientos de diversos parajes. Para Cambriano y Siluriano conjuntamente da una potencia de 400 metros.

*Triásico:*

- Areniscas rojas (400 m.).
- Calizas (Muschelkalk; 40-50 m.).
- Margas (Keuper; 150 m.).
- Carniolas (Suprakeuper; 100 m.).

*Jurásico:*

- Liásico. Falta el tramo inferior, incluso Sinemuriense.
- Margas del Charmutiense-Toarciense.
- Oolítico. Calizas del Bajociense y Oxfordiense. Es dudoso el Oolítico superior (Malm superior?).

*Cretáceo:*

- Falta el Neocomiense marino.
- Areniscas y margas abigarradas, continental.
- Urgoaptense, marino.
- Cenomanense, marino.
- Danés, lacustre.

Dentro del Cretáceo, subdivide varios tramos:

- Urgonense, Albense, Rotomagense, Carantonense, Campanense, Garumnés.

*Terciario:*

- Maciños.
- Tramo arcilloso-calcífero.
- Calizas fosilíferas.

Del Terciario dice expresamente: "una potente formación de conglomerados alternantes con areniscas y margas y hasta con calizas, cuyas relaciones estratigráficas con las demás rocas terciarias no aparecen bien determinadas", y renuncia a describirlo en tramos, como las series anteriores, dando en su lugar varias descripciones de cortes locales.

Del Plioceno-Cuaternario señala los rellenos diluviales, y las rañas de algunos sitios de la región.

El autor, tras las anteriores excelentes descripciones y hallazgos estratigráficos, renuncia a un ensayo de interpretación tectónica, como el señalado anteriormente, al comentar los trabajos de Verneuil.

En 1893, Calvo (4) publica un estudio sobre los alrededores de Albarracín, dando una excelente descripción petrográfica y una detallada sucesión de cortes donde aparecen claramente las diferentes faunas del Liás, del Jurásico medio y de la base del Jurásico superior. En su trabajo, Leandro Calvo cita todo el Jurásico superior y Cretáceo inferior en la zona, pero sus conclusiones se apoyan insuficientemente en fósiles y los autores posteriores han discutido y rechazado la idea de la existencia de los tramos más altos del Jurásico y los inferiores del Eocretáceo. Sin embargo, nuestros últimos trabajos en la región parecen confirmar las ideas de dicho autor.

Merece la pena citarse el trabajo de Calderón (3), en 1893, aunque no sea propiamente geológico, en que intenta explicar la abundancia de sales y yesos del Terciario por aportación y erosión de los sedimentos del Keuper, muy abundante en la zona, y en efecto, existen aportaciones del Keuper a estos sedimentos, pero limitados y no excesivamente notables.

Como resultado de tres viajes a España, publica Dereims (8), en 1898, un trabajo fundamental, que hasta hoy ha servido de base para el estudio estratigráfico de la zona.

Estudia Dereims una amplia región, que se extiende por el sur de las cadenas Ibérica y Hespérica, con Embid, Daroca, Montalbán, Ojos Negros, Alfambra, Teruel, etc. Se caracteriza la monografía por una serie muy completa y detallada de cortes locales de afloramientos perfectamente consignados. La representación cartográfica adolece del defecto de falta de buenos mapas, pero sus descripciones de los diversos tramos y capas de cada piso son sumamente claros y significativos.

Dereims estudia las series completas desde el Paleozoico al Cuaternario, tratando con especial cuidado al Mesozoico. Señala multitud de nuevos afloramientos y compara las facies del Bajo Aragón con los restantes de España y de Europa, con los que encuentra numerosos puntos de coincidencia.

En la época de este autor francés la tectónica apenas existía como tal especialidad. Dereims no la utiliza ni maneja en cuanto tal, y sólo señala los movimientos regionales cuando influyen en la estratigrafía como hiatos sedimentarios, facies continentales o marinas, es decir, se refiere en su mayor parte a movimientos eustáticos positivos y negativos y undaciones epirogénicas. Los problemas tectónicos fundamentales de la Hoja, los que llevan finalmente a representaciones paleogeográficas, ocupan un lugar sumamente restringido en su extenso trabajo. A con-

tinuación damos un esbozo de la serie sedimentaria que encuentra De-reims y su interpretación paleogeográfica y tectónica.

La serie que reproducimos es sólo la que afecta a nuestra Hoja, o a regiones muy próximas:

*Triásico:*

Buntsandstein (discordante con el Paleozoico).  
Muschelkalk (a veces de poco espesor e incluso inexistente).  
Keuper.

*Jurásico:*

Inferior.	}	Carniolas.
		Caliza dolomítica no fosilífera (100-150 m.).
	}	Caliza areniscosa con algunas margas con braquiópodos y lamelibranquios del Lías medio y quizá Lías inferior.
		Margas y calizas margosas del Charmutiense Superior y Toarciense.
Medio.	}	Bajociense (80 m.) {
		Caliza compacta (15 m.) siliciosa.
		Caliza menos siliciosa y más fosilífera (20 m.).
		Caliza en bancos más gruesos y separados por lechos margosos (16 m.).
	}	Bathonien- se (10 m.) {
		Caliza areniscosa no fosilífera.
		Caliza con perisphinctes y stephanoceras.
Superior.	}	Calloviense- Oxfordiense {
		Caliza oolítica.
		Caliza blanquecina algo margosa.
		Margas (12 m.) con ammonites ferruginosos.
		Rauraciense: Caliza margosa tableada (12 m.).
		Sequanense: Caliza con radiolas de <i>Cidaris</i> .
		Kimmeridgense: Caliza compacta y areniscosa.

*Cretáceo:*

Gault: Arenas y margas con *Ostrea flabellata*.  
Cenomanense: Areniscas y arenas con ostreas.

*Terciario:*

(Discordantes con el jurásico y cretáceo.)	}	Conglomerados, areniscas y margas rojas (100 m.).
Mioceno superior.		Margas.
		Margas yesosas y bituminosas.
		Calizas.

*Plio-Cuaternario:*

Pudingas y tobas calizas.  
Aluviones, etc.

Al principio del Triás, el mar tomó posesión del borde de la meseta, mediante un gran movimiento de transgresión, general en toda la Península. Los depósitos triásicos empiezan por sedimentos detríticos (conglomerados y areniscas). Posteriormente se producen en la región diferenciaciones, debidas probablemente a pequeños domos locales. En algunos puntos se establece un régimen lagunar; en otros, persiste el régimen marino con sedimentación de depósitos calcáreos; finalmente, toda la región fue invadida, al final del Triás, por una facies lagunar, bien caracterizada por la formación de margas irisadas yesosas.

Al régimen lagunar sucede un régimen marino que invade todo el borde de la meseta. En la región, las calizas dolomíticas pasan insensiblemente en el techo a las calizas areniscosas fosilíferas del Sinemuriense superior. El Charmutiense presenta una facies calcáreo-areniscosa, sin ammonites, mientras que el Toarciense tiene mayor uniformidad, calcáreo-margoso y rico en ammonites.

Esta uniformidad persiste durante el Jurásico medio y superior, desde el Bajociense inferior hasta el Sequanense superior, bien representados y con ammonites.

En la Hespérica, el Sequanense es más arenoso, con braquiópodos y equínidos, es decir, de facies más litoral.

Faltan los depósitos terminales del Jurásico y los primeros del Cretáceo. Probablemente durante el Kimmeridgense hubo movimientos que produjeron la emersión del borde de la meseta.

Las primeras capas fosilíferas del Cretáceo pertenecen al Gault.

Hacia el fin del Cretáceo se produce una completa emersión en la cadena Hespérica, hacia el Turonense.

La primera señal de invasión marina en la época terciaria data del Eoceno medio y superior. El mar ocupó una gran parte de las cuencas

terciarias del Ebro, Duero y Tajo. La región muestra claramente la traza de grandes movimientos, que hacia el fin del Eoceno dieron nacimiento a los Pirineos. La comunicación de cuencas del Ebro y Duero con el mar estaba ya interrumpida desde el principio del Oligoceno.

Al principio del Mioceno estaba ya completamente suprimida toda comunicación de las tres grandes cuencas terciarias con el mar, y establecido definitivamente el régimen lagunar-salobre, que poco a poco pasa a régimen laguno-lacustre caracterizado por planorbis y lymnaeas.

Finalmente, el Pleistoceno está representado por tobas calizas y derrubios de poca extensión.

La orografía general de la región queda constituida de manera definitiva al final del Pontiense. La formación de los grandes anticlinales que constituyen las cadenas Ibérica y Hespérica está, con toda verosimilitud, en relación con el hundimiento, más o menos lento, de las depresiones terciarias vecinas. De esta época son las numerosas fallas visibles en todo el sur de Aragón, paralelas a los ejes de las dos cordilleras; la única realmente importante jalona el valle terciario de Idubeda (cuenca Calatayud-Teruel-Ademuz) y está hoy oculta por los sedimentos miocenos que unen la cuenca del Ebro con el reino de Valencia.

En resumen, para Dereims:

- 1.º Faltan desde el Devoniano medio hasta el Permiano inclusive.
- 2.º En el Westfaliense hay un movimiento de elevación epirogénico (lo que hoy se considera como plegamientos hercinianos).
- 3.º Hay un hiato sedimentario, también de carácter epirogénico, entre el Jurásico superior y el Cretáceo inferior, estando el Albense (Gault) sobre Sequanense.
- 4.º Al final del Cretáceo (Turonense en la cadena Hespérica) se produce una emersión.
- 5.º Entre Eoceno medio y superior vuelve a haber una transgresión. La región muestra señal de grandes movimientos orogénicos.
- 6.º Al principio del Oligoceno quedan delimitadas las cuencas internas terciarias de sedimentación. Hay un lento hundimiento y colmatación de dichas cuencas y se producen las fallas paralelas a las cordilleras.
- 7.º El Mioceno cubre muchas de tales fallas y acaba de rellenar las cuencas. Al final del Pontiense queda establecida la orografía general de la región (red hidrográfica semejante a la actual).

Como se ve, el trabajo de síntesis de Dereims, aunque en muchos

puntos es inexacto, resulta formidable para la época de su realización, y su labor estratigráfica apenas ha podido ser mejorada. Más adelante veremos que los tramos jurásico superior y cretáceo inferior, y los terciarios, difieren en algunos puntos de las afirmaciones de Dereims, cuyas críticas a este respecto sobre los autores Vilanova y Calvo no son totalmente afortunadas.

En 1907, Mallada (35), en la "Explicación del Mapa geológico de España", resume y sintetiza las aportaciones anteriores, en un gran trabajo enciclopédico que representa un cierre brillante a esta segunda etapa del estudio de la región que hemos llamado anteriormente (en conjunto) estratigráfica.

En el intervalo que discurre entre los años 1907 y 1922 no hay trabajos geológicos fundamentales sobre la región. Los estudios que se realizan son de tipo minero, como el de Kindelán y Ranz (29), que describen cuidadosamente la minería y cantera de la provincia de Teruel, acompañando cada explotación de unos bosquejos geológicos de la zona afectada, o bien tipo geomorfológico como el de Hernández-Pacheco (F.) (20), sobre la fisiografía del Mioceno aragonés.

De 1922 a 1933, numerosos investigadores reemprenden el estudio de la zona. Españoles, franceses y sobre todo alemanes, discípulos de Stille, viajan por la Ibérica y tratan de completar el conocimiento de aquellos puntos que antes no se habían estudiado suficientemente. Son, por ejemplo, trabajos sobre el Terciario, sobre el Paleozoico o sobre la tectónica regional.

De 1922 data el estudio fundamental de Royo y Gómez (42), acerca del Terciario continental ibérico. Royo distingue para la cuenca de Calatayud-Teruel la siguiente serie estratigráfica, que el autor compara con la de las restantes cuencas ibéricas (comparación que omitimos):

*Suprapontiense:*

Conglomerados.

*Pontiense:*

Calizas con moluscos.

Margas de Concud y Aljezares con moluscos, *Leuciscus*, *Hipparion*, etcétera.

Margas con azufre y *Planorbis matheroni* var. *sulfureus* (Libros).



*Sarmatiense:*

Margas y arcillas con *Rhinoceros* aff. *simorrensis*, *Anchitherium*, etcétera (Mas del Olmo, en el Rincón de Ademuz).

*Tortoniense:*

Arcillas rojas, areniscas y conglomerados.

Según Royo y Gómez, la cuenca de Calatayud-Teruel constituye un escalón entre la del Ebro y las del Duero y Tajo (Meseta). No cita en esta cuenca el Paleógeno plegado, que sin duda le pasó desapercibido por la escasez de afloramientos y difícil acceso, aunque lo señala en otras cuencas españolas.

Así pues, en tectónica indica la subhorizontalidad, salvo accidentes locales, de las capas de la cuenca, pero, dentro de esta subhorizontalidad, encuentra pequeños buzamientos que indican la presencia de movimientos pospontienses, que provocan amplios pliegues (5° de buzamiento) de ejes NW.-SE.

Al hablar, en general, de las cuencas terciarias, señala Royo dos principales movimientos orogénicos, uno premioceno, que plegó conjuntamente Cretáceo y Paleógeno, y otro pospontiense, que trastornó las capas miocenas, particularmente en los bordes de las cuencas. Este movimiento pospontiense es el principal causante también de las distintas elevaciones de las cuencas terciarias españolas.

Si el trabajo de Royo y Gómez es muy interesante desde el punto de vista de tectónica terciaria, lo es todavía más por lo que respecta a la estratigrafía y paleontología terciaria. El autor da unas series muy completas de fósiles característicos de los distintos pisos en toda España. Su trabajo se utiliza hoy como base para la clasificación de fósiles lacustres españoles.

El mismo año 1922 comienza a publicar Joly (23), (24), (25) y (26) los resultados de diversos estudios sobre la Cadena Ibérica.

En el primero de ellos (23) estudia un corte citado ya por Cortázar y Dereims, indicando:

- 1.º Presencia de una especie de horst siluriano.
- 2.º Concordancia entre Paleógeno y Cretáceo, es decir, la edad de los movimientos tectónicos es posterior al Paleógeno (Joly no conocía las publicaciones de Royo).
- 3.º Entre Cretáceo y Terciario no hay traza de plegamiento.

4.º Estos plegamientos pospaleógenos han producido en las capas blandas o plásticas (Keuper, margas toarcienses) fallas inversas que ofrecen aspecto de cabalgamiento.

En el segundo viaje (24) describe varios cortes donde el fenómeno 4.º aparece más complejo y de mayor amplitud, dando lugar a pequeñas imbricaciones y cabalgamientos.

En otro de estos estudios (25) extiende estas consideraciones al borde de la cuenca del Ebro, y estudia las vergencias generales de los plegamientos.

Como resumen de ellos, deduce en otro artículo (27) una serie de interesantes conclusiones tectónicas que por primera vez se plantean con personalidad propia. Las más importantes son las siguientes:

1.º Más que una cadena montañosa, la cordillera Ibérica se compone de una serie de sierras paralelas separadas por plataformas o depresiones. En general las sierras altas están formadas por bandas NO.-SE. más antiguas (muchas paleozoicas), y las depresiones por terrenos más recientes (Triásico, Jurásico, Cretáceo, Terciario). Se pueden distinguir, "grosso modo", las siguientes:

- a) Anticlinal de Ateca, de eje Cambriano-Siluriano, que hacia el Sur se hunde bajo el Secundario.
- b) Depresión del Jiloca, miocena y posmiocena, con bordes complejos de todas las edades.
- c) Anticlinal de Sierra de Vicor.
- d) Depresión de Morés, estrecha y confusa.
- e) Anticlinal de Sierra de Algairón. El Jurásico aplastado por el Siluriano.
- f) Ondulaciones suaves, ya cerca de la cuenca del Ebro.
- g) Una de estas ondulaciones, más importante, deja aflorar entre el Terciario la Sierra de Tabuena, siluriana.

2.º Los pliegues paleozoicos son hercinianos. Deben ser poco acentuados, como largas ondulaciones de estructura simple y tendida. En estos sinclinales el Triás reposa, con o sin discordancia angular, sobre terrenos mucho más antiguos.

3.º Triásico, Jurásico y Cretáceo son concordantes, a pesar de que puedan presentar lagunas de sedimentación.

4.º Durante el plegamiento terciario se han mantenido las ondulaciones hercinianas, pero bajo el impulso se han volcado hacia el norte por falla y cobijadura.

5.º Los plegamientos terciarios se desarrollan en dos principales fases, una al final del Eoceno y otra entre Oligoceno-Mioceno medio.

El trabajo de Joly, aunque disperso y breve, y basado en insuficientes observaciones, es en conjunto acertado y tiene la particularidad, como ya hemos indicado anteriormente, de ser el primer intento de interpretación tectónica global de la región.

Naturalmente, éste y los trabajos que le siguen no hubieran podido realizarse sin las pacientes investigaciones estratigráficas y paleontológicas de todos los autores anteriores.

El año 1926, publica Royo y Gómez (43) una ampliación a su trabajo anterior de 1922 (42), ya comentado. La escala estratigráfica de la cuenca de Calatayud-Teruel la prolonga inferiormente con los siguientes niveles:

*Estampiense:*

Yesos de Utrillas con *Cainotherium commune*.

Calizas de Montalbán con *Hydrobia dubuisoni*, etc.

*Eoceno:*

Margas grises con yesos y sales solubles de Calatayud.

Sobre la tectónica de dicha cuenca, amplía: "El conjunto de la cuenca forma una cubeta alargada de NNO.-SSE., cuyas capas buzan hacia su eje, presentándose plegadas hacia Teruel, en donde el valle se estrecha. En Calatayud, las margas yesíferas paleogenas buzan claramente hacia el eje de la cuenca. En Concud y en Teruel, en el cerro de Santa Bárbara, barranco de Salobral y a todo lo largo de la carretera de Valencia, las capas con *Hipparion gracile* y las inferiores a ellas, forman pliegues unas veces suaves y otras muy fuertes, dirigidos de NO. a SE. En el valle del Turia, hacia el Rincón de Ademuz, los conglomerados rojos están en discordancia completa con las calizas cretácicas y las margas irisadas del Triás. En Libros, las capas miocenas forman una cubeta con pliegues orientados de NE. a SO., es decir, perpendicularmente a los anteriores."

Royo y Gómez, en este trabajo, analiza también el Paleogeno y com-

prueba que su extensión e intensidad de plegamiento es muy amplia, y que está plegado en todos los sitios en que se ven afloramientos. Lo cita ya en la cuenca de Calatayud-Teruel, en Calatayud, Utrillas y Montalbán.

Sugiere la posibilidad de que todo el Terciario plegado (Paleogeno y Oligoceno) estuviera en parte unido cuando se depositó. Al ocurrir el plegamiento, actuaron principalmente como pliegues de cobertera, mientras las calizas mesozoicas subyacentes lo hacían como pliegues de fondo.

Para las edades de los plegamientos, sugiere entre estampiense-tortoniense para el principal impulso, y rodánicas para el segundo, de mucha menos intensidad.

La tectónica de bloques producidos por este último impulso no aparece esbozada en su trabajo, pero ya indica que a ella deben atribuirse las altitudes diferentes del Terciario no plegado.

Dentro del mismo año 1926, publican Fallot y Bataller (10) otro trabajo de síntesis tectónica sobre el Bajo Aragón y el Maestrazgo. Las conclusiones que deducen estos autores pueden resumirse como sigue:

1.º En el Paleogeno plegado de Montalbán y Utrillas citan fósiles estampiensés, de donde se sigue que la edad de la orogénesis terciaria es posoligocena y pretortoniense. Los autores conocían ya los trabajos de Royo y sus hallazgos los confirman.

2.º La dirección de los pliegues es, en la región que nos afecta, ONO.-SSE., producidos por un impulso hacia el ENE.

3.º Las dislocaciones son del tipo de pliegues de cobertera, correspondiendo al Triásico el papel de base de despegue. Los pliegues volcados y cobijaduras no alcanzan intensidad suficiente para poder denominarlos cabalgamientos.

4.º Al impulso principal, de edad alpina, le sigue otro pospontiense y de menor intensidad.

Vemos, en resumen, que resulta una confirmación de las teorías de Royo, con varias aportaciones de novedad en lo que a nuestra región se refiere.

Del mismo año y autores es el "Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y Maestrazgo" (11), del que interesa hacer notar el hallazgo de unas calizas en el barranco del río Manlleó, en Benafigos, y en el río Palomar, cerca de Escucha, que atribuyen con dudas al Neocomiense.

También del año 1926 es la nota de Hernández-Pacheco (F.) (20) sobre la estratigrafía del Mioceno de Nombrevilla, donde el autor da un corte detallado del Terciario de dicha localidad, que, en resumen, coincide (salvo las nuevas especies citadas por el autor) con el dado por Royo en la cuenca de Calatayud-Teruel.

Joly vuelve de nuevo a publicar, en 1926, otra síntesis de sus estudios sobre la Cadena Celtibérica. Los principales puntos que merecen destacarse son los siguientes:

1.º Las margas con ammonites ferruginosas que Dereims (8) refería al Oxfordiense, pertenecen al Lusitaniense.

2.º Existen probablemente en la zona el Sequanense y el Kimmeridgense. La extensión del Jurásico superior en Aragón debe ser mayor de lo que se pensó hasta ahora.

3.º No hay discordancia en el paso del Jurásico al Cretáceo. El tránsito se hace por intermedio de unas zonas margosas areniscosas sin fósiles, por lo que no puede medirse la edad del último piso jurásico.

4.º La base del Cretáceo, en Torrelapaja, ha proporcionado fósiles, en las areniscas y arcillas, que permiten referirla al Hauteriviense.

5.º En la misma localidad de Venta de Torrelapaja (carretera de Calatayud a Soria) determina los siguientes pisos:

Hauteriviense superior, marino.

Hauteriviense inferior, litoral o de estuario.

Portlandés (al menos Portlandés inferior).

Kimmeridgense.

En cuanto a tectónica, Joly da también unas síntesis importantes que, en conjunto, son las anteriormente comentadas del mismo autor. Sin embargo, Joly sigue ignorando la tectónica pospontense que apunta Royo en sus trabajos y que posteriormente encontraría amplia justificación.

Hemos visto cómo apunta y empieza a fijarse la interpretación tectónica de la región. En los años siguientes corresponden a la escuela de Stille los principales trabajos de conjunto sobre el país.

Durante los años 1927 y 1928, Hahne (16) efectúa investigaciones en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona, que le sirven de base para su tesis doctoral, presentada en Göttingen el año 1930.

Comienza el trabajo con una descripción del Cretáceo, desde el Weal-

dense al Danés, y que omitimos comentar aquí por no interesar a nuestra región. Baste decir que, según Hahne, los depósitos de facies wealdense no llegaron a nuestra zona, ni tampoco los urgoaptenses, ni las capas de Utrillas.

Respecto a la estratigrafía terciaria, no aporta más novedad de interés para nosotros que el citar el considerable espesor que alcanza el Paleogeno plegado en la cuenca de Calatayud-Teruel. Su trabajo se basa esencialmente en los estudios de Royo y Hernández-Pacheco, por una parte, y en los de Fallot y Bataller, por otra. Tiene, sin embargo, una aportación de interés, aunque sea de índole más de conjunto que local, y es el haber señalado los cambios laterales de facies que presentan las formaciones terciarias, sobre todo en los bordes de las cuencas extensas o en las cuencas menores interiores. Por ello apunta su desconfianza a extender asignaciones cronológicas a los sedimentos terciarios basadas sólo en simples analogías litológicas.

Para las fases orogénicas señala una principal posludiense-premiocena superior, y otra, de importancia relativa, posmiocena —indica hasta cabalgamientos del Mesozoico sobre el Terciario superior (?)—. Los plegamientos de edad pirenaica (Cretáceo-Oligoceno) le parecen como ligeramente probables y los paleoquímicos como inexistentes en la región. El plegamiento principal, posludiense-premioceno, provoca, según el autor, una tectónica de carácter intermedio entre el tipo germano y el plegamiento del Jura.

En resumen, el primer trabajo de Hahne no aporta más ideas nuevas que las de los cambios laterales de facies del Terciario.

De mayor envergadura es el estudio de Lotze (31) sobre la estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas celtibéricas, realizado durante el año 1928 y publicado el año siguiente. Aunque la mayor parte de la Memoria esté dedicada al Paleozoico, el texto se ocupa también de otros problemas.

Los esquemas estratigráficos y descripción de los tramos paleozoicos difícilmente pueden mejorarse.

Lotze se extiende ampliamente sobre cada uno de los tramos y afloramientos, comprobando, y cuando es preciso corrigiendo, observaciones de autores anteriores.

Lotze no estudia el Mesozoico, y sobre el Terciario tan sólo recalca con extensión la variación lateral de facies que hace imposible las comparaciones entre horizontes de idéntica litología distanciados. El autor representa la secuencia litológica del Terciario superior en distintos

puntos de la cuenca de Calatayud-Teruel (fig. 1). La curva 1 se refiere al borde externo de la cuenca. Las 2 y 3, a zonas cada vez más al interior. La 4 corresponde a las zonas centrales de la cuenca.

Lotze indica que por lo menos se han producido en el Terciario dos de estos ciclos. Las ideas de Lotze sobre las fases orogénicas se encuentran resumidas más adelante. Respecto a las edades de los plegamientos terciarios, admite dos fases distintas entre Cretáceo y Mioceno superior, y una muy débil pospontense.

Lotze estudia detalladamente el tipo de tectónica que constituye cada una de las orogénias, en particular la herciniana y la alpina, y su influencia mutua. Según el autor, la tectónica paleozoica se caracteriza en la zona oriental por pliegues suaves, mientras que en la occi-

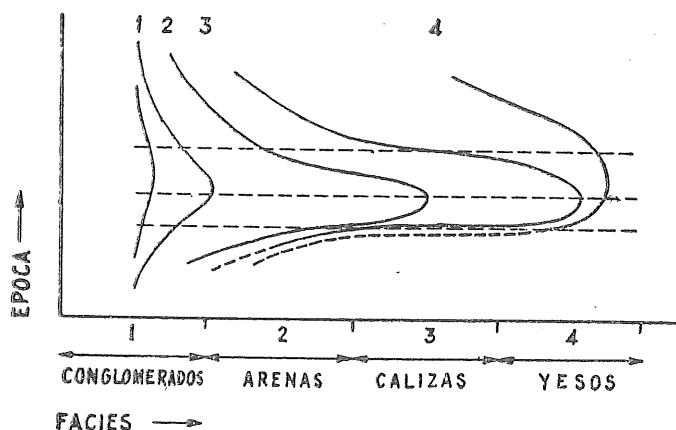


Fig. 1.—Representación gráfica del desarrollo de las facies en el Terciario más reciente de la cuenca de Calatayud, según Lotze.

dental ocurren pliegues-falla y cobijaduras, es decir, una tectónica de imbricación (capas de Bamboia, Badules y Daroca y valle del Jalón). Esta última apreciación de Lotze ha sido discutida posteriormente por varios autores.

La tectónica reciente es, según Lotze, fundamentalmente tabular, producida por rotura de los estratos y movimientos de los bloques, unos con relación a otros. Los plegamientos fuertes parecen estar limitados a ciertas zonas. Lotze no precisa (ni entraba tampoco en el plan de su trabajo) la extensión ni límites de estos bloques, ni tampoco su edad, que parece atribuir a una de las fases entre Cretáceo y Mioceno superior.

Del año 1930 es el trabajo de Schröder (45), que estudia una zona más occidental que la nuestra, y del cual, sin embargo, merecen destacarse aquí el estudio paleontológico del Paleogeno, que llega desde el Eoceno superior al Oligoceno medio, y del Neogeno con sus tramos Tortonense, Sarmatiense y Pontense. Respecto a las edades y distinción de orogénias, señala las fases astúrica principal y saálica más débil para el Paleozoico. En el Mesozoico indica el autor señales de plegamientos kimméricos por hiatos regionales de sedimentación. En el Terciario indica un débil plegamiento larámico o pirenaico, seguido de otro principal sálico o estairico y otro posterior rodánico, que no estudia.

También durante el año 1930 estudia Richter (38) las cadenas Ibéricas, entre el Jalón y la Sierra de la Demanda. De entre las consideraciones de dicho autor, que puedan aplicarse a nuestra zona, hemos extractado las siguientes:

- 1.º La serie estratigráfica de Dereims, que Joly extendió hasta el Kimmeridgense en Torrelapaja, es todavía ampliada hasta comprender todo el Kimmeridgense y Portlandés.
- 2.º El autor encuentra en ciertas zonas hiatos entre Liásico y Malm.
- 3.º La tectónica paleozoica carece de verdaderas imbricaciones. Estas se han producido por la acción de la orogénias terciaria sobre las formas plegadas antiguas.
- 4.º El autor se ocupa por primera vez en serio de las grandes fallas marginales que bordean las cadenas ibéricas, asignándoles un papel tectónico importante, y concluyendo que las zonas axiales de las cadenas ibéricas al noroeste del Jalón son unas "semihorsts" y otras "horsts" anticlinales. Su núcleo paleozoico se ha desplazado a lo largo de una cobijadura marginal de rumbo NO. contra su "sinclinal adyacente", cuya rama o flanco NE. yace normalmente sobre el "semihorst" contiguo.
- 5.º Señala ya típicas fosas tectónicas o dovelas hundidas, como la de Morés.
- 6.º Estas fallas se originaron en época preoligocena, pero se intensificaron y alcanzaron su importancia actual en época premiocena y posoligocena.

Durante estas mismas fechas, vuelve Hahne (17) a proseguir sus estudios en la Cadena Celtibérica, al E. de la línea Cuenca-Teruel-Alfambra. Indica abundantes cortes de los sistemas de pliegues de

rumbo NO. y de rumbo NE., estudiando sus interferencias. El autor confunde a veces el Wealdense con las capas de Utrillas, y otras veces da como probable Oligoceno al Mioceno superior. La aportación más interesante de su trabajo es un intento de delimitación del Wealdense, del Urgoaptense y del Albense de Utrillas, que (salvo detalles) se acepta hasta la fecha como acertado.

Como colofón a los anteriores viajes de los discípulos de Stille, publican en 1923 Richter y Teichmüller (39) un trabajo de gran interés, en el que se recopilan las observaciones estratigráficas y tectónicas anteriores, propias y ajenas. Es una gran obra de conjunto, que no ha sido superada, aunque localmente se le hayan hecho correcciones.

Richter y Teichmüller aceptan la descripción estratigráfica y paleogeográfica del Paleozoico estudiado por Lotze (31), y se centran en el Mesozoico y Terciario. Su estudio está enfocado para una visión global de la historia geológica de las Cadenas Ibéricas y consta de tres partes bien distintas:

La primera, estratigráfica, nos aporta las modernas nociones de sedimentología aplicada. Para el estudio de las cuencas de sedimentación se recurre a las clasificaciones litológicas y faunísticas de diversas profundidades.

Con ello y los numerosos datos locales existentes se da un esbozo de límites y profundidades de las cuencas sedimentarias de cada época.

La segunda parte, tectónica, aporta menos novedades.

La tercera, paleogeográfica, es el compendio de las anteriores, y más adelante se copia, con ligeras modificaciones y adiciones.

La alta calidad de este trabajo merecería comentario más extenso, pero centrándonos en nuestra zona, hemos extractado solamente algunas de las conclusiones de los autores:

1.º El Lías es, en conjunto, transgresivo. La ausencia de faunas del Lías inferior pasa a faunas litorales (moluscos y braquiópodos) en el Lías medio y finalmente a faunas más profundas (cefalópodos) del Lías superior.

2.º El Liásico, en conjunto, alcanza enormes potencias en la región (300 m. y más).

3.º El Dogger es de potencia reducida (30 m. máximo).

4.º Al final del Dogger hay una regresión (faunas menos profundas).

5.º El Malm inferior es también poco profundo. En general, la cuenca baja mesozoica (jurásica) es de tipo inferior a lo que sería una

cuenca geosinclinal. Los depósitos son mucho menos potentes y se acusen fuertemente pequeñas variaciones eustáticas.

6.º Durante el Malm inferior hay una nueva transgresión, que llega a su cúspide con las faunas del Argoviense-Rauraciense. Aunque de espesor pequeño (60 m. probables en conjunto, o menos), se encuentra bien representado en todo el ámbito celtibero.

7.º Allí donde la facies wealdense no se ha depositado, no hay indicios en general en toda Celtiberia de cuáles sean las últimas capas depositadas. (Al E. de las Cadenas Hespéricas, el Wealdense yace sobre el Malm inferior; en el N. de Celtiberia, el Wealdense empieza a partir del Portlandés.)

8.º Donde existe el Wealdense, se comprueba la sedimentación posterior del Urgoaptense y Albense. Los límites que dan para estas formaciones coinciden sensiblemente con los de Hahne.

9.º Los plegamientos terciarios principales son de fase *sávica*, separando Paleogeno plegado y Neogeno.

10. Señalan por primera vez, concretando con un corte (fig. 2), un abombamiento general plioceno, que lleva las cuencas terciarias a sus niveles actuales topográficos.

11. Coinciden con Richter (38) en apreciar la influencia de las orogénesis terciarias en el plegamiento paleozoico, a diferencia de Lotze, como ya antes indicábamos.

Tras este trabajo esencialmente paleogeográfico, acaba sustancialmente la actividad de la escuela de Stille en la Cadena Celtibérica.

Posteriormente hay unas notas del propio Stille (46) concretando el problema de las vergencias en las diversas orogénesis y trazando las divisorias.

Del año 1943 son los trabajos de Hernández-Pacheco (19) y Villalta y Crusafont (55), los cuales estudian el Paleogeno y Neogeno. Aunque las zonas de su estudio no coinciden con la nuestra, puede deducirse comparativamente una similitud paleogeográfica entre las cuencas es-

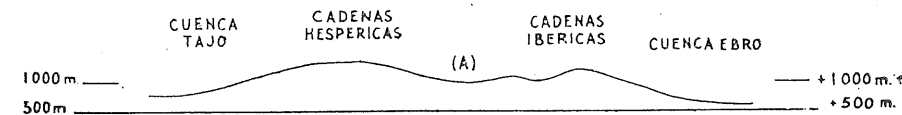


Fig. 2.—Arqueamiento regional plioceno, según Richter y Teichmüller.  
(A) Cuencas del Duero y Calatayud-Teruel.

tudiadas y la de la Hoja de Alfambra (cuenca de Calatayud-Teruel). Dentro de las variaciones del Terciario puede comprobarse una cierta unidad histórico-geológica.

En 1951 publican Ríos y Almela (1) una memoria sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro. Los puntos que nos interesan más de su trabajo son los siguientes:

1.º Los niveles inferiores del Cretáceo descansan sobre capas diferentes del Jurásico inferior, medio o superior, lo que induce a suponer la existencia de un plegamiento poco intenso entre el Jurásico y el Cretáceo, con posterior erosión de algunos niveles del primero.

2.º La asignación de Wealdense que hacen Hahne y Richter y Teichmüller es en muchos casos errónea y debe atribuirse al Albense, como ya Fallot y Bataller (12) habían señalado. (Zonas de Morella, Maestrazgo, Cincorres, Villarroya, Benasal; capas de Mirambel-Morella y Miravete, de Hahne.)

3.º En la zona de Portalrubio y Rillo existe realmente una facies wealdense.

4.º Conservan, sin embargo, los límites de Hahne para la extensión del Wealdense.

El año 1952 publican Solé Sabarís y Riba (47) un interesante estudio de la sierra de Albarracín y zonas limítrofes de la Cordillera Ibérica. Se centran los autores sobre el relieve actual y su evolución morfológica, lo que equivale a hablar de la evolución tectónica moderna de la zona, que ha creado el paisaje de hoy día.

Solé y Riba señalan una alineación estructural de cuatro macizos hercinianos de contornos ovalados (sierras del Tremedal, Carbonera, del Nevero y del Collado de la Plata), correspondiente a un pliegue de fondo de la Cordillera Ibérica. Encima del zócalo, y discordante, descansa la cubierta mesozoica. El contacto entre ambas unidades tectónicas (Paleozoico y Mesozoico) es brusco y viene delimitado por fallas antiguas que han continuado actuando en tiempos relativamente recientes, produciendo "horsts" típicos.

En la figura 3, reproducida de dicho trabajo, pueden apreciarse claramente las opiniones tectónicas y geomorfológicas de los autores. Las fallas del NE. de las estructuras ofrecen, en general, salto mayor que las situadas al SO.

El Mioceno se deposita sobre un relieve abrupto (en Noguera) y lo

fosiliza, o bien, más al sur (depresión de Teruel), se deposita sobre una superficie de erosión arrasada mesozoica. Al final del Ponticense, queda todo el paisaje convertido en una penillanura (salvo algunas montañas islas). Después del Ponticense empieza un abombamiento general, con rejuvenecimiento del paisaje y formación de depósitos conglomeráticos groseros suprapontenses. Por la independencia de estos depósitos con la red fluvial actual deducen los autores que deben atribuirse al Plioceno, así como que también durante el Plioceno prosiguieron los

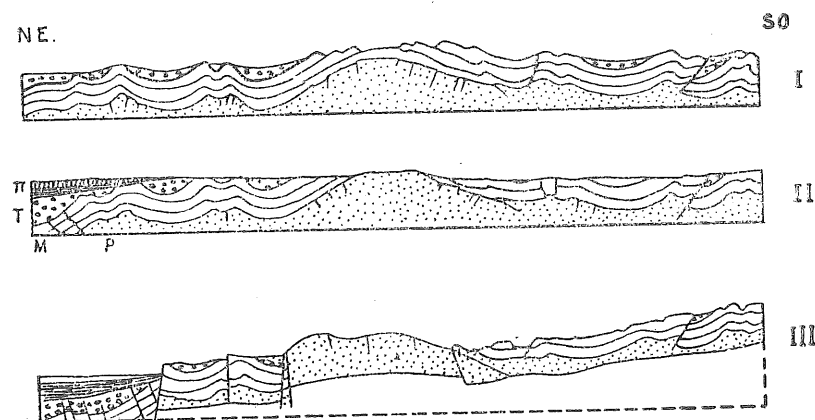


Fig. 3.—Evolución del relieve de la sierra de Albarracín, según Solé y Riba.

I. Relieve estructural formado a consecuencia del paroxismo alpino. En las depresiones se sedimenta el Paleógeno. Se inicia la depresión de Teruel.

II. Penillanura ponticense.

III. Deformación postponticense y rejuvenecimiento del relieve. Las fallas han producido elevación y hundimiento de los bloques.

movimientos de abombamiento, formación de "horsts" y hundimientos que actualmente conforman la red hidrográfica.

El año 1954, Crusafont, Villalta y Julivert (6) publican una nota para la estratigrafía y paleontología de la cuenca de Calatayud. En ella estudian las variaciones laterales de facies según los distintos puntos de la cuenca. El yacimiento ponticense de Nombrevilla se encuentra situado debajo de un paquete de margas y calizas blancas y sobre unas margas rojas. Dicho yacimiento es descrito cuidadosamente por los autores.

El mismo año 1954, Julivert (28) publica un estudio sobre la tectónica de la depresión de Calatayud. Según el autor:

1.º La depresión de Calatayud tiene carácter tectónico. Se hundió en el eje de un gran anticlinal de fondo paleozoico, tal vez complejo en detalle, roto por multitud de fallas inversas.

2.º El gran anticlinal de fondo es herciniano. Las fallas inversas son paleogenas.

3.º Tras el plegamiento se produce arrasamiento erosivo (Paleogeno-Mioceno inferior).

4.º En fase de distensión posterior (intramiocena) se produce al NE. de la cuenca, rica en fracturas, fallas de distensión en sentido contrario de las ya existentes, que tenían el carácter de fallas inversas. Al SE. las fracturas son escasas y el hundimiento es también menor. Con esto se inicia un basculamiento del bloque que constituye la depresión, hacia el NE. En la depresión comienza una sedimentación continental y lacustre.

5.º Los primeros depósitos miocenos muestran ya la individualidad de la cuenca respecto a las vecinas del Ebro y Duero.

6.º Durante el Mioceno hay una nueva fase de compresión de menor intensidad que la anterior. A ella sigue una distensión, igualmente atenuada. Las fallas que se producen levantan ligeramente la depresión de Calatayud respecto a la Cordillera.

7.º Después del Mioceno hay nueva fase de compresión que deforma la penillanura pontiense.

## 2. RASGOS GEOLOGICOS

Es interesante y variada la geología de la zona comprendida en el interior de la Hoja de Alfambra.

A modo de introducción, vamos a citar aquí las principales series estratigráficas que afloran en el país, así como los más importantes accidentes tectónicos.

Estas cuestiones serán tratadas con mayor extensión y detalle en los capítulos correspondientes expresamente dedicados a ellas.

### A) ESTRATIGRAFÍA

Hemos podido distinguir en la Hoja de Alfambra los siguientes niveles estratigráficos:

#### Triásico:

- Buntsandstein: Areniscas rojas y arcillas.
- Muschelkalk: Calizas tableadas oscuras con nivelitos margosos.
- Keuper: Arcillas y margas abigarradas, rojizas y verdosas. Bancos intercalados de yesos.
- Suprakeuper: Carniolas.

#### Jurásico:

- Retiense superior-Sinemuriense inferior: Dolomías y calizas dolomíticas en bancos potentes.
- Sinemuriense superior-Toarciense: Calizas tableadas y margas fosilíferas.
- Dogger: Calizas oscuras con nódulos y bandas de sílex en la base. Calizas tableadas arenosas. Se han determinado con fósiles los tramos Aalenense, Bajociense y Bathoniense.
- Malm: Calizas arenosas tableadas, en ocasiones micáceas. Se ha determinado con fósiles la presencia de Calloviense, Oxfordiense, Sequanense, Kimmeridgense y Titónico.

#### Eocretáceo:

- Neocomiense: Marino. Calizas tableadas margosas.
- Barremiense: Aptense. Calizas en bancos gruesos, gris oscuro en superficie. En el techo y muro las calizas son más arenosas, y en la parte central, niveles de caliza oolítica.
- Albense: Margas, areniscas y arcillas abigarradas.

#### Terciario:

Paleogeno: En él hemos distinguido, de abajo a arriba:

- a) Conglomerados basales.
- b) Nivel arcillo-arenoso.
- c) Tramo calizo-margoso blanco.
- d) Serie alternante de margas rojas y verdes con calizas margosas blancas.

Neogeno: En él hemos distinguido:

Tortonense inferior: Conglomerados.

Tortonense sup.—Sarmatiense: Conglomerados y arcillas rojas.

Pontiense: Calizas rojas lacustres con gasterópodos.

Plioceno-Cuaternario:

Conglomerados, arenas y arcillas.

Tobas calizas.

Formaciones aluviales en cauces y ramblas.

Volvemos a insistir en que todas estas formaciones serán descritas más adelante con mayor detenimiento.

Justificaremos entonces su clasificación en la escala estratigráfica y describiremos los afloramientos más importantes.

#### B) TECTÓNICA.

1. La existencia de movimientos kimméricos o aústricos ha sido probada por otros autores más al este y al oeste de nuestra Hoja. Sin embargo, los efectos de dichos movimientos son muy locales, y en otros puntos no se dejan sentir. Tal es el caso de nuestra zona, en la que no hemos hallado discordancia o hiatos sedimentarios que los manifiesten.

2. Existen dentro de la Hoja una prolongada orogénesis terciaria. Tras un primer impulso, probablemente poscretáceo y ante o infraoligocénico, se sucede una fuerte erosión. El impulso principal es posaquitanense y premioceno superior, pudiendo corresponder a las fases sálica o estárica, aunque probablemente se trate de numerosos y continuados impulsos durante todo el Mioceno inferior.

3. Tras estos principales movimientos se crea por descompresión numerosas fallas, que siguen actuando de forma prácticamente ininterrumpida hasta nuestros días. La zona se quebranta en dos bloques y adquiere la morfología típica actual.

4. En el intermedio entre los impulsos orogénicos y hasta el Cuaternario se suceden, en los periodos tranquilos, varias superficies de ero-

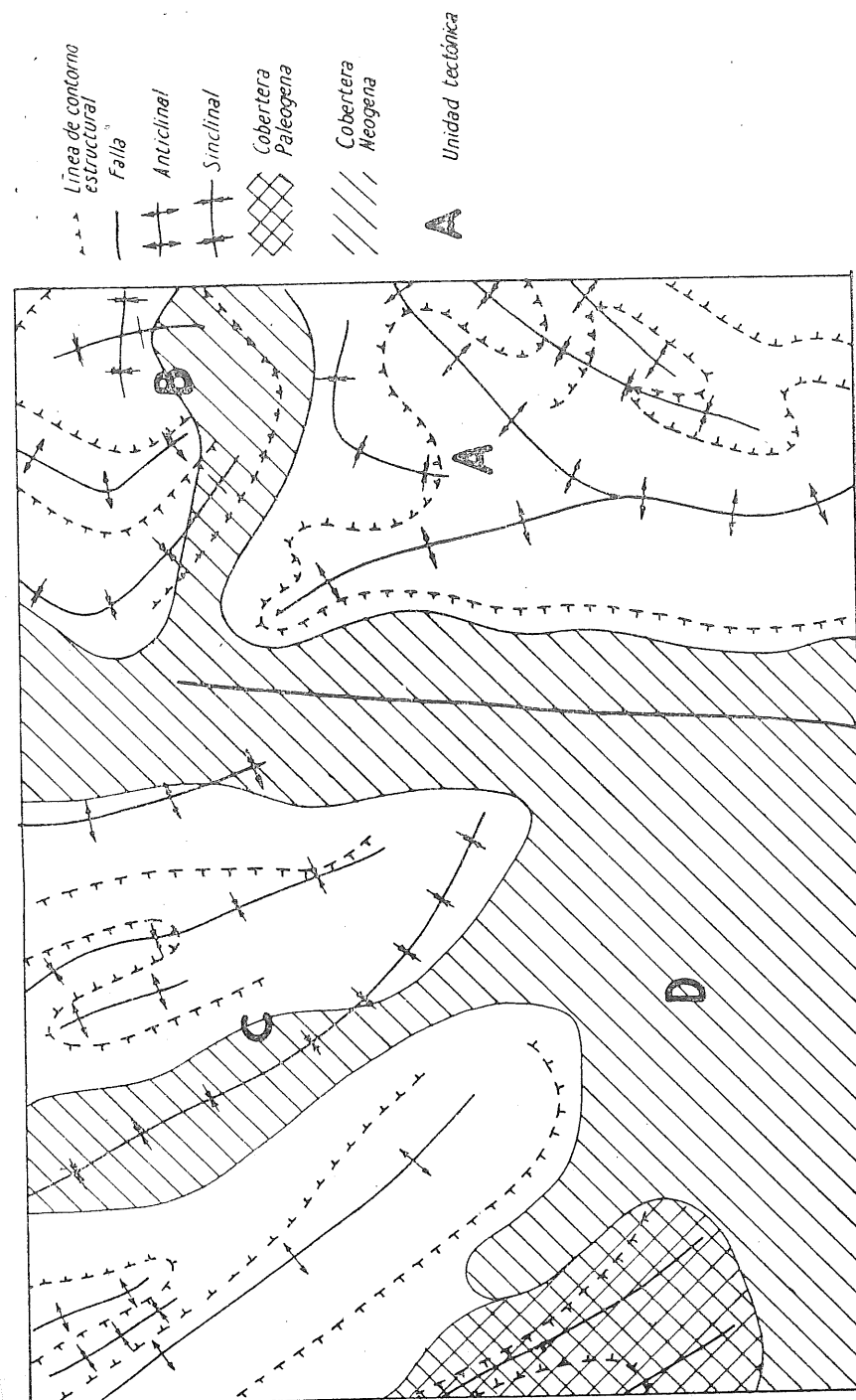


Fig. 4.—Esquema estructural.



sión. Pueden señalarse principalmente una primera poscretácea, otra infraoligocena, otra pospontiense y, finalmente, la actual.

5. Los débiles movimientos pospontienses no afectan a la zona más que como un rejuvenecimiento de la tectónica de bloques mencionada en 3.

Los principales accidentes tectónicos de la Hoja se citan a continuación. La historia orogénica y epirogénica se describe con más detalle en el capítulo correspondiente, donde igualmente se estudian cada una de las siguientes unidades tectónicas (fig. 4).

Anticlinorio de la Sierra del Pobo.

Cubeta de Galve.

Llanura ondulada del NO.

Meseta del S. y SO.

Eje del río Alfambra.

## II

### RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

#### SITUACION

La Hoja de Alfambra corresponde a la número 542 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Está limitada por los meridianos 2°30' y 2°50' de long. E. respecto al meridiano de Madrid y los paralelos 40°30' y 40°40' de latitud N.

Toda la superficie de la Hoja pertenece a la provincia de Teruel y está situada al norte de la capital.

#### OROGRAFIA

El relieve de esta Hoja es bastante movido. El centro de la misma está ocupado por un valle que forma parte de la depresión Calatayud-Teruel. La altitud media de este valle, que cruza la Hoja de sur a norte, es ligeramente inferior a los 1.000 m. Por él transcurre el río Alfambra, afluente del Turia.

El borde occidental de la Hoja está ocupado por las estribaciones de la Sierra Palomera, mientras que el oriental lo ocupa la sierra del Pobo, que va ganando altura desde el norte, con 1.360 m. en el vértice Carra Cedrillas, hasta llegar a los 1.758 m. en el vértice Hoyalta, situa-

do en la parte sur-oriental de la Hoja, que constituye la mayor elevación de la misma.

El flanco occidental de esta sierra del Pobo se inicia con suave declive, elevándose luego bruscamente hacia la cima y descendiendo más adelante con suaves ondulaciones hacia el este, en la parte que queda comprendida en la Hoja. Hacia el norte también presenta grandes pendientes en las gargantas que dan paso al río Alfambra.

Los restantes vértices geodésicos de la zona son:

Lustal (1.310 m.), Corral Blanco (1.227 m.), Suertes Altas (1.287 m.), Villar (1.354 m.), Cañada Baja (1.092 m.), Caracol (1.116 m.), Miralbueno (1.229 m.), San Cristóbal (1.139 m.), Loma del Monte (1.287 m.), Aljezares (1.166 m.), Jadreales (1.611 m.), Batiosa (1.502 m.), Carra Alcamín (1.330 m.), Volage de Alcamín (1.266 m.) y El Pobo (1.407 m.).

#### HIDROGRAFIA

Todo el sistema hidrográfico de la zona pertenece a la cuenca del Turia, a donde vierten las aguas por el río Alfambra en su mayor parte, salvo las de una pequeña zona del oeste, que lo hacen al Ebro, por intermedio del Jiloca.

Es, por tanto, el Alfambra, el único río de importancia situado dentro de la Hoja, penetrando en esta zona por el NE., para salir por el sur, casi en el centro. Su paso es aprovechado para regar numerosas huertas, situadas en el valle, pertenecientes a los términos de Galve, Villalba Alta, Orrios, Escorihuela y Alfambra.

El resto del sistema está constituido por innumerables barrancos, arroyos y fuentes, muchas de las cuales corren todo el año, siendo también aprovechadas sus aguas en diferentes regadíos locales.

#### CLIMATOLOGIA

El clima de la zona, como el de toda la región, es de tipo continental, con bajas temperaturas en invierno, y veranos cortos, pero bastante calurosos y secos.

La primavera y el otoño suelen ser épocas lluviosas, especialmente si sopla el viento sur.

En el verano son frecuentes las tormentas.

Las nieves no son abundantes, aunque sí suelen durar todo el invierno en las alturas de la sierra del Pobo, donde también son frecuentes en esta época las heladas, fuertes y pertinaces, y las nieblas y escarchas.

Del "Resumen de observaciones meteorológicas correspondientes al año 1949" del Servicio Meteorológico Nacional del Ministerio del Aire, extractamos las correspondientes a la estación de Alfambra y las de Teruel que, por su proximidad con la zona, pueden aplicarse a la misma.

#### ALFAMBRA:

	Días de lluvia	Días de nieve	Lluvia total en mm.	Lluvia máxi- ma en 1 día	Fecha
Enero .....	1	0	11,2	11,2	4
Febrero .....	2	0	7,3	5,2	17
Marzo .....	1	1	27,4	16,2	30
Abril .....	1	0	9,2	9,2	24
Mayo .....	7	0	104,9	24,3	29 y 31
Junio .....	4	0	45,0	16,3	8
Julio .....	2	0	32,5	24,3	24
Agosto .....	2	0	30,3	18,0	28
Septiembre ....	7	0	160,2	64,5	9
Octubre .....	1	0	16,3	16,3	4
Noviembre .....	3	0	43,8	21,4	22
Diciembre .....	—	—	—	—	—
<b>Año .....</b>	<b>31</b>	<b>1</b>	<b>488,1</b>	<b>226,9</b>	<b>—</b>

TERUEL (Vivero)	TERMOMETRO Temperatura a la sombra						PLUVIOMETRO					
	Media mensual	Media de la máxima	Máxima absoluta	Fecha	Media de la mínima	Mínima absoluta	Fecha	Días de lluvia	Días de nieve	Lluvia total en mm.	Lluvia máxima en un día	Fecha
	Enero .....	4,0	10,1	18,0	20	-2,0	-8,8	31	2	0	5,7	4,2
Febrero .....	—	—	—	—	—	—	—	4	0	19,0	8,7	17
Marzo .....	7,5	13,7	21,0	17	-1,3	-6,5	1	0	1	4,5	4,5	13
Abril .....	11,1	17,8	25,0	6	4,4	1,0	Var.	5	0	16,7	5,2	22
Mayo .....	13,2	20,8	29,4	28	5,6	0,5	1	10	0	68,1	17,4	15
Junio .....	18,3	27,0	33,2	5/30	9,5	4,0	1	9	0	42,7	12,7	10
Julio .....	—	—	—	—	—	—	—	3	0	8,9	6,2	23
Agosto .....	22,6	31,6	36,0	1/17	13,6	8,0	30	3	0	22,5	13,0	29
Septiembre ..	18,5	25,3	30,9	6	11,7	6,8	25	8	0	63,7	18,5	12
Octubre .....	12,8	20,6	24,9	12	5,0	-4,5	30	2	0	8,7	5,7	4
Noviembre ..	7,2	13,4	22,0	11	1,0	-7,5	4	5	0	13,3	5,1	19
Diciembre...	4,8	9,8	15,0	17	-0,2	-7,5	13	6	1	22,2	6,0	31
Año	—	—	—	—	—	—	—	57	2	296,0	18,5	12/9

## AGRONOMIA

Resulta, en general, pobre el suelo de la zona. Hay regadíos y cultivos de remolacha azucarera y hortalizas en el valle del Alfambra y en pequeñas zonas aisladas donde existen fuentes.

La mitad occidental de la Hoja es esencialmente cerealista, alternando los cultivos de secano con zonas de chaparro y monte bajo, aprovechadas éstas por la ganadería, casi exclusivamente compuesta por las especies de ganado lanar y cabrío.

Las cumbres redondeadas de la sierra del Pobo, en las que predominan las calizas, carecen casi de aprovechamiento por la pobreza de su suelo y la extremada dureza del clima. Los valles y hondonadas allí existentes son aprovechados por cultivos de cereales, aunque de escaso rendimiento.

Los terrenos del Triás de la parte SE. de la zona son utilizados para explotaciones forestales, de pinos especialmente, siendo muy de destacar la intensa labor de repoblación forestal que allí se está llevando a cabo.

Otra riqueza forestal son las zonas de chopos, bastante numerosas, que alternan con los cultivos en el valle del Alfambra.

Existen, finalmente, pequeñas zonas, en la parte sur, dedicadas al cultivo del azafrán.

## GEOGRAFIA HUMANA

Como consecuencia de lo que antecede, la población es escasa e irregularmente repartida.

En el valle del Alfambra están situados los siguientes municipios:

Alfambra ... ..	1.224 habitantes.
Perales del Alfambra ... ..	462 "
Villalba Alta ... ..	276 "
Orrios ... ..	432 "
Escorihuela. ... ..	530 "
Galve. ... ..	359 "

En el extremo SE. se encuentra El Pobo, con 402 habitantes, y en el NO., Camañas, con 1.390.

Los datos que anteceden están tomados del censo de municipios de España correspondiente al año 1940.

La industria, en la Hoja, es inexistente. La remolacha azucarera, que aquí se produce, es enviada para su elaboración a la Azucarera del Jiloca, situada en el vecino pueblo de Santa Eulalia. La principal ocupación de sus habitantes es, por consiguiente, la agricultura y el pastoreo.

## COMUNICACIONES

Esta zona es muy pobre en comunicaciones. Está cruzada de sur a norte por la carretera nacional de Córdoba a Tarragona, en su tramo Teruel-Cortes.

Esta carretera se cruza en Perales de Alfambra con la de Monreal del Campo a Aliaga.

De Alfambra parte un camino vecinal que, pasando por Escorihuela, se reúne en las proximidades de El Pobo con otro que procede de Teruel.

Por el oeste penetra una antigua pista militar, actualmente en mal estado, que termina en Alfambra.

Hay multitud de caminos locales, la mayor parte de pésimo trazado y peor pavimento, lo que inutiliza muchos de ellos para la circulación rodada.

Se halla casi terminada la infraestructura del ferrocarril Teruel-Alcañiz, que atraviesa la Hoja de S. a N.; pero todas las instalaciones, incluidos los edificios de las estaciones y muelles, se encuentran en un estado de lamentable abandono, por haberse suspendido hace bastantes años la construcción del mencionado ferrocarril.

Los únicos alojamientos existentes en los pueblos comprendidos en la Hoja son las modestas fondas y paradores, comunes a los lugares de esta índole.

### III

## ESTRATIGRAFÍA

### GENERALIDADES

Es muy interesante la estratigrafía de la Hoja núm. 542, Alfambra, especialmente por lo que se refiere al tránsito del Jurásico al Cretáceo y a los terrenos terciarios.

No afloran en su superficie sedimentos paleozoicos, y el terreno más antiguo lo constituye el Buntsandstein.

El Triás está representado por sus tres tramos característicos.

Se encuentran sedimentos que abarcan todo el Jurásico, desde el Retiense hasta el Titónico.

Esta sedimentación marina no se interrumpe en el ámbito de la Hoja de Alfambra al comienzo de los tiempos cretáceos, y prueba de ello es la presencia del Neocomiense y Aptense marinos.

El Albense se nos presenta con su típica facies de Utrillas.

Los sedimentos pertenecientes al Cretáceo superior han sido totalmente erosionados en la Hoja, pero existen en zonas muy próximas a la misma.

El Terciario, en la Hoja de Alfambra, lo dividimos siguiendo el mismo criterio que empleamos para la de Santa Eulalia, en los grupos: Paleogeno, o Terciario plegado, y Neogeno, sensiblemente horizontal. Su separación, no siempre visible, se hace por intermedio de una fase detrítica.

Los últimos tramos del Mioceno están muy bien representados, y

por su proximidad hemos podido relacionarlos muy bien con los yacimientos de Teruel y Concué.

El Plioceno-Cuartario tiene una gran potencia en el valle del Alfambra, como ha puesto de manifiesto la erosión actual del río.

Vamos a describir seguidamente cada uno de los tramos, haciendo una relación de sus principales afloramientos y de los fósiles recogidos en los mismos.

### TRIASICO

El Trias está representado, como hemos dicho, por sus tres tramos: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

#### BUNTSANDSTEIN

Constituye el terreno más antiguo que aflora en la Hoja de Alfambra.

Su base, formada por conglomerados cuarzosos, de cemento arenoso rojo oscuro, no es visible. Esta base, en la Hoja contigua de Santa Eulalia, se apoya discordante sobre el Siluriano de Sierra Menera. Aquí, lo más bajo que vemos es el tramo de arenisca típica, generalmente de color rojo vinoso, micácea, constituida por granos muy pequeños de cuarzo, unidos por un cemento silíceo-arenoso, teñido por óxidos de hierro.

En la base, el cemento es predominantemente silíceo y las areniscas tienen gran dureza. Se presentan en bancos gruesos, en los cuales la estratificación apenas se marca.

Hacia la parte superior, el cemento es más arcilloso, la estratificación está muy cruzada, y en su superficie la roca está suelta por meteorización, constituyendo suelos arenosos, en los cuales se está llevando a cabo una intensa repoblación forestal.

La potencia visible es de unos 70 metros; pero, repetimos, no hemos visto en la Hoja la base de la formación. No obstante, esta potencia se apreció en Sierra Menera, en unos 100 metros.

La extensión superficial de los afloramientos del Bunt en la Hoja es muy reducida.

Solamente aparece en forma de ojal en el eje de un agudo anticlinal situado en la vertiente occidental de la Sierra del Pobo.

Un poco más al S., la carretera de Escorihuela a El Pobo corta nuevamente las areniscas del Bunt, en una mancha en que uno de sus bordes está limitado por una falla. Esta mancha se extiende bastante hacia el sur.

#### MUSCHELKALK

El tramo intermedio del Trias está formado en la Hoja por los siguientes niveles, de abajo a arriba:

- a) Calizas margosas apizarradas, de colores verdosos, amarillentos y rojizos, en tránsito hacia el Bunt.
- b) Calizas finamente tableadas, amarillentas en superficie, grises en fractura.
- c) Calizas oscuras, tableadas.

El nivel a) pudiera asimilarse a un tramo superior del Buntsandstein, al Rot, que en la zona al N. de Sagunto (Valencia) hemos visto con una potencia de hasta 30 metros, y que también cita Richter (38) entre el río Jalón y la Sierra de la Demanda. Nosotros, por su facies más caliza que en los lugares antes citados, y por su pequeña potencia, lo hemos incluido en el Muschelkalk.

La potencia del Muschelkalk en la Hoja es de unos 25 metros como máximo, y la mayor parte corresponde al tramo c).

Dereims (8) ya hace notar esta pequeña potencia del Muschelkalk en comparación con zonas próximas situadas al NO., y aun su desaparición en algunos lugares, donde el Keuper y Buntsandstein se confunden.

Encontramos el Muschelkalk, rodeando las areniscas del Bunt, en el ojal antes citado de la falda occidental de la Sierra de El Pobo y en la mancha triásica que corta la carretera de Escorihuela a El Pobo.

## KEUPER

El tramo superior de la serie triásica está representado, en la Hoja de Alfambra, por su facies característica de margas abigarradas, con predominio de los colores rojos y verdosos, que alternan con tramos potentes de yesos rojos y blancos en masa.

Casi siempre lo hemos visto en contacto discordante con las carniolas y calizas dolomíticas del Suprakeuper y Rético. Ello es debido a la mayor plasticidad del Keuper, que se ha rizado y plegado violentamente, mientras que la serie superior caliza, más rígida, no ha podido plegarse así y las capas calizas yacen rotas y caídas encima de las margas, conservando la misma dirección pero discordantes en buzamiento.

Se encuentran en la Hoja de Alfambra tres manchas de Keuper. Las tres están situadas en la falda occidental de la Sierra de El Pobo, formando parte, en general, del núcleo de un anticlinal cuyo eje ondula.

La más septentrional de las tres manchas se encuentra al NO. de Orrios. Es una mancha alargada, totalmente rodeada de carniolas del Suprakeuper, formada por arcillas rojas y grises. Ocupa el núcleo de un anticlinal y no deja ver las calizas del Muschelkalk.

Al SO. de Escorihuela, la otra mancha sí que deja ver en su centro las calizas negras azoicas del Muschelkalk e incluso las areniscas del Bunt, en forma de ojal. Siguiendo hacia el sur, encontramos una zona fracturada en la que las areniscas del Bunt se ponen en contacto con las carniolas del Suprakeuper. Esta mancha, situada ya en el borde meridional de la Hoja, se extiende ampliamente hacia el sur, y en su borde occidental las arcillas y margas del Keuper yacen sobre las calizas del Muschelkalk.

En todas las manchas citadas hay abundantes y hermosos ejemplares de jacintos de Compostela.

Debido a la menor extensión de los afloramientos que en la hoja de Santa Eulalia, no tienen aquí importancia las explotaciones de los yesos del Keuper, ni aun localmente.

## SUPRAKEUPER

Sobre los niveles margosos del Keuper se encuentra una potente serie de carniolas y dolomías, sin estratificación aparente, y que por las razones antes aducidas parecen estar discordantes con las margas infrayacentes.

Sus límites no están muy claros, pues el inferior comienza con una serie alternante de niveles de margas grisamarillentas y carniolas en bancos delgados que se hacen más potentes conforme ascendemos en la serie y que insensiblemente pasan a dolomías y calizas dolomíticas, por lo que posiblemente esté comprendido en este paquete parte correspondiente al Rético inferior.

No obstante, la separación que hemos efectuado es muy clara en el campo, debido a su característica superficie de erosión, de aspecto cavernoso y oscuro, por la diferente solubilidad de los carbonatos cálcico y magnésico.

También las carniolas del Suprakeuper sólo afloran en la Hoja de Santa Eulalia, en la falda occidental de la Sierra de El Pobo, en las mismas manchas que ya hemos reseñado al hablar de los terrenos triásicos.

## JURASICO

Los terrenos jurásicos están ampliamente representados en la Hoja de Alfambra, desde el Rético al Titónico.

Su abundancia de fósiles en algunos tramos nos ha permitido una distinción de niveles bien determinados paleontológicamente, si bien otras veces hemos seguido un criterio litológico, si era suficientemente claro.

## RETIENSE SUPERIOR - HETTANGIENSE - SINEMURIENSE INFERIOR

Incluimos en esta denominación un gran paquete de calizas dolomíticas y calizas oscuras, bien estratificadas, en bancos de 0,50 a un metro

de potencia, a los cuales se pasa de una manera insensible desde el tramo anterior.

El límite con el Suprakeuper lo hemos marcado en la representación efectuada de un modo aproximado, ya que si bien en algunos lugares aparece claramente diferenciado, en general, repetimos, se hace de una manera gradual.

No hemos encontrado fósiles en este nivel, en general muy poco fosilífero, salvo en algunas pequeñas intercalaciones de calizas arenosas que presentan gran cantidad de restos, casi siempre *Pecten* y *Belemnites*, totalmente inclasificables.

La extensión de este Lías calizo es bastante menor que en la hoja de Santa Eulalia. Sólo lo encontramos, junto al Suprakeuper, alrededor de los dos ojales triásicos de la Hoja, ya reseñados.

#### SINEMURIENSE SUPERIOR - CHARMUTIENSE - TOARCIENSE

Constituye el horizonte fosilífero del Lías. De abajo a arriba, se pueden distinguir en la mayoría de los afloramientos los siguientes niveles:

- a) Sobre el paquete calizo anterior, tramo arenoso con lumaquelas de fósiles, *Terebratulas*, *Belemnites*, etc., 30 metros.
- b) Tramo margoso-calizo, 5 metros.
- c) Calizas arenosas, 5 metros.
- d) Calizas blancoamarillentas con intercalaciones de bancos más margosos, 60 metros.

En estos tres últimos niveles, los fósiles son muy abundantes y bien conservados.

En general, en un mismo yacimiento, hemos recogido ejemplares pertenecientes a los tramos que constituyen el epígrafe, por lo que los hemos incluido en un solo apartado en la representación cartográfica.

En esta Hoja de Alfambra sólo encontramos sedimentos liásicos en su mitad oriental, aún más, en la vertiente occidental de la Sierra de El Pobo, formando una mancha alargada que llega casi hasta las cumbres.

Siguiendo el antiguo camino de Escorihuela a El Pobo, que corta la

sierra por el collado de la Hoya de Novella, un poco antes de llegar al collado hemos recogido ejemplares de:

- Cidaris* sp  
*Rhynchonella tetraedra*, Sow. Charmutiense.  
*Rhynchonella meridionalis*, Desl. Toarciense.  
*Rhynchonella fodinalis*, Tate. Charmutiense.  
*Rhynchonella fodinalis*, Tate. var. *paucicostatae*, Castells-Concha-Revilla.  
*Rhynchonella boucharidi*, Dav. Toarciense.  
*Rhynchonella cynocephala*, Richard. Toarciense.  
*Rhynchonella* aff. *dubletonensis*, Dav. Charmutiense.  
*Rhynchonella* aff. *plicatissima*, Quenst. Charmutiense.  
*Zeilleria punctata*, Sow. Charmutiense.  
*Zeilleria subpunctata*, Dav. Charmutiense.  
*Zeilleria jauberti*, Desl. Charmutiense-Toarciense.  
*Zeilleria edwarsi*, Dav.  
*Waldheimia indentada*, Sow. Charmutiense.  
*Waldheimia verneuili*, Desl. Charmutiense-Toarciense.  
*Arctostrea rustica*, Defr. Toarciense.  
*Trigonia* sp.  
*Plagiostoma gigantea*, Sow. Charmutiense.  
*Mytilus hillanoides*, d'Orb. Charmutiense.  
*Natica pelops*, d'Orb. Toarciense.  
*Belemnites* sp.

En esta misma mancha, más hacia el Sur, en el paraje denominado Lanzadera, hemos recogido:

- Rhynchonella northamptonensis*, Dav. Charmutiense.  
*Terebratula submaxillata*, Dav. Toarciense.  
*Lopha* sp. Toarciense.  
*Trigonia similis*, Agass. Toarciense.  
*Plagiostoma* sp.  
*Grammoceras toarcense*, d'Orb. Toarciense.  
*Protogrammoceras bonarelli*, Fuc. Charmutiense.  
*Harpoceras mercati*, Hauer, var. *micrasterias*, Meneg. Toarciense.

En el paraje Puntal de Caro, al N. del camino que desde Escorihuela va al Alto de la Sierra:

- Rhynchonella cynocephala*, Richard. Toarciense.  
*Rhynchonella batalleri*. Toarciense.  
*Rhynchonella batalleri* var. *tifritensis*, Flamad. Toarciense.  
*Rhynchonella amalthei*, Quenst. Charmutiense-Toarciense.  
*Terebratula submaxillata*, Dav. Toarciense.  
*Lopha gregarea*, Sow. Toarciense.  
*Lopha* aff. *perdalinae*, Meng. Toarciense.  
*Chlamys textorius*, Schlot. Charmutiense-Toarciense.  
*Pseudopecten aequivalvis*, Sow. Charmutiense.  
*Plagiostoma punctata*, Desh. Toarciense.  
*Pholadomya* sp.  
*Grammoceras normanianum*, d'Orb. Charmutiense.  
*Protogrammoceras celebratum*, Fuc. Domeriense.  
*Dumortieria haugi*, Geyer. Charmutiense.  
*Basaniferas bassani*, Fuc. Domeriense.

Siguiendo el camino de Villalba Alta a la Hoya Mediana, sobre las calizas en bancos potentes del Lías inferior, en las margas, encontramos numerosos ejemplares de:

- Rhynchonella cynocephala*, Richard. Toarciense.  
*Rhynchonella northamptonensis*, Dav. Charmutiense.  
*Rhynchonella batalleri*, Dubar. Toarciense.  
*Rhynchonella* aff. *plicatissima*, Quenst. Charmutiense - Toarciense.  
*Terebratula submaxillata*, Dav. Toarciense.  
*Waldheimia lycetti*, Dav. Toarciense.  
*Lopha perdalinae*, Meneg. Toarciense.  
*Ceromya concentrica*, Sow. Toarciense.  
*Pholadomya idea*, d'Orb. Toarciense.  
*Protogrammoceras celebratum*, Fuc. Domeriense.  
*Hammatoceras insigne*, Schub. Toarciense.  
*Bassaniferas bassani*, Fuc. Domeriense.  
*Belemnites* sp.

En el Volage de Alcamín, próximo ya al río Alfambra, hemos en-

contrado una pequeña mancha de calizas margosas, tableadas, amarillentas, en las que hemos recogido:

- Rhynchonella batalleri*, Dubar. Toarciense.  
*Harpax spinosus*, Sow. Charmutiense-Toarciense.  
*Teillera punctata*, Sow. Charmutiense.  
*Pseudopecten aequivalvis*, Sow. Charmutiense.  
*Unicardium stygis*, Dumort. Toarciense.  
*Pholadomya idea*, d'Orb. Toarciense.  
*Pholadomya reticulata*, Agass. Charmutiense.  
*Mytilus* sp.  
*Hinnites* sp.

La carretera que lleva a Galve, un poco antes de entrar en la superficie de la Hoja, corta las formaciones margosas del Lías y en ellas hemos encontrado:

- Rhynchonella cynocephala*, Rich. Toarciense.  
*Rhynchonella subtriqueta*, Canavari. Toarciense.  
*Rhynchonella fodinalis*, Tate. Charmutiense.  
*Rhynchonella batalleri*, Dubar. var. *tifritensis*, Flamand. Toarciense.  
*Rhynchonella northamptonensis*, Dav. Charmutiense.  
*Waldheimia lycetti*, Dav. Toarciense.  
*Teillera punctata*, Sow. Charmutiense.  
*Teillera subpunctata*, Dav. Charmutiense.  
*Teillera jauberti*, Desl. Charmutiense.  
*Chlamys textorius*, Schlot. Charmutiense.  
*Chlamys* cf. *ambiguus*, Münst. Toarciense.  
*Plagiostoma punctata*, Desh. Toarciense.  
*Ceromya concentrica*, Sow. Toarciense.  
*Lyonsia grandis*, d'Orb. Toarciense.  
*Dumortieria radians*, Rein. Toarciense.  
*Hildoceras bifrons*, Brug. Toarciense.  
*Protogrammoceras bonarelli*, Fuc. Domeriense.  
*Protogrammoceras jeronei*, Fuc. Domeriense.  
*Harpoceras* sp.

Esta relación paleontológica puede ampliarse a la vista del capítulo correspondiente a la hoja de Santa Eulalia.



Para el mejor conocimiento de la serie liásica, transcribimos a continuación el magnífico corte que Dereims da de esta serie, por el barranco del Salto, en la Sierra Palomera, junto al borde occidental de la Hoja, pero todavía en la de Santa Eulalia:

1) Caliza areniscosa en bancos de 15 a 20 cm. de potencia y separados por capas más margosas. Espesor visible, 8 metros. A 3 m. de la parte superior, numerosas plaquitas de pecten lisos: *Pecten hehli* d'Orb.

2) Caliza compacta no fosilífera, 5 a 6 m.

3) Caliza rojiza en bancos de 1 m. de espesor. En la parte superior se observa una capa más margosa, con huellas de *Pecten hehli* d'Orb., *Pecten glaber* Zieten, 8 m.

4) Caliza dura, no fosilífera, formando la entrada del barranco. Esta caliza y las capas subyacentes están cortadas por numerosas fallitas paralelas al Jiloca y que producen desniveles de 2 a 5 metros, 8 metros.

5) Caliza en bancos de 10 a 25 cm., separados por lechos de caliza margosa, cuyo espesor es de algunos centímetros en la base y llega a un metro en la parte superior. A un metro de la base se encuentra una capa con numerosas *Ostrea irregularis*; la parte superior, más margosa, me ha proporcionado una fauna bastante rica:

*Pholadomya thomarensis*, Choffat.

*Lucina liasina*, Ag. sp.

*Harpax parkinsoni*, Broun.

*Lima punctata*, Sow. sp.

*Pecten priscus*, Schlot.

*Pecten acutiradiatus*, Goldf.

*Mytilus monisi*, Oppel.

*Mytilus scalpreun*, Goldf.

*Zeilleria punctata*, Sow. sp.

*Terebratula subpunctata*, Dav. sp.

*Rhynchonella tetraedra*, Sow. sp.

Espesor: 11 m.

6) Caliza compacta que contiene algunos belemnites, difíciles de desprender de la roca: 8 m.

7) Caliza dura, a veces un poco sabulosa y ferruginosa, con nume-

rosas gryfeas que forman varias lumaquelas superpuestas. M. Choffat relaciona dubitativamente estas gryfeas con ejemplares jóvenes de *Gryphaea obliqua*: 10 m.

8) Caliza sabulosa conteniendo aún algunos ejemplares de gryfeas asociadas a

*Pecten priscus*, Schlot.

*Pecten acuticostatus*, Lam.

*Terebratula subpunctata*, Dav. sp.

Varias capas están formadas casi exclusivamente por restos de pectens y de terebrátulas. Espesor, 5 m.

9) Caliza blancoamarillenta que se presenta en bancos regulares de unos 15 cm. A unos 2,5 m. de la base se ha recogido un ejemplar de *Amaltheus spinatus*, que es el único ammonites charmutiense que he encontrado en esta región. Con el *Amaltheus spinatus* se encuentran:

*Belemnites* sp.

*Pleuromya* sp.

*Spiriferina rostrata*, Schlot.

*Zeilleria punctata*, Sow. sp.

*Terebratula edwardsi*, Dav.

*Terebratula subovoides*, Röm.

*Rhynchonella tetraedra*, Sow.

Espesor: 8 m.

10) Caliza margosa muy rica en lamelibranquios y en braquiópodos. En esta capa he encontrado:

*Harpoceras falciferum*, Sow.

*Harpoceras* sp., del grupo de *H. algoviamum*.

*Pholadomya idea* var. *limitanica*, Choffat.

*Pholadomya reticulata*, Ag.

*Pleuromya striatula*, Ag.

*Ostrea irregularis*, Münst.

*Gryphaea* sp.

*Spiriferina rostrata*, Schlot.

*Zeilleria jauberti*, Desl. sp.

*Terebratula subovoides*, Röm.

Espesor: 2 m.

11) Alternancia de bancos de caliza dura de 10 a 12 cm. y bancos de caliza margosa de 6 a 8 cm. de espesor. Esta zona es particularmente rica en rhynchonellas y terebrátulas y contiene la fauna siguiente:

*Harpoceras levisoni*, Simps.  
*Lima punctata*, Sow.  
*Pecten textorius*, Schloth. sp.  
*Spiriferina rostrata*, Schloth.  
*Terebratula subpunctata*, Dav. sp.  
*Zeilleria florella*, d'Orb. sp.  
*Zeilleria lycetti*, Dav. sp.  
*Rhynchonella subtetraedra*, Dav.  
*Rhynchonella lycetti*, Dav.

Espesor: 5 m.

12) Caliza margosa, con pequeñas intercalaciones de caliza más dura, caracterizada por una fauna muy rica:

*Harpoceras bifrons*, Brug., muy frecuente.  
*Harpoceras revisoni*, Simps, tipo y numerosas variedades.  
*Ceromya* sp.  
*Cardinia* sp.  
*Lima punctata*.  
*Pecten textorius*, Schloth. sp.  
*Mytilus sowerbyanus*, d'Orb.  
*Terebratula subovoides*, Roem.  
*Zeilleria lycetti*, Dav. sp.  
*Zeilleria jauberti*, Desl. sp.

Los harpoceras son especialmente abundantes en los bancos calizos, ocupando la parte media de esta zona. Estos bancos calizos, al igual que las capas intercaladas más margosas, aumentan de espesor y pasan insensiblemente a la zona siguiente.

Espesor: 9 m.

13) Bancos de caliza dura de 50 cm. de potencia, separados por bancos margosos de 20 cm. de espesor. Estas capas me han proporcionado algunos fósiles raros.

*Trigonia thomarensis*, Choffat.  
*Ceronya* sp.

Espesor: 8 m.

14) Las calizas margosas aumentan de espesor y alcanzan 60 cm.; están separadas por bancos de caliza dura; es el nivel de

*Harpoceras fallaciosum*, Bayle., bastante abundante.  
*Trigonia formosa*, Lycett.

Espesor: 12 m.

15 y 16) Caliza margosa y caliza dura en bancos de 10 cm. escasos de espesor, 12 metros.

La parte inferior es bastante fosilífera y me ha proporcionado:

*Harpoceras doerutense*, Deuckman.  
*Harpoceras bingmamu*, Deuckman.  
*Lima toarciensis*, Desl.  
*Lima semicircularis*, Goldf.  
*Zeilleria jauberti*, Desl. sp.  
*Terebratula paumardi*, Desl.  
*Rhynchonella variabilis*, Schloth.  
*Rhynchonella meridionalis*, Desl.

La parte superior es menos fosilífera; allí he encontrado únicamente algunos ejemplares de *Lima semicircularis*, Goldf.

#### DOGGER

Sobre las margas charmutienses-toarcienses fosilíferas se encuentra una serie caliza, en la que, de abajo a arriba, se pueden distinguir los siguientes tramos:

Caliza arenosa oscura: 3 metros.

Calizas tableadas grises con intercalaciones pizarrosas: 5 metros.

Calizas oscuras en superficie, amarillentas en fractura, con abundantes núcleos y bandas silíceas en la base, 20 metros.

Calizas arenosas, finamente tableadas, oscuras en superficie, gris-azuladas al corte: 10 metros.

Afloran las calizas del Jurásico medio, a la izquierda de la carretera de Teruel a Perales de Alfambra, en las proximidades de esta última localidad, formando parte de un amplio sinclinal cuya rama occidental está recubierta por sedimentos terciarios y cuaternarios. Se extiende desde el paraje Carrasco por los de Los Pozos, Cerro Mas y Miralbuena, hasta el de Villalparado, en el borde norte de la Hoja.

Está formado este afloramiento por calizas en bancos gruesos, con abundantes núcleos de sílice.

La ausencia de buenos afloramientos de calizas tableadas, que es donde suelen encontrarse en esta formación los mejores ejemplares de fósiles, hace que los recogidos no sean muchos ni buenos. No obstante, se han podido clasificar:

- Parkinsonia parkinsoni*, Sow. Bajociense.  
*Leptosphinctes lucretius*, d'Orb. Bajociense.  
*Leptosphinctes martiusi*, d'Orb. Bajociense.

En la Sierra de El Pobo, en el Collado de la Hoya de Novella, sobre las margas del Toarciense, hemos comprobado la existencia de las calizas del Dogger en un largo afloramiento que comprende las partes más elevadas de la Sierra del Pobo.

En el Collado hemos recogido ejemplares de

- Rhynchonella quadriplicata*, Zieten.  
*Rhynchonella leedsii*, Walker.  
*Garantiana garanti*, d'Orb.  
*Parkinsonia parkinsoni*, Sow.  
*Entolium disciformis*, Sch.  
*Leptosphinctes martiusi*, d'Orb.  
*Leptosphinctes lucretius*, d'Orb.  
*Leptosphinctes nicolescoi*, Gross.  
*Spiroceras obliquus*, d'Orb.  
*Nautilus clausus*, d'Orb.  
*Ammonites* sp.

Siguiendo el camino que desde Escorihuela va al Alto de la Sierra, ya bastante cerca de la cima, en el nivel de calizas tableadas, se encuentran numerosos ejemplares, entre los que hemos podido clasificar:

- Rhynchonella obsoleta*, Sow.

- Rhynchonella leedsii*, Walker.  
*Rhynchonella quadriplicata*, Zieten.  
*Entolium disciformis*, Schlot.  
*Mytilus sowerbianus*, d'Orb.  
*Dorsenteria edvardi*, d'Orb.  
*Sphaeroceras brongniarti*, Sow.  
*Spiroceras obliquus*, d'Orb.  
*Nautilus clausus*.  
*Stephanoceras brodiaei*, Sow.  
*Leptosphinctes martiusi*, Schl.  
*Belemnopsis canaliculata*, Schl.  
*Serpula filiaris*, Gold.

Más al Norte, en el barranco del Caparión, encontramos las calizas tableadas del Dogger, con abundante fauna de

- Stephanoceras brodiaei*, Sow.  
*Belemnopsis canaliculata*, Schl.  
*Patoceras dertusanum*, Fallot.  
*Ammonites* sp.  
*Tellina delanqueana*, d'Orb.  
*Myacites* cf. *compresus*, Murr-Lycett.  
*Sphaeroceras gervillii*, Sow.  
*Cadomites* sp.

Como puede verse por las relaciones de fósiles, están representados los tramos Aalenense, Bajociense y Bathoniense.

#### MALM

De una manera insensible se pasa a formaciones pertenecientes al Jurásico superior, que se han podido delimitar, gracias a un paquete que contiene gran cantidad de ammonites.

La separación, en los casos más claros, se hace por intermedio de una zona margosa que termina en un pequeño nivel de calizas arenosas que presentan abundantes ammonites, pecten, belemnites, etc.

Siguiendo el camino de Perales de Alfambra a Camañas, en el fondo del barranco de Los Pozos, hemos encontrado claramente diferenciada esta capa arenosa. En la superficie de la capa pudimos observar gran

cantidad de fósiles. La dureza de la roca hizo imposible la extracción de buenos ejemplares. No obstante, pudimos sacar algunos de

*Virgatosphinctes danubiensis*, Schlot.

que nos determinan el Lusitaniense.

Este banco arenoso lo hemos visto también en el barranco del ferrocarril de Teruel a Aliaga, un poco al N. de Alfambra. También aquí hemos encontrado

*Virgatosphinctes danubiensis*, Schlot.

La existencia de este banco en diferentes zonas de la Hoja nos ha permitido la separación del Malm en dos series, la inferior y la superior, y así los hemos marcado en la representación efectuada.

El límite entre el Malm inferior y el Dogger está marcado de una manera aproximada, ya que en el terreno se distingue mal, cuando no se tiene la suerte de encontrar fósiles.

En la vecina hoja de Santa Eulalia, estas formaciones son más arenosas y los fósiles más abundantes. Aquí sólo hemos encontrado algún trozo de

*Macrocephalites macrocephalus*, Schlot.

del Calloviense-Oxfordiense.

La potencia del tramo no excede de los 20 metros. Sobre el tramo arenoso, perteneciente al Sequanense, se extiende una potente serie de calizas en bancos delgados, en ocasiones tableadas.

En ellos hemos encontrado (barranco de Los Pozos, Sierra de El Pobo, etc.):

*Entolium demissum*, Phill.

*Isocrinus* sp.

*Perisphinctes* sp.

*Simoceras* sp.

*Laevaptychus latus*, Park.

*Belemnites* sp.

Como puede verse, estas capas alcanzan desde el Sequanense hasta el Titónico inclusive.

## EOCRETACEO

Durante nuestros recorridos por la Hoja de Alfambra, nos vimos sorprendidos por la presencia en sus sedimentos de fósiles pertenecientes al Neocomiense.

Hasta la fecha en que iniciamos el estudio de esta Hoja, las opiniones de los geólogos que nos precedieron en el estudio de la zona en que está situada la misma pueden resumirse en

a) La sedimentación marina en el Jurásico se detenía en el Kimmeridgense. Según Dereims (8), "Los depósitos terminales del Jurásico faltan en la parte del S. de Aragón que he descrito, e igualmente los primeros pisos del Cretáceo; probablemente se produjeron durante el Kimmeridgense movimientos que llevaron a la emersión del borde de la meseta y que rechazaron el mar hacia el E. sobre los límites del Reino de Valencia."

b) Discordancias o hiatos de sedimentación hacían que no estuvieran representados localmente algunos tramos del Jurásico y Cretáceo inferior.

c) Según los autores alemanes modernos (Richter y Teichmüller) (39), en el ámbito de la Hoja de Alfambra el tránsito del Jurásico al Cretáceo se hace por intermedio de la facies wealdense.

No hemos visto en la Hoja de Alfambra discordancias que confirmen la presencia de plegamientos kimméricos y, por otra parte, los fósiles recogidos nos han presentado todos los tramos jurásicos, hasta el Titónico y el Neocomiense.

Vemos, pues, que el tránsito del Jurásico al Cretáceo no se hace aquí por intermedio de la facies wealdense, sino por el Titónico-Neocomiense marino.

## NECOMIENSE

Los últimos tramos de la serie margosa tableada que nos dió fósiles kimmeridgenses-titónicos, nos han proporcionado en diferentes puntos de la Hoja de Alfambra (Masía del Rey, Sierra de El Pobo, etc.):

*Balanocrinus gruillieron*, Loriol. Valanginiense.

*Millericrinus costeri*, Loriol. Idem.

*Natica praelonga*, Desh. Idem.

*Natica bulimoides*, Desh. Idem.

*Thracia vulgaris*, Agass. Idem.

*Lissoceras grasianus*, d'Orb. Neocomiense.

*Anaptichus angulicostatus*, Pict.-Loriol. Idem.

*Hemicidaris clunifera*, Desor. Idem.

Tenemos, pues, aquí la comprobación paleontológica de que la sedimentación marina continúa en los albores del Cretáceo.

#### BARREMIENSE-APTENSE

Sobre este paquete tableado descansa una potente serie de calizas en grandes bancos, de tonos rosados y blanco-amarillentos en superficie, gris-beige en fractura, con alguna intercalación de pequeños bancos margosos amarillentos.

Hacia el centro del paquete, las calizas son frecuentemente oolíticas, y hacia el techo, la formación se vuelve arenoso-margosa con alguna lumaquela de pequeñas ostreas inclasificables.

Esta formación, cuya potencia es variable, pero que oscila alrededor de los 100 metros, presenta analogía litológica con el Aptense de las proximidades de Aliaga, por lo que, pese a no haber encontrado fósiles clasificables, dada su normal posición estratigráfica, no hemos dudado en atribuirles la misma edad.

#### ALBENSE

La serie culmina con un tramo alternante de calizas arenosas amarillentas, verdosas y vinosas.

Hacia la parte superior, el tramo se hace más arenoso y los colores predominantes son el rojo y el blanco.

Creemos que nos encontramos en las capas del Albense de Utrillas.

Mención especial merece la cubeta donde se asienta el pueblo de Galve. Aquí, pese a haber recogido muestras para un estudio de micropaleontología, no se han encontrado especies suficientemente determi-

nativas, así como tampoco se han encontrado fósiles que nos fijen la posición del Neocomiense marino. Por analogía litológica, la hemos representado en el mapa como Albense; ahora bien, queremos hacer la salvedad de que pudiese tratarse ya de la facies wealdense, ampliamente representada en zonas más al N. y E.

#### TERCIARIO

Buena parte de la Hoja de Alfambra está ocupada por sedimentos terciarios, constituidos por formaciones continentales, detriticas, lacustres y salobres.

La falta de fósiles, salvo en el Ponticense, impide la clara determinación cronológica de cada uno de los tramos, por lo que su clasificación la hemos efectuado atendiendo a su posición estratigráfica y a su relación con idénticas formaciones, que en zonas más al sur presentan buenos yacimientos fosilíferos (Concud, Teruel, etc.).

Los frecuentes cambios laterales que estas formaciones presentan hace más difícil aún su determinación y la medida de su potencia.

Siguiendo el criterio empleado en la Hoja de Santa Eulalia, dividimos los sedimentos terciarios en dos grupos: Paleogeno y Neogeno.

#### PALEOGENO

En el flanco este de la Sierra Palomera, situada todavía en la hoja de Santa Eulalia, sobre las calizas jurásicas, descansa concordante localmente, pero discordante en conjunto, una potente formación detritica, formada por conglomerados de canto calizo grueso y cemento calizo-arcilloso en bancos de uno a cinco metros de potencia, en ocasiones verticales y casi volcados.

Se observa que estos conglomerados se apoyan unas veces sobre el Lías; otras, sobre el Jurásico medio y superior e incluso sobre el Eocretáceo. Faltan en la misma los sedimentos correspondientes al Cretáceo superior, debido, sin duda, a acción erosiva, ya que se encuentran en zonas próximas de los alrededores de la misma.

Esta acción erosiva debe ser la causa de que los sedimentos paleo-

genos descansen sobre diferentes tramos mesozoicos. Ello impide, por otra parte, determinar la edad de los conglomerados basales, como sucede en casi toda la Ibérica.

Los autores que han descrito el Terciario de la Ibérica, en general, han llamado Paleogeno al Terciario inferior sensiblemente plegado. Según estos autores, abarca desde el Eoceno hasta el Aquitaniense.

Nosotros, a falta de razones paleontológicas, hemos decidido seguir este criterio.

El corte más completo que puede darse en la Hoja de la serie paleogena se encuentra al S. del vértice Palomera, a lo largo de la pista militar de Santa Eulalia a Alfambra.

En él, de abajo a arriba, podemos distinguir:

a) Conglomerados basales de canto calizo, de bordes angulosos a redondeados, tamaño muy variable, desde gravilla hasta 50 mm. El cemento es calizo en la base y pasa gradualmente a arcilloso-calizo, de tono amarillento a rojizo. Los bancos, de espesor variable de uno a cinco metros, presentan intercalaciones arcillosas amarillentas, que hacia el techo se hacen más frecuentes y de mayor potencia.

b) El más superior de los tramos anteriores ocupa una gran extensión en la falda sureste de Medio Monte. Este nivel es predominantemente arcilloso, con cantos sueltos en superficie, procedentes de pequeños niveles de conglomerados, intercalados, junto a niveles arenosos amarillentos.

c) Tramo calizo-margoso, blanco, que hacia la base presenta un nivel oscuro de lignitos y concreciones de sílex negro.

Los niveles margosos están a veces teñidos de verde por glauconia.

En las calizas lacustres existen abundantes restos mal conservados y que se rompen al intentar extraerlos, de

*Planorbis* sp.

*Limnaea* sp.

*Helix* sp.

También hemos encontrado

*Chara scheri*, Al. Br.

que, según M. Albert de Lapparent (comunicación verbal), son oligocenos.

d) Sobre esta serie caliza lacustre reposa una serie alternante de márgas rojas y verdes con calizas margosas blancas, en bancos regulares de cinco metros de potencia. Intercalados en las márgas rojas existen niveles discontinuos de yesos rojos y blancos.

#### NEOGENO

Con esta denominación designamos una serie de capas terciarias que yacen discordantes y transgresivas sobre la serie anterior. En general están poco o nada inclinadas y en la base se apoyan sobre los niveles terciarios del Paleogeno o sobre calizas mesozoicas.

Las formaciones que vamos a describir forman un ciclo de carácter análogo al de la serie paleogena.

Comienza por una formación detrítica, que pasa a otra de tipo coloidal y acaba, finalmente, con unos paquetes margosos, margo-calizos y calizas, de facies lacustres, que pueden identificarse por su fauna malacológica y sus relaciones laterales con el Pontiense de las cercanías de Teruel (Concud), donde Royo (42) y otros, han encontrado varios yacimientos de vertebrados, algunos mundialmente famosos (Barranco de las Calaveras, Los Aljezares), que determinan, sin lugar a dudas, la edad fin-miocénica de la formación.

La relación y correspondencia evidentes de estas capas de caliza lacustre con la de Concud es la que, a fin de cuentas, nos ha permitido asignar la edad pontiense al techo de los sedimentos neogenos, pues hemos comprobado, a lo largo de estudios sobre la región, las repetidas intercalaciones de niveles locales (lentejones) de calizas lacustres con faunas mal conservadas de planorbis, helix, limnea, etc., de apariencia también pontiense, pero situadas cientos de metros por debajo de tal nivel estratigráfico. Asignarlas al Pontiense sin más motivo que su identidad litológica y semejanza de faunas inclasificables, habría supuesto dar al Pontiense una potencia de, a veces, más de 300 metros, cosa absolutamente inaceptable.

A semejanza del Paleogeno, tampoco es el Neogeno fosilífero, salvo en algunos puntos de las cuencas del Ebro, Duero, Tajo y Calatayud-Teruel, que precisamente por su rareza son conocidos de todos los geólogos y naturalistas. Uno de estos puntos es el anterior citado pontiense de Concud, afortunadamente suficientemente próximo a nuestra Hoja para permitirnos enlazarlo con el nivel de caliza lacustre mencionada.

La base del Neogeno es un problema todavía más delicado. Hemos indicado antes que el límite paleo-neogeno lo hacíamos, a semejanza de autores que nos han precedido, basándonos en la discordancia entre un Terciario "plegado" y otro "no plegado". Si bien esta discordancia es patente en algunos puntos, en otros, en cambio, es difícil de apreciar. El Paleogeno no está igualmente plegado en todos los sitios, y sus afloramientos son más bien escasos. En general, cuando se encuentra adosado o cerca de pliegues calizo-mesozoicos, se presenta claramente plegado y levantado, en ocasiones hasta desplomado, pero allí donde no afloran las capas secundarias, o en las partes medias de los amplios sinclinales, aparece sensiblemente horizontal.

Afortunadamente en nuestra zona el Paleogeno, por su cercanía a las sierras de Palomera y Montero, está lo bastante plegado para distinguirlo con claridad del Neogeno.

Seguidamente vamos a describir cada uno de los tramos en que hemos dividido el Neogeno, así como daremos la relación de sus afloramientos más importantes.

#### *Mioceno inferior (conglomerados).*

La separación entre el Paleogeno plegado y el Neogeno, se hace en el ámbito de la Hoja de Alfambra por intermedio de una fase detritica, discordante y transgresiva sobre la serie paleogena.

La constituye una potente formación de canto rodado y cemento arcilloso-calizo, de color rojizo.

Hacia el techo de esta formación aparecen intercalaciones arcillosas de tono rojo fuerte, que cada vez se hacen más frecuentes y potentes, hasta pasar insensiblemente al tramo superior.

Los bancos de conglomerados son de considerable espesor, que en ocasiones sobrepasa los diez metros. El tamaño de los cantos varía de uno a treinta centímetros.

Esta formación detritica ocupa una buena extensión en la Hoja de Alfambra, especialmente en su mitad occidental.

En el borde SO., en los alrededores del vértice geodésico Lustal, se extiende una amplia zona de conglomerados calizos, con cemento rojo arcilloso, que por el cerro del Rodal llega hasta Los Rebollarejos y rodeando la mancha jurásico-cretácea del cerro de la Mina y Suertes Altas, se prolonga por los parajes de Altabos y Santa Catalina, donde desaparece bajo un débil recubrimiento plioceno-cuartario.

Otra mancha importante de este Mioceno detritico la encontramos en el ángulo NE., entre la terminación norte de la Sierra de El Pobo y Galve. Se encuentran aquí grandes masas de conglomerados, discordantes sobre los niveles del Cretáceo inferior. Algunas roturas dejan ver calizas jurásicas bajo los conglomerados.

En la mitad occidental hemos tenido ocasión de ver algunos pasos laterales de estos conglomerados, con intercalaciones rojas, hacia las formaciones basales de lo que en zonas próximas ha sido considerado como de edad tortoniense, pero como no hemos encontrado pruebas suficientes para denominarlo así, preferimos incluirlo en un Mioceno inferior, indiferenciado.

#### *Mioceno inferior (facies del Rebollar).*

Próximo a la masía del Rebollar hemos encontrado bajo las arcillas rojas que vamos a atribuir al Tortoniense, unas calizas lacustres gris blanquecinas, bien estratificadas.

No hemos vuelto a ver esta formación en todo el ámbito de la Hoja de Alfambra, pero como en zonas próximas a la misma se han descrito en el Mioceno diferentes niveles de estas calizas lacustres, hemos querido dejar constancia de ello.

En las calizas no hemos encontrado fósiles, salvo algunos moldes de gasterópodos, totalmente inclasificables.

#### TORTONIENSE-SARMATIENSE INFERIOR

Ya hemos dicho que los niveles de conglomerados hacia el techo y algunas veces lateralmente, pasan insensiblemente a niveles predominantemente arcillosos, rojo oscuros, que Royo (42) describe como Tortoniense, en las proximidades de Teruel.

Intercalados en las arcillas se encuentran todavía algunos bancos de conglomerados de poca potencia, que al disgregarse, especialmente por las laderas de poca pendiente, dan la sensación de ser mucho mayores.

Ocupan estas arcillas gran extensión en el valle del Alfambra y puede observarse su gran potencia en muchos barrancos de la parte meridional de la Hoja.

Hacia la parte superior se encuentran algunos niveles de calizas grumosas de color rojo, sin duda debido a estar teñidas por las arcillas circundantes.

## SARMATIENSE SUPERIOR-PONTIENSE

La serie roja del Mioceno está, generalmente, rematada por unas calizas lacustres, que en su base presentan algunos niveles margosos blancos.

Las calizas en bancos relativamente gruesos, de 20 a 40 cm., son de color blanco sucio, y en ellas hemos recogido abundantes ejemplares de:

*Planorbis thiollierei*, Mich.

*Planorbis marine*, Mich.

*Lamnea bouilleti*, Mich.

*Hydrobia dubia*, Schlot.

*Helix*.

que nos determinan el Pontiense.

Estas capas las hemos podido fácilmente relacionar con las del yacimiento de vertebrados de Concud.

Las margas blanquecinas y calizas margosas de la base son atribuidas por Royo al Sarmatiense, basándose en descubrimientos paleontológicos, por lo que nosotros hemos seguido este criterio.

## PLIOCENO

En toda la región (Teruel, valle del Jiloca y valle del Alfambra) se encuentra sobre los depósitos miocenos una serie detrítica de espesor y extensión muy variables, que ha sido situada en el Plioceno.

El aspecto de estos conglomerados, debido al tinte rojizo de las tierras, es muy parecido al de las de la base del Mioceno cuando se encuentran un poco disgregados, pero su posición sobre las calizas pontienses y el haber comprobado que parte del canto que contienen es de caliza pontiense, nos ha facilitado su clasificación.

En nuestra Hoja, estos depósitos ocupan buena parte del valle del Alfambra, en los alrededores de Perales de Alfambra y Villalba Alta. Aquí presentan intercalados niveles arenosos, que son explotados para construcción.

También pueden verse sobre las calizas pontienses en la margen izquierda del río, hasta las estribaciones de la Sierra de El Pobo.

A veces, la caliza pontiense ha sido erosionada y se la ve descansar directamente sobre el Tortoniense-Sarmatiense. En estos casos, la separación es bastante difícil y se ha efectuado de una manera aproximada, dada la semejanza de facies.

El espesor de estos depósitos pliocenos es muy variable. Unas veces se les ve rellenando cubetas con muy pequeño espesor, y otras, como sucede entre Perales y Villalba, su potencia sobrepasa los cien metros.

## CUARTARIO

Los depósitos cuartarios de la Hoja de Alfambra son de reducida potencia.

En la representación efectuada hemos marcado tres clases de terrenos cuartarios.

a) Toba caliza de la falda occidental de la Sierra de El Pobo. La hemos visto en los alrededores de Escorihuela, donde se aprovecha por lo fácil de trabajar, para las edificaciones. Aparece en bancos de 20 centímetros de potencia, bajo un débil espesor de tierras.

b) Fanglomerados, pie de monte, etc., en las estribaciones de las sierras, y

c) Aluvial del valle del río Alfambra y de algunos barrancos.



## TECTÓNICA

### I. GENERALIDADES

La tectónica de la Hoja de Alfambra, como su morfología, ofrece fuertes contrastes. Se superponen en ella diversas fases tectónicas, tanto orogénicas como epirogénicas, y dentro de cada fase, las series y unidades plegadas acusan la situación de la Hoja en una encrucijada de influencias.

Se trata, en primer lugar, de la situación de esta zona, si bien dentro del estilo general de la Cordillera Ibérica, ya cerca del antiguo macizo aragonés o cratón del Ebro, que en su día jugó un papel importante en la conformación de direcciones tectónicas, cuyas más visibles muestras se encuentran hoy en la cordillera costera catalana.

Por otro lado se acusa la influencia del macizo de Castilla, al oeste, como plataforma consolidada e inflexible frente a los impulsos orogénicos.

Además, nuestra zona difiere en estilo sedimentario y carácter paleogeográfico del adyacente conjunto al este y sureste: la depresión o cuenca antigua de Teruel-Castellón.

Por último, en la tectónica más reciente resulta estar a caballo sobre el borde este de la depresión o fosa de Calatayud-Teruel. Una parte importante de la Hoja ha participado en esta fase posorogénica, por medio de considerables fracturas, que han sido, finalmente, uno de los factores dominantes de la morfología actual.

Un paseo por la carretera de Teruel a Perales de Alfambra es su-

ficiente para hacerse una idea de las unidades más importantes de la Hoja: la Sierra Palomera, al oeste; la Sierra del Pobo, al este, y en el centro, una amplia llanura, recubierta, en gran parte, por depósitos rojizos terciarios subhorizontales. Aquí y allá, entre estos depósitos recientes, afloran extensiones apreciables de terrenos mesozoicos.

Las estructuras plegadas—secundarias y paleogenas—muestran una tectónica típica de borde de basamento. Anticlinales y sinclinales tienen forma tabular, de llanura ondulada en el centro y bordes violentos y estrechos. Su estilo general se puede apreciar en la figura 5. Las



Fig. 5.—Estilo general de los pliegues.

unidades presentan, en general, vergencia E. o NE., correspondiendo dentro de lo que denomina Stille antepaís celtibérico (46) a la zona de ligera vergencia antipirenaica. Los pliegues son de estilo concéntrico (De Sitter, 7) y se ofrecen, en ocasiones, sumamente plegados y hasta volcados, componiendo paisajes de gran belleza.

Puede apreciarse en la fig. 4 que al oeste de la Hoja dominan las directrices ibéricas NNO., mientras que en la parte oriental se producen interferencias entre las direcciones antes citadas y las que arrumban al NE., formándose domos y cubetas, como el curioso rombo de Galve, o, por último, las bóvedas elipsoidales de ejes mayores N.-S., aproximadamente, las cuales reflejan mejor que ninguna las interacciones (como diámetros conjugados de su sección) entre ambos impulsos. Ejemplo de esto son las bóvedas anticlinales que constituyen la Sierra del Pobo.

Vamos a estudiar, en primer lugar, las unidades tectónicas más características de la Hoja de Alfambra, describiendo someramente sus elementos tectónicos de mayor significación. Pasaremos a continuación a comentar el estilo tectónico regional y finalmente daremos como resumen y conclusión un parágrafo sobre las particularidades de dicho estilo tectónico regional en nuestra Hoja.

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES TECTÓNICAS LOCALES

Las unidades más importantes que encontramos en la Hoja de Alfambra son las siguientes:

- a) Sierra del Pobo.
- b) Cubeta de Galve.
- c) Llanura ondulada del NO.
- d) Meseta del S. y SO.
- e) Eje del río Alfambra.

Todas ellas pueden verse esquemáticamente representadas en la figura 4. La división anterior se basa más bien en unidades geomorfológicas o fisiográficas, que en conceptos puramente tectónicos. Sin embargo responden realmente a personalidades tectónicas diferentes, siendo únicamente aleatorio el llamarlas unidades.

Como veremos al describirlas, cada una de ellas se desglosa en varias unidades tectónicas diferentes, pero dentro de un mismo estilo, por lo que las hemos agrupado de esta forma, tratando de dar más claridad al conjunto de la descripción.

### A) SIERRA DEL POBO.

Este abrupto macizo presenta una relativa complejidad tectónica. En conjunto, es una meseta anticlinal con planta triangular. Ninguno de los tres vértices con que cierra su polígono de base es visible en la Hoja. El del sur y el del este caen fuera de ella, y el del NO. queda recubierto por depósito más reciente (fig. 4).

El techo de la meseta presenta en conjunto una disposición ondulada y tendida, mientras que los flancos son abruptos y con frecuencia hasta volcados. La estructura queda limitada, aproximadamente, al oeste por los terrenos terciarios y cuaternarios del eje del río Alfambra; al sureste, por la llanura de El Pobo, y al norte, por la cubeta de Galve. Se extiende por una zona de más de 15 kilómetros de norte a sur, por

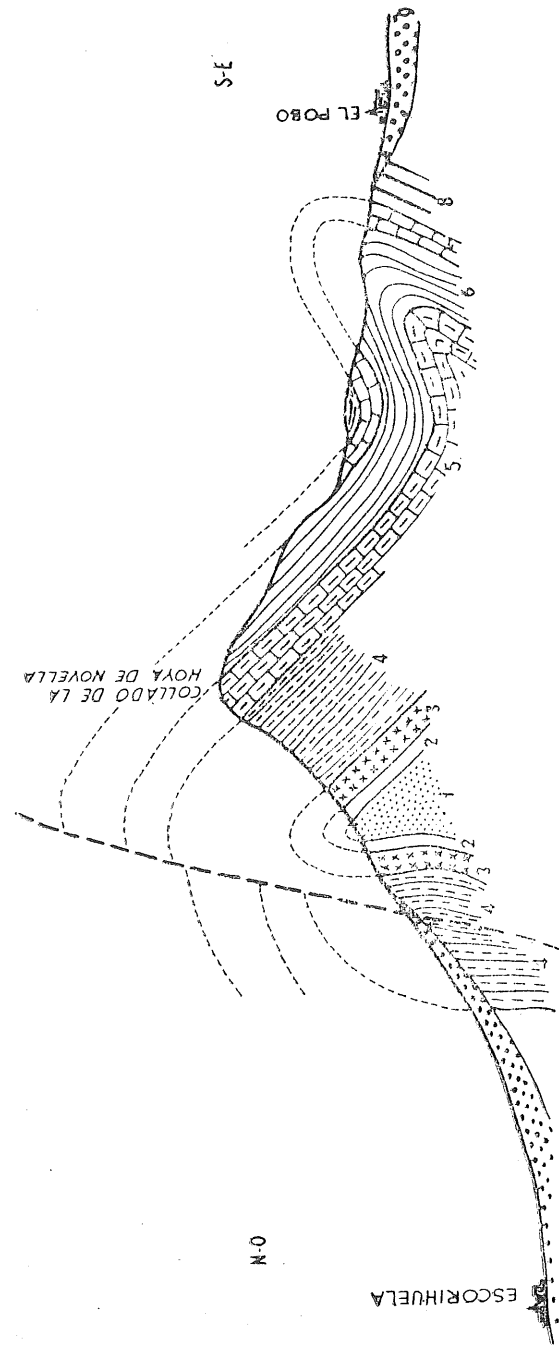


Fig. 6. - Corte de la Sierra del Pobo.

1. Bunt-sandstein. - 2. Muschelkalk. - 3. Keuper. - 4. Suprakuuper y Liásico. - 5. Dogger y Malm superior. - 6. Lusitaniense hasta Neocomiense. - 7. Barremiense-Aptense. - 8. Albense (capas de Utrillas). - 9. Terciario-Cuartario.

seis de este a oeste. Toda la amplia meseta está despoblada y cruzada sólo por algunas sendas y veredas de ganado.

Para mejor comprender qué clase de formación estamos describiendo, damos en la figura 6 un corte esquemático a través de la Sierra del Pobo, desde Escorihuela al pueblo de El Pobo. Puede observarse que se trata de un anticlinal en abanico, cuyas capas, en la parte central, forman un sinclinal.

Toda la Sierra del Pobo está fallada en su flanco occidental, por lo que no se puede ver sobre el terreno el cierre completo del anticlinal en este margen. En cambio, los otros lados, como el cercano al pueblo de El Pobo, se presentan bastante completos y los barrancos tajan hendiduras normales a los ejes tectónicos, por las que se obtienen cortes muy completos de las series.

En el corte de la figura anterior, saliendo de El Pobo se ven aparecer, bajo las capas cuartarias y las arcillas y margas y conglomerados miocenos, los tramos del Albense inferior y del Aptense superior volcados, buzando más de sesenta grados. Atravesando la masa de calizas del Barremiense-Aptense se llega a las margas y calizas margoso-tableadas del Lusitaniense-Neocomiense. Las capas se ponen verticales y luego, bruscamente, cambian de arrumbamiento hacia el suave sinclinal del centro.

Este sinclinal, en cuyo fondo aflora la fuente del Chorrillo, presenta una forma de cubeta alargada de norte a sur y ofrece uno de los paisajes geológicos más bellos que puedan observarse. Los paquetes calizos y margosos destacan claramente sobre las suaves laderas de la sierra. Desde cualquiera de las cumbres de la Sierra del Pobo puede verse la cubeta completa, distinguiéndose claramente el cierre de cada tramo. En el fondo del sinclinal aparecen de nuevo las capas inferiores del Albense. Siguiendo hacia el oeste se va cortando el otro flanco del sinclinal, hasta llegar al Pico de Hoyalta, que forma la crestería de la sierra, toda ella constituida por las calizas del Dogger. Las capas tienen aquí buzamientos suaves de apenas 10 grados, y el borde oeste de la sierra permite hacer un corte desde el Dogger hasta los tramos más bajos del anticlinal, en algunos sitios hasta el Buntsandstein, que aflora en ojal, en la charnela.

En este flanco erosionado del anticlinal, las capas, al llegar al eje, se van levantando, hasta llegar, con el Muschelkalk, a ponerse casi verticales. Luego, bruscamente, pasamos ya al otro flanco del anticlinal, que se inicia con capas también muy levantadas.

Puede verse en la fig. 6 y en el mapa geológico adjunto a la Memoria, que el anticlinal en abanico de la Sierra del Pobo lleva adosadas a ambos lados formaciones arcillosas miocenas. Las alturas topográficas actuales de estas formaciones terciarias a uno y otro lado de la Sierra del Pobo se comparan en la figura 7 (Cerillares-El Pobo), y existe entre ambos un desnivel de más de trescientos metros. Basándonos en principio en esta observación, hemos supuesto que todo el borde oeste de la meseta anticlinal que venimos describiendo está fallada por una fractura aproximadamente N.-S., que en la actualidad tiene su traza recubierta por terrenos plioceno-cuartarios. Cuando más adelante estudiemos el eje del río Alfambra hablaremos con mayor extensión de esta fractura no visible, pero que todas las observaciones parecen confirmar, y daremos asimismo datos más concretos de su extensión e intensidad. Esta fractura se halla también representada en la figura 6 (Corte de la Sierra del Pobo), donde puede observarse el sentido de desplazamiento relativo de sus labios.

Vemos, por consiguiente, que en la parte sur de nuestra Hoja, la Sierra del Pobo se compone de un anticlinal en abanico, cuyo centro lo forma un suave anticlinal.

Hacia el norte, los dos anticlinales de los flancos divergen cada uno con personalidad propia. El del este, francamente volcado, arrumba N.-45-E. hasta salir fuera de la Hoja. El del oeste se mantiene, aproximadamente, N.-S., y a la altura del paraje Puntal del Coso comienza a desviarse hacia el E., para extinguirse suavemente. Entre ambas ramas divergentes, el sinclinal de la fuente del Chorrillo se ensancha y es sustituido por una meseta ondulada, en la que se suceden estructuras cruzadas, todas de buzamientos suaves, formando una antiplanicie ameboide. Resulta imposible sobre el terreno distinguir entre las áreas deprimidas algunas orientaciones preferentes. Tan sólo cuando se sintetizan las observaciones sobre el mapa aparece la red de tenues pliegues que se ve en la cartografía.

En toda la antiplanicie predominan cuatro direcciones principales, entrecruzadas y prácticamente influídas: NO.-SE., NE.-SO., N.-S., E.-O. La cubeta sinclinal de la fuente del Chorrillo, por ejemplo, tiene su eje mayor N.-S., pero hacia el norte prosigue, aunque más confusa, la estructura y arrumba seguidamente a NE.-SO. En la parte cóncava del arco que forma este sinclinal, en las zonas de la loma de los Jadreales y la loma del Niénigo, entre dicho sinclinal y el flanco anticlinal del N. y NO. de El Pobo, se encuentran las siguientes estructuras: un an-

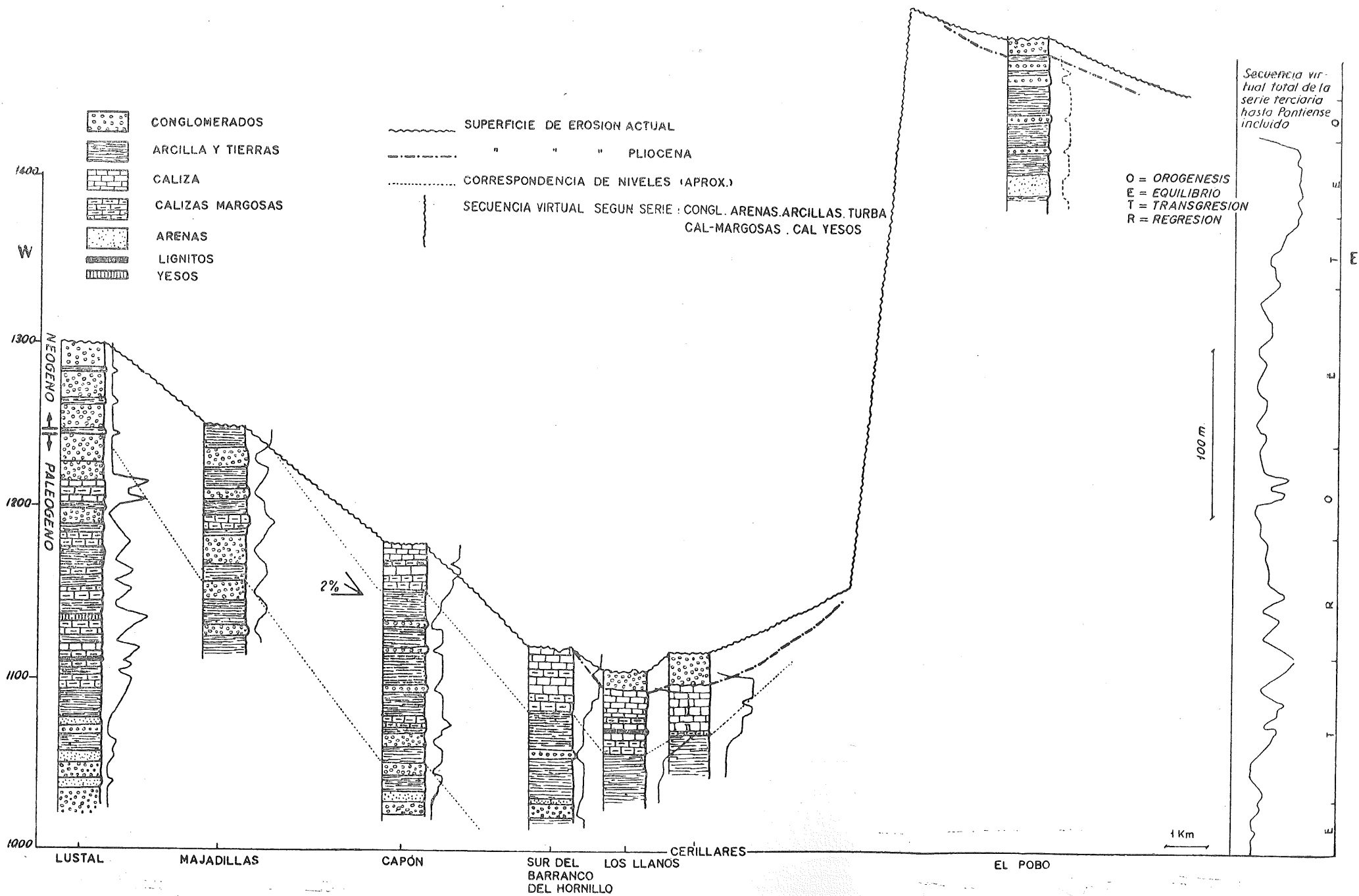


Fig. 7. Corte O.-E. de las facies terciarias.

ticlinal de eje curvo paralelo al del sinclinal de la fuente del Chorrillo, y un anticlinal y un sinclinal de segundo orden, de ejes también ondulados y direcciones preferentes E.-O.

Al norte de estas formaciones, en las zonas denominadas Alto de la Sierra, Cruz del Bayo, La Loma y El Clavero, se mantiene dicho entrecruzamiento de direcciones. Junto al norte del eje del sinclinal de la fuente del Chorrillo encontraremos otro anticlinal, menor y paralelo a aquél, y después una serie anticlinal-sinclinal de ejes NO.-SE., perpendiculares a los primeros.

Sería imposible, y por otra parte falto de utilidad, enumerar todos los accidentes tectónicos que componen la meseta interior de lo que hemos llamado genéricamente la Sierra del Pobo. Baste indicar, como hemos hecho, el entrecruzamiento de directrices tectónicas que se observan, destacando los primordiales que, repetimos, son NO.-SE., NE.-SO., N.-S. y E.-O.

El borde norte de la Sierra del Pobo está adosado a la cubeta de Galve, y lo describiremos al hablar de ésta. Únicamente indicaremos ahora que se compone de dos alineaciones claramente marcadas de direcciones N.-50°-O. y N.-70°-E., cuyo encuentro forma un ángulo agudo replegado, con vértice hacia el sur en el lugar llamado Batiosa. Los paquetes sedimentarios se levantan en este ángulo hasta buzarse 60 y más grados hacia el norte.

Además de las estructuras descritas son dignas de mención tres estructuras ya parcialmente mencionadas anteriormente, y que ahora describiremos de forma más completa.

Se trata de las formaciones en cúpula de la Torrecilla (SO. de la Sierra del Pobo), de Galindo (NO. de la Sierra) y de la cubeta sinclinal de la fuente del Chorrillo (SE. de la Sierra).

Tienen las tres planta elíptica aproximadamente, de eje mayor N.-S. y eje menor E.-O. En la de Torrecilla aflora el piso más bajo de la formación, el Buntsandstein. El afloramiento, que está más al sur de dicho piso, está cruzado por abundantes fallas, de las que se han representado en el mapa las dos más significativas, de direcciones una N.-80°-O. y otra N.-30°-O., las cuales ponen en contacto el Buntsandstein con las carniolas y dolomías liásicas. El ojal del norte de esta estructura en cúpula no tiene personalidad suficientemente importante, sino como zona más erosionada, y las capas más altas (Lias calizo y margoso) se encargan de enlazarla y dar unidad al conjunto. En la de Galindo, el piso más bajo que aflora es el Keuper y está cruzado por una falla de

dirección N.-60-O. Estas dos unidades tienen estructura general de formas suaves, correspondientes a su constitución por paquetes potentes de calizas y areniscas. En cambio, la cubeta sinclinal de la fuente del Chorrillo, formada en capas superiores del Malm y Eocretáceo, siendo, en conjunto, también suave, presenta localmente inflexiones violentas, bruscas, de dirección de capas, ya que responde a formaciones más margosas y con hiladas de calizas menos potentes. Vemos, por consiguiente, cómo un mismo tipo de sollicitación da a los terrenos forma bien diferente, según la constitución de los mismos.

Esta disparidad de reacciones, fragilidad de las capas jurásicas altas y eocretáceas y solidez del paquete inferior liásico y Bunt de fondo, explican bastante la forma característica de los pliegues de la región.

Allí donde afloran los paquetes altos, el conjunto sedimentario responde a los esfuerzos orogénicos, no abombándose uniformemente, sino quebrándose con violencia en ciertos puntos y acumulándose en ellos los pliegues; el resto de la capa apenas sufre acción alguna.

Resumiendo, en conjunto: la Sierra del Pobo resulta ser tectónicamente un polígono anticlinal; hacia el oeste dominan las directrices tectónicas N.-S., y hacia el este las N.-60/45-E.; el flanco oeste está volcado; el norte es relativamente levantado, y el SE. está volcado. En el centro se cruzan diversos ejes tectónicos y localmente aparecen amplias estructuras de planta elíptica, anticlinales y sinclinales.

#### B) CUBETA DE GALVE.

Esta curiosa estructura forma el ángulo noreste de la Hoja y es también de gran variedad tectónica. Tiene planta rómbica, con sus lados aproximadamente paralelos dos a dos. Por el sur está adosada a la Sierra del Pobo y responde a los mismos conceptos tectónicos que ésta, pero en tipo general de sinclinal.

La cubeta sinclinal de Galve tiene también los ejes de su planta rómbica orientados, N.-S., el mayor, y E.-O., el menor. Sus lados tienen las siguientes direcciones: los lados NE. y SO. arrumban N.-40/45-O.; el lado del NO., el más complejo, tiene, N.-30-E. El eje mayor del rombo mide unos ocho kilómetros, y el trozo del eje menor visible en nuestra zona, unos tres kilómetros.

Estas cuatro alineaciones, en conjunto sencillas, presentan, sin embargo, interés en cuanto a sus interferencias mutuas, en los vértices del

rombo. Describimos en primer lugar los cuatro lados y el área que limitan y luego estudiaremos los vértices.

Del flanco NE. de la cubeta sólo es visible en la Hoja de Alfambra un pequeño trozo, que ocupa precisamente el ángulo NE. de la Hoja. En un corte NE.-SO. encontraríamos primeramente las capas del Malm inferior, muy poco levantadas. Luego, sucesivamente, el Malm superior, el Neocomiense, el Barremiense-Aptense y los tramos abigarrados del Albense inferior. En este corte, las capas se han ido levantando, hasta un máximo en el Albense inferior. Luego, rápidamente, las arcillas y arenas, albenses también, con sus tonos rojos y blancos y, a veces, canto de cuarzo, se tienden para constituir el fondo de la cubeta en este flanco. Al acercarnos al río, sobre el Albense, se extiende un conjunto cuartario, principalmente aprovechado para cultivos de huertas. El Albense que yace bajo este Cuartario está también horizontal en conjunto.

El flanco SE. tiene dentro de la Hoja poca extensión, como el anterior. Dando un corte SE.-NO. hacia dentro de la cubeta, encontramos, en primer lugar, el Dogger, cuyas capas buzcan 0/10 grados al norte. Tras el Dogger, la serie normal de Malm inferior, Neocomiense, Barremiense-Aptense y Albense inferior. A diferencia del lado antes descrito, la inflexión mencionada es menos intensa y, en conjunto, la serie es toda isoclinal hasta el Albense, donde las capas se ponen subhorizontales. Se observa en este flanco de la cubeta una progresiva variación del rumbo de las capas. En general tienden a acuñarse unas contra otras hacia el oeste (vértice sur de la cubeta) y a desparramarse en abanico hacia el este, aumentando la anchura de los afloramientos de cada piso, como consecuencia de que los estratos se van haciendo más horizontales. En el borde este de la Hoja, las capas giran desde N.-45-E. en el Dogger hasta N.42-E., ya en el Albense. Sobre este piso descansa una potente serie de conglomerados de canto calizo, concordantes localmente, pero discordantes en conjunto, es decir, con una discordancia pequeña. En los bordes de la cubeta los conglomerados están más levantados y pasan hacia el interior a horizontales. Dentro de esta formación clástica puede apreciarse también discordancia progresiva. Las capas inferiores, las más cercanas al flanco que venimos describiendo, están plegadas, cosa que no ocurre con los pisos superiores. Por consiguiente, se trata de una formación sinorogénica en la base y posorogénica en el techo.

El flanco SO. de la cubeta de Galve es de mayor longitud visible

dentro de nuestra Hoja. Presenta gran uniformidad, aunque en sus capas más bajas, el Lías, margoso en este caso, tiene repliegues N.-60-E., cuya significación intentamos dilucidar al hablar del estilo tectónico local. Un corte desde el SO. hacia el NE. nos muestra en primer lugar el Liásico superior, cuyas capas y las de los pisos siguientes, Dogger, Malm, están en confusa disposición, estrujadas y con rumbos y buzamientos caóticos; esta forma alcanza su máximo en el paraje denominado Hoya Pablo, y también aquí lleva un cortejo de pequeñas fallas, que si no afectan realmente a la cartografía, se han dibujado (las principales) en el mapa por su interés tectónico. Son fallas de dos tipos, unas de descompresión, que tienen dirección N.-40/50-E., y otros de cizalla N.-75/85-E. Las capas se ordenan y toman rumbos más uniformes cuando llegamos al Cretáceo. El Neocomiense y Aptense tienen dirección N.-30/50-O. y buzan con bastante constancia 15/60 al NE. Al SE. de este flanco se ve aún el Albense, que en seguida desaparece hacia el N. y NO., cubierto por los conglomerados terciarios. En esta zona SE. del lado de la cubeta de Galve se aprecia cierta discordancia medible en cuanto a rumbo de los conglomerados y rumbos de las capas mesozoicas infrayacentes. En efecto, mientras éstas lo hacen N.-30/50-O., los conglomerados se presentan frecuentemente E.-O. en el mismo borde del contacto, y pasan a rumbos NE. más al interior de la cubeta. En el extremo NO. de dicho flanco aumenta mucho la complejidad. Las capas forman un violento sinclinal completo, fallado al E. y parcialmente recubierto por el conglomerado. Al este de la falla, las capas aparecen casi verticales, sin relación aparente entre uno y otro flanco de la falla. Al estudiar los vértices de la cubeta volveremos sobre este lugar.

El flanco NO. de la cubeta de Galve es el más bello de todos, por la disposición vertical de las capas en algunos puntos y las profundas gargantas que el río Alfambra taja en estos paquetes. Representa, en conjunto, un anticlinal de rumbo N.-10/20-E., y según puede apreciarse en la cartografía se desglosa en dos anticlinales y un sinclinal. En el sinclinal del centro es donde el río forma los barrancos más profundos, y en el fondo de dichos barrancos afloran las capas inferiores, hasta el Lías superior. Sucesivamente descansan sobre él el Dogger, Malm y Neocomiense. Los estratos se ponen verticales al pie de Garra Alcamín, y en seguida, las calizas aptenses comienzan a tenderse, buzando hacia dentro de la cubeta. Sobre estas calizas, las capas albenses siguen la tendencia a la horizontalidad. Sobre ellas está el pueblo de Galve. Sobre los ejes anticlinales de este flanco NO. de la cubeta de Galve, en los

terrenos subhorizontales de las charnelas, pueden verse unas series de pequeñas fallas de direcciones N.-0/5-O. una de las series, y N.-80-O. la otra, especialmente observables en el límite norte de la Hoja. Hacia el sur y oeste, el lado anticlinal que venimos describiendo desaparece bajo potentes series de conglomerados terciarios.

De los vértices del polígono cubeta sinclinal de Galve sólo dos son propiamente visibles en la Hoja: el oeste y el sur; el norte sólo lo es parcialmente, y el oeste queda fuera de ella.

El vértice norte es el más tranquilo de todos. Los dos flancos NO. y NE. se unen en arco, en proa de nave, sin accidentes tectónicos notables.

El vértice sur es más violento que el anterior. Los flancos SO. y SE. chocan en el paraje denominado Batiosa, donde las capas se levantan hasta 60-70 grados, y en algunos casos (el Albense inferior en este paraje) llegan a ponerse verticales. El agudo repliegue que forma el vértice tiene eje de dirección N.-S. Simultáneamente va acompañado de fallas normales N.-30-E. y N.-80-O., algo más al sur de dicho vértice e incluso en el mismo.

El vértice oeste del polígono de Galve es el más complejo. Las capas están más movidas tectónicamente, cruzadas por fallas y suavemente quebrantadas. Los conglomerados discordantes terciarios cubren, además, grandes zonas e impiden la observación completa de esta estructura. Esto, sumado a la complejidad de las formas mesozoicas, hace imposible la interpretación global del conjunto, que sería de gran utilidad para los conceptos que exponremos al hablar del estilo tectónico local, sobre las interferencias de ejes de directrices ibéricas y ejes de directrices costero-catalanas. Entre el flanco SO. y el NO. de la cubeta de Galve media considerable espacio, y en él interfieren diversas estructuras. Una de ellas es visible completamente al sur de Volage de Alcamín, donde el río Alfambra cruza dicho vértice. Se trata de un sinclinal de eje N.-60-O. y cuyo flanco norte está muy levantado y ofrece un buen corte de la serie mesozoica. Al este hay una gran falla, que taja e interrumpe dicho flanco norte. Esta falla tiene varios kilómetros de longitud y afecta también parcialmente a los conglomerados. Es de dirección N.-30-O. Más al este la sigue un numeroso cortejo de fallas, entre las que asoman retazos caóticos de estructuras mesozoicas. El entrecruzamiento de rumbos y la poca extensión de afloramientos sólo permite una interpretación parcial de la zona. En el mapa geológico puede apreciarse la extrema complejidad de este vértice, reflejada en la imbricación de ejes tectónicos y en la escasez de afloramientos.



Finalmente vamos a dedicar unas líneas al interior de la cubeta. Sobre el Albense que forma gran parte de la superficie, y dejando de lado el recubrimiento cuartario de las márgenes y lecho del río Alfambra, descansa la serie de conglomerados terciarios, de la que nos vamos a ocupar. En los bordes de la cubeta están plegados, y en el interior son casi horizontales, pero no totalmente. Hemos creído necesario aumentar en esta zona la densidad de medidas de rumbos y buzamientos, pues sólo una exacta comprensión de su estructura tectónica permitirá su asignación cronológica a una u otra época. En efecto, la falta de fósiles en toda la formación plantea la duda de si la serie pertenece a la base del Paleogeno, como los conglomerados marginales de la Sierra de Palomera, justo al O. de nuestra Hoja, o bien corresponde a la serie basal del Neogeno, siendo contemporáneos de los conglomerados del Lustal, al SO. de nuestra Hoja. Justo al NE de la Hoja, y fuera de ella, hemos observado una serie arcillosa rojiza tortoniense-sarmatiense, que por altura topográfica y relaciones laterales parece superior a estos conglomerados. Pero, insistimos, el dato fundamental para su asignación lo obtenemos de su estructura tectónica. Predomina en ésta la dirección N.-60-E., de forma que la serie conglomerática es concordante tectónicamente con el flanco SE. de la cubeta, y discordante en dirección con el flanco SO. de la misma. En el mapa puede apreciarse bien esta explicación. Todo ello nos mueve, como se comprenderá claramente al hablar del estilo tectónico local, a situarlos en la base del Mioceno, hasta Sarmatiense medio, abandonando la hipótesis de su edad paleogena.

### C) LLANURA ONDULADA DEL NO.

Toda esta amplia zona ocupa una extensión de más de 250 kilómetros cuadrados. Excluimos de ella al valle que forma propiamente la ladera de la Sierra Palomera (justo al O. de nuestra Hoja). Es decir, estudiamos ahora la zona que se extiende hacia el este, desde la corrida aptense del NO. de la Hoja, hasta la carretera de Alfambra a Perales del Alfambra.

En conjunto se compone de una serie de ejes anticlinales y sinclinales, con dimensiones que varían desde N.-40-O. a N.-10-O., conforme nos desplegamos del oeste a este. Las estructuras son muy tendidas y amplias, de suaves colinas, que en su mayor parte siguen los buzamien-

tos de las capas. Vamos a describir a continuación algunos de los ejes o conjuntos de ejes más significativos:

1. *Anticlinal de El Plano-Mases-Suertes Altas.*—Aparece en la esquina NO. de la Hoja y se extiende bastante hacia el SE., hasta el paraje denominado Los Rebollarejos, en que la estructura inicia un cierre periclinal. En la figura 8 se dan cuatro cortes esquemáticos seriados de NO. a SE., para comprender mejor la estructura. Como puede apre-

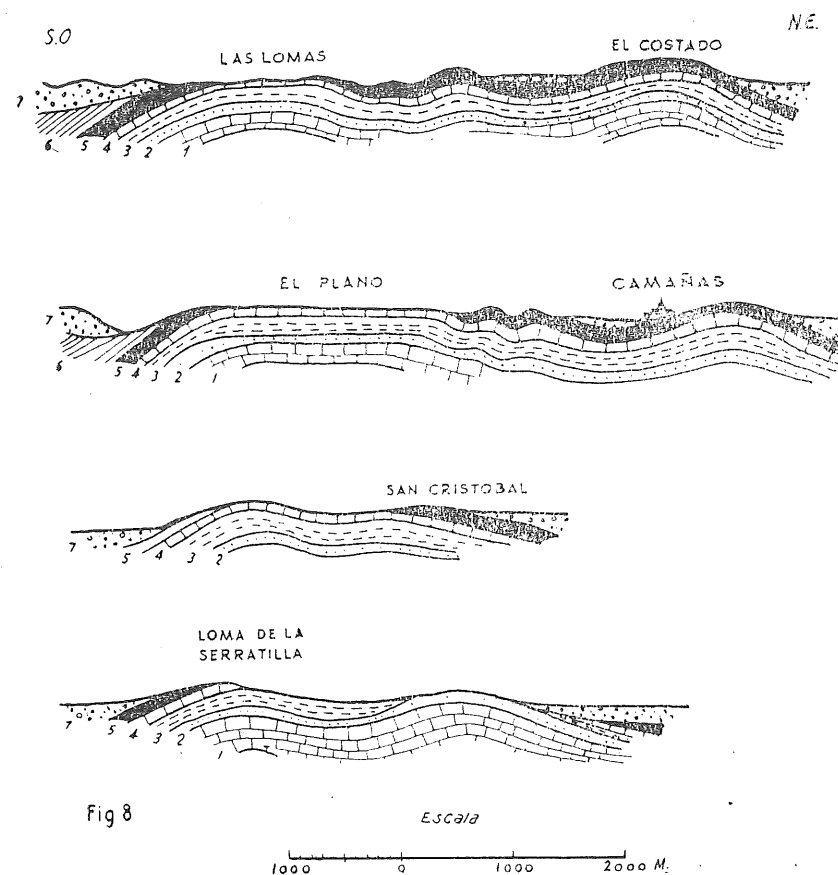


Fig. 8.—Cortes del anticlinal Sierra de Camañas-Suertes Altas.  
1. Dogger.—2. Malm inferior.—3. Malm superior.—4. Neocomiense.—5. Barrremiense-Aptense.—6. Albense.—7. Terciario (congl. tortonienses).

ciarse, forma un anticlinorio suave, con ligeras ondulaciones intermedias.

Al norte de la estructura, toda ella está constituida por Cretáceo. La Sierra de Camañas está en su mayoría armada en calizas aptenses. La zona de Las Lomas es una suave llanura, donde las capas del Neocomiense son casi horizontales y donde el terreno va siguiendo las ondulaciones de los bancos. Algunas de estas ondulaciones, dentro del anticlinal general, están recubiertas por terrenos terciarios, en su mayoría en facies de conglomerados y arcillas. Al N. de Las Lomas, las capas buzan de nuevo al NO. y aflora ya el Aptense, que constituye el movido núcleo de la Sierra de Camañas. Toda esta región está cruzada por numerosos pliegues, como surcos de un campo de labor. A menudo la charnela de tales estrechos anticlinales en acordeón (accordion folds) está rota por una fractura, y las capas, desplomadas a uno y otro lado del eje.

Tanto los ejes de las subestructuras, como el del anticlinal principal tienen dirección N.-35/40-O., netamente ibérica.

El anticlinal tiene hacia el norte una amplitud de más de cinco kilómetros, y hacia el sur va quedando paulatinamente sepultado bajo los conglomerados tortonienses. Por ello sólo es visible sobre el terreno el flanco oeste de dicha formación. A lo largo de toda su longitud—casi doce kilómetros—está cerrado por el occidente por los bancos de caliza aptense, cuyo buzamiento corresponden con la pendiente de la ladera de la serie de colinas. Solamente al NE. de la Solana de la Madera, sobre la senda de Camañas a la Umbría de la Madera, puede verse sobre las calizas aptenses la serie concordante del Albense inferior.

El anticlinal está tajado por tres fallas de dirección N.-80-E. del tipo desgarre, con desplazamiento del labio sur hacia el oeste. A lo largo de estas fallas, y como se verá en el capítulo dedicado a Minería y Canteras, se han producido mineralizaciones, principalmente de bióxido de manganeso, que se explotan en la actualidad.

Hemos dibujado en el plano geológico la línea de anticlinal también sobre los conglomerados tortonienses. Esto requiere una cierta explicación, que damos ahora de una vez para todas. Estos conglomerados están, en conjunto, horizontales o subhorizontales, y tan sólo en los bordes de los contactos se adaptan a los buzamientos de las capas mesozoicas. Debemos, por lo tanto, considerarlos como sinorogénicos a lo sumo, y más probablemente, posorogénicos o sinorogénicos tardíos. Es decir, cuando se depositaron todavía no había acabado la acción tectó-

nica orogénica, y en estas fases póstumas se plegaron en cierto modo concordantes con las postreras deformaciones del paquete subyacente.

Por ello, las líneas estructurales mesozoicas y paleogenas se prolongan y hacen sentir también en estas series, pero como desdibujadas y atenuadas, con mucha menos intensidad y deformación. Tal atenuamiento se hace completo, hasta la extinción definitiva, en cuanto los afloramientos mesozoicos o las capas de igual edad infrayacentes quedan a considerable distancia.

2. *Sinclinal de Camañas-Carrambra.*—Se trata de una estructura más sencilla que la anterior, y más tendida si cabe. Todo su fondo está recubierto por conglomerados tortonienses subhorizontales, y en algunos lugares por arcillas y suelos pliocenos-cuartarios.

Hacia el SE. sólo los afloramientos mesozoicos del Cabezón y de Cabeza Gorda permiten adivinar la estructura. En los alrededores del pueblo de Camañas estos conglomerados y arcillas tienen un tono rojo muy acusado, lo cual, dado que probablemente no existe aquí el tramo Tortoniense superior-Sarmatiense hay que atribuirlo a la cercana presencia, en profundidad, del Albense.

En efecto, cerca de esta zona, en el camino de Camañas a Visiedo, ya fuera y al norte de la Hoja, hemos visto afloramientos que, indudablemente, hay que colocar en el Albense. Como nota curiosa diremos que los autores alemanes, en la escuela de Stille, que pasaron, bastante precipitadamente por cierto, por estos y otros lugares de la Hoja (cubeta de Galve, p. e.), tomaron estos afloramientos como pertenecientes al Trias, error que conviene, desde ahora, subsanar. El eje sinclinal que describimos tiene dirección también netamente ibérica, de N.-40-O.

3. *Anticlinal de El Costado-Hocinos-Santa Catalina-Las Mangas.*—La longitud de esta tendida estructura corresponde a su extensión geográfica. Desde El Costado a Las Mangas se sigue durante más de quince kilómetros el eje anticlinal con rumbo constante N.-45-O.

La mayor parte de su longitud está recubierta por el Plioceno-Cuartario o casi oculto por los conglomerados tortonienses. Los afloramientos son escasos y distantes, pero cuando se llevan sobre un plano se hace posible su enlace y se comprueba la uniformidad de la formación.

El anticlinal comienza constituido, al NO., por el Aptense, y termina junto a la carretera de Alfambra a Perales, constituido por el Dogger. El barranco de la Hoz, que cruza la citada carretera, cerca del P. K. 31, permite dar un buen corte a la estructura.

La formación desaparece cruzada la carretera, en lo que hemos

denominado eje del río Alfambra y cuyo estudio tectónico se hará más abajo.

4. *Sinclinal del barranco de La Hoz*.—Ocupa esta formación el centro norte de la Hoja y corresponden a la mancha mesozoica que se ve en el plano. La superficie más extensa ocupada por las calizas tableadas y calizas margosas, correspondientes a los tramos desde el Dogger hasta el Lusitaniense. En detalle y con igual o mayor propiedad que las estructuras antes estudiadas, se trata de una plataforma ondulada, que sólo al considerarla en extenso adopta la forma de sinclinal. Por las amplias llanuras de Campo la Hoz, Cabeza de Dos Rubio y Pedro Pardo, hasta la altura de los Perlachos, surge el monótono panorama de las calizas tableadas margosas, frecuentemente alteradas en lajas horizontales. De trecho en trecho hay en ellas multitud de accidentes violentos, pero muy locales y pequeños, que no afectan al conjunto.

Las capas se levantan uniformemente en el barranco de La Hoz hasta 20 ó 25 grados, y bajo ellas aparece el Malm inferior y el Dogger, el cual vuelve de nuevo hasta el término E. del sinclinal a mantenerse horizontal en conjunto, pero relativamente ondulado en detalle.

El sinclinal del barranco de La Hoz bordea, al oeste, con el anticlinal descrito inmediatamente antes, y por el este se pierde bajo el Plioceno discordante, que se extiende a lo largo de la carretera de Alfambra a Perales. Por el oeste, las capas mesozoicas desaparecen bajo los conglomerados terciarios miocénicos inferiores, tantas veces mencionados.

Las capas más bajas que se observan en esta estructura corresponden a la base del Dogger y aparecen a lo largo de la acequia del Caño, no lejos del P. K. 36 de la citada carretera de Perales-Alfambra. El Dogger hace el cierre sur de la estructura, enlazando con el anticlinal de El Costado-Las Mangas.

El eje de este sinclinal del barranco de La Hoz tiene dirección N.-10-O., y es de notar que se presenta menos arrumbado al oeste que todas las estructuras de esta unidad que estamos describiendo. Ello se debe al lugar que ocupa en la Hoja, entre el este y el oeste, y que aquí empiezan ya a hacerse sentir las perturbaciones motivadas por las directrices costero-catalanas.

Acabamos de describir someramente las características tectónicas de la extensa llanura del NO. Como nota final de conjunto señalemos en las amplias llanuras los sistemas de grietas y juntas de cizalla, importantes para la determinación de las direcciones de los empujes.

#### D) MESETA DEL S. Y SO.

Corresponde esta unidad tectónica al afloramiento terciario que ocupa el SO. de la Hoja de Alfambra. Queda separada o limitada con las antes descritas por una línea diagonal NO.-SE., que pasase por la balsa de Rueda, El Plano, hasta llegar a la rambla de Villarroso, rodeando después la loma de la Serratilla y abarcando la Vega de Alfambra. Por el este se podría limitar por una línea N.-S., que dejase el río Alfambra unos dos kilómetros al oeste, hasta la altura de Onios.

En conjunto, abarca formaciones paleogenas y neogenas hasta Pontense inclusive. Localmente comprende también el Plioceno y el Cuartario, pero de estos últimos hablaremos extensamente en el apartado correspondiente al eje del río Alfambra, y por dicha causa dejamos por ahora de lado los problemas con ellos relacionados.

Distinguiremos dentro de la unidad tectónica que estudiamos dos conjuntos con personalidad tectónica diferente: el Paleogeno y el Mioceno. El primero se encuentra sólo en la zona, al oeste, y el segundo se extiende por el resto de la región.

1. *Conjunto anticlinal-sinclinal de Solana de la Madera-Loma de la Serratilla*.—Se compone de dos ejes semiparalelos, sinclinal el del este y anticlinal el del oeste. El sinclinal tiene en nuestra Hoja mayor longitud y amplitud, mientras que el eje anticlinal sólo es visible en su extremidad sur. Esta formación está constituida principalmente por terrenos paleogenos, comenzando en la base por una potente serie de conglomerados, a la que suceden arenas y arcillas y superiormente, calizas y margas.

Sobre ellas descansan discordantes los conglomerados y arcillas miocenas, en parte erosionadas y, finalmente, unos potentes terrenos de pie de monte cuartarios, que se extienden desde las laderas hacia el valle.

Los conglomerados locales paleogenos se encuentran aquí con buzamientos relativamente suaves, mientras que la misma serie, algo más al oeste—fuera de la Hoja—se halla levantada hasta la vertical y volcada en algunos sitios.

En conjunto, los dos ejes tienen dirección N.-30-O., netamente ibérica. Por el sur desaparecen bajo los potentes conglomerados tortonienses del Lustal, bajo el Mioceno, que pasamos a describir.

2. *Mioceno tabular del centro y suroeste*.—Se trata de una estruc-

tura no plegada, subhorizontal y transgresiva sobre el relieve inferior, pero que tectónicamente tiene cierto interés por las consideraciones que vamos a exponer a continuación.

En la figura 7 se representan diversos perfiles estratigráficos del Terciario, seriados de oeste a este en los parajes de Lustal, Majadillas, Capón, Barranco del Hornillo, Los Llanos. El resto no nos interesa por ahora y más adelante volveremos a ocuparnos de ellos.

La particularidad de la figura mencionada es que se respetan una escala horizontal y una vertical para los cortes; esta última no sólo en espesores relativos dentro de cada corte, sino también en lo referente a su altura topográfica actual. Puede verse que la superficie de erosión actual de la meseta tabular terciaria buza uniformemente hacia el este, pero también que de oeste a este taja terrenos cada vez más jóvenes. No es difícil y está señalado en la figura, establecer una correspondencia de niveles en la base del Pontiense en primer lugar y después entre el Paleogeno y Neogeno, es decir, aproximadamente en la base de los conglomerados tortonienses.

La uniformidad y paralelismo de las líneas resulta sorprendente. Fácilmente se ve que la plataforma del Mioceno superior, que se depositó evidentemente horizontal, ha basculado posteriormente con hundimiento relativo de la parte este respecto de la parte oeste. La pendiente del basculamiento es muy suave, como puede apreciarse en la figura, no excediendo, en conjunto, de uno o dos grados y, por lo tanto, imposible de apreciar en detalle.

A continuación, en el estudio de la unidad tectónica siguiente, damos su más amplio sentido y significación a este basculamiento.

Señalemos aquí, por último, la singular dolina que presenta el Pontiense en el paraje entre la Zahumada y la Muela Alta. Las capas cierran una cubeta buzando desplomadas 20°, probablemente a causa de disolución de sales que frecuentemente acompañan en esta región al Mioceno superior.

#### E. EJE DEL RÍO ALFAMBRA.

Con esta denominación nos referimos a una banda, predominantemente pliocena y cuartaria, que atraviesa la Hoja por el centro, de sur a norte. El río Alfambra discurre por ella y su cauce actual no es independiente, según creemos, de la evolución tectónica de esta zona.

Más que una unidad tectónica como tal, debiéramos hablar del "eje

del río Alfambra" como de una región entre unidades, ya que su significación sólo se comprende al mencionar la tectónica de sus límites.

Al contemplar la Hoja como un conjunto, saltan a la vista los siguientes aspectos:

1. En toda la parte al oeste del Alfambra, de norte a sur, van apareciendo sucesivamente estratos más jóvenes; en efecto, las series jurásicas y cretáceas dejan paso a las paleogenas, y éstas, a su vez, al Mioceno, rematado con el Pontiense.

2. En toda la parte del este del Alfambra ocurre lo contrario. Los afloramientos del Buntsandstein, al sur, son sustituidos paulatinamente, hacia el norte, por Lías, Jurásico y, finalmente, Cretáceo.

La apreciación es sólo de conjunto, puesto que en detalle se ven numerosas recurrencias en este orden; pero fuera de la Hoja, al sur, domina claramente el Bunt y el Lías, y al norte de la hoja dominan las series cretáceas albenses y cenomanenses.

3. Un espesor considerable de los paquetes pliocenos y cuartarios que no se ven en otros lugares de la zona.

A grandes rasgos puede, por tanto, suponerse que la superficie del oeste está basculada hacia el ESE., mientras que el bloque oriental está basculado y hundido hacia el norte. El límite entre ambos bloques lo forma la cuenca plioceno-cuartaria, por donde corre el río Alfambra.

Para apreciar todo esto con más detalle consideremos las figs. 7 y 9. En el anterior párrafo hemos descrito cómo están concebidas dichas figuras. En la fig. 9 se aprecia que el nivel pontiense se mantiene sobre el corte norte-sur, aproximadamente horizontal. El ligero descenso desde el borde norte hasta los llanos es sólo de 40 metros en 20 kilómetros, y no puede ser tomado en consideración aisladamente. La superficie de erosión pliocena nos lo confirma, ya que es completamente horizontal. Se apoya siempre sobre el Pontiense, salvo en el borde norte, en que lo hace sobre el Tortoniense-Sarmatiense. Resalta grandemente, sin embargo, las diferencias entre la superficie erosiva pospontiense y la actual. En la última se aprecia, a lo largo del corte norte-sur una profundización conforme vamos a mediodía, hasta llegar a eliminar todo el Plioceno y hasta parte del Pontiense.

Parece, pues, deducirse de esta figura lo siguiente:

1. El Mioceno se ha depositado y permanecido en este eje norte-sur aproximadamente horizontal.

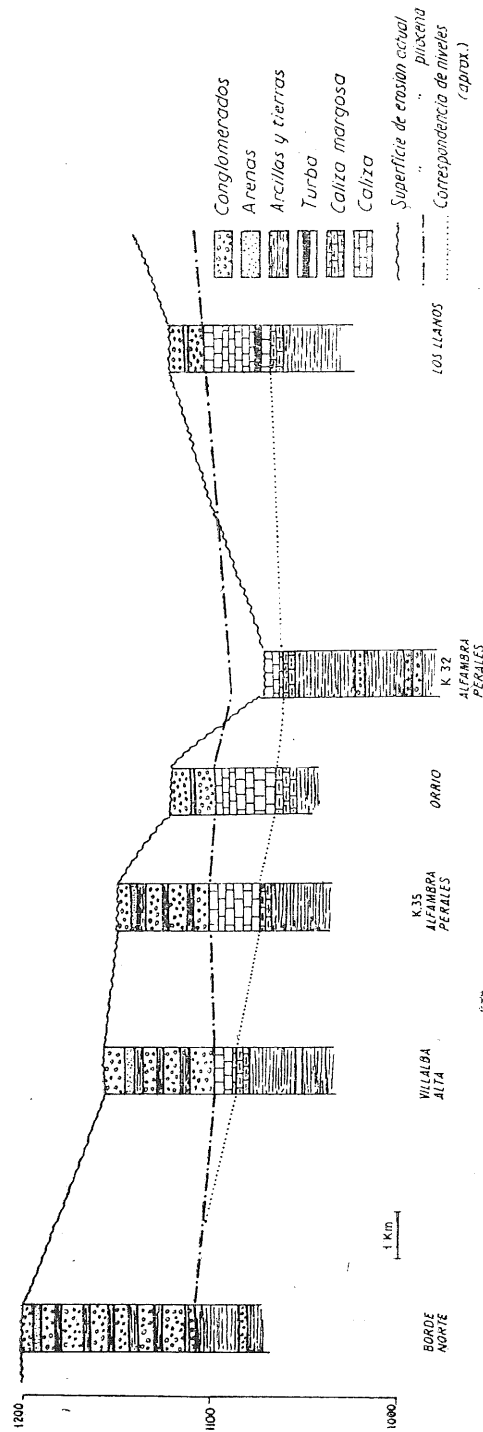


Fig. 9.—Corte N.-S. de las series terciarias.

2. Después del Pontiense ha ocurrido algo que ha producido un ligerísimo basculamiento hacia el sur del eje, suficiente para que en la zona norte pudiera ser erosionado el Pontiense; y en segundo lugar, y mucho más importante, una variación en los alrededores del eje norte-sur, tal, que ha posibilitado la formación de una potente serie detrítica pliocena de conglomerados, arcillas y arenas sobre dicho eje. Cuáles sean estos cambios lo veremos más adelante.

3. Estas variaciones se han proseguido hasta la actualidad, facilitando a su vez la erosión parcial de la serie pliocena.

Pasemos a continuación a considerar la figura 7. Se observa en ella que a uno y otro lado de la Sierra del Pobo el Tortoniense-Sarmatiense tiene una altura topográfica notablemente diferente. La diferencia entre Cerillares y El Pobo sobrepasa los 300 metros.

Como a uno y otro lado el Mioceno resulta sencillamente horizontal, hay que admitir la presencia de una notable fractura al oeste de la Sierra del Pobo.

Al norte de la cubeta de Galve, fuera de la Hoja, pero muy próximo a ella, se encuentra una formación sarmatiense, a 1.250 metros, mientras que en El Pobo, la misma formación está a una altura de 1.500 metros.

En la figura 10 se ha representado un diagrama de isohipsas de la base de Malm superior, a la vista del cual y de las consideraciones anteriores tenemos que concluir lo siguiente:

1. El bloque oeste de la Hoja está basculado y hundido hacia el este-sureste.
2. El bloque este de la Hoja está basculado y hundido hacia el norte.
3. Entre ambos bloques existe una fractura de dirección aproximada norte-sur, y que bordea por el oeste a la Sierra del Pobo.
3. La falla alcanza la máxima intensidad en el borde sur de la Hoja; hacia el norte va perdiendo intensidad, y, por fin, desaparece, aproximadamente a la altura del Volage de Alcamín.
4. La falla es de tiempos relativamente recientes. En efecto, afecta el Sarmatiense y con toda posibilidad el Pontiense, mientras que el Plioceno superior-Cuartario apenas está influido por ella. La falla ha debido actuar, por consiguiente, durante el Plioceno inferior.
5. Los espesores anormales de Plioceno-Cuartario a lo largo de la banda norte-sur que estamos estudiando refuerza esta opinión sobre la edad y localización de la falla.

Con estas consideraciones terminamos el estudio de los accidentes y unidades tectónicas más destacadas dentro del marco de la Hoja de Alfambra. A continuación haremos una breve síntesis del estilo tectónico regional y pasaremos después a hablar del estilo tectónico dentro estrictamente de nuestra Hoja.

III. ESTILO TECTONICO REGIONAL

Para el estudio de la tectónica regional nos basamos especialmente en los trabajos de Stille (46), Hahne (16), Joly (23), Tricalinos (49),

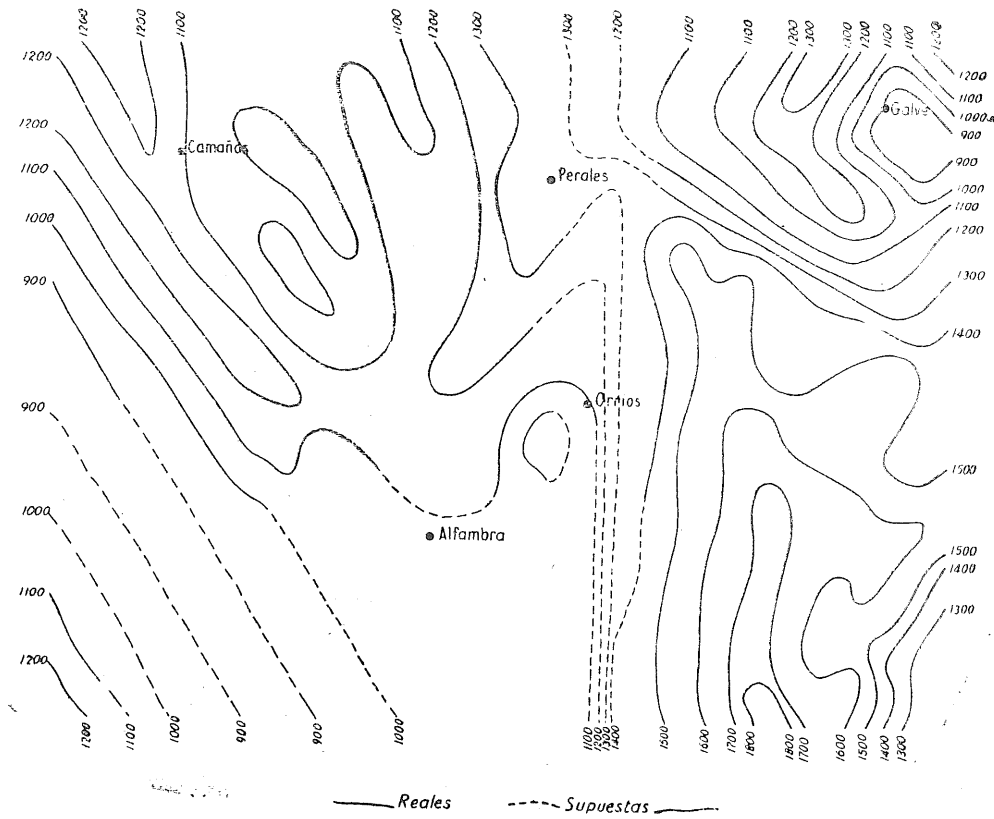


Fig. 10.—Isohipsas de la base del Malm superior.

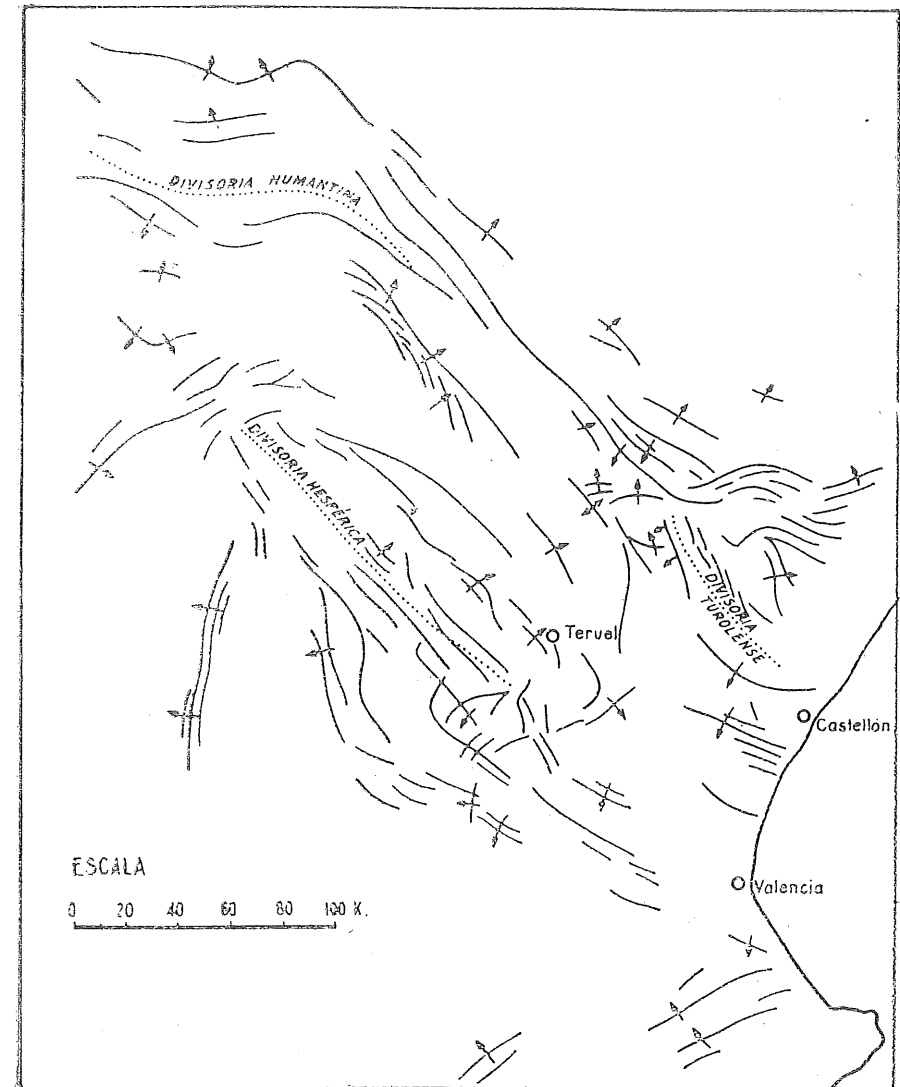


Fig. 11.—Líneas anticlinales, divisorias (punteado) y vergencias (flechas) de los pliegues modernos en Celtiberia, según Richter y Teichmüller.

Richter (38), Lotze (31), Royo Gómez (42), Fallot y Bataller (10) y, sobre todo, el de Richter y Teichmüller (39) acerca de la tectónica moderna.

La Hoja de Alfambra está situada en el macizo montañoso de la Cordillera Ibérica, llamada también por algunos autores Sistema Celtibérico. Dicho sistema puede considerarse dividido en dos ramas: la del noreste, "cadenas ibéricas" o "rama aragonesa", y la del suroeste, "cadenas hespéricas" o "rama castellana". La Hoja está aproximadamente al oeste de la divisoria.

#### TECTÓNICA MESO-CENOZOICA

Los pliegues secundarios y terciarios forman la tectónica dominante actual. Se reconoce en el Sistema Ibérico una divergencia muy marcada: la norvergencia, en el norte del Sistema, son los que vegen hacia la cuenca del Ebro o los Pirineos meridionales, y la survergencia, en el sur del sistema.

En la figura 11 se representan los anticlinales y sus vergencias, así como las divisorias. Se trata de una divisoria de antepaís, con una producción orogénica de tipo sajónico, es decir, tectónico de plegamiento y fractura, con el perfil indicado para los pliegues en la figura 12.

La diversa compacidad y resistencia de los sedimentos yacientes ha producido numerosos ejemplos de pliegues disarmónicos. En los depósitos superiores (Terciario) encontramos plegamientos de cobertera, es



Fig. 12.—Estilo general de los pliegues de la Hoja.

decir, completa concordancia en las zonas accidentadas y relativa tranquilidad en el centro de los sinclinales. En los depósitos inmediatamente infrayacentes calizos se produjeron pliegues inclinados, volcados, y pliegues-fallas. Bajo ellos, en el Triásico superior, predominan acumulaciones extrusivas e imbricaciones y extinciones, Recuérdese que este hecho fué notado por Verneuil (aunque mal interpretado como discordancia) en sus viajes (50). En las capas más profundas (Triás inferior

y Paleozoico), los isleos están profundamente intrincados con zonas de fallas subverticales, dispuestas en estrechas zonas a sus márgenes. En varios sitios, estas fallas, por su importancia, han dado lugar a horts, en las cuales, desmantalada la cobertera, afloran los estratos triásico y paleozoicos. Richter (38) cita en especial las fracturas que provocan la fosa de Morés y el borde de hundimiento de la cuenca de Almazán, cuya prolongación sur pudieran ser las fallas de Paracense-Almohaja o la dovela hundida del valle del Jiloca. También son estas fallas algunas de origen paleozoico, pero rejuvenecidas y activadas por la tectónica terciaria, agentes de imbricaciones y cobijaduras que Lotze (31) atribuyó al Paleozoico.

La dirección dominante de los pliegues modernos en las márgenes de la divisoria hespérica es NNO. Más al E., por influencias de la cordillera costero catalana, se encuentran formaciones de rumbo NE., señaladas por Hahne (17), y Fallot y Bataller (12) citan para el Terciario moderno plegado una orientación NO.

Hahne (17) estudia también las interferencias entre las formaciones de rumbo NNO. y NE. y llega a la simultaneidad de ambas direcciones de plegamiento. Esta conclusión ha sido puesta en duda posteriormente, y otros autores—Dupuy de Lôme (E.), comunicación verbal—se inclinan por la posterioridad de los anticlinales arrumbados al NE.

Las direcciones dominantes están representadas en la figura 4. No se han dibujado, en cambio, las numerosas fallas que suelen acompañar a los bordes anticlinales, y de las cuales hay interesantes ejemplos en la Hoja que nos ocupa.

#### IV. MOVIMIENTOS OROGENICOS Y EPIROGENICOS LOCALES

Vamos a ver a continuación cuáles de estas orogenias y epirogenias encontramos en el ámbito más reducido de nuestra Hoja, tratando de localizar en ella más exactamente épocas, direcciones e intensidades. Cuando algún movimiento ha sido fijado en las proximidades de la Hoja de modo más exacto que lo que pueda deducirse del estudio de ella misma, y no esté en contradicción con nuestras observaciones, lo adoptaremos para la cronología de nuestro estudio.

Hablaremos en primer lugar de los procesos orogénicos y luego de los epirogénicos.

## A) PROCESOS OROGÉNICOS

a) Como faltan en la Hoja afloramientos paleozoicos, y los movimientos kimméricos y aústricos no han afectado realmente nuestra zona, tenemos que remontarnos al comienzo del Paleogeno para hallar el primer movimiento—débil por otro lado—que afecta orogénicamente a la Hoja. Este movimiento, suficiente para establecer una fase erosiva entre Cretáceo y Paleogeno y puede adscribirse a una fase larámica o pirenaica.

b) La mayor actividad orogénica tiene lugar entre el Stampiense y el Tortonense. Más que asignarle una fase se trata de un amplio período de tiempo, durante el cual se suceden los impulsos. Las fases de Stille correspondientes son las sálica y stairica, aunque, insistimos, no es sólo impulso, sino una tendencia que se manifestó en el mismo sentido a lo largo de millones de años, durante todo el Mioceno inferior, y quizá ya desde el Oligoceno superior, con pulsaciones continuas. Durante este proceso orogénico se producen las fracturas y grietas más destacadas de la Hoja. La principal, la del eje del río Alfambra (que no coincide con el cauce del río), es del tipo de descompresión posorogénico, es decir, intramioceno superior y plioceno.

De las direcciones de fallas, fracturas y grietas y de los ejes de plegamiento, se observa la existencia en el lugar de dos direcciones principales de impulsos, una N.-60., y otra N.-20-O, que corresponden, en conjunto, a las directrices ibérica y las costero-catalanas, influenciadas por el zócalo del Ebro.

El problema principal, en cuanto a relación temporal de estas dos directrices ha sido abordado por varios autores. Hahne (16) y otros alemanes son partidarios de la simultaneidad de ambas direcciones. Richter y Teichmüller (39) no toman partido especial, pero señalan para todo el borde del zócalo del Ebro una edad de plegamiento intra y posmiocena.

En conjunto, los pliegues del oeste, ibéricos, parecen ser de edad sálica o stairica, y lo probable es que entre el Oligoceno superior y el Tortonense se hayan producido ambos. Pero en nuestra Hoja, y especialmente en la cubeta de Galve, tenemos una magnífica zona para estudiar las interferencias de ambas direcciones.

En nuestro estudio de esta unidad tectónica hemos apuntado los siguientes hechos:

1. Comparando los flancos SE. y SO. se ve que este último está como comprimido en el sentido de su eje, dado las ondulaciones e imbricaciones en su núcleo de que hemos hablado. También las presenta—al este de la Hoja—el flanco NE., es decir, los dos flancos de directrices ibéricas. Por el contrario, los lados NO. y SE., costero-catalanas, no presentan interferencias de la otra dirección.

2. Otro argumento de más peso todavía es el estudio de los conglomerados miocenos de dicha cubeta de Galve. Aunque poco plegados, salvo en las márgenes, dejan traslucir una serie de ondulaciones de dirección NE., incluso en las zonas de contacto con el flanco SO., ibérico.

De los hechos más arriba apuntados no queda sino deducir la posterioridad de los plegamientos de dirección NE. No es posible asignar fase concreta a ninguna de ambas orogenias, pues las dos, por lo que se ha visto, están comprendidas entre el Oligoceno superior y Mioceno superior, pero dentro de esta indeterminación sí cabe concluir que los ejes NE. son posteriores a los ejes NO.

Tendremos, en resumen, un leve impulso larámico o pirenaico N.-50/60-E., y en la parte este de la Hoja, otro casi solapado con este último, pero algo posterior S.-20/30-E., ambos sálicos o stairicos.

No hay indicios de importancia sobre pliegues propiamente dichos rodánicos o waláquicos.

## B) PROCESOS EPIROGÉNICOS

a) El Triásico comienza claramente transgresivo, aunque el régimen marino tarda en estabilizarse; así, la máxima transgresión parcial del Muschelkalk es seguida por regresión (Keuper) con predominio de depósitos coloidales.

b) El Liásico comienza con una facies de plataforma continental, es decir, relativamente poco profunda (carniolas), para pasar transgresivamente a series calcáreas. La sedimentación se hace francamente marina, aunque con alteraciones eustáquicas (margas-calizas margosas-calizas).

c) En el Dogger-Malm inferior se observa un vaivén regresivo-transgresivo-regresivo, señalado por las intercalaciones arenosas y predominio de faunas de braquiópodos y lamelibranquios en el techo y en el muro de la formación.



d) El Lusitaniense comienza nuevamente transgresivo, pero con una cuenca de menor importancia que la liásica, y se mantiene en estas condiciones subabisales hasta el Neocomiense, en cuyo techo se señalan pequeñas oscilaciones del nivel del mar.

e) Con estas oscilaciones arenos-margoso-calizas se inicia una transgresión en el Barremiense-Aptense, que vuelve hacia una serie regresiva al final del período, para dar paso al Albense.

f) El Albense, transgresivo en cuanto a extensión superficiales, respecto a nuestra zona regresivo, en cuanto que significa una facies menos profunda, es decir, una elevación del fondo marino. Sobre él se deposita, transgresivo en extensión y profundidad, el resto del Cretáceo.

g) A finales del Cretáceo encontramos una gran regresión de la zona, relacionada con el primer impulso orogénico terciario. La regresión hizo posible la emersión de nuestra zona, o la casi emersión, y el proceso erosivo, actuando intensamente, desmantelaba la cobertera cretácea casi íntegra.

h) La cuenca sedimentaria, a consecuencia de la primera pulsa-

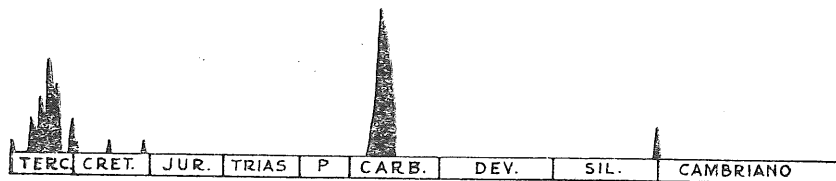


Fig. 13.—Repártición y relativa intensidad de las orogenias en la Hoja de Alfambra.

ción, sufre el fraccionamiento en cuencas menores, dentro de las cuales se observan ciclos transgresivos relacionados con hundimientos posorogénicos.

i) Tras los impulsos miocenos se fractura la Hoja en dos bloques principales, que están de modo continuo hasta nuestros días. Estos bloques son el del oeste y el del este, divididos por la gran fractura del eje del río Alfambra, en el centro de la Hoja.

Los mares y lagos tortonenses, sarmatienses y pontienses penetran continuamente transgresivos, estando en conexión su aumento de extensión con un lento relleno de cuencas.

j) En el Plioceno toma su amplitud actual la gran falla norte-sur, por seguir actuando la oscilación de los bloques. Dicha oscilación pro-

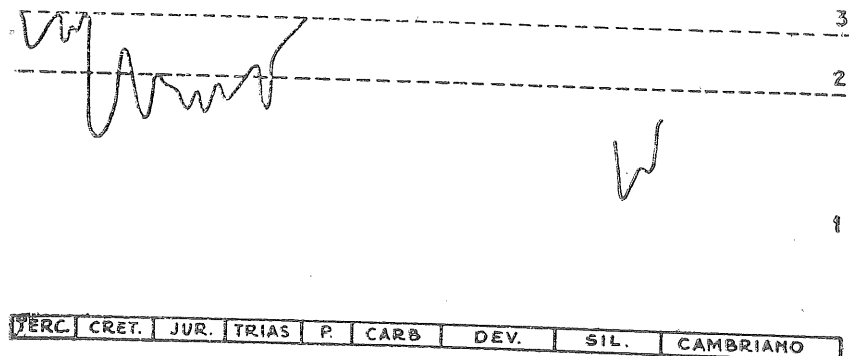


Fig. 14.—Movimientos epirogénicos celtibéricos. (Según Lotze, Stille, Richter y Teichmüller).

1. Ambito marino.
2. Salobre, lacustre, continental.
3. Falta sedimentación.

voca importantes variaciones del régimen fluvial y pantanoso poslacustre y forma el paisaje actual.

En las figuras 13 y 14 pueden verse unos esquemas de las orogenias y epirogenias (transgresiones y regresiones) que encontramos en la Hoja de Alfambra.

## HISTORIA GEOLÓGICA

### 1. INTRODUCCION

Con todo el conjunto de datos recopilados de estudios anteriores, más los deducidos de nuestros propios estudios, estamos ya en condiciones de bosquejar un breve apunte de la paleogeografía y evolución geológica de nuestra zona.

Debemos antes indicar las valiosas aportaciones de Joly (27) y la escuela de Stille, sobre las que fundamentalmente nos basamos para el estudio regional.

Hemos dividido el presente capítulo en dos partes: la primera es un estudio de toda la Celtiberia, que resulta imprescindible para comprender y seguir el hilo de la segunda parte, dedicada exclusivamente a la Hoja de Alfambra.

### 2. HISTORIA GEOLOGICA REGIONAL

#### A) PALEOZOICO

En toda Celtiberia no afloran formaciones de edad anterior al Cambriano. Así pues, no puede comprobarse la existencia de plegamientos anteriores al Primario. El Cambriano inferior es de tipo marino, con

marcado carácter transgresivo, comenzando por formaciones clásticas y pasando en el Cambriano medio a tener condiciones de sedimentación de alta mar, rocas arcillo-margo-calizas con fósiles. El Cambriano superior vuelve a tener carácter regresivo, con sedimentos clásticos gruesos, cuarcitas y esquistos arcillosos con *Lingula*.

Dentro de la serie cambriana, Lotze cita discordancias en la parte inferior del Cambriano superior. Según dicho autor, el Cambriano superior empieza con una débil orogenie, seguida de transgresión, y finalmente regresión, en el límite Cambriano-Siluriano.

Entre Cambriano y Siluriano existe una laguna estratigráfica (Tremadociense), comenzando la cuarcita armoricana por un conglomerado de base que descansa discordantemente sobre el Cambriano superior. El límite Cambriano-Siluriano ofrece regresión, seguida de renovada transgresión, con facies correspondientes a expansión marina: cuarcita, arenas-arcillas, calizas-esquistos. Dentro del Siluriano se tienen dos ciclos completos de transgresión-regresión, uno en el Ordoviciense y otro en el Gotlandiense. En toda la región no parece haber habido plegamientos caledonianos.

En resumen, durante las formaciones del Paleozoico inferior reinaba en Celtiberia una condición geosinclinal, pero por la gran orogenie herciniana se produjo una variación de la geotectónica.

El principal plegamiento herciniano es preestefaniense y probablemente postcúlmico, y debe corresponder a la fase astúrica, que es la más importante en España (Lotze).

Hay también indicios de algunos movimientos mucho menores poshercínicos, probablemente pfálicos o saálicos.

## B) MESOZOICO

Después de todos ellos las montañas se arrasan, y sobre el basamento plegado se establece una nueva cuenca, la cual no tiene ya carácter de gran geosinclinal, sino más bien es una cuenca inferior, con otras condiciones de sedimentación y otro ritmo de movimientos.

Esta cuenca especial unía, y esto durante todo el Mesozoico, el geosinclinal pirenaico con el bético. Estaba limitada desde el Triás, al O., por la plataforma castellana, y al E., por la plataforma aragonesa o del Ebro, que emerge de modo claro hacia el final del Jurásico superior. Los límites y relaciones de esta cuenca se modificaron algo a

lo largo del tiempo, pero fundamentalmente durante todo el Mesozoico su situación fué sensiblemente la misma.

La sedimentación empezó en esta cuenca con el Triásico, y desde este tiempo nos es ya conocida a grandes rasgos la repartición en depresiones y elevaciones del ámbito sedimentario celtibérico, especialmente en los bordes de la cuenca.

Dereims, y después Tricalinos y Lotze, y especialmente Richter y Teichmüller, han hecho resaltar el espesor variable de los pisos de la cuenca. Triásico y Jurásico forman esencialmente una unidad de depósitos. Durante el Triásico se ensancha la cuenca continuamente, como se deduce del desarrollo de facies en los bordes de la meseta castellana; el Keuper tiene la facies más uniforme, mientras que los dos pisos anteriores muestran las variaciones de facies propias del carácter litoral y de proximidad a la costa.

En el Buntsandstein (fig. 15) se ve una zona pequeña y potente de sedimentos clásticos, la "elevación" de Ateca-Montalbán, la cual separa dos cuencas importantes de sedimentación. La cuenca Molina-Sagunto, en el SO., y la cuenca del Moncayo, en el norte. Limitada a estas zonas profundas puede verse, en el techo del Bunt, una facies yesosa abigarrada (Rot de los alemanes), por ejemplo, al NO. de Sagunto.

Más extensa, pero también limitada, es la diferenciación poderosa del Muschelkalk.

Durante el Keuper, la sedimentación ensancha su ámbito notablemente (fig. 16). Las condiciones de sedimentación se uniformizan en toda la región y tienen lugar erupciones ofíticas, especialmente en aquellos ámbitos que fueron cuencas potentes de Bunt. (Compárense las figuras 15 y 16.)

En el Jurásico, toda la cuenca y su contorno quedan recubiertos de modo uniforme por calizas. Sólo en el macizo castellano se depositan materiales clásticos.

Hacia el final del Jurásico se produce una regresión relacionada con unos plegamientos de fase neokimmérica. Emergen entonces las mesetas castellana y aragonesa. Durante el Portlandés y Cretáceo inferior se forman al norte y sur dos depresiones importantes, en las que se hundén las capas jurásicas y las triásicas subyacentes (fig. 17). De estas dos profundas y extensas áreas hundidas surgieron más tarde los Pirineos occidentales, de una parte, y los béticos orientales, por otra. Lo que ocurre en la zona central, rodeada por los macizos castellanos y aragoneses, al oeste y este, y por las depresiones del norte y sur, es

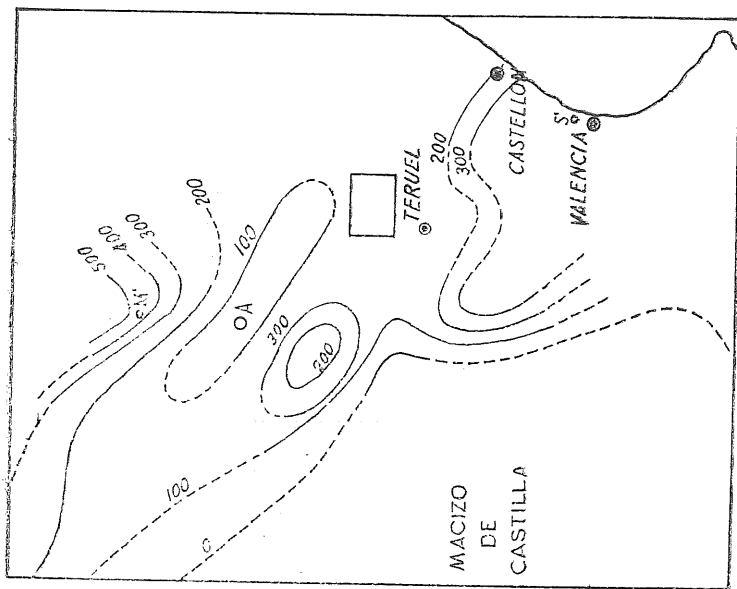


Fig. 15.—Ambito sedimentario del Buntsandstein (isopachas)

Gran potencia en las capas de Sagunto (S) y Moncayo (M). Poca potencia en la elevación de Ateca. Entre ella y el macizo de Castilla la cuenca de Molina. (Según Richter y Teichmüller).

NOTA.—Para las figuras 18, 19, 20, 21, 22 y 23 en la escala 1:4.500.000. Las curvas de trazos significan que no han sido determinadas propiamente por Richter y Teichmüller.

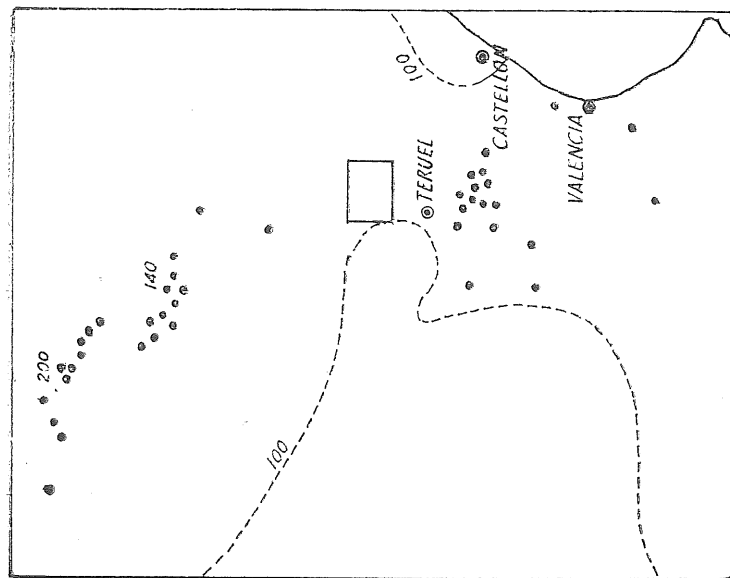


Fig. 16.—Ambito sedimentario del Keuper (isopachas).

Transgresión sobre la plataforma Castellana, de espesor bastante uniforme. Las regiones de mayor espesor coinciden aparentemente con el ámbito sedimentario del Buntsandstein. En estas zonas es donde más abundan las ofitas (puntos negros gruesos). (Según Richter y Teichmüller).

bastante confuso. Algunas elevaciones de esta zona (Ateca-Montalbán) quedan completamente rodeados de agua. Dentro de las zonas centrales sumergidas, en las próximas a los macizos emergidos o en aquellos de poca profundidad, se depositaron sedimentos de tipo continental o salobre. En otros ámbitos más profundos siguió la sedimentación continua de tipo marino, aunque por la reducida extensión de la cuenca, los sedimentos son poco importantes y de escasa potencia.

En las grandes cuencas del N. y S. se reúnen los depósitos de los macizos vecinos emergidos. Predominantemente se depositaron sedimentos continentales que se mezclaron dentro del ámbito de la cuenca con calizas marinas (facies wealdense).

La regresión general (pero no igualmente acusada en todos sitios) de la banda E.-O. central de la cuenca, motiva el que en muchos sitios descansa el Cretáceo superior sobre distintos tramos del Jurásico, por intermedio de una facies detrítica. En general, desde el centro de la Ibérica hacia afuera, en dirección O., N. y NE., el Cretáceo se apoya sobre pisos jurásicos cada vez más altos, hasta llegar a un punto en que la sedimentación es continua entre Jurásico y Cretáceo (secuencia inferior regresiva).

La regresión hace que en muchos sitios de Celtiberia no existan los pisos inferiores del Eocretáceo ni los superiores del Jurásico, y que el paso de éste a aquél se haga por intermedio de la facies wealdense.

En otros lugares, en cambio, el tránsito Jurásico-Cretáceo se hace de modo continuo por sedimentación marina. Tal parece ser el caso en nuestra zona.

La extensión de la facies wealdense no está bien delimitada. En la figura 17 damos los límites de Hahne (16) y (17) y de Richter y Teichmüller (39). Pero debido a la semejanza litológica y escasez de fósiles determinativos del Wealdense y Albense (facies de Utrillas), dichos autores los han confundido en algún lugar, y por ello sería menester una revisión de sus apreciaciones sobre este problema.

Durante el Barremiense-Aptense inferior prosigue la inestabilidad epigénica. Los macizos castellano y aragonés se elevan todavía un poco más. En la cuenca del Moncayo prosigue la sedimentación lacustresalobre en facies wealdense. Pero al S., y en la desigual cuenca de Teruel, hay indicios de un amplio hundimiento general. Se depositan margas y calizas potentes que invaden también el borde E. de la cuenca (Castellote, Oliete). Los depósitos se denominan facies urgoaptense (figura 18).

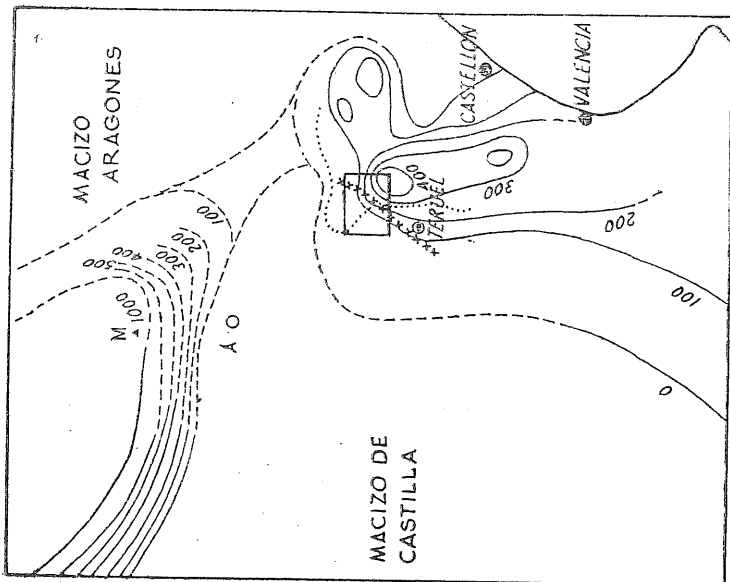


Fig. 17.—Ambito sedimentario en el Wealdense (isopachas)

Depresión del Moncayo al N., cuenca de Teruel-Castellón al S. Las capas se reúnen aproximadamente en el ámbito de mayores espesores del Bunt. En Ateca un espón del macizo Castellano. (Según Richter y Teichmüller).

..... Límite del Wealdense, según Habne.

xxxxxxx Límites máximos del Wealdense según nuestras observaciones.

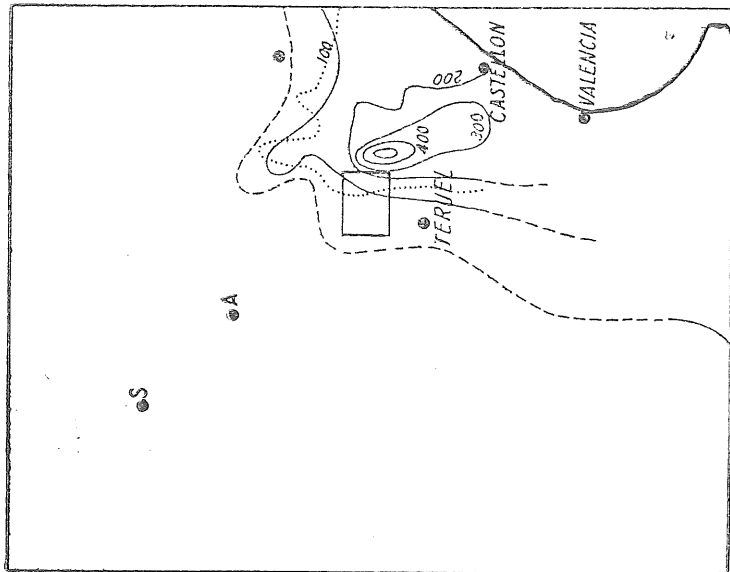


Fig. 18.—Ambito sedimentario de Barremiense-Aptense-Albense inferior (isopachas).

Sólo hay sedimentos marinos en la cuenca de Teruel-Castellón. En la cuenca norte prosigue durante este tiempo la sedimentación wealdense. (Según Richter y Teichmüller).

..... Límite de esta formación según Habne.

NOTA.—Para los autores, los límites de Richter y Teichmüller, en nuestra Hoja, son sólo las mínimas posibles.

Este hundimiento de la cuenca centro-sur está relacionado, durante el Aptense superior-Albense inferior, con débiles movimientos, secuencia póstuma de los neokimméricos, y cuya muestra más visible es la división en dos (Ateca y Montalbán) de la primitiva isla Ateca-Montalbán (fig. 19), con simultánea producción de fallas en esta región.

Los desiguales abombamientos de la región de Teruel quedaron igualados con los depósitos de calizas y margas aptenses, como puede comprobarse hoy por las grandes variaciones de potencia que presentan estas formaciones en pequeñas distancias (Aliaga, Camañas). Asimismo, el arrasado macizo-meseta castellano y la somera cuenca todavía wealdense del Moncayo presentaban ya un perfil de equilibrio a la erosión.

Durante el Albense ocurre una gran transgresión, quizá relacionada con una elevación del macizo aragonés. El mar penetra muy al E. en el macizo castellano y deposita sobre él y sobre las depresiones colmadas del Moncayo y Teruel grandes extensiones de arenas (Albense) con vetas ligníferas que indican bordes de extensos pantanos.

Las arenas y margas albenses se depositan así sobre una formación erosionada en el macizo castellano; sobre el Wealdense, que colmó la cuenca N., y que en el techo presenta ya facies detriticas litorales, en la cuenca del Moncayo y al S. del macizo aragonés (E. de la cuenca de Teruel); sobre las margas y arenas del techo del Aptense, en el centro mismo de la cuenca de Teruel y al SE. de Celtiberia.

Los grandes espesores de Albense al NE. de Teruel, junto al borde sur del macizo aragonés, parecen indicar un continuo hundimiento (pero no ensanchamiento) en la zona de Miravete y Castellote, equilibrado por el continuo aporte de sedimentos. El mar no varía aquí sus límites. En estos mismos ámbitos se encajan los sedimentos carbonífero y bauxítico que orlan la base del macizo aragonés. Las fuertes oscilaciones del Albense superior (fig. 20) indican que no se han perdido todavía las tendencias de las "orogenias" neokimméricas y austricas, que encuentran su prosecución en estas undaciones póstumas.

La transgresión prosigue y alcanza su plenitud durante el Cenomanense. La caliza marina del Cretáceo superior cubre uniformemente toda la región, sin que hasta ahora se hayan encontrado anomalías entre el Albense y el Cenomanense. Tan sólo se observa el progresivo hundimiento de las cuencas por la potencia de los sedimentos, que al NE. de Teruel llega a más de 400 metros.

La tendencia transgresiva que hemos venido apuntando se interrumpe bruscamente al final del Cretáceo por un fenómeno epirogénico.

## C) CENOZOICO

Los tipos y variación de facies y potencias del Paleogeno muestran que, durante el Terciario antiguo, el que había sido hasta ahora ámbito de sedimentación celtibérico se arquea hacia arriba, y las primitivas regiones levantadas respecto a la epirogénesis mesozoica (macizos aragonés y castellano) se arrasan rápidamente y se hunden profundamente. Forman, a ambos lados del orogén celtibérico levantado, las cuencas del Duero, Tajo y Ebro durante el Terciario inferior. En su interior se reúne una considerable potencia de sedimentos.

En líneas generales, la evolución epirogénica terciaria presenta un sentido y dirección mantenidos que alcanzan desde el Cretáceo superior hasta nuestros días. En esta evolución no tiene verdadero sentido hablar de fases orogénicas, salvo en los bordes de los macizos, allí donde surgen verdaderas cadenas de montañas. Únicamente en estas márgenes (Pirineos, Ibérica, Béticas en general) se aprecian no paroxismos, sino épocas de mayor o menor actividad orogénica.

La formación y evolución de las cuencas terciarias está ligada a estas cadenas montañosas sólo de una forma relativa, y su historia únicamente se comprende cuando a este factor se le suma el de los movimientos epirogénicos y fracturas de los bloques consistentes de la meseta y del supuesto macizo aragonés. En tal sentido nos parece de sumo interés el concepto de "oroclinal", extensamente desarrollado por Warren Carey.

La transgresión cretácea que hemos descrito alcanzó una gran extensión hacia dentro de la meseta, como puede apreciarse con la observación del mapa geológico peninsular. Cada piso más alto del Cretáceo transgrede sobre el infrayacente, y el avance hacia el interior de la plataforma parece indicar un perfil erosivo de la meseta con vergencia este.

La red hidrográfica actual y el perfil topográfico nos muestran que en la actualidad la meseta presenta su superficie basculada hacia el O. El rejuvenecimiento del paisaje en todo Levante, y la captación de la red fluvial atlántica por la mediterránea, son fenómenos que se comprueban hoy día como activos.

Durante todo el Terciario actúan tres fenómenos simultánea y largamente:

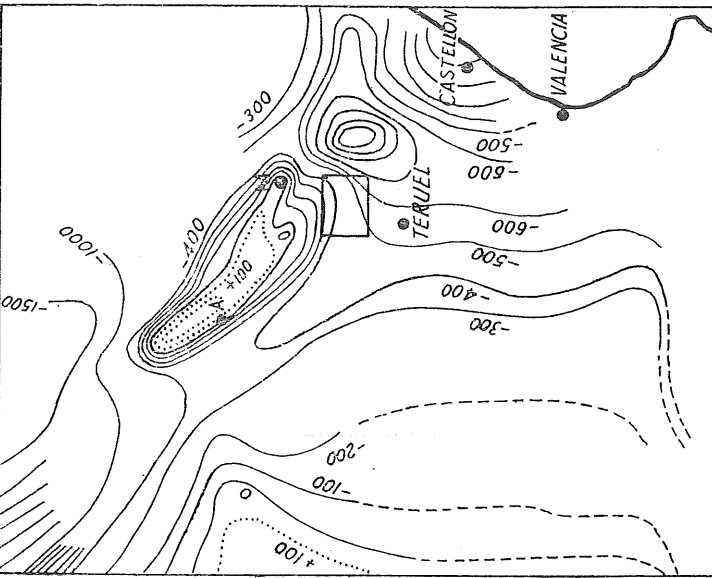


Fig. 19.—Yacente del Albense superior (Capas de Utrillas):

Se representan en isohipsas la posición en altura del límite Keuper-Retiense, respecto a la superficie de transgresión del Albense superior. Los valores positivos (en punteado) significan también que el Albense superior se deposita sobre Paleozoico o Trias inferior. Es de notar los claros límites de la costa castellana y el abombamiento de la elevación Ateca-Montalbán (A y M). Los ejes de las isohipsas se deben a la tectónica austrica. (Según Richter y Teichmüller).

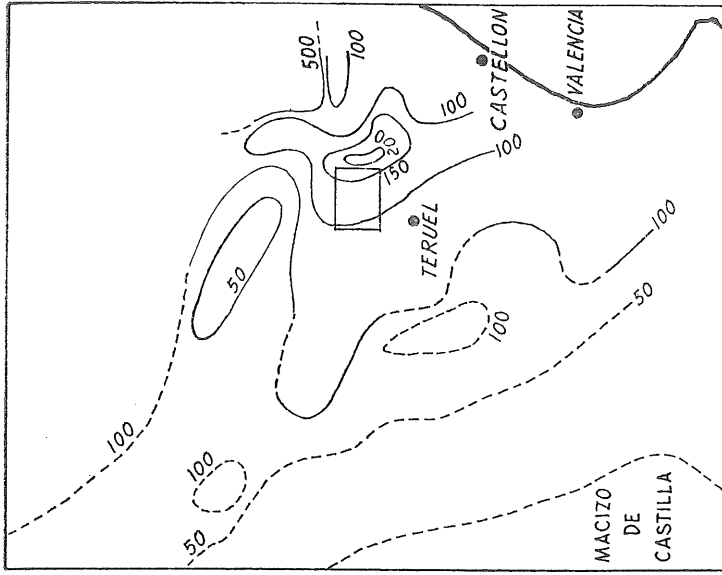


Fig. 20.—Ámbito sedimentario del Albense superior (capas de Utrillas) (isopachas)

Los espesores mayores corresponden a las cuencas de la figura anterior. La dirección preferente austrica no se ha extinguido todavía. En los bordes de las cuencas es donde más abundan las formaciones carboníferas. (Según Richter y Teichmüller).

- a) Orogenias de borde que cierran y limitan cuencas interiores.
- b) Basculamiento general de la meseta desde vergencia E., pasando por una posición de equilibrio, a vergencia O.
- c) Grandes fracturas simultáneas con el proceso de basculamiento: fracturas internas (Sierra de Guadarrama, las dos Castillas, etc.) y fracturas de borde, escalonadas y de relevo (fracturas de la Cordillera Ibérica, flexura del Guadalquivir, etc.).

La historia de las cuencas terciarias sólo es comprensible conjugando a la vez los tres factores anteriores, y en nuestra zona hemos de hacer lo mismo para la cuenca de Calatayud-Teruel.

Los tres factores se encuentran también, con peculiares características, en la cuenca del Ebro, donde el papel de la meseta lo representa el macizo hundido aragonés, con emigración, paralela a los Pirineos, de las cuencas profundas del N. hacia el SO.

Limitándonos a la zona de nuestra Hoja, debemos señalar movimientos orogénicos de borde, poco intensos, pero suficientes para que comenzase a actuar la erosión, en época poscretácea y anteciocena, produciendo depósitos importantes de conglomerados. La edad de los conglomerados del Terciario inferior no ha podido fijarse por falta de fósiles. Por su posición estratigráfica puede decirse que son anteaquitanienses. Según Joly (27), pueden ser eocenos, y según Lotze (31), por analogía con otras regiones españolas, serían oligocenos. Pero Lotze no aclara la ausencia casi total del Eoceno, y por ello nos parece más probable asignarles una edad eocena-oligocena, es decir, en conjunto, paleogena.

En general, existe relativa concordancia entre el Terciario inferior y los bordes actuales de las montañas mesozoicas plegadas por movimientos más recientes. Pero la concordancia no es completa en buzamientos, y entre una y otra serie hay un horizonte erosivo, lo que hace suponer, como indicamos antes, un primer impulso larámico o mesoalpino, inicial en la historia epirogénica general de la cuenca. Desde fines del Paleogeno hasta principios del Neogeno se desarrollan las principales formaciones de pliegues y se tajan las importantes fracturas que luego seguirán actuando ininterrumpidamente hasta nuestros días y sobre las que se deposita discordante el Neogeno.

En los bordes de los macizos nacen pliegues de dirección NNO.-SSE. (borde de la meseta) y ENE.-OSO. y NE.-SO. (borde del macizo aragonés). Los autores alemanes Hahne (16) y Richter y Teichmüller (39)

indican la simultaneidad de ambas direcciones de pliegues, pero su opinión no está aceptada de modo general (¿posterioridad de los NE.?).

Esta serie principal de impulsos sálico-stairicos fué acompañada de potente labor erosiva, de forma que a principios del Mioceno medio el relieve era relativamente suave. La erosión había actuado durante largo tiempo y se habían depositado grandes masas de arrastre en las profundidades. Después del periodo activo, se observan en el Tortoniense todavía algunos niveles intercalados detriticos, signo de suaves impulsos orogénicos póstumos; pero, en general, las cuencas miocenas, ya individualizadas por cadenas montañosas que las separaban, prosiguen una secuencia normal de sedimentación, de tal modo que a fines del Ponticense estaban prácticamente colmadas.

Durante todo el Mioceno superior prosigue, sin embargo, el amplio movimiento epirogénico. Las fracturas de borde creadas por la orogénesis son más activas y el desnivel entre los labios se hace mayor. Las cuencas terciarias cobran así, paulatinamente, mayor individualidad y personalidad. En la cuenca de Calatayud-Teruel se perfilan los escalones que la distinguen como fosa tectónica. Las calizas pontienses lacustres pudieron cubrir, debido a la inestabilidad de las dovelas, en amplias regiones, las montañas celtibéricas arrasadas.

En tiempos pliocenos-cuaternarios las condiciones empiezan a parecerse a las actuales. A principios del Plioceno, la epirogénesis de basculamiento de la Meseta Castellana debe alcanzar ya la vergencia actual hacia el O. Los escalones que la bordean por el E. (tránsito Meseta-Mediterráneo a través de la Cordillera Ibérica), alcanzan intensidad suficiente para producir, justamente con el basculamiento, un cambio importante de la red hidrográfica. Roto el equilibrio, la erosión comienza a actuar nuevamente de modo intenso, y sobre las superficies erosionadas del Mioceno superior pudo depositarse en la cuenca de Teruel, por ejemplo, importantes sedimentos clásticos y detriticos continentales.

El activamiento epirogénico Mioceno-Plioceno está relacionado con una débil orogenie pospontiense muy suave, cuya importancia primordial estriba en ayudar a desbaratar el equilibrio erosivo que había alcanzado el Ponticense, activando fallas y fracturas.

Las condiciones de rejuvenecimiento de paisaje se mantienen todavía en la actualidad.

La figura 21 representa la repartición y relativa intensidad de las

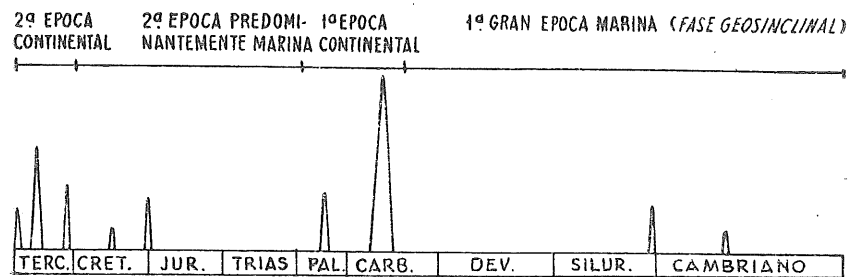


Fig. 21. — Repartición y relativa intensidad de las orogénias celtibéricas. (Según Lotze, Stille, Richter y Teichmüller).

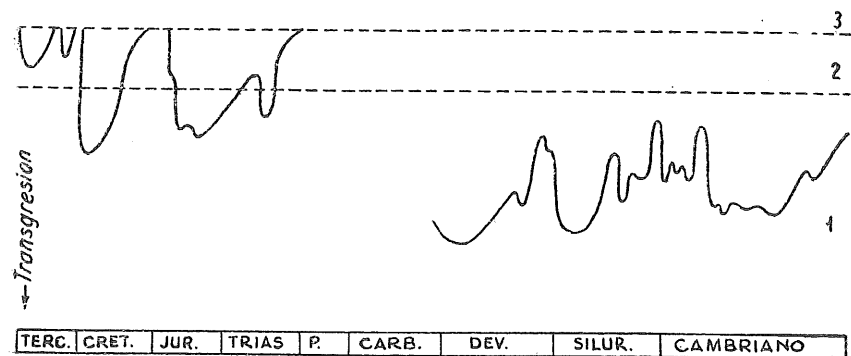


Fig. 22. — Movimientos epirogénicos en la Hoja de Alfambra.

- 1. — Ambito marino.
- 2. — Salobre, lacustre, continental.
- 3. — Falta sedimentación.

orogénias celtibéricas. La figura 22 representa las condiciones de sedimentación y epirogenesis generales celtibéricas.

Como conclusión bástenos apuntar que en toda Celtiberia los procesos geológico-tectónicos más importantes han sido debidos a oscilaciones epirogénicas, y movimientos relativos de bloques basales. Los pliegues en sí son sólo un elemento secundario en toda la historia geológica de la región.

### 3. HISTORIA GEOLOGICA LOCAL

Vamos a tratar, finalmente, de acoplar todas las conclusiones y resultados más arriba apuntados a los accidentes tectónicos locales, en forma de bosquejo de historia geológica local. Hemos de hacer la salvedad de que dicha historia no es comprensible en todo su sentido más que sin perder de vista la historia regional.

#### A) PALEOZOICO

Durante casi todo este tiempo, hasta el Carbonífero medio, reina en la Hoja un ámbito geosinclinal. No hay afloramientos primarios que permitan el estudio más detallado de las condiciones antiguas de sedimentación.

Únicamente, por analogía con regiones vecinas, podemos indicar que bajo las coberteras terciaria y secundaria deben encontrarse en nuestra zona capas paleozoicas plegadas variscamente.

#### B) TRIÁSICO

A raíz de esta orogénesis, el mar es desplazado y se pasa a un tipo de sedimentación continental, o falta de sedimentación.

En conjunto, debió resultar un paisaje de mares interiores y poco profundos, de los que emergerían cadenas de montañas-islas. La erosión comienza el arrasamiento, allanando el paisaje y colmando valles.

Tras la fuerte erosión se cubre el fondo de los mares con masas potentes de conglomerados. Aunque en la Hoja no afloren, es preciso suponer que se encuentran bajo las areniscas del Buntsandstein.

Prosigue el Triásico con sedimentos en serie transgresiva y con numerosas oscilaciones dentro de la línea general de ensanchamiento de cuenca. Los primeros depósitos (Buntsandstein, Muschelkalk) reflejan muy bien tanto los vaivenes de la transgresión como el relieve de los suelos sobre los que se depositaron.

Las secuencias de arenas, conglomerados, arcillas arenosas del Bunt,



así como las variadas muestras de estratificación cruzada nos indican que la tierra firme estaba próxima, y la red hidrográfica o de corrientes litorales no estaba establecida todavía de modo firme. Las variaciones de espesor, aun locales, de las capas parciales del Bunt, permiten apreciar su sedimentación sobre un relieve litoral y todavía no igualado.

En el Muschelkalk las condiciones se hacen más tranquilas, aunque no son todavía constantes. Por una parte presenta tramos margosos en la base y en medio, lo que indica una transgresión en proceso adelantado, pero todavía no establecida, y por otra, el débil espesor local en comparación con otras zonas sigue manifestando desigualdades en el fondo.

Todo esto acaba con el Keuper. Las condiciones en que se formaron sedimentos tan característicos como los de este piso no están aún aclaradas, pero parece ser que son fundamentalmente marinos y de poca profundidad (Lombard, 30). Ello concuerda con el sentido transgresivo general del Triásico. En el Keuper, el fondo marino ya era uniforme, y su facies sedimentaria, de extensión regional. El régimen quedaba ya establecido de modo extenso y monótono.

#### C) LIÁSICO

Cambios de clima, o de composición del agua del mar, finalizaron con las condiciones anómalas del Keuper y las cambiaron por otras ya más parecidas a las actuales. La cuenca sedimentaria de nuestra zona queda así situada de un modo más claro que a fines del piso anterior. Se establecen en ella las condiciones sedimentarias de una plataforma continental. En efecto, por esta época y ya durante el resto de su historia, dejan sentir su influencia los macizos castellano y aragonés, como verdaderos continentes, al norte y sur de la Hoja de Alfambra, se forman amplias cuencas sedimentarias. En conjunto, la zona queda como una ensilladura entre estas cuatro grandes unidades que la rodean, y toda su historia refleja esta dependencia.

La transgresión sigue estableciéndose de modo más señalado durante los comienzos del Lías. La facies de zócalo continental (carniolas y dolomías de la base del Lías) cede paso en el Hettangiense-Sinemuriense inferior a una formación caliza, ya francamente marina, en la que empiezan a aparecer los primeros cefalópodos.

Las margas y calizas margosas del Liásico superior responden a un ámbito igualmente uniforme y constante. La pequeña regresión que supone la aparición de coloides entre las series calcáreas nos indica, así como los numerosos cambios de litofacies que transcurrirán durante el Mesozoico, que la cuenca de nuestra Hoja no es ya la de franco geosinclinal, como durante el Paleozoico, sino mucho menor y reflejando, por lo tanto, con mayor precisión las pequeñas variaciones que ocurran tanto dentro de ella misma como a su alrededor.

#### D) DOGGER Y MALM INFERIOR

Durante estos períodos las condiciones sedimentarias se mantienen sensiblemente las mismas que durante el Liásico. Una pequeña regresión, con aparición de facies calizo-arenosa y faunas menos profundas, así como concreciones silíceas en las calizas, marca el tránsito del Liásico al Dogger. Los ritmos sedimentarios se mantienen constantes y breves; las calizas se tablean y los bancos que se producen son de pequeño espesor, con juntas más margosas o arenosas. Es el ciclo rápido característico de pequeñas cuencas infrageosinclinales.

Durante el Calloviense-Oxfordiense y la base del Lusitaniense los tramos se hacen más arenosos. Como las faunas siguen siendo profundas, con especial abundancia de ammonites, es fácil relacionar estas formaciones más sabulosas, no con una regresión propia de la cuenca, sino con emersiones o rejuvenecimiento de la actividad erosiva de los macizos próximos. En efecto, relacionados con las fases neokimméricas (que en nuestra Hoja no se dejan sentir propiamente), emergen los macizos castellano y aragonés.

#### E) LUSITANIENSE HASTA NEOCOMIENSE

Pasada la anterior fase epirogénica, vuelve poco a poco la normalidad a nuestra cuenca. Primero, en el periodo inmediatamente posterior, los aportes de las masas vecinas provocan secuencias sedimentarias arenoso-margosas. La vida submarina se enrarece, pero en aquellos sitios en que se encuentran fósiles se ve que fundamentalmente no han cambiado las condiciones periabisales que se establecieron en el Liásico medio.

Tras estas secuencias de arenas y margas, más o menos calizas según los lugares y siempre de poca potencia, las condiciones vuelven a ser más tranquilas. Las secuencias sedimentarias se hacen de ritmo más lento y constante, lo que hoy podemos apreciar por un espesor de bancos algo mayor y, sobre todo, por una monotonía en las alternancias calizo margosa-margas-calizas. Aunque con tranquilidad relativa, las condiciones generales de la cuenca han experimentado un cambio sensible: las series calizas desaparecen durante este período para dejar paso a litofacies en que el porcentaje de coloides (arcillas) es notablemente superior. Todo indica una erosión tranquila, pero mantenida, en las zonas lejanas emergidas al E. y O., y también, quizá, depósitos importantes arcillosos en las cuencas potentes al N. y S., que elevan el porcentaje general de coloides de Celtiberia.

La vida submarina se hace forzosamente más penosa en tal medio.

#### F) BARREMIENSE-APTENSE-ALBENSE

Nuevamente en el Neocomiense superior las series sedimentarias dan muestras de alteraciones. Se repite poco a poco el mismo proceso que hemos descrito para el Malm inferior. Series arenoso-margosas se superponen a las del Neocomiense. Nuevamente comprobamos una elevación de los macizos castellano y aragonés, con activación erosiva, pero contrariamente a entonces, ahora toda nuestra cuenca experimenta una transgresión en forma de hundimiento.

Estas fases inestables han sido relacionadas con pulsaciones póstumas de los plegamientos neokimméricos.

Las series arenoso-margosas dejan paso a secuencias margoso-calizas y finalmente a claras formaciones calcáreas potentes. Los ritmos sedimentarios se hacen más lentos y cada banco aumenta de espesor. Tanto el aumento de espesor de los bancos como la litofacies plenamente calcárea indican que la cuenca de nuestra zona se ha equilibrado o adosado a una cuenca de tipo más importante, como en efecto así es: durante el resto del Mesozoico, nuestra Hoja prosigue la misma historia que la extensa cuenca sur.

La caliza aptense inscribe nuestra región, haciéndola perder sus peculiaridades personales, a todo el proceso histórico geológico de la parte SE. de la Cordillera Ibérica.

Sobre las calizas aptenses se depositan, en el ámbito de nuestra

Hoja, las capas albenses con facies típicas de Utrillas. Al final del Aptense, toda la zona muestra signos de inestabilidad. Aparecen secuencias margosas y arenosas intercaladas y de vivos colores amarillentos o rojizos. La fauna se enrarece nuevamente y apenas subsisten ostras marinas. Toda la región pasa a un régimen singular, de episodios marino-salobres-lacustres, aumentando hacia arriba de los depósitos (por lo menos dentro de nuestra Hoja) el porcentaje de sílice.

#### G) CRETÁCEO SUPERIOR

Falta en esta región el techo del Albense y también los restantes pisos superiores cretáceos, por lo que cae fuera de objeto describirlos como tales. Baste decir que debieron depositarse habiendo desaparecido posteriormente por varios procesos erosivos.

#### H) PALEOGENO

El hilo de nuestra historia lo reemprendemos con una potente formación de conglomerados. Esta serie detritica se apoya sobre formaciones más antiguas por intermedio de una notable superficie de erosión. Nos encontramos con un yacente desmantelado desigualmente. En unos puntos los conglomerados descansan sobre el Aptense o Neocomiense, en otros sobre el Malm o el Dogger y en otros incluso sobre el Liásico.

La Hoja de Alfambra sufre, a fines del Cretáceo o principios del Paleogeno, una gran regresión, a partir de la cual se modifica fundamentalmente su historia geológica.

Desde el principio del Terciario los fondos marinos muestran enorme inestabilidad. Lenta, pero continuamente, el fondo se abomba y eleva. La erosión, en esta época casi exclusivamente submarina, va eliminando capa a capa los últimos depósitos, conforme la cuenca pierde profundidad, hasta llegar al nivel del mar en ciertos sitios. Aparecen entonces los primeros depósitos detriticos y clásticos. Todos estos movimientos son reflejo de actividad tectónica que, según la terminología de Stille, serían larámicos o pirenaicos. La falta de fósiles determinativos en los conglomerados basales terciarios hace que su edad posible quede entre límites tan amplios como los que se extienden durante el Eoceno y Oligoceno inferior.

Si tenemos en cuenta el largo período de erosión suave que precede a la sedimentación de los conglomerados basales, podemos suponer a éstos abarcando desde el Eoceno superior hasta el Oligoceno inferior, y que el primer impulso en el que culmina la lenta regresión de la zona es de edad pirenaica.

A partir de este momento, la Hoja ya no puede ser tratada como una unidad, tal como veníamos haciendo. La cuenca sedimentaria que la constituía pierde singularidad, se tabica y fragmenta en otras cuencas menores.

Durante el Oligoceno posorogénico ocurren nuevamente depósitos transgresivos. La suave ondulación de las capas de fondo empieza a igualarse ya con los conglomerados, pero es necesario que transcurra todo el Oligoceno para que el fondo de la cuenca quede unificado.

A la fase detrítica, de espesor muy desigual, sucede una serie coloidal más uniforme y extensa, y a éstas, una fase calizo-margosa salobre y lacustre transgresiva y ya monótona.

Ya toda la región entra en una época de inestabilidad tectónica. Las secuencias sedimentarias paleógenas muestran series virtuales indecisas en detalle, aunque con tendencia general transgresiva e igualitaria. Los términos arcillosos presentan numerosas recurrencias y retrocesos a facies más detríticas, y cuando parece establecida la serie uniforme (nos referimos a un centro de la cuenca, no a los bordes), se observa una regresión y, finalmente, una serie de pulsaciones arcillosas-calizo margosas, con algunas evaporitas lentas, potentes y continuadas, que reflejan un estado de equilibrio dinámico, inestable en toda la cuenca, aunque con paisaje de relieve ya equilibrado.

Este estado de cosas se extiende hasta el Aquitaniense, donde un nuevo y definitivo impulso orogénico vuelve a romper el precario equilibrio.

#### I) AQUITANIENSE-TORTONIENSE INFERIOR

Durante todo este amplio período de tiempo, los sedimentos mesozoicos, ligeramente ondulados, y el Paleógeno subhorizontal se pliegan hasta conseguir la fisonomía actual.

A cada grupo de impulsos corresponde una nueva formación detrítica, que viene a depositarse en discordancia ligera sobre el yacente. La fase staírica tarda en desarrollarse más de cinco millones de años (todo el Mioceno inferior).

Vuelve el relieve subacuático a rejuvenecerse y las zonas emergidas aumentan en extensión y altura. Sobre la llanura pantanosa, a fines del Aquitaniense, se deposita un potente manto conglomerático. En los bordes de los sinclinales se producen al final del período fracturas paralelas a los pliegues, las cuales, debido al basculamiento hacia arriba de todo el borde O. de nuestra cuenca, toman después de la orogénesis el papel de protagonistas en la evolución de nuestra Hoja.

#### J) TORTONIENSE SUPERIOR-SARMATIENSE

Al comenzar este período el relieve se halla prácticamente igualado por los conglomerados anteriores, y las cuencas de sedimentación casi rellenas por completo. Las aguas se han refugiado en algunos puntos muy localizados, pero a expensas de los movimientos de los bloques en que se ha roto el basamento, vuelven a invadir transgresivamente nuevos terrenos.

La secuencia litológica es del mismo tipo que la del Paleógeno: mares interiores salobres o lacustres, transgresivos en extensión y con simultáneo relleno de fondo e igualación de relieve.

La serie detrítica va presentando hacia el techo numerosas intercalaciones arcillosas, hasta pasar a serie arcillosa con alguna intercalación detrítica. La tendencia al equilibrio va actuando paulatinamente.

Si durante el Paleógeno la Hoja de Alfambra empieza a manifestar diferencias internas de sedimentación, durante el Mioceno, estas diferencias se acusan de modo decisivo. Encontramos en la Hoja partes sumergidas que siguen ciclos geológicos distintos. Para su estudio es preciso, en primer lugar, determinar cuántas unidades móviles independientes hay, y en segundo lugar, en qué sentido se mueven.

Las unidades, que empiezan a individualizarse a partir del Tortoniense, son dos: bloque del oeste, desde el pie de la Sierra del Pobo hasta el margen occidental de la Hoja, y bloque del este, comprendiendo la Sierra del Pobo, y que Hahne llama eje de Corbatán.

#### K) PONTIENSE-PLIOCENO-CUARTARIO

La amplitud y extensión relativa de los depósitos mio-pliocenos pueden apreciarse en la cartografía y cortes de la Memoria. Los movimien-

tos de los dos bloques anteriores determinan en cada momento el ámbito de penetración de los lagos miocenos.

Al final del Pontiense, los lagos desaparecen como tales, por colmatación, y se establece una red pantanosa-fluvial residual, con términos de barros y arenas tendidos, indicando un perfil erosivo en equilibrio.

El movimiento ininterrumpido de los bloques provoca durante el Plioceno una ruptura de este equilibrio, cambiando profundamente la red fluvial. Las penillanuras pontienses son erosionadas y en sitios localizados se depositan potentes espesores de conglomerados y maciños.

La red fluvial encaja finalmente en el sentido actual y va atacando y eliminando, ya hasta nuestros días, todos los niveles antes depositados.

A través de las páginas anteriores hemos visto cómo la cuenca geosinclinal profunda del Paleozoico se convierte en una cuenca de tipo inferior durante el Mesozoico y pasa posteriormente a continental lacustre y finalmente a continental seca. La evolución geológica queda así pergueñada a grandes rasgos. La Hoja de Alfambra, tratada como una unidad de depósitos durante el Paleozoico y Mesozoico, se fracciona en cuencas relativamente independientes: las del O. entran antes en el tipo continental seco, y las del centro mantienen el tipo lacustre y constituyen el borde oriental sur de la depresión de Calatayud-Teruel.

## VI

### AGUAS SUBTERRÁNEAS

La importancia de las aguas subterráneas en una región viene condicionada por numerosos factores, entre los que hay que destacar la facilidad de su obtención y su posible aprovechamiento, para el consumo o para el riego.

Desde el punto de vista hidrológico, la Hoja de Alfambra es interesante para la consecución de caudales importantes. Gran parte de las rocas que forman el suelo son muy permeables, por lo que mediante labores adecuadas, se obtendrían positivos éxitos.

Ahora bien, desde el punto de vista económico y de aprovechamiento, gran parte de la Hoja queda descartada.

Vamos a examinar seguidamente las diferentes regiones de la misma, indicando sus posibilidades.

La parte oriental está ocupada casi en su totalidad por la Sierra del Pobo. En ella, aunque se podrían obtener buenos alumbramientos, su obtención y aprovechamiento no serían rentables. No obstante, en la cubeta de Los Erizales, situada al NO. de El Pobo, podrían emplazarse con éxito algunos sondeos que, con toda seguridad, proporcionarían agua artesiana y ésta ser conducida, a favor de la pendiente, hacia las tierras bajas de El Pobo.

Otro buen emplazamiento para sondeos es la cubeta de Galve; pero aquí las tierras regables ya están transformadas, mediante las aguas del Alfambra.

La falda occidental de la Sierra del Pobo se sumerge suavemente bajo terrenos miocenos, que soportan formaciones cuartarias sumamente

permeables. La casi impermeabilidad de los sedimentos tortonienses-sarmatienses hace que allí donde la erosión ha tajado profundamente barrancos, al ser puestas al descubierta estas capas impermeables, dan origen a buenos y numerosos manantiales, cuyas aguas son aprovechadas para el consumo de los pueblos y el riego de las tierras de los valles.

El valle central de la Hoja, ocupado en su mayor parte por sedimentos terciarios y cuartarios, dispone de las aguas del río Alfambra, que desde Galve da una amplia curva y cruza la Hoja de norte a sur.

Es en esta zona, de topografía más fácil y de clima más suave, dentro de la crudeza general de la región, donde las aguas del Alfambra son aprovechadas en riegos de hortalizas y frutales, por lo que carece de interés desde el punto de vista hidrológico.

La mitad occidental es la más seca. En ella existen valles y tierras llanas, hoy ocupadas por cultivos de secano en su mayor parte, que podrían aumentar su rendimiento al transformarse en regadíos.

Las estructuras geológicas de esta zona son bastante amplias, y en ellas podrían emplazarse labores de captación.

Una de ellas es el amplio sinclinal, situado al oeste de Perales de Alfambra. Se trata de una estructura muy suave, ocupada por calizas jurásicas y en la que alternan niveles de calizas en bancos potentes, muy careadas en superficie, con calizas tableadas. La base impermeable de esta estructura la constituyen las margas charmutiense-toarcienses, y hasta estas margas habría que profundizar las labores. Las aguas aquí alumbradas no serían surgentes, pero su nivel no debe ser muy profundo.

Los terrenos miocenos, que ocupan buena parte de esta zona occidental, son muy arcillosos en general, y aunque presentan algunas zonas de conglomerados, que podrían almacenar buenos caudales, están generalmente drenados por profundos barrancos. Las labores a efectuar en estas zonas tendrían que ser sondeos profundos, hasta encontrar las capas permeables, cretáceas y jurásicas, en los ejes de los amplios pliegues sinclinales.

Insistimos en que la pluviometría de la región y la naturaleza y disposición de las rocas que forman su suelo son favorables para la captación de grandes caudales de agua, pero que su obtención sería en la mayoría de los casos antieconómica.

Los pueblos, situados casi todos en el valle del Alfambra, disponen de buenos abastecimientos.

La Jefatura del Distrito Minero de Teruel nos ha facilitado los siguientes datos, relativos a los manantiales situados en la Hoja.

TÉRMINO	NOMBRE DEL MANANTIAL
Camañas .....	Carraelpozo.
Celadas .....	San Roque.
" .....	La Cuadrilla.
" .....	Querichuela.
Alfambra .....	La Gragea.
" .....	Pubillos.
" .....	El Tolmo.
" .....	Altabón.
" .....	Caño de María.
" .....	Cañada.
" .....	Veguilla.
Escorihuela .....	Hocino.
" .....	Roque.
" .....	Olmeda.
" .....	Cañada.
" .....	Chorro Vaca.
" .....	Oya.
" .....	Val.
" .....	Poveda.
" .....	Pozos Malos.
" .....	Los Caños.
" .....	Fuente Alta.
" .....	Fuente Baja.
Orríos .....	Fuentesauco.
" .....	Peñisco.
" .....	Valdeperal.
" .....	Badillo.
" .....	Paruelo.
" .....	Fuente Agapito.
" .....	Fuente Cordillera.
Perales de Alfambra .....	Fuente.
" .....	Del Prado.
" .....	Cañada.
Galve .....	Muñino.
" .....	Peñuela.
El Pobo .....	Villar Solana.
" .....	Barrio Bajo.
Villalba Alta .....	La Cañada.
" .....	El Regajo.
" .....	El Tormagal.

TÉRMINO	NOMBRE DEL MANANTIAL
Villalba Alta .....	Val del Agua.
" .....	El Cabacho.
" .....	Los Clérigos.
" .....	Los Baños (medicinal).
" .....	Hoya Mediana.

No se indican aquí los aforos correspondientes por no poseer datos completos de ellos.

Las aguas de los manantiales situados en lugares aptos por su topografía, son aprovechadas en regadíos y huertas. El resto se dedican a abastecimiento público y abrevadero de ganados.

## VII

### MINERÍA Y CANTERAS

#### 1. MINERÍA

La minería en la región es escasa y de poca importancia, ya que solamente existen dos concesiones para mineral de manganeso, ambas situadas en el término de Camañas y propiedad de la Minera Garnie, S. A. Estas concesiones son "Providencia", de 224 pertenencias, y "Natividad", de 228. La producción es muy escasa y ocupan actualmente a unos diez obreros. Para el arranque utilizan máquinas de aire comprimido, producido en un pequeño compresor móvil situado en la superficie, y después de una selección rudimentaria, se transporta el mineral por camiones a través de malos caminos hasta llegar a Alfambra, donde toman la carretera general.

El criadero es de tipo sedimentario. El mineral, pirolusita en su mayor parte, se encuentra rellenando las diaclasas de la caliza barramiense-aptense allí existente, reconcentrándose a intervalos en determinados puntos, formando bolsas.

Hay huellas de antiguas explotaciones en esta zona, que tuvieron mucha mayor importancia de la que hoy en día tienen, a juzgar por las ruinas de los edificios que alojaron las instalaciones de aquella época.

El mineral seleccionado tiene una riqueza aproximada del 80 por 100 en bióxido de manganeso.

## 2. CANTERAS

Existen en la zona dos canteras de yeso, ambas en el término de Orrios, de poca importancia. Hay otras varias, aún menos importantes, de carácter local, donde se extrae piedra para la construcción y también con destino a la reparación de caminos.

## VIII

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALMELA (A.) y RÍOS (J. M.): *Estudios sobre el Mesozoico del borde meridional de la cuenca del Ebro*. Inst. Geol. y Min. de España, Libro Jubilar, tomo II. Madrid, 1952.
2. BOWLES (G.): *Introducción a la Historia Natural y la Geografía Física de España*. Madrid, 1775.
3. CALDERÓN (S.): *Origen de la sal común y los sulfatos de los terrenos terciarios lacustres de la Península*. An. Soc. Esp. Hist. Natural, 2.<sup>a</sup> serie, vol. 4. 1896.
4. CALVO (L.): *Geología de los alrededores de Albarracín*. Boletín XX, 1893.
5. CORTÁZAR (D.): *Bosquejo físico-geológico y minero de la provincia de Teruel*. Boletín XII, 1885.
6. CRUSAFONT (M.), VILLALTA (J. F.) y JULIVERT (N.): *Notas para la estratigrafía y paleontología de la cuenca de Calatayud-Teruel*. Notas y Comunicaciones, núm. 34, 1954.
7. DE SITTER (L. U.): *Structural Geology*. McGraw-Hill. New York, 1956.
8. DEREIMS (A.): *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Le. Bigot Freres. Lille, 1898.
9. EZQUERRA DEL BAYO: *Indicaciones geognósticas sobre las formaciones terciarias del centro de España*. Anales de Minas, tomo III, 1845.
10. FALLOT (P.) et BATALLER (R.): *Sur l'allure d'ensemble et sur l'agedes plissements dans les montagnes du Bas Aragon et du Maestrazgo (Espagne)*. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, vol. 182, 1926.
11. — *Itinerario geológico a través del Bajo Aragón y del Maestrazgo*. Mem. Rend. Acad. Cienc. y Art., 20, núm. 8, 1926.
12. — *Observations au sujet de divers travaux recents sur de Bas-*

- Aragón et la Chaîne Iberique. B. Inst. Cat. d'Hist. Nat., volumen XXXI. Barcelona, 1931.
13. FOURMARIER (P.): *Schistosité et grande tectonique*. Ann. Soc. Géol. Bel., 76, 1953b.
  14. GARCÍA FUENTE (S.), RÍOS (J. M.) y PEÑA (P.): *Contribución al conocimiento de la geología de la región manchega*. Empr. Nacional Adaro Inv. Min. Mayo, 1954. (Estudio no publicado.)
  15. GIGNOUX (M.) et FALLOT (P.): *Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes de l'Espagne*. Congr. Géol. Intern. Compt. Rend. XIV Session, en Espagne, II. Madrid, 1927.
  16. HAHNE (K.): *Investigaciones estratigráficas y tectónicas en las provincias de Teruel, Castellón y Tarragona*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo II, 1928. (Fecha de la ejecución del trabajo.)
  17. — *La Cadena Celtibérica al E. de la cuenca Teruel-Alfambra*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo II, 1931. (Fecha de la ejecución del trabajo.)
  18. HERNÁNDEZ-PACHECO (E.): *Fisiografía del Mioceno aragonés*. Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo 21, 1921.
  19. — *Observaciones respecto al Paleogeno continental hispánico*. Anales Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias, año VIII, núm. 3, pág. 545-555, 6 lám. Madrid, 1943.
  20. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): *Nota sobre la estratigrafía y los mamíferos miocenos de Nombrevilla (Zaragoza)*. Bol. Inst. Geol. y Minero de España, 47, 3.ª serie, tomo 7, 1926.
  21. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Explicación de la Hoja geológica 1:50.000, número 668 (Sagunto)*.
  22. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Explicación de la Hoja geológica 1:50.000, número 567 (Teruel)*.
  23. JOLY (H.): *Sur l'existence de phénomènes de charriage à l'extrémité orientale de la chaîne Ibérique, près de Montalbán (province de Teruel, Espagne)*. Compt. Rend. Acad. Cienc., 174, pág. 820. Paris, 1922.
  24. — *Sur la présence d'écailles ou de lambeaux de Charriage dans la Chaîne Celtiberique (prov. Zaragoza, Logroño et Soria, Espagne)*. Compt. Rend. Acad. Sc. 174, pág. 1185. Paris, 1922.
  25. — *Sur l'allure tectonique des couches crétacés et tertiaires aux environs de Haro (prov. Logroño, Espagne)*. Compt. Rend. Acad. Sc., 174, pág. 1474. Paris, 1922.
  26. — *Note préliminaire sur l'allure générale et l'âge des plissements de la Chaîne Celtiberique (Espagne)*. Compt. Rend. Acad. Sc., 175, núm. 21, pág. 976-978. Paris, 1922.
  27. — *Les résultats d'études géologiques sur la Chaîne Celtiberique*. R. Congr. Géol. Internat. Madrid. C. R. 2, pág. 523-583, II pl. Madrid, 1926.
  28. JULIVERT (M.): *Observaciones sobre la tectónica de la depresión de Calatayud*. Revista Arrahona. Sabadell, 1954.

29. KINDELÁN (V.) y RANZ (M.): *Criaderos de hierro de España*. T. III: Guadalajara y Teruel. Memorias, 1918.
30. LOMBARD (A.): *Géologie Sedimentaire*. Masson. Paris, 1956.
31. LOTZE (F.): *Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas Celtibéricas*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo VIII. Madrid, 1930. (Fecha de ejecución del trabajo.)
32. — *Observaciones sobre la división de los variscides de la Meseta Ibérica*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo V. Madrid, 1950. (Fecha de la traducción.)
33. — *Algunos problemas de la Meseta Ibérica*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo V. Madrid, 1950. (Fecha de la traducción.)
34. MAESTRE (A.): *Descripción geognóstica y minera del distrito de Cataluña y Aragón*. Madrid, 1845.
35. MALLADA (L.): *Explicación del mapa geológico de España*, tomo VI. Mem. Com. Mapa Geol. Esp. Madrid, 1907.
36. PAILLETTE: *Sur les formations tertiaires de l'Espagne*. Quart. Journ., V. VI, 1849.
37. RIBA (O.): *Bibliografía geológica y fisiografía de la provincia de Teruel*. Revista "Teruel", tomo I, núm. 2. Teruel, 1949.
38. RICHTER (G.): *Las Cadenas Ibéricas entre el Jalón y la Sierra de la Demanda*. Publ. Extr. Geol. Esp., tomo IX. Madrid, 1956. (Fecha de la traducción.)
39. RICHTER (G.) und. TEICHMÜLLER (R.): *Die Entwicklung der Keltiberischen Ketten*. Beiträge zur Geologie der Westlichen Mittelerrangebiete, núm. 9, 1933.
40. RÍOS (J. M.): *Cuadro sistemático de las formaciones geológicas y de las fases de plegamiento*. Publ. E. E. I. M. Madrid, 1945.
41. RODRÍGUEZ (S.): *Descripción geológica del antiguo corregimiento de Albarracín, en la provincia de Teruel*. "Revista Minera", tomo II, 1851.
42. ROYO GÓMEZ (J.): *El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica*. Junta Amp. Est. e Inv. Cient., Mem. 30. Madrid, 1922.
43. — *Tectónica del Terciario continental ibérico*. "Bol. Inst. Geol. Min. Esp.", t. XLVII, 2.ª parte (VII de la 3.ª serie), 1926.
44. RUSSELL (W. L.): *Structural Geology for Petroleum Geologists*. McGraw-Hill, New York, 1955.
45. SCHRÖDER (E.): *La zona limítrofe del Guadarrama y las Cadenas Hespéricas*. Publ. Extr. Geol. Esp., t. IV, 1948 (Fecha de la traducción.)
46. STILLE (H.): *Notas sobre los plegamientos perimeséticos y su parte sub-pirenaica y balearica*. Publ. Extr. Geol. Esp., t. I, 1942.
47. SOLÉ SABARIS (L.) y RIBA (O.): *El relieve de la sierra de Albarracín y zonas limítrofes de la Cordillera Ibérica*. "Teruel", número 1. Teruel, 1952.
48. TORRUBIA: *Aparato para la historia natural española*. 1754.
49. TRICALINOS (J.): *Untersuchungen über den Bau des Keltiberischen*



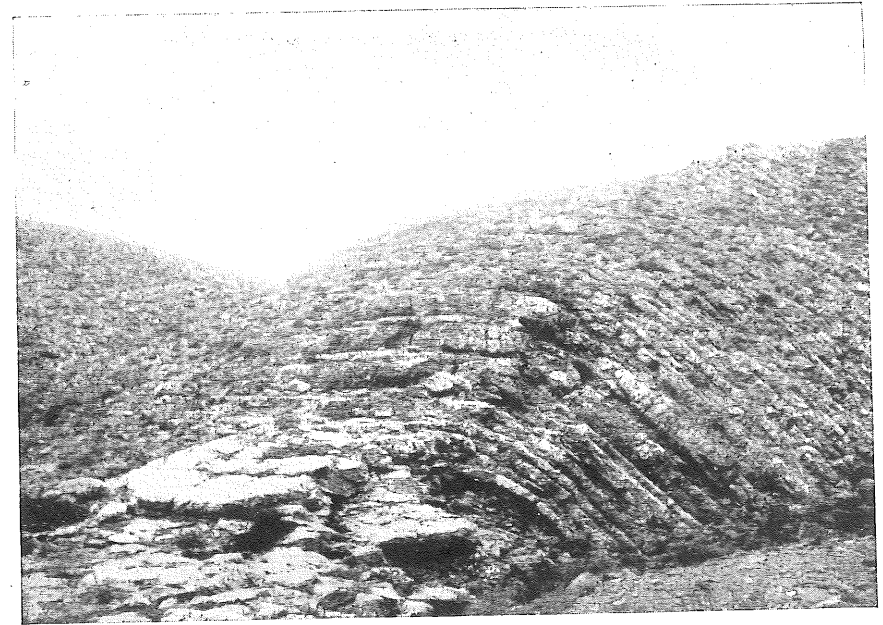
- Ketten des nordöstlichen Spanien.* "Zeitsch. d. Deutsch. Geol. Ges.", abh. t. 80.
50. VERNEUIL et COLLONB: *Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne.* "B. S. G. F.", 2e sér., t. X, pag. 61. 1853.
51. — *Note à l'occasion de deux coupes géologiques faites à travers l'Espagne, du nord au sud et de l'est à l'ouest.* "C. R. Ac. Sc.", t. XXXVI, 1853.
52. — *Cartes géologiques de l'Espagne et du Portugal au 1:500.000.* 2e édition. Explication sommaire de la carte.
53. VERNEUIL et LORIERE: *Resumen de las proposiciones más importantes deducidas del viaje geológico por algunas provincias de España.* "Revista Minera", t. V, pág. 239, 1854.
54. VILANOVA (J.): *Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel.* Madrid, 1863.
55. VILLALTA (J.) y CRUSAFONT (M.): *Consideraciones sobre las formaciones pontienses de la cuenca del Vallés-Penedés.* "Anal. de la Asoc. Esp. para el Progreso de las Ciencias, año VIII, páginas 574-581.



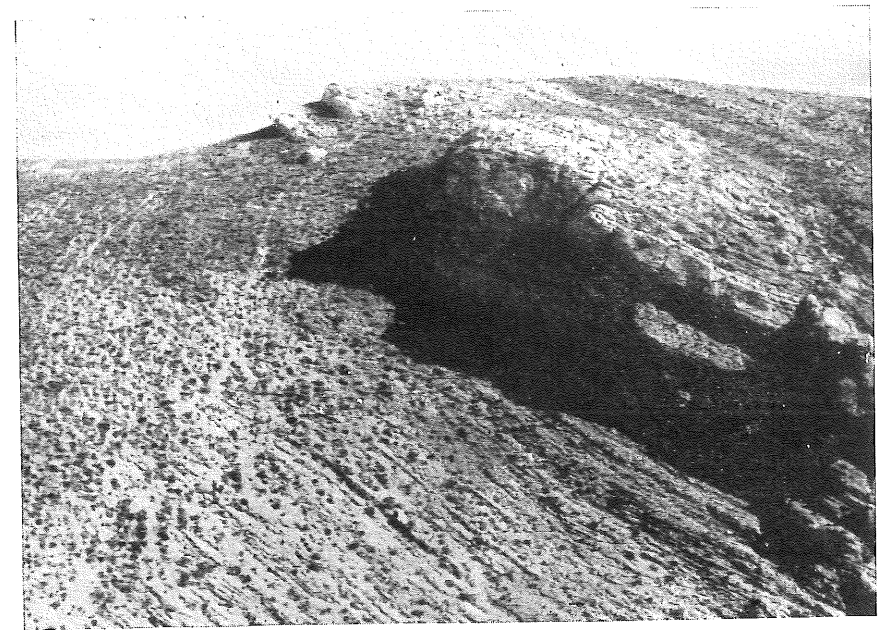
Fot. 3.—Calizas del Malm superior bajo el puente del ferrocarril en construcción Teruel-Aliaga. Al fondo, el Mioceno discordante sobre el Dogger.



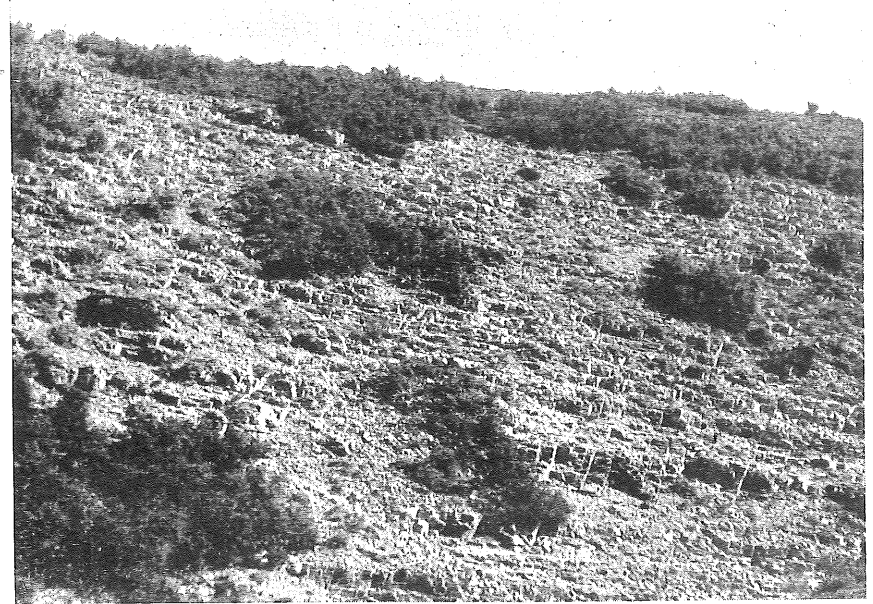
Fot. 4.—Detalle de la discordancia entre las calizas del Dogger y el Mioceno.



Fot. 5.—Pequeño anticlinal en las calizas tableadas del Malm superior.  
Barranco de los Pozos.



Fot. 6.—Crestón barremiense-aptense sobre las calizas tableadas del Neocomiense y Malm superior. A la izquierda de la carretera de Galve.



Fot. 7.—Calizas tableadas del Malm superior. Diaclasas normales a la estratificación.



Fot. 8.—Capas jurásicas verticales en lo alto de la Sierra de El Pobo, por La Batiosa.



Fot. 9.—Calizas liásicas del Cerro de las Cruces.



Fot. 10.—Cuaternario de Camañas. Al fondo el pueblo y pliegues cretáceos.



Fot. 11.—Panorámica del Cerro de las Cruces en la Sierra de El Pobo. En primer término, calizas liásicas; en medio, margas fosilíferas, y en las cumbres calizas del Dogger.



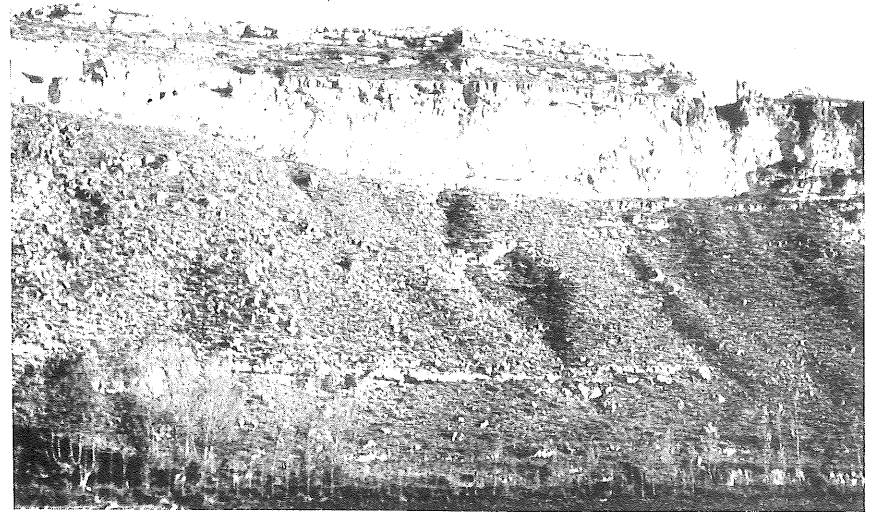
Fot. 12.—Calizas barremiense-aptenses, cerca de Galve.



Fot. 13.—Pontiense y Sarmatiense junto al pueblo de Alfambra.



Fot. 14.—Cuaternario y Mioceno del valle del Alfambra. Al fondo, crestón de calizas pontienses sobre Tortoniense-Sarmatiense, rojo.



Fot. 15.—Pontiense y Sarmatiense en el valle del Alfambra.



Fot. 16.—Cuaternario del valle del Alfambra. Vista del pueblo de Orrios.