

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



CARTOTECA
BIBLIOTECA
Instituto Geológico y
Minero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 946

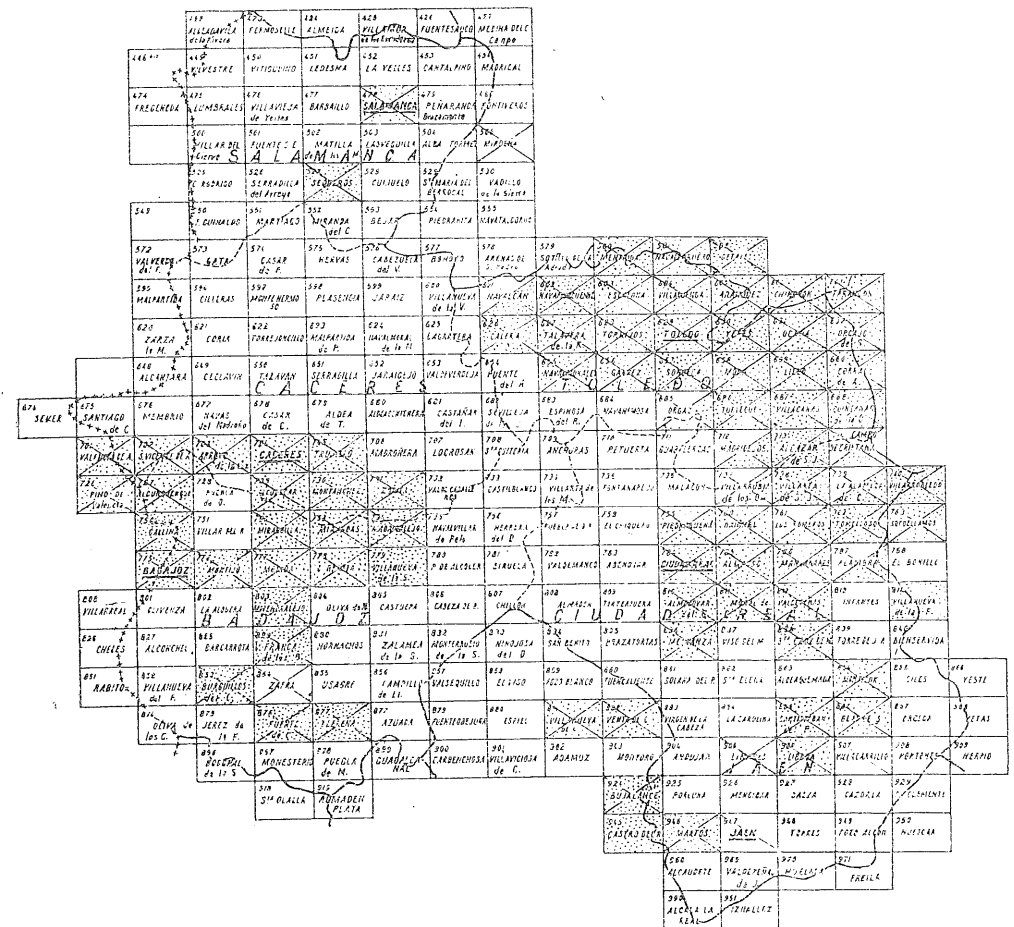
MARTOS

(JAEN-CÓRDOBA)

MADRID
TIP. - LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1959

QUINTA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE MARTOS, NÚMERO 916



Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por el ingeniero de Minas D. ENRIQUE DUPUY DE LÔME Y SÁNCHEZ LOZANO.

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 QUINTA REGIÓN GEOLÓGICA

Jefe D. Ismael Roso de Luna.
 Subjefe..... D. José Cantos Figuerola.
 Ingeniero D. Juan Pérez Rogodón.
 Ingeniero D. Carlos Villalón.

INDICE

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos.....	5
II. Rasgos de geografía física y humana.....	11
III. Estratigrafía.....	19
IV. Tectónica.....	49
V. Antecedentes geológicos.....	71
VI. Hidrología subterránea.....	77
VII. Minería y canteras.....	83
VIII. Bibliografía.....	89

I

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

1. ANTECEDENTES

La Hoja de Martos está situada en la provincia de Jaén, al oeste de la capital. Comprende un país bien comunicado y densamente poblado, excepto en su parte sur-oriental, muy montañosa, la cual es, en general, de difícil acceso y está muy poco habitada. La población se halla, además, muy desigualmente repartida, y se agrupa en grandes pueblos, muchos de ellos con más de 15.000 habitantes.

Geológicamente, pertenece el país al borde septentrional de la zona marginal a las Cadenas Béticas; su tectónica es muy violenta y de notable complicación, hasta el punto de que gran parte de los problemas de tectónica regional que afectan a esta región se encuentran todavía pendientes de interpretación definitiva.

La estratigrafía y tectónica de las Cadenas Béticas han merecido la atención de gran número de investigadores españoles y extranjeros, especialmente desde que Staub publicó, en 1926, su famosa síntesis en la que, de manera esquemática, se resumía una original y valiente interpretación de la disposición tectónica del país.

Las ideas de Staub suscitaron, como veremos más adelante, interesantes controversias, de las que han resultado nuevos estudios e interpretaciones que, en conjunto, han constituido ya una valiosísima aportación al conocimiento de la geología de la región Bética.

La mayor parte de estos estudios son, sin embargo, trabajos sobre la posible interpretación de problemas tectónicos regionales o bien ob-

servaciones concretas sobre determinados problemas geológicos. En muy pocos se incluyen cuestiones directamente en relación con la zona que ahora nos ocupa, y en menos aún se describe o representa esta zona.

Entre los primeros estudios geológicos sobre este país marginal a las Cordilleras Béticas, se encuentran, principalmente, informes en relación con la minería de la provincia. Tales son los "Datos geológico-mineros de la provincia de Jaén", publicados en 1874 por don Francisco García Arana, y en 1877, por don Alberto Herrera.

De 1884 es el "Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén", realizado por don Lucas Mallada, en el que se incluyen valiosos datos estratigráficos, con el buen criterio geológico que caracterizó a su autor.

De gran interés son los estudios geológicos de Verneuil y Collomb, publicados en 1852, especialmente si se tiene en cuenta la época en que fueron realizados. El hallazgo del Lías, en Martos, por estos autores, no ha podido ser comprobado con posterioridad.

En 1889 publicaron Bertrand (M.) y Kilian (W.) sus "Estudios sobre los terrenos secundarios y terciarios de las provincias de Granada y Málaga". Se trata del primer trabajo en que se incluyen observaciones generales de tectónica regional.

Los estudios de Nicklés, que tanta importancia tienen para el conocimiento de la geología de Levante, alcanzaron también a las provincias andaluzas. En relación con la zona que ahora nos ocupa, son interesantes las observaciones estratigráficas apoyadas en datos paleontológicos, que realizó el autor al este de Jaén.

Mayor importancia alcanzan los trabajos de Douvillé, publicados en 1906 como tesis doctoral. Con notable acierto publica el autor una interpretación tectónica de las sierras de Jaén, ya en el interior del área que estudiamos, con cuya interpretación, según veremos más adelante, coincidimos plenamente.

Con motivo del Congreso Geológico Internacional, celebrado en España en 1926, se suscitaron interesantes problemas en relación con la tectónica de la región andaluza.

En el capítulo correspondiente comentaremos brevemente las teorías de Staub, cuya síntesis tectónica ha contribuido grandemente a fomentar el desarrollo de los estudios geológicos en la Bética.

A las investigaciones de Staub siguieron interesantísimos estudios de diferentes autores españoles y extranjeros, destacando entre ellos los trabajos de Brower y los de Blumenthal.

Aunque en su mayor parte se refieren a zonas situadas al este y sures-

te de la que ahora nos ocupa, pueden considerarse como fundamentales para el estudio geológico de la región los trabajos del profesor Fallof. En ellos se discuten las teorías de Staub y Blumenthal, atribuyéndose en general menor valor a la magnitud de los deslizamientos.

Más adelante comentaremos, también muy brevemente, estos trabajos del profesor Fallof.

Los doctores Brinkmann y Gallwitz han realizado también un interesantísimo estudio sobre el borde externo de las Cadenas Béticas en el sureste de España. El límite occidental de su área de trabajo coincide sensiblemente con la zona que ahora nos ocupa, pero creemos conveniente incluir más adelante un ligero comentario sobre la obra de los doctores alemanes, ya que en ella se tratan muy importantes cuestiones de tectónica regional. Estos autores discuten también las teorías de Staub, y atribuyen muy reducida importancia a los corrimientos a que Staub concedió tan gran magnitud.

En esta breve exposición de los principales trabajos geológicos sobre la región andaluza es preciso tener en cuenta la importante aportación que al conocimiento de la región ha llevado don Juan Gavala Laborde. Sus trabajos se refieren, principalmente, a la región meridional de Andalucía, pero sus representaciones estratigráficas e interpretaciones tectónicas continúan todavía en vigor, y no han podido, en su mayor parte, ser superadas por los estudios más recientes.

Ligeramente posteriores, y muy interesantes, son las investigaciones de Carbonell, resumidas en su "Contribución al estudio de la geología y de la tectónica andaluzas", publicadas en el *Boletín del Instituto Geológico* en el año 1927. También, según las observaciones de Carbonell, la importancia de los deslizamientos tectónicos es menor que la que le fue atribuida hasta la fecha.

De este modo, y con notables contribuciones de diferentes autores, cuya enumeración habría de resultar en exceso prolija, se fue creando en torno a la interpretación de la tectónica del país bético la llamada Escuela Española, la cual, en contraposición a las teorías de los anteriores investigadores, y especialmente de los holandeses, ha expresado cierta tendencia a atribuir reducida importancia a la magnitud de los supuestos mantos de deslizamiento regionales, llegando, incluso, en ocasiones a negar por completo la existencia de deslizamientos.

Las investigaciones más modernas, realizadas estos últimos años, y en gran parte en curso de ejecución, parecen confirmar, sin embargo,

la presencia de deslizamientos de tipo regional y, en algunos casos, de importancia muy considerable.

Los resultados de las investigaciones petrolíferas que en los últimos tiempos se han llevado a cabo en Andalucía confirman también esta cuestión.

Nuestra modestísima aportación a estas investigaciones coincide, hasta el momento, con la interpretación de la existencia de una serie de corrimientos de considerable magnitud.

En el estudio de las Sierras de Coy y Sierra Espuña, y de la Sierra de Ricote, en Murcia, y en las observaciones geológicas en la zona de Jaén, que estamos llevando a cabo con motivo de diferentes trabajos de hidrología subterránea, e incluso en la preparación de la Hoja de Martos, hemos observado huellas indubitables de deslizamientos tectónicos, cuya magnitud, aún no comprobada, parece ser muy grande.

Entre los trabajos más recientes sobre la región que nos ocupa merece destacarse la publicación de don Eduardo Alastrué y Castillo, titulada "Bosquejo geológico de las cordilleras Subbéticas entre Iznalloz y Jaén", cuyo trabajo, publicado en 1944 por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, mereció ser galardonado con el premio "Juan de la Cierva" de 1943.

Tanto por la importancia de este estudio, como porque en él aparece representada el área colindante con la Hoja de Martos, será comentado con mayor extensión en un capítulo posterior. A él hemos de referirnos además, repetidamente, a lo largo de las descripciones estratigráficas y tectónicas de esta Memoria.

Finalmente es necesario destacar los interesantísimos trabajos que en la región andaluza está llevando a cabo actualmente el catedrático de la Universidad de Granada señor Fontboté. La publicación de estos estudios contribuirá a aclarar una parte importante de los problemas tectónicos que aún quedan pendientes de interpretación.

Entre los mapas geológicos que hemos podido consultar se encuentran las muy cuidadas ediciones de 1952 y 1956, del Mapa Geológico de España a escala 1:1.000.000, publicado por el Instituto Geológico.

De las hojas a escala 1:50.000 estaban publicadas, de la provincia de Jaén, en la época en que hemos estudiado la Hoja de Martos, las de Ubeda, Santisteban del Puerto, Beas de Segura y Montizón, y en preparación, la de Jaén.

2. RASGOS GEOLÓGICOS

La disposición de las formaciones geológicas que ocupan la Hoja de Martos es en extremo compleja.

Según veremos en el lugar correspondiente, existen tres series mesozoicas alóctonas, o, al menos, para-autóctonas, deslizadas sobre un substratum paleozoico y triásico.

Este substratum soporta, además, una cobertera de Paleogeno y Neogeno marinos, sobre la que, en parte, han tenido lugar los deslizamientos. En la descripción de las series estratigráficas es preciso, por lo tanto, tener en cuenta el carácter alóctono de gran parte de ellas.

Hemos distinguido en el estudio de la Hoja de Martos las siguientes formaciones:

Cuaternario	{ Depósitos aluviales en ramblas y cauces. Tierra arcillo-sabulosas.
Mioceno	{ <i>Burdigalense autóctono</i> .—Arcillas y margas en facies de tap. <i>Burdigalense</i> .—Calizas fosilíferas.
Oligoceno	{ <i>Aquitaniense</i> .—Margas arenosas con lepydociclina. Calizas sabulosas.
Eoceno	{ Moladas y areniscas con nummulites, posiblemente alóctono.
Cretáceo superior (alóctono)	{ <i>Senonense</i> .—Calizas claras, en ocasiones fosilíferas. <i>Turonense</i> .—Margas y calizas azoicas. <i>Cenomanense</i> .—Margas y calizas margo-sabulosas, amarillentas, fosilíferas.
Cretáceo Inferior (alóctono)	{ <i>Albense</i> .—Margas sabulosas. <i>Aptense</i> .—Calizas y margas fosilíferas. <i>Neocomiense</i> (formando parte de la serie jurásica alóctona).—Arcillas y margas muy fosilíferas y potentes.
Jurásico (facies oscura)...	{ <i>Malm</i> .—Calizas grises con radiolarites, en ocasiones fosilíferas. <i>Dogger</i> .—Potente serie de calizas negras, fértidas, azoicas. <i>Lias</i> .—Margas y calizas tableadas, amarillentas.

Jurásico (facies clara. Pa- ra-autóctono).	} <i>Malm.</i> —Titónico en facies roja, muy fosili- fera. Calizas gris claro y blancas, fosili- feras. (Afloran en la Hoja de Martos el Dogger y Malm en esta facies.)
Triásico	

La disposición tectónica de estas series es, como decimos, muy compleja.

Se encuentra un conjunto cretáceo deslizado hacia el norte y volcado sobre el Burdigalense.

Más al sur aflora una serie jurásico-neocomiense, también deslizada de sur a norte, y en ocasiones volcada sobre el Burdigalense.

Esta serie se descompone, además, en cuatro escamas sucesivas, apiladas de sur a norte.

Gran parte de la superficie de la Hoja está ocupada por sedimentos burdigalenses, plegados y atravesados muy frecuentemente por asomos triásicos.

En el capítulo correspondiente se estudian estos elementos tectónicos, y se establece su enlace con las grandes unidades de la tectónica regional.

El país que ahora se describe forma parte del borde septentrional de la zona marginal a las Cadenas Béticas.

II

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

1. OROGRAFÍA

Comprende la Hoja de Martos un país de suelo muy accidentado en la parte sur-oriental, y suavemente ondulado en el resto de la zona.

Se encuentran en esta parte sur-oriental las prolongaciones hacia al oeste de las sierras de Jaén y Jabalcuz, separadas ambas por una estrecha depresión, que da origen al arroyo del barranco de la Cueva.

Al sur de esta depresión se encuentra la alineación montañosa, en la que están situadas las mayores elevaciones de la zona. Se bifurca esta alineación al este de Jamilena, dando origen a la sierra de este nombre, y la rama meridional vuelve a bifurcarse en dos alineaciones menores, que terminan al este de Martos.

La Peña de Martos constituye un risco aislado, alrededor del cual se dispone el pueblo de este nombre.

El punto más elevado de la Hoja lo constituye el vértice situado al este de la sierra de Pata del Caballo, en el mismo borde oriental del área que estudiamos. Alcanza este vértice los 1.312 metros de altura.

El punto más bajo se encuentra en el borde occidental de la Hoja, al oeste de Santiago de Calatrava, en las inmediaciones del P. K. 2 de la carretera de Santiago a Baena, y alcanza sólo 320 metros. Hay, por lo tanto, casi 1.000 metros de cota relativa entre los puntos más elevado y más bajo de la Hoja de Martos.

2. HIDROGRAFÍA

La zona que estudiamos es notable por su escasez de aguas superficiales. No existe en ella ningún río digno de tal denominación, y si únicamente se encuentran algunas ramblas y arroyos, cuyo caudal desaparece en verano.

Son de éstos los más importantes el de la Cueva y el Judío, en Torre del Campo; los de Jamilena y Torredonjimeno, y el de la Peñuela, en Higuera de Calatrava.

La presencia de frecuentes asomos de Keuper salobre da origen a diversos manantiales de agua salada, algunos de cuales son explotados para la obtención de sal común.

Estas aguas saladas contaminan las de los barrancos a que vierten aquellos manantiales, dando lugar así a los arroyos y barrancos del Salado, Saladillo, etc., tan frecuentes en la zona y especialmente en el Campo de Calatrava.

3. CLIMATOLOGÍA

El clima de la región es de tipo continental, cálido. En las zonas altas, sin embargo, los inviernos son fríos y son frecuentes las heladas y nevadas.

La pluviosidad es muy escasa, constituyendo este factor uno de los más importantes en cuanto a la escasez de aguas superficiales y subterráneas que se observa en el país. Publicamos a continuación unos cuadros termométricos y pluviométricos, obtenidos de los datos que suministran las estaciones meteorológicas de la zona:

DATOS TERMOMETRICOS

Estación termométrica de Jaén.—Año 1957

MESES	Temperatura media mensual
Enero	7,1º
Febrero	12,2º
Marzo	14,9º
Abril	13,3º
Mayo	16,8º
Junio	21,3º
Julio	28º
Agosto	28,4º
Septiembre	24,8º
Octubre	16,4º
Noviembre	11,5º
Diciembre	7,5º

DATOS PLUVIOMETRICOS

Precipitación mensual en milímetros

MESES	Estación de Jamilena	Estación de Martos	Estación de Torredonjimeno
Enero	26,0	42,3	26,7
Febrero	44,1	18,9	32,1
Marzo	37,0	31,2	40,7
Abril	84,0	82,3	96,9
Mayo	146,0	112,5	194,8
Junio	5,0	11,1	15,6
Julio	—	—	—
Agosto	—	—	—
Septiembre	7,0	7,2	16,9
Octubre	127,0	101,2	101,8
Noviembre	74,0	42,3	83,0
Diciembre	71,0	52,5	99,6
Lluvia total en mm.	621,1	503,5	708,1

4. AGRONOMÍA

El cultivo predominante en la zona, como ocurre en la mayor parte de la provincia de Jaén, y en una muy importante de Andalucía, es el olivo.

Magníficos olivares cubren toda la zona, suavemente ondulada, que se extiende por la parte central y occidental de la Hoja. Este cultivo, que crea, indudablemente, una gran riqueza, supone para la región, sin embargo, una serie de graves inconvenientes, derivados en su mayor parte de los riesgos del monocultivo, con sus grandes oscilaciones anuales y del grave problema del paro estacional, endémico en la provincia.

Existen algunas, muy pocas, plantaciones de viña, y otras, más extensas, de cereales de secano.

En algunas zonas bajas, y dependiendo de escasos manantiales, se encuentran cultivos de huerta, en general de reducida extensión, a causa de la gran escasez de agua en la zona, que si impide atender al normal abastecimiento de los núcleos de población, menos aún permite el establecimiento de grandes zonas de regadío.

En las áreas montañosas se encuentran algunos pinares, reducidos casi exclusivamente a la zona sur-oriental de la Hoja; pero la mayor parte de los cerros y colinas están ocupados exclusivamente por monte bajo.

5. VÍAS DE COMUNICACIÓN

La zona que comprende la Hoja de Martos se encuentra, salvo en la parte sur-oriental, muy bien comunicada. Existe una tupida red de carreteras y caminos locales, aunque su estado de conservación era especialmente para estos últimos, en la época en que estudiamos la zona, realmente deficiente.

La carretera nacional de Córdoba a Almería, por Jaén, atraviesa la Hoja de noroeste a sureste. En Torredonjimeno enlaza esta carretera con la nacional de Ubeda a Málaga, por Jaén, que atraviesa también, en dirección sureste, la Hoja de Martos.

Una red de carreteras y caminos locales parten de estas dos importantes vías de comunicación y enlazan entre sí los puntos habitados de la zona. Son de ellas las más importantes las que unen Torredonjimeno con Santiago de Calatrava y con Higuera de Calatrava.

La carretera local de Martos a Los Villares surca la zona en su parte sur-oriental, y facilita el acceso a las series jurásica y neocomiense que allí afloran.

El ferrocarril de Puente Genil a Linares atraviesa la parte oriental de la Hoja, y tiene estaciones en Martos, Torredonjimeno y Torre del Campo. Facilita el transporte de los productos agrícolas de la zona, y especialmente del aceite, y actualmente resulta de gran utilidad para la conducción del cemento que se fabrica en Torredonjimeno.

Como hemos dicho ya, las sierras de la parte sur-oriental de la Hoja son de difícil acceso. Para su estudio geológico son, entre otros, de gran utilidad, el camino del barranco de la Cueva, que parte de las inmediaciones del poste kilométrico 65 de la carretera de Córdoba, y atraviesa de norte a sur las alineaciones cretáceas y jurásicas; el camino del barranco del Judio, que se dirige desde Torre del Campo hacia el sur; el del Puerto de Jamilena; el que desde Martos conduce a la Fuente de la Maleza; el camino del Moro, que parte de la carretera de Los Villares, etc., etc. Todos ellos permiten el acceso a esta zona, de notable complicación estratigráfica y tectónica.

6. NÚCLEOS DE POBLACIÓN E INDUSTRIAS

La población, en la zona que nos ocupa, se encuentra muy desigualmente repartida. Los caseríos y casas de labor son pocos y distantes entre sí, y la población se agrupa en grandes pueblos, dos de los cuales, Martos y Torredonjimeno, pasan de los 16.000 habitantes.

Son estos pueblos Torre del Campo, Jamilena, Santiago de Calatrava, Higuera de Calatrava, Martos y Torredonjimeno.

Torre del Campo, con 11.500 habitantes, es un pueblo de carácter casi exclusivamente agrícola. Existen pequeñas industrias locales, de elaboración de aceites, alfarería y los derivados de la explotación de yesos del Keuper. Jamilena, con 3.500 habitantes, es también un pueblo

de agricultores. Posee buenos cultivos de regadío en el valle que se extiende al sur del pueblo.

Higuera y Santiago de Calatrava, con 1.800 y 3.200 habitantes, son esencialmente pueblos olivareros.

Torredonjimeno es ya un importante núcleo de población, con cerca de 18.000 habitantes. Posee un extenso término municipal, en el que se encuentran buenos cultivos, especialmente de olivar. Es además un importante nudo de comunicaciones y un centro ferroviario activo, especialmente para la exportación de aceite.

La atención que el Estado ha prestado recientemente a los problemas económicos de la provincia de Jaén, a través del denominado "Plan Jaén", ha repercutido muy favorablemente en el desarrollo de la zona que estudiamos. En Torre del Campo, Jamilena y muy especialmente en Torredonjimeno y Martos, existen profusión de nuevas edificaciones, e incluso barrios enteros de nueva planta.

Se ha fomentado el desarrollo de nuevas industrias, la mayor parte de las cuales son de tipo local y consisten en la utilización y transformación de productos agrícolas.

En Torredonjimeno se ha creado la gran fábrica de cemento de "Cementos Alba", S. A. Esta fábrica, todavía en fase de construcción y sucesivas ampliaciones, alcanza ya una producción del orden de doscientas mil toneladas anuales.

Se explotan calizas y margas jurásicas en una gran cantera al sur de la fábrica. El transporte hasta ésta se realiza todavía en camiones de gran tonelaje, y está prevista la construcción de un tranvía aéreo que sustituirá a aquéllos.

El pueblo de Martos, con más de 20.000 habitantes, es un importante núcleo de población, de carácter agrícola e industrial. Posee buenas industrias de alfarería y cerámica, además de otras de carácter agrícola. Está construido al pie de la peña del mismo nombre, famosa a causa de que, según la tradición, desde lo alto de la misma fueron arrojados los hermanos Carvajal, por orden de Fernando IV *el Emplazado*. El origen de la ciudad es anterior a la dominación romana, como confirman los notables descubrimientos arqueológicos llevados a cabo recientemente en sus alrededores por el franciscano P. Recio.

Entre los monumentos artísticos e históricos de Martos destacan el antiguo castillo árabe, hoy en ruinas; la iglesia parroquial de Santa María de la Villa, que data del siglo XIII; la iglesia de Santa Marta, del

siglo XV; la cárcel, construida por Felipe II; el monumento de la Cruz del Lloro, en memoria de los hermanos Carvajal.

Tanto Martos como los pueblos de Higuera y Santiago, pertenecen al Campo de Calatrava, feudo, hasta época muy reciente, de la famosa orden militar de este nombre.

ESTRATIGRAFÍA

GENERALIDADES

El estudio estratigráfico de la zona comprendida en el interior de la Hoja de Martos tropieza con la dificultad de la escasez de restos fósiles en algunas formaciones, cuya dificultad se ve aumentada por la identidad de facies entre series de edad muy diferente.

En el Jurásico encontramos un conjunto de calizas negras, tableadas, que se extienden desde el Lías al Titónico, pero que apenas contienen restos fósiles. La separación entre ellas del Lías, Dogger y Malm es, en algunos casos, extraordinariamente difícil.

El Neocomiense, Oligoceno Superior y Burdigalense se presentan en ocasiones con una facies de margas grises nodulosas muy semejante, y que no siempre contiene fósiles. Desgraciadamente la violenta tectónica de la zona impide generalmente distinguir estas formaciones en virtud de su situación y del estudio de las discordancias.

En el mapa adjunto aparecen representados los diferentes niveles estratigráficos que hemos podido distinguir en el estudio de la Hoja de Martos. Vamos, en las páginas siguientes, a justificar su clasificación, y a describir los más importantes afloramientos locales.

1. TRIÁSICO

Afloran, en la zona que nos ocupa, el Muschelkalk y el Keuper; el Bunt-Sand-Stein se encuentra presente en el substratum, pero no hemos podido encontrar afloramientos que claramente correspondan a este piso.

Para algunos autores, y entre ellos Fallot, se encuentran también en el Bunt niveles de arcillas abigarradas yesíferas, y en tal caso podrían situarse en el Trias Inferior algunos afloramientos de estas características que parecen estar claramente debajo del Muschelkalk. En la zona que estudiamos no afloran sedimentos inferiores al Muschelkalk, salvo quizás en la charnela del área anticlinal triásica. Las calizas dolomíticas están, sin embargo, aquí en tan violenta disposición tectónica, que no se puede asegurar si los bancos aparentemente inferiores se hallan en realidad debajo del Muschelkalk o no. En estas condiciones hemos preferido situar la totalidad de las arcillas yesíferas en el Keuper, aun haciendo la salvedad de que algún afloramiento de este área anticlinal pueda quizás pertenecer al Bunt.

a) Muschelkalk

El área de sedimentación del Muschelkalk alcanza hasta la zona que nos ocupa. En lugares aislados, y especialmente en el área anticlinal antes citada, afloran, muy trastornadas, calizas dolomíticas y dolomías tableadas, de tonos grises oscuro y negro. La serie es predominantemente dolomítica en la parte inferior, y en el techo de la formación se encuentran capitas de margas calcáreas nodulares, en las que hemos visto fragmentos de

Myophoria sp.

inclasificables específicamente.

Don Lucas Mallada estudió esta formación en la provincia de Jaén, y describe en ella la siguiente lista de fósiles, que reproducimos de la obra de Alastrué, utilizando la denominación actual para algunos de ellos:

Myophoria laevigata, Goldf.
Myophoria goldfussi, Alb.
Myophoria curvirrostris, Schlot.
Myophoria deltoidea, Goldf.
Hoernesia socialis, Schl.
Gervilleia mytiloides, Schl.
Velopecten alberti, Goldf., etc.

En la Hoja de Martos, el espesor del Muschelkalk es del orden de 50 metros, y disminuye paulatinamente hacia el norte.

Un interesante afloramiento se encuentra en el borde sur de la Hoja, en el barranco Salado, al sur de los baños de Agua Hedionda. Las dolomías negras, muy levantadas, se orientan aproximadamente este-oeste.

Más al norte se encuentra una serie de pequeños afloramientos de Muschelkalk, alineados a lo largo de una zona anticlinal que se extiende desde el sur de Santiago de Calatrava hasta Torredonjimeno.

En casi todos los afloramientos, las calizas y dolomías—triásicas—situadas en zonas predominantemente arcillosas, son explotadas para la obtención de piedra o la fabricación de cal. Las más importantes explotaciones se encuentran en la zona de Torredonjimeno, y especialmente al NE. del pueblo, en las proximidades del cementerio.

Existe aquí un pequeño afloramiento de Muschelkalk, en el que las calizas y dolomías, casi verticales, se orientan N.-70°-E. Para su explotación se han abierto tajos mecanizados que trabajan ya a una profundidad de más de 20 metros, desde el nivel del suelo.

b) Keuper

Mucha mayor extensión e importancia tienen las manchas de Keuper, las cuales ocupan una extensión muy considerable de la superficie de la Hoja de Martos.

A causa de la violenta disposición tectónica y de las deformaciones originadas por la plasticidad y los fenómenos migratorios que acompañan a las masas yesíferas y salinas, resulta difícil medir con exactitud el espesor del Keuper en la zona. Su potencia, en cualquier caso, es grande, y puede estimarse del orden de 300 a 500 metros.

Tampoco es posible establecer con claridad un corte vertical detallado de la composición del Keuper, ya que las variaciones—laterales—tanto sedimentarias como a consecuencia de la tectónica violenta y de la influencia de los yesos y sales, son muy acentuadas.

En términos muy generales, y sin que ello pueda aplicarse en multitud de asomos locales, podemos describir la siguiente composición para el Keuper de esta región:

En la base se encuentran niveles de arcillas, rojas y ocres, que alternan con algunas capas de arenisca ocrácea ferruginosa. La potencia de estas capas es de 40 a 80 metros.

Siguen a continuación arcillas abigarradas, de tonos rojizos, ocres, grises o verdosos, con algunos banquitos yesíferos, y una potencia del orden de los 50 metros.

Sobre ellas encontramos unos 100 metros de arcillas rojas, yesíferas, con abundantes jacintos de Compostela, que alternan con areniscas ferruginosas y yesos rojos y grises. En esta serie se encuentran algunas vetillas con carbonatos de cobre u óxidos de hierro, cuya explotación se ha intentado sin éxito en determinados lugares.

Encima encontramos unos 100 metros de arcillas yesíferas y potentes yesos blancos o grises. Estos yesos, en general de buena calidad, son extraordinariamente frecuentes en la Hoja de Martos, y se explotan en aquellos puntos próximos a las vías de comunicación o a los centros habitados.

Finalmente, coronan la serie nuevas capas de arcillas abigarradas, predominantemente rojas, y también yesíferas, que incluyen cuarzos hematoides. No hemos podido apreciar la existencia de núcleos de sal, pero es evidente la presencia de arcillas saliníferas, como lo demuestra la frecuencia de manantiales salobres en las manchas de Keuper.

Además de los manantiales mineralizados de Agua Hedionda, situados en el sur de la Hoja, se encuentran frecuentes salinas, especialmente en la zona central y occidental. Algunas de ellas se explotan por evaporación con destino a abastecer el consumo local.

c) Suprakeuper

La mayor parte de la superficie de la zona debió haber estado recubierta por las carniolas y dolomías del Suprakeuper.

Sin embargo, a causa de la erosión y de la violenta tectónica del

Keuper, faltan las carniolas en la mayoría de los afloramientos triásicos actuales. Se encuentran, sin embargo, pequeños afloramientos de Suprakeuper en el centro de la Hoja y en su parte septentrional.

Están formados por un espesor de unos 20 metros de carniolas, muy corroidas y con frecuentes vetas y nódulos de calcita, a las que siguen unos 10 metros de dolomías grises, estratificadas en bancos delgados.

La facies del Suprakeuper es, en consecuencia, análoga a la que hemos podido observar en el frente norte de la Bética y en Levante, pero el espesor de la formación es, en la zona que ahora estudiamos, sensiblemente más reducido.

En el mapa adjunto puede apreciarse la situación de los más importantes afloramientos de Suprakeuper en la Hoja de Martos.

2. JURÁSICO

Los afloramientos jurásicos tienen considerable importancia en la zona que estudiamos, y tanto la interpretación de su disposición tectónica como de su posible aloctonía, ha sido objeto hasta la fecha de una serie de discusiones.

Vamos a prescindir, en estas páginas, de considerar estos problemas, sobre cuyo análisis nos ocuparemos en un capítulo posterior, y a dedicarnos únicamente a la descripción de la facies y los afloramientos del Jurásico en la zona.

Se presenta, además, el Jurásico en dos facies diferentes, una oscura, que ocupa grandes extensiones de la Hoja de Martos, y otra clara, que aflora únicamente en su esquina sur-oriental.

Para algunos autores, y entre ellos Brinkmann y Gallwitz, estas dos facies no son sino niveles sucesivos de una misma serie sedimentaria.

Parece comprobado, sin embargo, que cada una de estas dos facies abarca casi la totalidad de Jurásico, y, en consecuencia, que se trata de dos conjuntos estratigráficos diferentes. De acuerdo con esta conclusión, vamos a estudiar sucesivamente cada una de estas dos facies jurásicas, aunque los afloramientos de una de ellas no alcanzan más que una reducida extensión de la esquina SE. de la Hoja.

El Jurásico en facies clara comprende la totalidad del Lias, datado paleontológicamente; el Dogger, posiblemente completo, aunque con

muy escasos restos fósiles, y probablemente parte del Jurásico Superior. Sólo se encuentran fósiles abundantes en el Titónico. Este se presenta, en cambio, en una facies margosa rojiza de extraordinaria riqueza fosilífera.

El Jurásico en facies oscura lo comprende un Lías con escasos restos fósiles, pero los suficientes para que se hayan identificado desde el Hetangiense al Toarciense; un Dogger en facies de calizas negras casi azoicas y un Malm en el que apenas aparecen más fósiles que del Titónico en su parte superior.

a) Lías

El Lías ocupa grandes extensiones en la parte central y meridional de la provincia de Jaén.

En el Liásico en facies clara se distinguen los siguientes niveles:

Rético, Hetangiense,	{	Caliza gris amarillenta con nódulos de sílex. Calizas grises, duras, con restos de crinoides. Margas rojizas con <i>Lytoceras</i> .
Sinemuriense	{	Calizas grises, claras, en bancos bien estratificados. A veces con tonos rosados. Contienen: <i>Hildoceras bifrons</i> , <i>Hildoceras levisoni</i> , <i>Grammoceras bertrandi</i> , etc., <i>Pentacrinus basaltiformis</i> .
Charmoutiense... ..	{	Calizas grises, a veces margosas. Margas grises con fósiles piritosos. Se encuentran: <i>Harpoceras algovianum</i> , <i>Philoceras wilsoni</i> .
Toarciense.	{	Margas grises y calizas margosas con <i>Hildoceras mercati</i> , <i>Grammoceras radians</i> , <i>Harpoceras exaratum</i> .

En el interior de la Hoja de Martos no llegan a aflorar estos niveles liásicos en facies clara.

El Liásico en facies oscura está formado por los niveles siguientes:

Rético, Hetangiense,	{	Posiblemente calizas tableadas, grises oscuras, duras, azoicas.
Sinemuriense	{	Calizas tableadas, que incluso se estratifican en placas delgadísimas, duras y sonoras. Restos de crinoides y de belemnites.

Toarciense.

{ Calizas amarillentas en superficie y gris oscuro o negras en fractura. Contienen: *Harpoceras levisoni*, *Rhinconella*.

En el interior de la Hoja de Martos existen afloramientos que, por su facies y situación estratigráfica, clasificamos en el Toarciense, aunque los restos fósiles que hemos encontrado en ellos poseen muy escaso valor determinativo.

Se encuentran estos afloramientos en el frente norte de la más septentrional de cuatro escamas tectónicas jurásico-neocomienses que, como veremos en el próximo capítulo, ocupan la zona sur-oriental.

En la parte alta del barranco del Judío, al sur de Torre del Campo, y en los dos barrancos que se encuentran directamente al sur de Jami-lena, afloran niveles inferiores de una serie jurásica con buzamientos uniformes al sur y sureste.

Se encuentran aquí calizas en placas, amarillentas y grisáceas en superficie, y de color gris oscuro o negro en fractura.

En el barranco del Judío hemos encontrado un ejemplar de *Rhinconella* y otro de *Crinoide* inclasificables específicamente. Al sur de Jami-lena no hemos podido encontrar fósiles, a pesar de una detenida investigación. Tanto por su facies, análoga a la de las formaciones fosilíferas que en la misma estructura afloran en la zona de Jabalcuz, como por su posición en la serie jurásica, hemos situado estas capas en el Lías Superior, posiblemente Charmoutiense y Toarciense.

b) Dogger

Las formaciones del Jurásico Medio ocupan extensiones importantes al sur y SE. de Jaén; en la zona que ahora estudiamos la superficie de sus afloramientos es reducida. El Jurásico Medio, en facies clara, está formado por margas y calizas margosas, de tono gris claro, que alternan con calizas puras, también de colores grisáceos o blanquecinos. Es toda esta serie muy pobre en fósiles.

Bertran y Kilian citan, en la Sierra de Doña Elvira, el hallazgo en estas capas de:

Harpoceras murchisonas, Sow.,

y Alastrué cita, en las proximidades de Montillana, Bajociense con:

Cadomites bayleanus, Opp.

Perisphinctes martiusi, d'Orb.

En nuestras investigaciones hidrológicas en el área de Jaén, hemos encontrado, en el paraje de la Fuente del Espino, al sur de la capital, y también en estas capas del Jurásico en facies clara, un buen ejemplar de

Normannites Braikenridgii, Sow.

que nos define el Bajociense.

Vemos, por lo tanto, que existen pruebas evidentes de que los sedimentos del Dogger están también incluidos en el Jurásico de facies clara. Por su pobreza paleontológica y su analogía de facies con el Lías Superior y Malm, resultan, sin embargo, de muy difícil diferenciación.

En cuanto al Jurásico, de facies oscura, también puede en él referirse al Dogger una potente serie, de más de 200 metros, de calizas oscuras tableadas.

Tiene los bancos de 10 a 20 centímetros de potencia y están formados por calizas negras o gris oscuro, fétidas, a veces con huellas de hidrocarburos y prácticamente desprovistas de restos fósiles.

Sobre ellas yacen formaciones más fosilíferas con restos del Malm; parece, en consecuencia, admisible situar en el Dogger al conjunto de esta formación oscura.

En la Hoja de Martos afloran también las calizas del Dogger en el frente de la primera escama jurásica que se extiende al sur de Jamilena. Toda esta escama, buzando al sur, presenta en su frente una magnífica exposición del Jurásico Medio, aunque en general las capas están ocultas por derrubios de ladera, tal como puede apreciarse en las fotografías que publicamos.

Muy buenos cortes de la formación pueden hacerse en la parte alta de los barrancos de la Cueva y del Judío, al sur de Torre del Campo, y en los dos barrancos que se encuentran al sur de Jamilena.

En el barranco del Judío encontramos:

Posidonomya alpina, Grass.

También hemos podido estudiar estas calizas en la gran cantera de la fábrica de cementos de Torredonjimeno. A pesar de la gran cantidad de roca examinada, no hemos podido encontrar aquí un solo resto fósil.

c) Malm

Los sedimentos del Malm, tanto en su facies clara como en la oscura son muy fosilíferos, especialmente en la parte alta de la serie, por lo que su estudio ha podido llevarse a cabo con más facilidad.

En el Jurásico de facies clara, al SE. de Jaén, se encuentra un paquete de calizas de tonos gris claro y blanquecino.

En el paraje de la Fuente del Espino, al SO. de Valdepeñas de Jaén, se encuentran, en las calizas de la base de la formación, restos de

Macrocephalites macrocephalus, Rein., del Calloviense.

El Oxfordiense está representado en el mismo paraje por calizas margosas, en las que Alastrué cita:

Peltoceras bimammatum, Quenst.

Perisphinctes plicatilis, Sow.

Lytoceras quadrisulcatum, d'Orb.

De la parte alta del Malm no hemos hallado fósiles hasta el Titónico. Aquí, en cambio, sobre unas calizas blanquecinas se encuentra un nivel de margas, más o menos calcáreas, de tonos rosados o rojizos y extraordinariamente fosilíferas.

Este nivel, con su facies característica, se halla enormemente extendido en la región que estudiamos. Es el mismo Titónico de Cabra, ya estudiado por Kilian y clasificado por el mismo autor en dos tramos que indican el tránsito del Jurásico al Cretáceo.

En la zona sur de Jaén, desde Otiñar a la Fuente del Espino, hemos recogido en esta formación una abundante fauna, cuya clasificación re- producimos seguidamente.

Entre Otiñar y la Fuente del Espino:

Pygope diphya, Colonna.

Perisphinctes eudichotomus, Zitt.

Aptychus beyrichi, Opp.
Punctaptychus punctatus, Voltz.
Pinna sp.
Lytoceras municipale, Opp.
Perisphinctes venetianus, Zitt.
Perisphinctes contiguus, Cat.
Perisphinctes senex, Opp.
Perisphinctes colubrinus, Rein.
Perisphinctes sp.
Perisphinctes fischerri, Kil.
Phylloceras sp.
Hoplites progenitor.

Fuente del Espino (según Alastrué):

Perisphinctes transitorius, Opp.
Perisphinctes fraudator, Zitt.
Racophyllites loryi, Munier.
Berriasella carptathica, Zitt.
Phylloceras silesiacum, Opp.
Aptychus punctatus, Voltz.
Duvalia Haugi, Kil.
Phylloceras calypso, d'Orb.
Phylloceras zignodianum, d'Orb.
Phylloceras isotypum, Neum.
Lytoceras sutile, Opp.
Perisphinctes eudichotomus, Zitt.
Perisphinctes Tiziani, Opp.

Castillo de Otiñar:

Berriasella privasensis, Pict.
Hoplites chaperi, Pict.
Perisphinctes transitorius, Opp.
Lytoceras quadrisulcatus, d'Orb.
Lytoceras municipale, Opp.
Phylloceras isotypus, Ben.
Phylloceras calipso, d'Orb.
Phylloceras sp.

Haploceras elimatus, Opp.
Collyrites sp.

Carretera de Otiñar, Km. 9:

Collyrites sp.
Phylloceras ptychoicum, Opp.
Phylloceras isotypus, Ben.
Perisphinctes contiguus, Cat., etc.

Como puede apreciarse, queda así el Titónico en facies clara perfectamente diferenciado.

En el interior de la Hoja de Martos únicamente aflora el Jurásico Superior en facies clara en la misma esquina SE. de la Hoja.

Se trata de un afloramiento de calizas claras que se continúan al sur y SE. para dar lugar a una mancha extensa, fuera ya de los límites de nuestro estudio; no se aprecian retazos del nivel superior de margas rojizas fosilíferas, posiblemente arrastrado aquí por la erosión.

En cuanto al Jurásico Superior de facies oscura, su riqueza paleontológica es mucho menor, pero hemos podido comprobar que también incluye el Titónico, con lo cual la hipótesis de Brinkmann y Gallwitz, de que las facies del Jurásico no eran sino niveles sucesivos de una misma formación, parece descartada.

Los mejores afloramientos de esta serie se encuentran en Jabalcuz y en el cerro de San Cristóbal, al sur y SE. de Jaén. Aunque las formaciones son aquí muy poco fosilíferas, los autores que anteriormente han estudiado la región han determinado en ellas el Calloviense y el Titónico.

En la Hoja de Martos aparece el Jurásico Superior coronando las tres más septentrionales de las cuatro escamas tectónicas jurásico-neocomienses que aquí se encuentran.

Forma el Malm un crestón superior de calizas menos oscuras y más duras, que destaca vivamente en el relieve, dando lugar a las cresterías de las sierras.

Son estas calizas muy poco fosilíferas, pero en la terminación occidental de la serie jurásica, al SE. de Martos, y en el punto en que la carretera de Los Villares corta a esta serie caliza, hemos encontrado en ellas dos buenos ejemplares de

Punctaptychus punctatus, Voltz, y
Virgatos phinctes transitorius, Opp.

que nos definen el Titónico.

No se observa discontinuidad en la serie desde el Dogger hasta estas calizas superiores, por lo que parece lícito considerar que también en su facies oscura se halla completo en la zona el Jurásico Superior.

3. CRETÁCEO

Los sedimentos del Cretáceo se encuentran asimismo bien representados en la zona que estudiamos de la provincia de Jaén, en el interior de la Hoja de Martos.

Del mismo modo que para la serie jurásica, vamos a prescindir aquí de la posible aloctonia de estas formaciones cretáceas, y a describir únicamente su estratigrafía. Únicamente llamaremos la atención sobre el problema, no totalmente resuelto, de la posible independencia de la serie cretácea y la serie jurásica-neocomiense.

En nuestra opinión, según exponemos en páginas posteriores, podrían perfectamente ambas series constituir un único conjunto sedimentario, separado en dos series distintas, posteriormente, como consecuencia de los grandes empujes orogénicos.

Sin embargo, si se consigue demostrar que en las dos series hay una zona común (posiblemente a la altura del Barremense o Aptense) será más difícil de explicar su comunidad de origen.

Hasta ahora, como veremos, la existencia de esta zona común no ha sido probada; antes al contrario, parece confirmarse que se trata de dos formaciones sucesivas.

Vamos, por todo ello, a estudiar los diferentes niveles cretáceos que afloran en la zona. A nuestro juicio, repetimos, la sedimentación cretácea es continua, y están en ella representados todos los niveles, desde el Neocomiense al Senonense Superior.

a) Neocomiense

Los depósitos neocomienses ocupan grandes extensiones en la región de Jaén y en la Hoja de Martos.

Existen frecuentes indicios de una transgresión neocomiense, cuya transgresión se produce, sin embargo, sobre el Titónico (después de un período de emersión muy breve) y sin apenas disconformidad en los estratos.

Quizás en alguna zona el Neocomiense sea transgresivo sobre niveles del Jurásico Superior inferiores al Titónico, pero no tenemos evidencia de ello.

En cambio sí es cierto que en diversos puntos de la zona (e incluso en el interior de la Hoja de Martos) el Neocomiense yace directamente sobre el Keuper.

Por ello han supuesto algunos autores (por ejemplo, Brinkmann y Gallwitz) que el Neocomiense es transgresivo sobre el Keuper. Ello supone no solamente atribuir gran valor a la transgresión neocomiense, sino suponer la existencia de una fase orogénica previa de relativa importancia.

Según Falot, en cambio, y coincidimos con la opinión del ilustre profesor francés, el contacto Neocomiense-Keuper es siempre mecánico, y en relación con los deslizamientos debidos a los grandes empujes tectónicos.

Comienza el Neocomiense por niveles transgresivos, sabulosos y arcillo-sabulosos, sobre los que yacen arcillas negras, grises y ocre con ammonites piritosos, y en facies ya batial.

Este nivel arcilloso es extraordinariamente rico en fósiles en la mayor parte de los lugares en que lo hemos podido estudiar.

Unos buenos afloramientos de la serie se encuentran al sur de Jaén, en el violento pliegue tectónico de Jabalcuz.

En el flanco septentrional del pliegue se encuentran en las arcillas grises:

Dauvalia dilatata, Blainv.

Baculites neocomiensis, d'Orb., etc.

En el flanco meridional del pliegue aparecen también en esta formación margosa.

Neocomites neocomiensis, d'Orb.
Phylloceras thetys, d'Orb.
Phylloceras picturatus, d'Orb.
Kilianella roubaudinana, d'Orb.

Más al oeste, y en las proximidades del pueblo de Los Villares, se está perforando un sondeo de investigación de aguas subterráneas.

En el lugar del emplazamiento del sondeo, las margas neocomienses contienen:

Aptychus angulicostatus, Pict.
Phylloceras sp.
Ancycloceras sp.

Los niveles más altos del Neocomiense son más arenosos y con facies menos profunda. Contienen también fauna piritosa, aunque menos abundante, y en ella comienzan a aparecer formas hauterivienses.

En esta formación más arenosa debe establecerse el límite, difícil de precisar con exactitud, del Neocomiense y Hauteriviense.

Como ya hemos dicho, los afloramientos neocomienses ocupan en la Hoja de Martos considerables extensiones.

En la zona alta del barranco de la Cueva, en el área fracturada de contacto de las series jurásica y cretácea, se encuentran retazos aislados de Neocomiense, que corresponden al flanco invertido del pliegue jurásico.

En esta zona hemos encontrado:

Neocomites neocomiensis, d'Orb.
Phylloceras sp.

Más al sur vuelven a aflorar margas neocomienses, muy trituradas, en la zona de contacto de la primera y segunda escamas jurásicas.

El Neocomiense que corresponde al flanco meridional de la primera de estas escamas aflora con gran extensión al sur de la carretera que desde Jamilena conduce a Martos. En las colinas que se extienden a mediodía de esta carretera, en las proximidades de la casa de la Hoya, se encuentran:

Phylloceras serum, Opp.
Phylloceras sp.

Baculites neocomiensis, d'Orb.
Thurmanniceras thurmanni, Pict.

Ligeramente al oeste de este paraje se ha emboquillado la galería para abastecimiento de agua a Torredonjimeno.

Esta galería ha atravesado en sus primeros 800 metros margas del Neocomiense, en las que se han encontrado, durante la perforación:

Duvalia dilatata, Blainv.
Mytilus subsimples, d'Orb.
Kilianella pexytychus, Uhlig.
Ammonites sp.
Phylloceras thetys, d'Orb.
Prototetragonites quadrisulcatus, d'Orb.
Puzosia sp.

Más al oeste, ya en las proximidades del cementerio de Martos, contienen las margas neocomienses:

Aptychus angulicostatus, Pict.

El pueblo de Martos se halla rodeado de formaciones margo-arcillosas del Neocomiense en facies batial.

Existen unos niveles inferiores, muy arcillosos, en los que hay emplazadas profusión de pequeñas canteras con destino a las fábricas de cerámica de Martos. En general, estas arcillas contienen abundantes fósiles piritosos.

A la amabilidad del P. Recio, del convento de franciscanos de Martos, debemos la entrega de muy buenos ejemplares de fósiles neocomienses, extraídos de estas canteras.

Entre ellos se encuentran:

Pygope diphyoides, d'Orb.
Phylloceras semisulcatus, d'Orb.
Olcostephanus astierianus, d'Orb.
Neocomites sp.
Thurmania sp.
Phylloceras thetys, d'Orb.
Phylloceras guettardi, Rasp.

Phylloceras sp.
Duvalia dilatata, Blainv.
Meshohibolites minaret, Rasp.

En el paraje del Arroyo del Gato se encuentran:

Phylloceras thetys, d'Orb.
Baculites meocomiensis, d'Orb.
Anaptychus serànonis, coq.
Hibolites jaculum, Phill.
Belemnites sp.

La carretera de Martos a Los Villares atraviesa el flanco meridional de la tercera escama jurásico neocomiense.

Por los caminos que desde esta carretera ascienden al norte, hacia la sierra, pueden realizarse muy buenos cortes de la serie neocomiense. De norte a sur se atraviesan desde los niveles inferiores transgresivos sobre el Jurásico hasta las capas más altas.

Sobre los niveles transgresivos, poco profundos, se encuentran en primer lugar margas arenosas de tonos ocre y grisáceos, seguidos de arcillas grisáceas en superficie y pardo-negruzcas en fractura, con abundantes fósiles.

En los niveles más altos comienzan a aparecer bancos de margas sabulosas, menos profundas, y a continuación, unos bancos de arenisca ferruginosa y margas con geodas, en las que situamos ya el tránsito del Hauteriviense.

Aconsejamos para este corte el camino denominado del Moro, que arranca de las inmediaciones del kilómetro 10 de la carretera.

Más al sur se repite de nuevo esta serie en la tercera y más meridional de las escamas jurásico-neocomienses.

El camino que conduce a la Casa de Contreras, y más al sur, el que lleva hasta la Casa del Coto, así como los senderos que de ellos parten, facilitan el acceso a estas formaciones.

Las margas neocomienses se presentan con idénticas facies, y en ellas, y especialmente en los niveles arcillosos, se encuentra abundante fauna análoga a la ya descrita.

Más al oeste, en la zona central y occidental de la Hoja, se encuentran dos interesantes afloramientos neocomienses, que yacen directamente sobre el Keuper, y cuya posición tectónica no está clara, y ha sido objeto de discusión, según veremos en las páginas siguientes.

Unos tres kilómetros al oeste de Martos, en el paraje de Los Barreros, afloran margas de tonos blanquecinos y amarillentos en superficie, y ocre en fractura, parcialmente ocultas por derrubios y por tierras de labor. Ya algunos autores que anteriormente han recorrido la región habían observado este afloramiento.

Nosotros no hemos podido encontrar aquí restos fósiles, pero sí algunas impresiones de ammonites mal conservados, lo cual, unido a la semejanza de facies, nos autoriza a situar en el Neocomiense esta pequeña mancha. Otro afloramiento de margas neocomienses, descubierto éste por don Lucas Mallada, se encuentra en el paraje de San Bartolomé, dos kilómetros al sur de Santiago de Calatrava.

Reproducimos de la obra de Alastrué la lista de fósiles encontrados aquí por Mallada:

Phylloceras rooyanum, d'Orb.
Phylloceras thetys, d'Orb.
Lythoceras strangulatum, d'Orb.
Astieria astieri, d'Orb.
Neocomites neocomiensis, d'Orb.
Ammonites inornatus, d'Orb. —
Ammonites nisus, d'Orb.

En el cerro del Viento, en la parte sureste de la Hoja, afloran margas neocomienses con:

Olcostephanus asterianus, d'Orb.
Kilianella roubaudi, d'Orb.
Ammonites sp.

que nos indica ya el tránsito al Hauteriviense.

En las proximidades de Torredonjimeno existe un afloramiento de margas en facies del Neocomiense. No hemos encontrado, sin embargo, aquí restos fósiles.

b) Hauteriviense y Barremense

Resulta muy interesante poder establecer la continuidad del Eocretácico desde el Neocomiense, que yace directamente sobre el Jurásico

Superior, hasta el Aptense, por que comienza la serie cretácea, que aflora en otros lugares, y que alcanza hasta el Senonense Superior.

A partir del Neocomiense Superior se observa con claridad una transición de facies hacia formaciones menos profundas. Con las arcillas y margas batiales comienzan a alternar capas de margas sabulosas y areniscas, las cuales, en determinados puntos, contienen ya fauna hauteriviense y barremense.

Así, Douvillé, en el paraje del Portichuelo, al sur de Jaén, se encuentra sobre el Neocomiense capas con:

Desmoceras cf. hemiptychum, Kil.
Crioceras majoricense, Nol.

formas ya del Hauteriviense.

Alastrué, en La Guardia, al sureste de Jaén, encuentra también fósiles hauterivienses.

En una cantera de margas al norte del P. K. 2 de la carretera de Mancha Real a Torres, hemos recogido nosotros una fauna neocomiense y con ella ejemplares de:

Olcostephaunus astierianus, d'Orb.

que nos indica ya el tránsito al Hauteriviense.

En el camino de Santa Cristina a Valdepeñas de Jaén cita Douvillé una fauna claramente barremense, pero no es posible apreciar en la descripción del autor, si este yacimiento forma parte de la zona alta de la serie jurásico-neocomiense, o de la base de la cretácea.

En términos generales, y hasta que hallazgos paleontológicos más determinativos no demuestren lo contrario, parece prudente admitir que la serie jurásico-neocomiense comprenderá también el Hauteriviense y, en la mayor parte de los casos, el Barremense.

Si existe un desprendimiento entre la serie jurásica y la cretácea, éste se habría producido, en la mayoría de los casos, entre el Neocomiense Superior y el Aptense Medio.

En la Hoja de Martos corresponderían al Hauteriviense-Barremense los términos más altos—y más arenosos—de la serie que hemos denominado jurásico-neocomiense. En tal caso aparecerían en la parte más meridional de las dos últimas escamas tectónicas, y así hemos representado sus afloramientos, aun sin tener una seguridad absoluta—re-

petimos—de la posición exacta de la zona de separación Neocomiense-Hauteriviense.

c) Aptense

La presencia del Aptense es indudable en la base de la serie cretácea. Para algunos autores, sin embargo, coronan margas aptenses a las series neocomienses-barremenses que acabamos de citar.

Así, Douvillé, al sur de Los Villares (y por lo tanto, con toda probabilidad formando parte de los términos más altos del conjunto Neocomiense-Barremense) cita margas calcáreas con:

Orbitolina lenticularis, Blum.

Brinkmann y Gallwitz también encuentran el Aptense sobre el Barremense.

En consecuencia, parece demostrado que en algunos lugares quedan todavía retazos del Aptense, como coronación de la serie que hemos descrito antes.

Pero, repetimos, donde se presentan mejores afloramientos aptenses es en la base del potente conjunto cretáceo que, en sus términos más altos, alcanzan hasta el Senonense Superior.

Salvo episodios margosos en la base de la formación, se presenta, en general, el Aptense en forma de calizas neríticas, con frecuentes orbitolinas, y en ocasiones con secciones de Toucasia.

En el núcleo del anticlinal cretáceo que penetra en la Hoja de Martos afloran las calizas aptenses, en las que Alastrué cita:

Orbitolina discoidea-conoidea, A. Gras.

Ya en el interior de la Hoja de Martos, y en las capas inferiores del conjunto cretáceo que aflora al este de Torre del Campo, hemos encontrado:

Orbitolina lenticularis, Blum.

Heteraster oblongus, d'Orb.

Turrilites bergeri, Brong.

Más al este, en la Peña de Jaén, han sido hallados:

Stolickia argonautiformis, Stol.

Pulchellia pulchella, d'Orb.

Esta última forma corresponde al Aptense Inferior y Barremense.

En conjunto, el Aptense alcanza en la zona un espesor del orden de 200 metros; en la Hoja que estudiamos sólo aflora con claridad en este área del núcleo del anticlinal. Al este de Torre del Campo, en la zona al norte de Jamilena y en la Peña de Martos, las formaciones se encuentran tan laminadas, que no nos ha sido posible distinguir en ellas con claridad suficiente los niveles basales del Aptense.

d) Albense

No se observan en esta zona señales de emersión después del Aptense. Por el contrario, sobre las calizas aptenses yace un espesor considerable de margas, en general sabulosas, de tonos ocres y grises, en los que no es sencillo apreciar el tránsito del Aptense al Albense, y de éste al Cenomanense.

En esta formación y en la misma estructura que penetra en la Hoja de Martos, ha sido hallada, al suroeste de Jaén, en el paraje del Tiro Nacional, un ejemplar de:

Echinoconus cairoli, Cott.

Forma ya típicamente vraceniense.

Desde la parte superior de las calizas aptenses hasta los niveles margosos que ya contienen abundante fauna cenomanense, se halla un espesor del orden de 400 metros. Parece, en consecuencia, prudente admitir, para el Albense en facies marina de la zona que estudiamos, una potencia aproximada de 250 metros.

Como ya hemos dicho, las capas albenses afloran en la estructura anticlinal al este de Torre del Campo. Ascendiendo por el camino del barranco de la Cueva se atraviesa la totalidad del Albense, constituido por margas arcillo-sabulosas, amarillentas y ocres, poco fosilíferas.

e) Cenomanense

Mayor importancia, y mucha mayor riqueza fosilífera, presenta en esta zona el Cenomanense.

Existen afloramientos cenomanenses al suroeste de Jaén, en el Cerro del Castillo y en el paraje del Tiro Nacional, y también en la estructura cretácea de Mancha Real, pero quizá el mejor corte del Cenomanense se realice en el barranco de la Cueva, al este de Torre del Campo, dentro ya de la Hoja de Martos.

En el Tiro Nacional, en la Peña de Jaén, cita Alastrúe la siguiente fauna cenomanense:

Turrilites tuberculatus, Bosc.

Hemiasterourneli, Desor.

Enallaster greenovi, d'Orb.

Hemiaster verneuili, Desor.

Periaster sp.

En el barranco de la Cueva se encuentra también una abundante fauna, más rica en equinidos que en cefalópodos. Sobre las capas más altas que hemos situado en el Albense, yacen margas blanquecinas sueltas, con:

Hemiaster verneuili, Desor.

Mantelliceras mantelli, Sow.

Hamites simplex, d'Orb.

Encima yacen margas sabulosas, con areniscas margosas ferruginosas. Contienen:

Hemiaster sp.

Scaphites compressus, d'Orb.

Turrulites costatus, Lam.

Sobre éstas se encuentra un banco de unos diez metros de potencia de arcillas sabulosas amarillentas, poco consistentes, en las que hemos encontrado:

Orbitolina trochus, Firtsch.

A continuación sigue un espesor considerable de margas blanquecinas, más compactas. Contienen éstas profusión de equínidos, enormemente comprimidos y deformados, por lo que no ha sido posible clasificarlos. Únicamente se ha distinguido el género

Hemiaster sp.

En conjunto, puede estimarse la potencia del Cenomanense en 250 metros.

En los cerros que se extienden al sur de Torre del Campo se encuentran también afloramientos de margas cenomanenses, en muy violenta disposición tectónica, y en las que únicamente hemos hallado restos de equínidos inclasificables.

f) Turonense

En la serie cretácea continua del barranco de la Cueva no se encuentran señales de emersión entre el Cenomanense y el Senonense.

Las margas, más o menos calcáreas, continúan con facies de litoral a nerítica hasta que, en los niveles más altos, pasan a calizas margosas y a continuación a calizas francas.

En el barranco de la Cueva no ha sido posible hallar fósiles turonenses. Sin embargo, en el Cretáceo, al suroeste de Jaén, en la misma estructura tectónica del barranco de la Cueva, se han encontrado, con motivo de los estudios hidrogeológicos realizados recientemente en esta zona, fósiles del Turonense.

Así, en el paraje del Tiro Nacional, sobre las margas cenomanenses, yacen margas calcáreas con:

Cinulla decustata, Zekelli.

y en el flanco sur de la estructura se explotan en una cantera, junto al kilómetro 4 de la carretera a Los Villares, calizas blancas con:

Neithea phaseola, d'Orb.

Tenemos, por lo tanto, bien definido el Turonense en esta estructura, y podemos extrapolar los datos paleontológicos que acabamos de citar al corte del barranco de la Cueva.

En tal caso corresponderían al Turonense los bancos más altos de margas calcáreas blanquecinas, y los primeros niveles de calizas francas, grises en superficie y blancas en fractura. El espesor total para el Turonense sería, en tal caso, de unos 80 metros.

Aflora también el Turonense, con idéntica facies, pero sin fósiles, en la mancha cretácea que se extiende entre Torre del Campo y Jamilena y en la Peña de Martos.

g) Senonense

El Senonense, principalmente calizo, corona la serie cretácea, con espesor considerable y facies muy constante, pero con escasos restos fósiles, lo que dificulta la subdivisión.

Ya había sido descrito el Senonense en la zona por los autores que anteriormente habían estudiado la región, los cuales distinguen Senonense propiamente dicho, con calizas francas, y Maestrichtense con calizas arenosas fosilíferas.

En los estudios hidrológicos realizados en la zona de Mancha Real ha podido distinguirse el Maestrichtense fosilífero, encima de una potente serie de calizas.

Volviendo al corte del barranco de la Cueva, volvemos a decir que no observamos huella alguna de emersión, por lo que, aun a falta de suficientes datos paleontológicos, suponemos que el Senonense debe encontrarse completo hasta el Maestrichtense, inclusive.

Sobre las calizas del Turonense yacen margas y calizas margosas blanquecinas, que quizá correspondan al Coniacense.

Encima se encuentran calizas amarillentas, y sobre ellas, calizas margosas con abundantes equínidos muy deformados y difícilmente clasificables.

Únicamente se ha podido distinguir:

Echinocorys vulgaris, d'Orb.

Esta forma es, quizá, más frecuente en el Santonense, pero carece de suficiente valor determinativo.

Sobre estas margas yacen calizas brechoides, amarillentas, muy duras y encima calizas marmóreas, blancas, seguidas de otras muy duras también y de tonos ocráceos.

Es posible que las capas de *Echinocorys* correspondan al Santonense, y estas otras calizas, muy duras y marmóreas, al Campaniense, ya que con esta facies se presentan muy frecuentemente en el Campaniense de la región.

Finalmente, en la zona de Mancha Real, sobre las calizas duras que acabamos de citar, yacen otras amarillentas muy arenosas con fauna maestrichtense.

En el barranco de la Cueva no aparecen ya estos niveles, pues corresponden al flanco invertido del pliegue volcado sobre el Burdigalense.

En conjunto, el espesor del Senonense debe ser ligeramente superior a los 200 metros.

En la estructura cretácea, al sur de Jamilena, afloran estos mismos niveles senonenses, muy trastornados y levantados.

También forma el Senonense la famosa Peña de Martos.

Como veremos más adelante, esta Peña de Martos constituye un elemento alóctono, deslizado sobre el Keuper y Neocomiense.

Posiblemente, en la base de la serie se encuentra el Turonense, y el resto de la Peña está formado por Senonense.

En las capas más altas han sido encontrados recientemente, por los señores Lapparent, Fontboté y Quintero, orbitoides del Maestrichtense

4. EOCENO

Es evidente en la región la presencia de una transgresión luteiciense, cuyos sedimentos yacen en discordancia sobre el Cretáceo.

No existen pruebas, sin embargo, de que esta transgresión haya alcanzado hasta el interior de la zona que nos ocupa.

Los retazos de depósitos luteicienses que se encuentran, tanto en la zona de Jabalcuz y Mancha Real, como en el interior de la Hoja de Martos, al sur de Torre del Campo, parecen tener carácter alóctono, o al menos para-autóctono, y corresponden a zonas de sedimentación más meridionales. Al sur de Torre del Campo, en el barranco del Judío, se

encuentra, en el Cerro de la Casilla de Jesús, calizas y areniscas margosas amarillentas, que han sido atribuidas al Luteciense. Contienen estas areniscas margosas restos de

Nummulites sp.

Alveolina cf. *elongata*.

Rupertia.

Operculina sp.

Desgraciadamente, la violenta tectónica de estas formaciones y el hecho de hallarse muy erosionadas y en gran parte recubiertas por depósitos cuaternarios, impide apreciar sus relaciones con el Cretáceo.

Parece posible, sin embargo, que correspondan al mismo elemento tectónico de la serie cretácea de Torre del Campo y hayan deslizado con ella hacia el norte.

5. OLIGOCENO

Del mismo modo, no existe evidencia absoluta de que los depósitos marinos oligocenos hayan alcanzado a la zona de la Hoja de Martos.

Sin embargo, parece cierto que los sedimentos del Oligoceno en la región son autóctonos y han sido sedimentados directamente sobre el Keuper.

En tal caso, habrá también que admitir la autoctonía de las formaciones a las que, con ciertas dudas, atribuimos edad oligocena en la Hoja de Martos.

Es probable que después de una débil sedimentación oligocena que no alcanzó más que a una parte de la región, haya tenido lugar una transgresión aquitaniense, de mayor extensión y potencia, seguida de una regresión como consecuencia de los movimientos orogénicos post-aquitanienses.

A continuación tuvo lugar la gran transgresión burdigalense, que ocupó grandes extensiones del país y cuyos sedimentos, con potencia considerable, ocupan vastas superficies de la Hoja de Martos.

Ello explicaría en que, por diferentes autores, haya sido atribuida edad oligocena, aquitaniense o burdigalense, a los sedimentos terciarios

marinos que ocupan el país, y que, en la mayor parte de los casos, estas clasificaciones están apoyadas en datos paleontológicos.

Así, Douvillé encuentra en las proximidades de Jaén:

Lepydocielina schlumbergeri, Lem.

Lepydocielina marginata, Mich.

Lepydocielina morgani, Lem, etc.

que permiten atribuir al yacimiento edad aquitaniense.

En cambio, en la hoja de Castro del Río, al oeste de Martos, Lizaur y Prieto encuentran una formación inferior, en facies de Flysch, que sitúan en el Estampiense, y una superior, que localmente se presenta en margas blancas o en calizas, y que sitúan en el Aquitaniense.

Es muy probable, de acuerdo con los datos posteriores y con las observaciones de Alastrué, que corresponda al Aquitaniense la facies de Flysch, y al Burdigalense, las margas calizas posteriores, habida cuenta, además, de que la fauna encontrada carece de suficiente valor determinativo.

Este es el criterio que hemos seguido en el estudio de la Hoja de Martos, donde, a falta de valor determinativo en alguno de los yacimientos fosilíferos encontrados, hemos situado en el Aquitaniense a las formaciones inferiores, que se presentan en facies más arenosa y en ocasiones de Flysch, y en el Burdigalense a las capas superiores, constituidas por margas blancas en facies de "tap" o por calizas fosilíferas.

Hemos creído ver discordancias acentuadas entre ambas formaciones, pero, desgraciadamente, su violenta tectónica, modificada además por irrupciones recientes del Keuper, impide apreciar esta cuestión con suficiente claridad.

a) Aquitaniense

Se incluye en el Aquitaniense una formación predominantemente arenosa, que yace, en general, directamente sobre el Keuper.

Comienza el Aquitaniense con sedimentos detríticos formados por areniscas silíceas gruesas, con restos vegetales e intercalaciones carbonosas.

Siguen en la base de la formación areniscas margosas amarillentas; y sobre ellas es muy frecuente se encuentren los sedimentos de facies,

quizá batial o abisal, que forman en el país la roca conocida por "moronita".

Son arcillas silíceas muy compactas, con diatomeas, radiolarios y globigerinas, de colores claros y a veces anaranjados.

Esta serie se estudia perfectamente entre Santiago e Higuera de Calatrava, en la zona occidental de la Hoja de Martos.

Sobre esta formación yacen de nuevo sedimentos poco profundos, predominantemente arenosos, y en ocasiones en facies de Flysch.

Como puede verse en el mapa adjunto, los sedimentos aquitanienses dan lugar a afloramientos aislados yacentes sobre el Keuper, y en ocasiones recubiertos por el Cuaternario, el Burdigalense e incluso las series mesozoicas deslizadas.

En el paraje del barranco del Judío, al sur de Torre del Campo, afloran margas arenosas aquitanienses, cuyo análisis microscópico ha señalado restos de:

Operculina.

Amphistegina.

Discocyclina.

Inclasificables específicamente.

b) Burdigalense

Ocupan los sedimentos burdigalenses grandes extensiones de la Hoja de Martos.

Están constituidos, principalmente, por margas blanquecinas en superficie, y grises o azules en fractura, que dan lugar a la facies peculiar que en Levante se conoce con el nombre de "tap".

Dan lugar a una formación muy impermeable, y como ocupan grandes extensiones, originan la ausencia casi absoluta de aguas subterráneas en gran parte del área estudiada. En la base del "tap" se encuentran frecuentemente depósitos más arenosos, por lo que es, en ocasiones, difícil establecer la distinción con el Aquitaniense, especialmente en aquellos lugares en que por la violencia de los pliegues no es posible basar ésta en consideraciones tectónicas. Una facies peculiar del Burdigalense se presenta al noroeste de Martos. Parece corresponder esta fa-

cies a la base de la formación, que en otros lugares está constituida por areniscas y margas arenosas.

Aquí forman la base del Burdigalense calizas francas, de tonos ocre, grises y azules, muy duras, y con abundantes restos fósiles.

Da origen el afloramiento a la alineación tectónica de la Serrezuela, que es un anticlinal este-oeste, cuya rama meridional está repetida por una fractura longitudinal. Se explotan estas calizas en unas canteras inmediatas a la carretera de Granada.

El examen de muestras extraídas en estas canteras ha señalado la presencia de:

Eryozoos.

Serpúlides.

Amphystegina.

Operculina, etc.

Pecten sp.

Sphaerodus sp.

6. CUATERNARIO

Finalmente, los depósitos cuaternarios recubren también considerables extensiones de la zona que estudiamos.

Distinguimos en ellos los depósitos aluviales, principalmente arcillosos, que cubren gran parte de los cauces, ramblas y depresiones, y las tierras arcillo-sabulosas, en general someras, las cuales dan origen a la mayor parte de las tierras de labor y campos cultivados de la zona.

Entre los primeros, son los más importantes los que ocupan la depresión de Jamilena, y los que se extienden al noroeste de Torredonjimeno y al sureste de Higuera de Calatrava.

Los segundos están formados por un espesor generalmente de uno a dos metros de tierras arcillo-sabulosas, originadas a expensas de la erosión del Keuper y Burdigalense. Hemos representado en el mapa adjunto las manchas más importantes y aquellas en que el Cuaternario adquiere mayor espesor.

Cuando las tierras arcillosas, con espesor muy débil, recubren sedimentos del Keuper y Burdigalense, de tal manera que se aprecia clara-

mente la naturaleza de la formación infrayacente, hemos preferido representar únicamente ésta. De otro modo, las grandes extensiones de olivares, que recubren casi la totalidad del oeste y norte de la Hoja, habrían tenido que ser cartografiadas siempre como Cuaternario, lo cual habría dado lugar a una interpretación errónea de la Estratigrafía de la zona.

TECTÓNICA

1. GENERALIDADES

La tectónica de las formaciones que se encuentran en la Hoja de Martos es tan complicada como interesante.

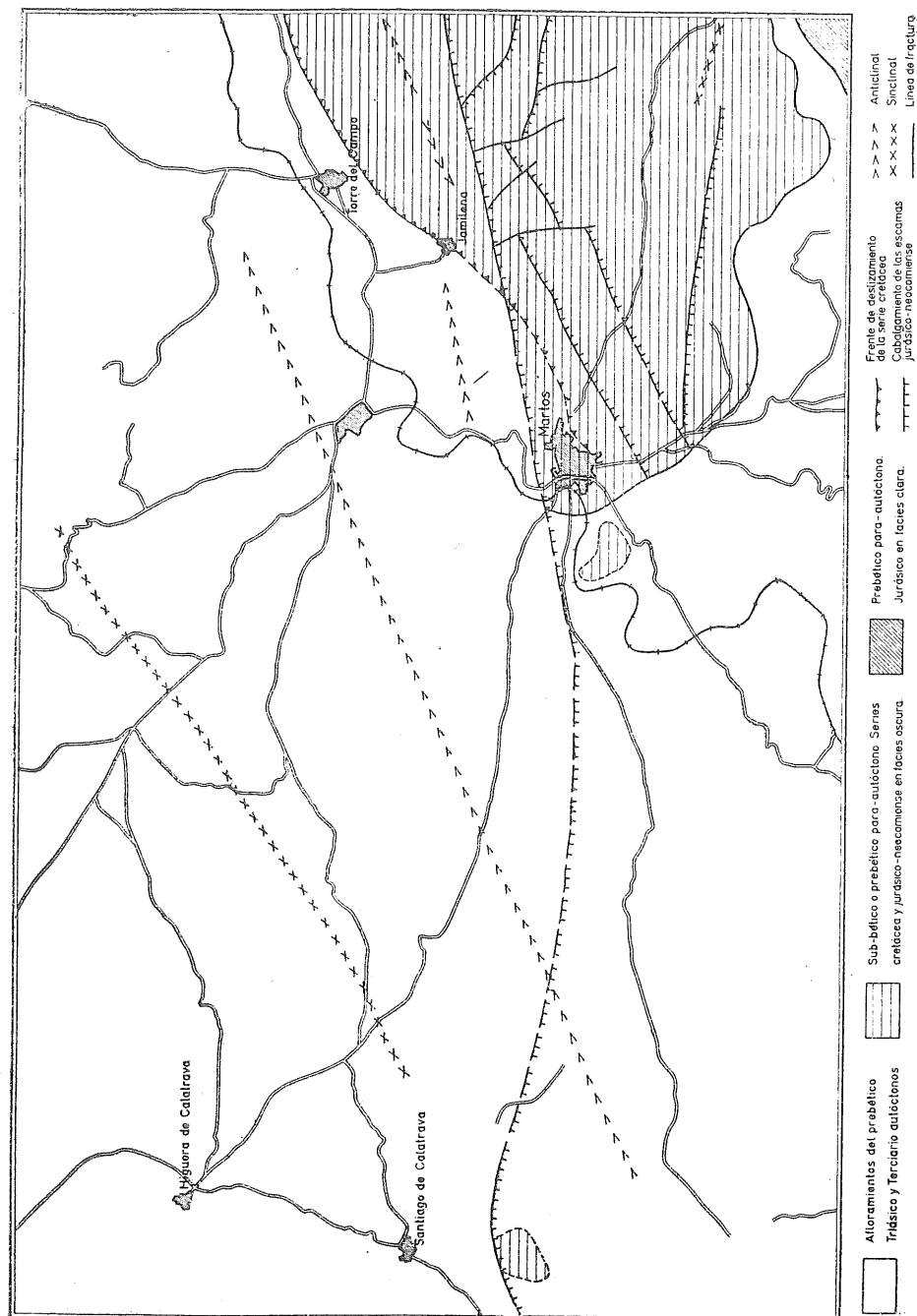
Es preciso, para poder llegar a una interpretación del conjunto de accidentes que aquí se encuentran, establecer su relación con los elementos tectónicos regionales, y es para ello necesario penetrar en la discusión de la disposición tectónica de las grandes unidades que constituyen la Bética.

Nuestros estudios geológicos en la zona de Jaén se han limitado hasta ahora al área comprendida en las hojas de Jaén y Martos; al establecer su relación con las series situadas al sur habremos de referirnos continuamente a los valiosos trabajos que sobre esta zona meridional se han publicado hasta ahora.

Vamos a describir en primer lugar, brevemente, los accidentes tectónicos locales; y nos referiremos a continuación a la tectónica del Keuper y su relación con la disposición de la cobertera transgresiva paleogena y neogena, analizando de paso algunos problemas locales.

Seguidamente expondremos muy brevemente el enlace de estos elementos con la tectónica regional, y bosquejaremos, en consecuencia, una síntesis de la historia geológica regional y su orogenia.

Por último, aplicaremos estos conceptos para establecer también muy brevemente un esquema de la historia geológica de la zona que ahora nos ocupa.



Esquema tectónico de la Hoja de Martos.

2. ELEMENTOS TECTÓNICOS LOCALES

a) La serie cretácea de Torre del Campo

Al sur y este de Torre del Campo se encuentran unas alineaciones cretáceas, en general muy fracturadas, y con disposición tectónica violenta.

Según veremos más adelante, forman estas alineaciones parte de una serie cretácea alóctona, deslizada de sur a norte y volcada sobre el Burdigalense.

Se prolongan hacia el este para formar la parte septentrional de la Sierra de Jaén.

Como puede verse en el esquema adjunto, las alineaciones cretáceas situadas al este de Torre del Campo adoptan la disposición de un anticlinal, ligeramente fracturado en la charnela, y cuya rama norte está volcada sobre las margas burdigalenses.

Una fractura transversal, de reducida importancia, y que ha dado origen al barranco de la Cueva, produce un pequeño despegue de las formaciones situadas al oeste del mismo, cuyas formaciones están caídas con buzamientos a Poniente.

El flanco meridional de la estructura está laminado a lo largo de una zona de fractura de gran importancia tectónica, al sur de la cual se encuentran ya los pliegues de la serie jurásico-neocomiense, también posiblemente alóctona. En el flanco norte de la estructura afloran formaciones cretáceas hasta del Senonense Superior. En el núcleo de la misma aparecen las calizas aptenses.

Al oeste de la estructura aflora un retazo cretáceo deslizado sobre el Burdigalense y que da origen a una serie monoclinnal con buzamiento al norte y dirección N.-70°-E.

Más al oeste se encuentra la serie cretácea de Jamilena. Se trata también de una alineación monoclinnal, de dirección N.-30°-E. y buzamiento fuerte al NO., formada por calizas y margas cretáceas del Aptense al Senonense, en general muy fracturadas y trastornadas. La serie es también alóctona y se observan retazos aislados, especialmente en el Fuerto de

Jamilena, de las arcillas plásticas del Keuper que han facilitado el deslizamiento.

b) La Peña de Martos

Constituye la Peña de Martos un elemento tectónico independiente, y aislado de las formaciones que la rodean.

Forman la Peña de Martos calizas cretáceas del Turonense y Senonense, fuertemente inclinadas hacia el NO. y deslizadas sobre las arcillas del Neocomiense.

Debajo del Cretáceo se encuentran retazos de arcillas plásticas del Keuper, que han servido de base al deslizamiento. En la fotografía que publicamos se aprecia la disposición del Neocomiense, Keuper y Cretáceo. Como detalle curioso haremos constar que, en la base de la serie cretácea alóctona, existe una brecha de fricción, con elementos cretáceos y jurásicos y cemento arcilloso del Keuper, cuya brecha incluye multitud de *Terebratulinas* del Lias. Este hecho ha sido causa de que por algunos autores fuese atribuida edad liásica a la totalidad de la Peña de Martos.

c) Las alineaciones jurásico-neocomienses

Al sur de la línea Martos-Torre del Campo se extienden unas importantes alineaciones montañosas que se prolongan, hacia el oeste, hasta Martos, y hacia el este, hasta la zona de Jabalcuz, al sur de Jaén.

Están formadas estas alineaciones por unos pliegues violentos que afectan a formaciones desde el Lias al Neocomiense.

En los capítulos anteriores hemos estudiado ya la composición de la serie jurásico-neocomiense. Se presenta, con facies muy constante, en grandes zonas de la parte central de la provincia de Jaén; sobre su carácter alóctono, insistiremos en las páginas siguientes. En la zona de Jabalcuz, al sur de Jaén, se presentan muy violentos estos mismos pliegues, cuya prolongación a occidente examinamos ahora. Han sido estudiados allí por diferentes autores y hemos tenido nosotros también ocasión de observar su disposición en los estudios hidrológicos que hemos llevado a cabo en aquella zona.

Según puede apreciarse en los cortes adjuntos, existe, de norte a sur, un gran pliegue parcialmente volcado hacia el norte, y sobre él tres escamas sucesivas de la serie jurásico-neocomiense.

En la zona del barranco de la Cueva se presenta el pliegue septentrional con su flanco norte invertido y hundido hacia el oeste. Una gran zona de fractura, en la que afloran el Keuper y el Burdigalense, separa este flanco invertido de la serie cretácea que se encuentra más al norte.

El flanco sur, aparentemente normal al sur del barranco de la Cueva, presenta bruscamente una inflexión y se aparta de la dirección E.-O. del pliegue, para dirigirse al noroeste.

La prolongación occidental del pliegue se halla desgajada al sur de Torre del Campo, por una gran fractura transversal, que afecta también a la serie cretácea septentrional.

Más al oeste, en la zona que se extiende a mediodía de Jamilena, no se produce el vuelco de este pliegue septentrional, y se presenta éste como una escama deslizada hacia el norte sobre el Burdigalense.

En la gran cantera de la fábrica de cementos Alba se aprecian perfectamente los estratos jurásicos, enormemente comprimidos y fracturados. En el contacto con el Burdigalense se presenta un asomo de Keuper, que no se puede apreciar si corresponde al substratum autóctono o a la base de la serie deslizada.

En la terminación occidental del pliegue no se observa enraizamiento alguno.

El segundo pliegue jurásico-neocomiense consiste en una escama con buzamiento monoclinal al sur, que se extiende de este a oeste desde la zona de Jabalcuz y hasta las proximidades de Martos. Cabalga esta escama al flanco norte del pliegue anterior y afloran en ella, de norte a sur, desde el Lias al Neocomiense. Al sur de Jamilena se aprecia perfectamente el contacto entre ambos pliegues.

Más al sur aflora la tercera escama jurásico-neocomiense, que se extiende también hasta las proximidades de Martos. En su base el Dogger cabalga al Neocomiense. Se aprecia bien su disposición en los parajes de El Toscón y la loma de Las Chozas, en el borde oriental de la Hoja.

Finalmente, la cuarta y más meridional de estas escamas ocupa gran parte del extremo sur-oriental de la Hoja. El salto de la línea de fractura en el contacto con la serie anterior es de menor recorrido vertical, y únicamente en el paraje del barranco del Gato llega a aflorar el Malm en la base de la serie.

Más al sur, grandes afloramientos del Keuper y Burdigalense indican el despegue de este conjunto de escamas alóctonas.

3. LA TECTÓNICA DEL BURDIGALENSE

Las formaciones burdigalenses, sedimentadas directamente sobre el Keuper o Suprakeuper, han sufrido el doble efecto de los empujes orogénicos tangenciales y de los asomos extrusivos triásicos.

En las áreas próximas a los frentes de deslizamiento, o en las ventanas tectónicas que se encuentran en la zona de fractura que separa las series cretácea y jurásica, los sedimentos burdigalenses se encuentran extraordinariamente comprimidos y laminados. Más al norte, su disposición tectónica es progresivamente más suave.

Entre Martos y Torredonjimeno se encuentra un interesante afloramiento de calizas de *Lithothamnium* que corresponden, probablemente, a una facies local en la base de la formación.

Se disponen estas calizas en un anticlinal de orientación estaírica, cuya rama meridional se encuentra afectada por dos fracturas longitudinales que dan origen a una repetición de las capas. El eje de la estructura se sumerge hacia el este en el paraje del barranco del Cubo. Más al norte, la tectónica del Burdigalense es confusa, a causa de la influencia de los frecuentes asomos de Keuper; pero se observa, en rasgos muy generales, un anticlinal de Keuper y Burdigalense, de dirección también N.-70°-E., seguido más al norte de un sinclinal paralelo. Ambas estructuras cruzan la Hoja de NE. a SO.

En el área de Higuera de Calatrava se encuentra una disposición a grandes rasgos cupuliforme, que deja asomar la base del Burdigalense, transgresivo sobre el Keuper.

4. LA TECTÓNICA DEL KEUPER

El problema general de la influencia de las masas de Keuper en la tectónica general de la Bética requeriría un estudio regional amplio,

fuera de los límites de esta publicación. Vamos a limitarnos únicamente al estudio de la disposición del Keuper dentro del ámbito de la Hoja de Martos.

En otros trabajos hemos estudiado la influencia que sobre la tectónica del Keuper ejercen las masas salinas y yesíferas incluídas en esta formación. (Ver hojas de Sagunto, Requena, etc.)

En la zona que ahora nos ocupa es indudable la presencia del Keuper de núcleos yesíferos y salinos, e indudable también que la movilización de estas masas ha contribuído a la formación de domos, total o parcialmente extrusivos.

Sin embargo, en la mayor parte de la zona que consideramos, sobre el Keuper se han depositado únicamente el Aquitaniense y Burdigalense arcillosos.

En consecuencia, la influencia diapírica de las formaciones del Keuper es más difícil de apreciar y tiene, en cualquier caso, valor más reducido.

De todos modos, y si exceptuamos el área de Higuera de Calatrava y algunas otras zonas del centro y oeste de la Hoja, en las que aflora la base del Burdigalense, en el resto de los asomos el contacto Burdigalense-Keuper es siempre mecánico.

Desde el sur de Santiago de Calatrava hasta el NE. de Torredonjimeno se extiende un área anticlinal en la que afloran, en puntos aislados, las calizas del Muschelkalk.

En los afloramientos, el Keuper, frecuentemente yesífero, se presenta muy trastornado, hasta el punto de que es difícil apreciar dirección en la estratificación, o sentido del buzamiento. En conjunto, sin embargo, y especialmente gracias a los afloramientos del Muschelkalk, se aprecia esta disposición anticlinal.

Al norte de la misma puede observarse un área sinclinal, paralela a la anterior, y en la cual se encuentran retazos aislados de las carboníferas del Suprakeuper.

Es preciso tener en cuenta que estas formaciones triásicas han permanecido emergidas un larguísimo período, quizás desde el Lias Inferior al Aquitaniense, y que en este tiempo han debido sufrir los efectos de diferentes fases orogénicas, especialmente larámica, pirenaica y sábrica.

Por lo tanto, el Burdigalense se ha sedimentado sobre un Keuper ya plegado y erosionado, y en el cual la cobertera de Suprakeuper debía haber desaparecido en múltiples lugares.

La orogenia estairica plegó de nuevo, simultáneamente, al Keuper y Burdigalense, y la movilización de las masas plásticas del Keuper, con posterioridad a la orogenia, dio lugar a desplazamientos y accidentes tectónicos locales.

De este modo no es de extrañar la complejidad de las relaciones tectónicas Keuper-Burdigalense. En algunos lugares, incluso, las margas burdigalenses producen la sensación de hallarse flotando, en absoluta discordancia, sobre el Keuper.

En la parte meridional de la Hoja, y en la región situada al sur de aquélla, la tectónica del Keuper es aún más violenta. Se presenta aquí el problema de determinar si sobre estas masas plásticas han deslizado, hacia el norte, las series jurásica y cretácea. Posiblemente un estudio muy detenido de los afloramientos triásicos al sur de la Hoja de Martos permitiría aclarar este problema. A nuestro juicio, se observan frecuentes indicios del deslizamiento del Jurásico y Cretáceo sobre el Keuper. Finalmente tenemos que considerar el carácter, posiblemente alóctono, de algunos pequeños afloramientos triásicos de la zona. Las reducidas manchas de Keuper que se encuentran al este de Torre del Campo, en el mismo frente de deslizamiento de la serie cretácea, pudieran corresponder a afloramientos más meridionales, arrastrados por aquélla en su desplazamiento hacia el norte. Una observación muy detallada podría quizás comprobar si pertenecen estas manchas al substratum autóctono o son efecto de raíz más meridional.

Lo mismo puede decirse de los afloramientos que se encuentran en la zona de contacto de las series jurásica y cretácea; al este del barranco de la Cueva, y en el Puerto de Jamilena, así como en el frente de deslizamiento jurásico, en la cantera de la fábrica de cementos. En este punto parece apreciarse con claridad que las masas triásicas, enormemente comprimidas y laminadas, corresponden a la base del deslizamiento jurásico.

Más clara aparece la cuestión en la Peña de Martos. Aquí, sobre las arcillas del Neocomiense se encuentra una estrecha banda de Keuper muy trastornado. Encima se halla una brecha de fricción, que incluye elementos jurásicos con cemento de Keuper, y sobre ella el Cretáceo Superior. El Keuper parece haber sido arrastrado por el Cretáceo en su deslizamiento hacia el norte. Esta interpretación, como veremos más adelante, coincide con las observaciones tectónicas de Douvillé en la región.

5. TECTÓNICA REGIONAL

Como ya hemos dicho en otro lugar, la tectónica regional, extraordinariamente compleja, ha sido objeto hasta ahora de muy diferentes interpretaciones, sin que exista todavía un criterio bien definido en cuanto al significado de las grandes unidades estructurales que ocupan el país.

En los trabajos de Douvillé y Nicklés, ya se hizo notar la presencia de series alóctonas, deslizadas sobre formaciones más recientes. Pero fue Staub quien, al establecer su síntesis estructural sobre la Bética, sentó las bases para su interpretación tectónica de la región, la cual ha servido hasta la fecha como base de trabajo para las investigaciones posteriores.

Según Staub, las formaciones del geosinclinal bético, levantadas por los grandes movimientos orogénicos, montaron unas sobre otras, en dirección norte, dando lugar a seis grandes hojas de arrastre, de las que las cinco últimas son alóctonas.

En un capítulo siguiente insistiremos sobre las controversias y diferentes interpretaciones que suscitó esta teoría.

En la actualidad, y después de los estudios más recientes de Fallot, Blumenthal, Kilian, Brinkmann, etc., etc., se considera dividida la región Bética en dos grandes zonas: una interna, que es la Bética propiamente dicha, y otra externa, situada al norte de aquélla, y que constituye el Penibético-Subbético.

Del magnífico trabajo de Alastrué "Bosquejo geológico de las cordilleras subbéticas entre Iznalloz y Jaén", sintetizamos el siguiente cuadro-resumen sobre las grandes unidades estructurales que constituyen estas dos zonas. Esta interpretación global, en el estado actual de la cuestión, y salvo las lagunas y discrepancias que presenta al considerar determinadas cuestiones locales, es la más acertada síntesis sobre la composición estructural de la región.

De acuerdo con ella, puede establecerse la siguiente subdivisión:

a) Región Bética

1.º *Cristalino de Sierra Nevada*.—Núcleo de pizarras cristalinas posiblemente para-autóctono.

2.º *Alpujarrides - Rondades*.—Formaciones triásicas dolomíticas en facies alpina deslizadas sobre el Cristalino de Sierra Nevada.

3.º *Bético de Málaga*.—Elementos del Estrato cristalino y Paleozoico, coronados por Permotrias. De carácter alóctono, están deslizadas sobre el Triás alpino, y en la zona de Ronda reemplazados por grandes intrusiones de peridotitas.

b) Región Subbética-Penibética

1.º *Penibético*.—Es la franja sedimentaria frontal del Bético de Málaga, y está formado por pliegues o escamas jurásico-cretáceas solidarios del Bético de Málaga alóctono.

2.º *Triás citrabético*.—Es una gran franja de Triás germánico, principalmente Keuper, que separa el Penibético del Subbético. También de carácter alóctono.

3.º *Subbético*.—Formado por pliegues mesozoicos y terciarios, deslizados hacia el norte.

4.º *El Prebético de las calizas oscuras*.—Del mismo carácter que el anterior, pertenecen a él las series jurásico-neocomienses de la zona de Jaén, es decir, precisamente aquellas que hemos descrito en el estudio de la Hoja de Martos.

c) El Terciario autóctono

Al norte de estas series, y dentro, por lo tanto, de la zona que estudiamos, se encuentran sedimentos transgresivos del Terciario marino, autóctonos y directamente sedimentados sobre el Triás, también autóctono, que recubre el Paleozoico de la Meseta. Forma parte de estos depósitos el llamado "Bet-ibérico" de Staub.

En la zona que ahora estudiamos se encuentran elementos tectónicos del Subbético, de las calizas oscuras y del Terciario autóctono.

De este modo quedan perfectamente encajadas las formas estructurales que hemos tenido ocasión de estudiar dentro de los grandes dispositivos tectónicos regionales. Pero subsiste, sin embargo, una serie de problemas pendientes, sobre cuya resolución, por falta de conocimiento directo sobre la zona situada más al sur, no nos es posible establecer más que hipótesis, sin confirmación actual.

Entre estos problemas pendientes son quizás los más interesantes los que a continuación señalamos:

1.º Relación entre las series cretácea y jurásico-neocomiense. ¿Corresponden a la misma unidad estructural?

2.º Situación de las raíces de las series alóctonas. En consecuencia, magnitud de los deslizamientos.

3.º Independencia tectónica entre la serie oscura caliza y el Jurásico meridional de facies clara.

1. LAS SERIES CRETÁCEA Y JURÁSICO-NEOCOMIENSE

Como ya sabemos, se encuentran en esta zona dos series sedimentarias en violenta disposición tectónica.

Pertenecen a la primera formaciones desde el Lias al Neocomiense inclusive. No hemos podido observar en ningún punto de la zona estudiada la base de la serie jurásica, e ignoramos, en consecuencia, si comprende la totalidad del Lias o sólo la parte superior.

Se trata de un conjunto de calizas y margas oscuras, poco fosilíferas, coronadas por margas claras del Neocomiense.

Se aprecian indicios de transgresión en la base del Neocomiense, por lo que es posible falte en la serie jurásica la parte alta del Malm.

En la parte superior de la serie que hemos clasificado como Neocomiense, se encuentran sedimentos que, por su fauna, pueden pertenecer ya al Barremense.

La segunda serie está formada por niveles cretáceos desde el Aptense al Maestrichtense inclusive, en facies muy normal, y que coincide con la que hemos observado en diferentes puntos de Levante, en el borde septentrional de la Bética, es decir, en el Prebético.

Es notable que en ningún punto de la zona de Jaén que hemos re-

corrido, hemos podido observar la sucesión normal del Cretáceo desde el Neocomiense-Barremense de la serie primera hasta el Senonense de la segunda.

El contacto entre ambas series es siempre mecánico, y en general los sedimentos cretáceos de la segunda serie yacen en fuerte discordancia sobre el Jurásico Inferior de la primera. (Únicamente al sur del cerro de San Cristóbal yace, según Alastrué, el Aptense sobre el Neocomiense-Barremense. Sólo hemos podido recorrer muy rápidamente esta zona, pero nuestra impresión es que también aquí el contacto es mecánico.)

Todo ello nos hace suponer, con Douvillé, que se trata de dos elementos estructurales distintos, alóctonos o al menos para-autóctonos.

En el capítulo siguiente insistiremos más en esta cuestión, pero no queremos dejar de exponer dos observaciones a nuestro juicio de valor casi decisivo.

La Peña de Martos está formada por calizas del Cretáceo Superior (Turonense y Senonense, con muchos fósiles del Maestrichtense), que yacen sobre una lámina de Trías, debajo de la cual se encuentra el Neocomiense. El deslizamiento del Cretáceo Superior sobre el Neocomiense y la independencia tectónica de ambas series es aquí indudable.

Al norte de Mancha Real existe un pequeño afloramiento de margas neocomienses fosilíferas, sobre las cuales se halla volcado el Cretáceo Superior (también Maestrichtense fosilífero). Aunque el Diluvial enmascara el contacto, parece también claro el deslizamiento del Senonense sobre el Neocomiense.

Reconocemos, sin embargo, la existencia de varias dificultades graves.

Una de ellas es el hecho simple de que la primera serie termina estratigráficamente donde empieza la segunda. Es posible que un estudio estratigráfico y micropaleontológico muy detallado permita encontrar una zona común entre ambas series, quizás en el Barremense o el Aptense, en cuyo caso su independencia quedaría demostrada.

En el caso contrario sería ciertamente muy difícil de explicar el hecho de que en la sedimentación de estas dos series, cuyas raíces deben encontrarse relativamente próximas, haya coincidido la emersión de una de ellas con la inmersión de la otra. Tampoco parece posible admitir que si en la serie primera cesó la sedimentación en el Barremense, hayan podido resistir a la erosión estos sedimentos margo-arcillosos y blandos.

Ahora bien, si suponemos entonces que ambas series provienen de

una misma zona de sedimentación, y que en virtud de los fuertes empujes orogénicos han deslizado conjuntamente hacia el norte, resulta también muy difícil de explicar su disposición actual. En efecto, según ya sabemos, aunque ambas series están deslizadas hacia el norte, es evidente, además, que *la serie cretácea ha deslizado sobre la jurásica*. Puesto que la serie cretácea constituye un elemento estratigráfico superior, no es posible que se haya producido este deslizamiento como consecuencia de un determinado empuje orogénico.

A nuestro juicio, aquí precisamente puede encontrarse la explicación para este problema.

Podemos, en efecto, suponer que como consecuencia de movimientos orogénicos preburdigalenses, el conjunto de la serie jurásico-cretácea, sedimentada junta y concordantemente, deslizó hacia el norte, y que al final de este periodo orogénico existían en el país determinadas estructuras tectónicas, tales que en algunos puntos el Cretáceo ocupaba una posición más meridional que el Jurásico y posiblemente topográficamente más alta.

Posiblemente también, en determinadas áreas el Cretáceo quedaría parcialmente despegado hacia el sur, y yacente directamente sobre el Paleogeno e incluso sobre el Keuper.

Como consecuencia de los empujes orogénicos posburdigalenses, el Cretáceo de algunas de estas zonas deslizó de nuevo hacia el norte, sobre la serie jurásica, y a continuación sobre el Burdigalense. El Jurásico presionaría únicamente sobre el Burdigalense, sin apenas deslizar sobre él.

Apoyan esta hipótesis de trabajo (que únicamente puede ser considerada como tal), algunos hechos concretos, entre ellos los siguientes:

- a) Hemos visto en muchos lugares el Cretáceo Superior deslizado sobre el Burdigalense. El Jurásico cabalga o comprime el Burdigalense, pero no desliza sobre él.
- b) La formación arcillosa neocomiense-barremense es apropiada para que en ella se produzca el despegue de las dos series.
- c) En la base del Cretáceo Superior deslizado se encuentran (Peña de Martos) brechas de fricción con elementos del Keuper, Jurásico y Lías (incluso *Terebratulas*).
- d) En algunos lugares (flancos del cerro San Cristóbal, según Brinkmann) el Burdigalense parece transgresivo sobre el Jurásico.

De todos modos, repetimos, esta hipótesis debe considerarse únicamente a título provisional, en tanto sea confirmada o rechazada por nuevas investigaciones en la zona.

Parece acertado, en resumen, considerar por ahora las dos series que estudiamos formando parte de un mismo conjunto sedimentario, deslizado hacia el norte con anterioridad al Burdigalense y despegado como consecuencia de empujes posburdigalenses, en dos series en disposición tectónica actual independiente.

El origen de estas formaciones no parece encontrarse muy lejano al sur.

Para algunos de los autores que recientemente han estudiado el país (Brinkmann, Falot, Alastrué, entre otros), las "calizas oscuras" del Jurásico y el Cretáceo de Jaén deben considerarse autóctonas y formando parte, en consecuencia, de la unidad tectónica denominada "Prebético".

Hemos podido comprobar, sin lugar a dudas, que estas series se hallan deslizadas hacia el norte, y el Cretáceo, especialmente, corrido sobre el Burdigalense. Los sondeos que últimamente se han realizado en esta zona demuestran que debajo del Burdigalense, en los flancos y frente al norte de las estructuras jurásico-cretáceas, se encuentra únicamente el Keuper.

Sin embargo, no existen razones para suponer que el deslizamiento haya de ser forzosamente de gran magnitud. La facies de estas series difiere grandemente de la de las formaciones del Subbético, y con mayor razón de las unidades alóctonas más meridionales. Coincide, en cambio, grandemente, en especial para las formaciones del Cretáceo, con la de las series neríticas autóctonas que ocupan en Levante el borde septentrional de la Bética.

En estas condiciones, parece prudente admitir que la raíz de estas series de Jaén se encuentre también en el borde externo de la Bética, quizás a una distancia entre 10 y 20 kilómetros al sur de su posición actual.

Admitidos estos datos, la denominación de alóctonas o para-autóctonas para estas series es más bien una cuestión de nomenclatura.

2. SITUACIÓN DE LAS RAÍCES DE LAS SERIES ALÓCTONAS

Como acabamos de ver, las formaciones jurásico-neocomienses y cretáceas que ocupan gran parte del área estudiada provienen, probable-

mente, de una zona situada entre 10 y 20 kilómetros al sur de la que ahora nos ocupa.

Existen, sin embargo, en el extremo sur-oriental de la Hoja, y en el país que se extiende al sur y SE., calizas jurásicas de "facies clara", que hemos considerado independientes de las que ahora estudiamos. Supuestas autóctonas o para-autóctonas, su situación primitiva y origen no ha de ofrecer dificultad, y podrá resolverse en el estudio de la zona más meridional de la que ahora nos ocupa.

Supuestas alóctonas (y asimilables, en tal caso, al Subbético), el problema de determinar su origen queda subordinado al de determinar las raíces del Subbético, cuestión ésta de gran importancia tectónica, que no puede considerarse todavía como resuelta.

Para Falot, que con tan gran acierto ha estudiado el país, y especialmente el que se extiende al sur y SE. de la zona que ahora recorremos, es preciso buscar las raíces del Subbético no tan al sur como se había considerado por otros autores. Según él, la penetración del corrimiento del frente del Subbético puede estimarse de 20 a 30 kilómetros, y la anchura de la franja subbética de unos 60 a 80 kilómetros. En tales condiciones, las raíces de los elementos alóctonos del Subbético se hallarían de 80 a 110 kilómetros al sur del frente actual de deslizamiento. Se trata de cifras de mucho menos importancia que las supuestas en un principio, pero en cualquier caso, según afirma el autor, se hallan todavía sujetas a revisión.

3. EL JURÁSICO MERIDIONAL DE FACIES CLARAS

El problema de esta serie jurásica no puede considerarse todavía como resuelto. Para Douvillé, este Jurásico es autóctono, y debe considerarse en absoluta independencia en relación con las "calizas oscuras", que son alóctonas para el mismo autor.

De acuerdo con los estudios de Alastrué, este Jurásico de facies clara se presenta completo, desde el Lias al Titónico, y se encuentran yacimientos fosilíferos de la mayor parte de los niveles intermedios. En tal caso queda desvirtuada la hipótesis de Brinkmann y Gallwitz, que suponían que el Jurásico de facies oscura y de facies clara no eran sino niveles sucesivos de una misma serie estratigráfica.

Ahora bien, si suponemos que este Jurásico de facies clara es autóctono o para-autóctono, resulta muy poco sencillo explicar la razón de

sus diferencias en facies con las "calizas oscuras", que hemos supuesto sedimentadas a poca distancia del Jurásico de facies clara.

Será necesario, repetimos, que nuevas investigaciones en la parte septentrional de la Bética, al sur de la zona que ahora nos ocupa, permitan reconocer con detalle las características de estas dos series jurásicas y averiguar su posición tectónica.

Si se demuestra que ambas series son para-autóctonas, o alóctonas, será preciso llegar a determinar sus zonas de sedimentación y, en función de ellas, intentar la explicación de tan acentuada diferencia de facies.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

Vamos a ocuparnos únicamente de la evolución geológica y paleogeográfica de esta zona del borde norte de la Bética en que estamos trabajando; el extender estos conceptos a la región Bética propiamente dicha, requeriría un amplio estudio regional, fuera de los límites de esta Memoria.

Es evidente la existencia de un substratum paleozoico autóctono, plegado por la orogenia variscica, y afectado por grandes líneas de fractura, consecuencia de la descompresión posterior.

Este substratum variscico, largamente emergido, debió sufrir una erosión muy intensa.

Sobre él se sedimentaron, fuertemente discordantes, los depósitos arcillosabulosos rojos del Bunt-Sand-Stein, cuya potencia aumenta rápidamente hacia el sur, y es en la zona que nos ocupa del orden de los 100 metros. Posiblemente en la base del Bunt se encuentran las areniscas y conglomerados duros del Permotrias.

La transgresión del Muschelkalk alcanza exactamente a la zona que estudiamos. En la parte central de la Hoja de Martos existen depósitos dolomíticos del Muschelkalk en facies que indica ya una cierta profundidad.

El Keuper, arcilloso y yesífero, ocupó la totalidad del área estudiada, y a su sedimentación sucede la facies peculiar de las carñiolas, que ocupan la mayor parte del país.

En la región que consideramos, del borde septentrional de la Bética,

la sedimentación es marina nerítica en el Liásico. Los depósitos liásicos no alcanzaron, sin embargo, el mismo límite septentrional que las formaciones del Trias, las cuales, como veremos, debieron quedar emergidas en una faja amplia en el borde de la meseta, cuya faja comprendería la totalidad de la superficie de la Hoja de Martos.

No existen indicios de discontinuidad en la sedimentación durante la totalidad del Jurásico; la facies en algunos tramos del Malm es, incluso, más profunda que en el Liás.

Se observan, en cambio, señales de transgresión del Neocomiense sobre las calizas oscuras del Jurásico, en las que, posiblemente, falten los niveles más altos del Malm. Esta emersión obedecería quizás a movimientos epirogénicos de no gran importancia tectónica.

Tampoco se aprecia hiato en la sedimentación cretácea desde el Neocomiense al Maestrichtense, y sí únicamente variaciones en la profundidad, que hacen alternar facies batiales con neríticas y litorales. La conformidad de los estratos durante la totalidad del Cretáceo parece comprobada.

Al fin del Maestrichtense se produce una emersión en relación probablemente con los empujes orogénicos de fase larámica, y sobreviene a continuación una transgresión luteciense. Diversos autores encuentran fuertes discordancias entre Senonense y Luteciense, es decir, huellas de la orogenia larámica, y a esta misma fase orogénica atribuye Fallot el desplazamiento de las Alpujárrides sobre el cristalino de Sierra Nevada.

La transgresión luteciense, en general somera y con depósitos poco potentes, da origen a sedimentos sobre un país ya plegado, cuyos sedimentos descansan sobre el Liás, Jurásico o Cretáceo. Existen en la región depósitos irregulares del Oligoceno, afectados por los grandes movimientos orogénicos, y es indudable una transgresión aquitaniense, a la que sigue una nueva fase orogénica.

Una transgresión burdigalense sobrepasa los límites de la anterior, y da origen a extensos depósitos arcillosos en grandes superficies del borde septentrional de la Bética.

Los grandes empujes orogénicos de fase estairica producen una nueva emersión, que para gran parte de la región ha de ser definitiva.

La transgresión helveciense no alcanza a la zona que ahora nos ocupa y, sobre el Burdigalense se encuentran sólo depósitos continentales del Mioceno Superior, Plioceno y Cuaternario.

a) La edad de los movimientos

En cuanto a la edad de los grandes empujes orogénicos que han afectado al país, existen una serie de hipótesis y teorías, frecuentemente contradictorias. Contribuyen a la falta de precisión sobre la cronología de las diferentes orogénesis por un lado las lagunas estratigráficas, especialmente en el Paleogeno, y por otro el carácter alóctono de gran parte de las formaciones, lo cual dificulta extraordinariamente el estudio de discordancias, relación de facies, etc.

Para algunos autores, especialmente de la Escuela holandesa, los grandes deslizamientos tuvieron lugar inmediatamente después del Triásico. No está comprobada esta hipótesis, y las discordancias Triásico-Jurásico Inferior deben ser atribuidas a las peculiaridades de la tectónica de las masas yesíferas del Keuper.

Durante la totalidad del Jurásico no se produjeron empujes orogénicos, y sí únicamente suaves movimientos epirogenéticos, a los que se deben las variaciones de profundidad en la sedimentación jurásica.

Es evidente, sin embargo, una transgresión neocomiense, sobre formaciones parcialmente erosionadas del Jurásico Superior. Para Brinkmann y Gallwitz se trata de una fase orogénica paleocimérica; más probable, de acuerdo con los estudios regionales de Fallot, es que esta transgresión obedezca a movimientos verticales de tipo epirogenético.

Durante la totalidad del Cretáceo tampoco se presentan empujes orogénicos de importancia. En el Sub-bético encuentra Fallot huellas de una orogenia post-neocomiense, prealbense; en realidad, parece tratarse también de una epiogénesis quizá más violenta.

Entre el Cretáceo Superior y el Luteciense tienen lugar los importantes plegamientos larámicos, de los que se encuentran señales evidentes, tanto en la Bética como en el borde septentrional que ahora estudiamos. A esta fase orogénica atribuyen Fallot y Blumenthal el desplazamiento del Triás alpino sobre el complejo cristalino de Sierra Nevada.

En cualquier caso, parece evidente que los más intensos empujes orogénicos tienen lugar durante el Terciario.

Para determinados autores, y entre ellos Alastrué, se extienden estos empujes desde el final del Luteciense al fin del Oligoceno, y corresponde la mayor actividad a las fases pirenaica y sálica.

Aun reconociendo la existencia de estos fuertes empujes intraoligocenos, y admitiendo que a ellos puedan deberse una parte importante de los grandes deslizamientos regionales, coincidimos con Fallot al opinar que el paroxismo orogénico, al menos en el Subbético y prebético, es ligeramente posterior.

En el estudio de la hoja de Coy, así como en otras zonas murcianas, hemos podido comprobar, sin lugar a dudas, que el deslizamiento del Sub-bético se ha producido exactamente entre el final del Aquitaniense y el principio del Burdigalense. Parece lícito, admitida la unidad estructural del Subbético, aplicar también estos límites a la zona subbética de la provincia de Jaén que ahora nos ocupa.

En tal caso, el primer deslizamiento de la serie jurásico-cretácea que estudiamos en la Hoja de Martos, podría haberse producido en esta fase orogénica preburdigalense.

Existe, además, una intensa fase orogénica post-burdigalense, cuyos efectos se dejan sentir especialmente en el Subbético y Prebético. En diversas zonas de Levante (Sierras de Benezama, Onill y Aitana, etcétera) hemos apreciado los efectos de estos empujes posburdigalenses. En la zona de Martos hemos descrito ya el deslizamiento de la serie cretácea sobre el Burdigalense.

Para Fallot, son estos empujes unos de los más intensos en el Subbético, y corresponde precisamente a ellos el paroxismo orogénico en el Prebético.

De acuerdo con nuestra hipótesis, esbozada en las páginas anteriores, correspondería a esta fase orogénica el despegue de la serie cretácea de la jurásico-neocomiense, así como el deslizamiento de aquella sobre el Burdigalense, y el cabalgamiento, también sobre el Burdigalense, de la serie jurásico-neocomiense.

En el borde externo de la Bética existen huellas de una fase orogénica post-vindoboniense (segunda fase estaírica), cuyos efectos son, sin embargo, menos acentuados que los de la anterior.

En la zona que estudiamos no poseemos argumentos en pro ni en contra en relación con la existencia de esta fase orogénica, pero es lo más probable que también aquí alcanzasen sus efectos.

A los fenómenos de descompresión subsiguiente a estos grandes empujes que acabamos de considerar, se deberán la mayor parte de las grandes fracturas que afectan a las estructuras tectónicas de la región.

Existen también, aunque de menor intensidad, plegamientos postpontienses en la Bética y zona marginal septentrional. No hemos en-

contrado en la zona que estudiamos señales evidentes de estos plegamientos, pero es muy posible, sin embargo, que también aquí hayan existido.

Finalmente, hemos de llamar la atención sobre los efectos peculiares de la tectónica del Keuper, algunos de cuyos asomos han tenido lugar en época muy reciente.

b) Historia geológica local

De cuanto antecede puede deducirse la evolución geológica de la zona comprendida en la Hoja de Martos.

Ya hemos indicado la presencia de un substratum variscico fuertemente plegado.

Sobre él, después de la fase permotriásica, se depositaron sedimentos arcillo-sabulosos del Bunt-Sand-Stein.

Sobreviene a continuación la transgresión del Muschelkalk; los depósitos calizo-dolomíticos ocupan la totalidad de la zona que comprende la Hoja de Martos.

Sobre el Muschelkalk se depositan los sedimentos arcilloso-yesíferos del Keuper, y sobre éstos, las cañiolas y dolomías del suprakeuper.

Una regresión, al principio del Lias, deja emergida la zona durante un larguísimo período que comprende hasta el Paleógeno. El límite del área de sedimentación del Jurásico y Cretáceo queda, muy probablemente, ligeramente al sur del área estudiada.

No existen pruebas de la acción en esta zona de la orogenia larámica; es posible, sin embargo, que sus efectos alcancen, al menos, a la parte meridional de aquélla.

Tampoco existe evidencia de que hasta la zona que estudiamos haya alcanzado la transgresión luteciense. En nuestra opinión, los retazos de sedimentos lutecienses que aquí se encuentran tienen carácter al menos para-autóctonos, y corresponden a zonas de sedimentación más meridionales.

En otro lugar hemos examinado la posibilidad de que en el área comprendida en la Hoja de Martos existan sedimentos marinos de edad oligocena. No descartamos la posibilidad de que estos sedimentos, con carácter autóctono, hayan ocupado parte de la zona.

Mayor posibilidad existe de que esta fase fuese anegada por la transgresión aquitaniense.

En cualquier caso, los empujes orogénicos de edad oligocena plegaron fuertemente el país, y, desde luego, el área estudiada.

A estos empujes, o quizá a la fase comprendida entre el Aquitaniense y el Burdigalense, se debería el deslizamiento de la serie jurásico-cretácea hasta la parte meridional de la zona.

Queda en pie el problema de la transgresión neocomiense, y en tal caso de la posible autoctonía de los sedimentos neocomienses, que en la zona sur-occidental de la Hoja yacen sobre el Keuper.

Los empujes post-burdigalenses de la primera fase estairica darían lugar al despegue de la serie cretácea de la jurásico-neocomiense, al deslizamiento sobre el Burdigalense del Cretáceo, así como al cabalgamiento sobre el Burdigalense de la serie jurásica.

No existen indicios de que la transgresión vindoboniense haya alcanzado al interior de la Hoja de Martos, y la falta de sedimentos posteriores impida apreciar los efectos de las orogenias post-vindobonienses.

Como hemos dicho anteriormente, han dejado sentir su influencia hasta época muy reciente, los sedimentos plásticos del Keuper, con su tectónica peculiar.

ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

En el primer capítulo de esta Memoria se han citado las principales publicaciones en que se consideran cuestiones relacionadas con la región que ahora estudiamos.

Una vez expuestas a grandes rasgos sus características geológicas, y especialmente las diferentes interpretaciones de la tectónica regional, parece conveniente insistir ligeramente en el análisis de los más importantes trabajos en que aparecen tratadas estas cuestiones.

Únicamente vamos a referirnos a las obras de Douvillé, Staub, Falot, Brinkmann y Gallwitz y Alastrué, ya que el comentario de algunas otras publicaciones excedería con mucho de los límites de esta Memoria; aun así, y con objeto de no extendernos en demasía, el análisis de las obras de los autores que acabamos de citar habrá de ser forzosamente muy somero.

Douvillé se ocupa de la región de Jaén en su interesante trabajo "Esquema geológico de los Pre-alpes sub-béticos", publicado en París en 1906.

Ha sido, en consecuencia, uno de los primeros autores que han estudiado la región, y uno de los primeros también que, asimilando sus características tectónicas a las de los Alpes, imaginó la existencia de grandes desplazamientos originados por empujes tangenciales.

En cuanto a la división estratigráfica aporta Douvillé en esta zona interesantes descripciones apoyadas en hallazgos paleontológicos. En su estudio del Jurásico observa la presencia de dos facies diferentes:

una clara, fosilífera en el Lias, Dogger y Titónico, y otra oscura, muy poco fosilífera.

En el Eocretáceo cita en la zona multitud de afloramientos con fósiles del Neocomiense, Barremense y Aptense. En este último piso describe los yacimientos de orbitolinas del cerro de Jaén.

En el Neocretáceo describe yacimientos con abundantes equínidos cenomanenses en las montañas inmediatas a Jaén, y encuentra también el Senonense, en el que incluso distingue el Maestrichtense, predominantemente arenoso.

Al sur y sureste de Jaén cita Douvillé la presencia del Eoceno, con nummulites lutecienses.

Atribuye el autor edad aquitaniense a los extensos depósitos de margas grisáceas en facies de "tap" y a las calizas de Lithothamnium que en ellos se encuentran. Aun sin descartar la presencia de una transgresión aquitaniense, más nos inclinamos a situar en el Burdigalense a la mayor parte, al menos, de esta formación.

De todos modos, cita también Douvillé el Burdigalense en la zona, con calizas de Lithothamnium, ricas en equínidos.

En cuanto a la tectónica, las ideas del autor, que fueron posteriormente desechadas, han sido consideradas de nuevo en época más reciente.

En lo que a la zona próxima a Jaén se refiere, creemos personalmente que aun siendo de las primeras hipótesis, son las de Douvillé las que más se aproximan a la realidad.

Considera el autor la presencia de dos series alóctonas, jurásica y cretácea, deslizadas hacia el norte sobre el Aquitaniense. Supone el autor, además, que existen dos series jurásicas independientes: una en facies clara, autóctona, y otra en facies oscura, que es la que supone alóctona.

Suponiendo una menor amplitud a los desplazamientos, y con la hipótesis (sin comprobación actual, como hemos dicho) de que las series cretácea y jurásica oscura puedan tener origen común, las ideas de Douvillé coinciden plenamente con nuestras observaciones en el campo.

Ya nos hemos referido en otro lugar a los estudios tectónicos en la región del profesor Staub.

El gran profesor suizo, habituado a los estudios tectónicos en los Alpes, visitó nuestro país en la época del Congreso Geológico de 1926, y publicó a continuación su conocida obra "Ideas sobre la tectónica de España". Poco después, y accediendo a quienes solicitaban alguna acla-

ración, dio a conocer su famoso corte de las Cordilleras Béticas, síntesis verdaderamente revolucionaria, que fue objeto de inmediatas discusiones.

Para Staub, los sedimentos que constituían el relleno del geosinclinal bético, levantados y empujados por los grandes movimientos orogénicos, montaron y deslizaron unos sobre otros, siempre en dirección norte, dando lugar a seis grandes hojas o mantos, de las que al menos las cinco últimas son alóctonas.

Son estas seis hojas, siguiendo la denominación del autor y de norte a sur, las siguientes.

1. Sistema tectónico Bet-Ibérico (autóctono).
2. Citrabético (Hoja de arrastre de Antequera).
3. Hoja de Sierra Nevada.
4. Hoja de Granada.
5. Hoja de Murcia.
6. Hoja de Málaga.

Publica además Staub un mapa tectónico de la Península, según el cual correspondería la zona que estudiamos a las "Plegaduras de las Ibérides", considerando como tales los elementos marginales al contrafuerte de la Meseta.

No es posible, dentro de los límites de este capítulo, penetrar en la discusión de las teorías de Staub en relación con la tectónica de la Península, y ni siquiera de las hipótesis del autor sobre la tectónica bética.

Bástenos decir que, salvando el principio ya indiscutible del carácter alóctono de gran parte de las formaciones que ocupan la región bética, no ha sido posible, en cambio, encontrar sobre el terreno, sin recurrir a complicados artificios, aplicación directa de las teorías de Staub, e incluso algunas de las observaciones en el campo de los autores posteriores se oponen a ellas. Sin embargo, la síntesis de Staub ha servido de base para las investigaciones posteriores, y del resultado de todas ellas ha podido obtenerse ya el esquema general de la tectónica de la región, que hemos expuesto en páginas anteriores.

Finalmente añadiremos que el estudio del doctor Staub es de complicada lectura, ya que en él se varía por completo la nomenclatura usual, no sólo de los dispositivos tectónicos, sino incluso de los plegamientos, fases de los mismos, etc.

Por ello resulta imprescindible, con anterioridad al estudio de esta

publicación, la confección de una tabla de equivalencias entre la terminología en uso y la empleada por el autor.

Los trabajos del profesor Fallot pueden considerarse como una aportación fundamental al estudio de la geología de la región bética y de su zona extensa septentrional.

Entre la serie de publicaciones del profesor Fallot sobre los problemas geológicos de la región destacan, por su extraordinario interés, las tituladas "Ensayo sobre el reparto de los terrenos secundarios y terciarios en el dominio de los Alpides españoles" (París, 1931-1935), "El sistema Cretáceo en las cordilleras Béticas" (Madrid, 1943) y "Estudios geológicos en la zona Sub-bética" (Madrid, 1945). Las dos últimas, especialmente, pueden considerarse como definitivas en gran parte de sus observaciones e interpretaciones.

Desgraciadamente, la zona de Jaén que ahora nos ocupa ha quedado, en cierto modo, al margen del área del trabajo del profesor Fallot, a pesar de lo cual son valiosísimas sus observaciones estratigráficas y tectónicas sobre esta zona.

En cuanto a las consideraciones tectónicas de carácter general, son de gran utilidad las observaciones de Fallot sobre las teorías de Staub, realizadas algunas en colaboración con Blumenthal.

Admite Fallot la existencia de grandes series alóctonas e incluso comprueba la aloctonía del Subbético, pero rechaza la síntesis de Staub con observaciones y argumentos de indudable valor.

En relación con el desplazamiento general del Subbético confirma que la magnitud del deslizamiento es de 15 a 20 kilómetros en dirección norte.

Admite la presencia de la Hoja alóctona de Málaga, y de la de Murcia, como parte frontal de aquélla, y no rechaza la de Granada, aun suponiendo menor longitud al desplazamiento horizontal. Discute, en cambio, la existencia como tal de la Hoja de Antequera, así como el origen y división del Subbético, tal como se deduce de las teorías de Staub.

En cuanto a la historia geológica del país, comprueba Fallot la presencia de diferentes etapas orogénicas sucesivas, de las que corresponderían los deslizamientos en el Subbético a la comprendida entre el Aquitaniente y Burdigalense, y el paroxismo orogénico del Prebético, a la que tiene lugar el Burdigalense y el Vindoboniense.

El trabajo de los doctores Brinkmann y Gallwitz titulado "El borde externo de las cadenas béticas en el sureste de España" resulta también de primordial interés para el estudio de la geología de la región.

En este trabajo, de índole principalmente tectónica, se estudia una vasta región, que se extiende de noreste a suroeste, desde el sur de Valencia hasta la provincia de Córdoba. El mapa a escala 1:600.000 que acompaña a este trabajo supone un progreso extraordinario en el conocimiento de la geología del país.

Se proponen los autores estudiar la disposición tectónica y evolución paleogeográfica de esta zona marginal a las cadenas béticas, y llegan a conclusiones muy interesantes, entre las que destaca, quizá, la comprobación de la presencia de un área geanticlinal en Alcaraz, bordeada por dos zonas de hundimiento profundo, situadas, respectivamente, al este y al suroeste de aquélla.

Discuten los autores las teorías de los mantos alóctonos, y llegan a la conclusión de que en esta zona marginal no existen en absoluto deslizamientos. Los estudios más recientes han comprobado la presencia de indudables corrimientos, aunque la magnitud del desplazamiento sea ciertamente menor que la que fue atribuida en un principio.

En relación con la zona que nos ocupa, describen los autores con detenimiento las Sierras de Jaén y las áreas de Martos, Mancha Real, Jódar, etc., insistiendo en la autoctonía de las formaciones que en ellas se encuentran, lo cual les lleva a algunas interpretaciones realmente forzadas.

Las formaciones cretáceas y jurásicas del borde este de la Hoja se consideran, sin embargo, parcialmente corridas sobre el Terciario. Suponen no obstante los autores que existe continuidad entre las diferentes manchas cretáceas que se alinean de este a oeste en la zona. Los sondeos realizados recientemente por el Instituto Geológico y el Instituto Nacional de Colonización han demostrado, sin lugar a dudas, que estas manchas están deslizadas sobre el Keuper o el Burdigalense, y no tienen conexión entre sí.

La Peña de Martos se clasifica como Jurásico, quizá a causa de las terebrátulas que se encuentran en su base.

Las investigaciones posteriores han demostrado que las capas de la Peña de Martos son Senonense fosilífero y que las terebrátulas corresponden a elementos jurásicos digeridos en la brecha de fricción durante el arrastre.

En consecuencia, la discusión de la hipótesis de Douvillé que sobre la Peña de Martos se establece, requiere una nueva consideración.

Finalmente, se supone que el Neocomiense de la zona occidental de la Hoja es transgresivo sobre el Keuper, lo cual requiere la presencia

de un relieve preneocomiense, en el cual faltaría la totalidad del Jurásico en esta zona occidental.

Prescindiendo de estas consideraciones, que se basan en el hecho de suponer absolutamente autóctonas todas las formaciones de la zona, la obra de Brinkmann y Gallwitz tiene un valor extraordinario, especialmente por sus descubrimientos en relación con la paleogeografía del país.

En la región de levante, en que hemos recorrido zonas ya descritas en esta misma publicación, hemos podido comprobar el gran acierto y detalle de las observaciones estratigráficas y de las interpretaciones tectónicas de los doctores Brinkmann y Gallwitz.

Por último comentaremos muy brevemente la obra de Alastrué.

Se titula esta publicación "Bosquejo geológico de las cordilleras subbéticas entre Iznalloz y Jaén" y consiste en un tomo de 160 páginas, con un mapa a escala 1:75.000, 34 esquemas tectónicos, cuatro cortes generales y 28 fotografías.

Se estudia en ella una amplia zona situada al sur y sureste de Jaén. Desgraciadamente no alcanza hasta la zona de la Hoja de Martos.

Las descripciones estratigráficas son muy acertadas y se apoyan en profusión de datos paleontológicos.

En las interpretaciones tectónicas se sostiene la hipótesis de la autoctonia de todas las formaciones, según se puede apreciar en los esquemas y cortes interpretativos de las estructuras. Ya hemos dicho repetidamente que las investigaciones recientes han demostrado que las series cretácea y jurásica son, al menos, para-autóctonas.

En relación con la edad de los depósitos terciarios se supone que éstos son, en su totalidad, oligocenos. En consecuencia, las fases orogénicas se suponen también anteriores a lo que nosotros hemos considerado.

Es posible que en la zona estudiada por Alastrué afloren exclusivamente sedimentos terciarios del Oligoceno; en la de Martos es indudable que gran parte de estos depósitos corresponden al Burdigalense.

En conjunto, sin embargo, la publicación que comentamos constituye un excelente trabajo geológico, en el que hemos encontrado inestimable ayuda para nuestras investigaciones geológicas e hidrológicas en la provincia de Jaén.

VI

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

La investigación de aguas subterráneas tiene en esta zona extraordinaria importancia. El abastecimiento de agua potable de la mayor parte de los núcleos de población es insuficiente, y el agua para riegos es también muy interesante en esta región de suelo fértil y clima apropiado.

Las formaciones arcillosas del Burdigalense, que cubren la mayor parte del país, son impermeables, y en los frecuentes asomos de Keuper los reducidos caudales que se alumbran son casi siempre de agua salobre.

Es preciso intentar la investigación de aguas subterráneas en las series calizas del Jurásico y Cretáceo, cuyas características litológicas son, en general, favorables, pero la disposición tectónica de estas formaciones es casi siempre la que menos puede favorecer la acumulación de caudales subterráneos. El Instituto Geológico ha llevado a efecto interesantes estudios de hidrología subterránea en esta zona; dichos estudios han sido ya terminados en su primera fase de investigación geológica, y algunas de las labores propuestas han comenzado ya, habiéndose empezado a alumbrar caudales de importancia apreciable.

Como hemos dicho ya en otro lugar, en toda la parte central y occidental de la Hoja se encuentran únicamente formaciones arcillosas del Burdigalense, que yacen sobre Keuper directamente. No cabe aquí intentar labores de alumbramiento de aguas subterráneas, y únicamente pueden alumbrarse pequeños caudales en algunas depresiones rellenas por depósitos cuaternarios, arcillo-sabulosos y ligeramente permeables.

La serie cretácea que aflora en la parte oriental de la zona que estudiamos está deslizada, de sur a norte, y cabalga al Burdigalense. Adopta la disposición de un anticlinal, cuya rama norte está volcada. Las calizas y margas arenosas cretáceas son permeables, pero la disposición anticlinal de la estructura no favorece la acumulación en ella de caudales subterráneos. Únicamente cabe la esperanza de alumbrar caudales importantes perforando pozos y galerías en el contacto de la rama norte del pliegue volcado con el Burdigalense arcilloso infrayacente.

En la rama sur, una gran zona de fractura limita este pliegue con la serie jurásica, también alóctona, que se encuentra más a mediodía.

En esta zona de fractura afloran el Keuper y el Burdigalense del substratum autóctono; no resulta, en consecuencia, un área favorable para la situación de labores de alumbramiento de aguas. En las formaciones diluviales que recubren parte de esta zona de fractura se han perforado unas galerías, de las que se obtiene agua para abastecimiento de Torre del Campo.

Son labores muy someras, cuyo caudal en invierno es abundante, pero en estiaje, prácticamente nulo.

En la serie jurásico-neocomiense, con buzamiento uniforme al sur, sólo cabe la esperanza de alumbrar caudales importantes mediante labores situadas en el flanco meridional. Se trata, como sabemos, de cuatro escamas tectónicas apiladas de sur a norte. En las zonas fracturadas de contacto de estas series cabría la posibilidad de alumbrar ciertos caudales. En general, son estas zonas de difícil acceso y sería muy costoso conducir el agua alumbrada en ellas hasta las áreas donde podría utilizarse.

En cuanto al flanco meridional de estas series, se halla recubierto por un espesor considerable de Neocomiense impermeable. Es preciso, en las labores que se sitúan en este flanco, atravesar previamente un espesor grande de margas neocomienses antes de alcanzar las calizas jurásicas, más permeables y con posibles niveles acuíferos.

Volviendo al flanco norte de las escamas jurásico-neocomienses, un área posiblemente interesante es la de fractura que se extiende al sur y sureste de Jamilena, entre este flanco norte y el borde meridional de la serie cretácea alóctona de Jamilena-Torre del Campo. Se trata de una zona muy fracturada, recubierta por un espesor considerable de Diluvial, y con fuerte pendiente topográfica hacia el este. Aunque en la zona de fractura afloran también el Keuper y el Burdigalense, se obser-

van señales indudables de circulación de agua hacia el oeste, como prueban además los frecuentes manantiales que aquí existen.

Gran parte del agua que pudiera alumbrarse en la mancha cretácea de Jamilena aflora en el manantial que surte al pueblo, cuyo caudal, aun en el acentuado estiaje del año 1958, ha sido siempre superior a los 10 litros por segundo. El agua, detenida hacia el oeste y suroeste por el Keuper y el Burdigalense, aflora a favor de los planos de estratificación de las capas cretáceas, muy levantadas.

Más al oeste, en el flanco septentrional de la serie deslizada jurásico-neocomiense, las posibilidades de alumbramiento de agua son muy reducidas.

El Instituto Geológico está perforando en esta zona un socavón N.-S., con el que se pretende alumbrar agua en las zonas de fractura del contacto de las tres escamas jurásico-neocomienses superpuestas.

La galería se ha emboquillado en el Neocomiense de la escama septentrional y se ha atravesado la zona fracturada de contacto de este Neocomiense con el Jurásico de la escama siguiente. En esta zona se ha alumbrado un caudal de unos seis litros por segundo, que es el único de que se dispone en la actualidad para abastecimiento de Torredonjimeno.

Al norte de Martos y oeste de Jamilena se encuentran unos interesantes afloramientos de calizas burdigalenses que dan origen a un anticlinal, cuya rama meridional, fallada, se repite en tres series sucesivas de buzamiento al sur.

El eje de la estructura buza al este, y se sumergen las calizas en el paraje del Arroyo del Cubo, al oeste de Jamilena. Existen aquí unos pequeños manantiales, secos en verano, cuyo caudal podría aumentarse realizando las oportunas labores de captación, en las que deberá tenerse en cuenta la presencia en el flanco sur del pliegue de estas líneas de fractura con posible circulación de agua.

Sobre estas cuestiones de hidrología subterránea en las zonas de Jaén y Martos ha sido publicada ya una breve memoria en "Notas y Comunicaciones" del Instituto Geológico. Vamos a limitarnos ahora a citar el emplazamiento y las características de las labores propuestas para aumentar el abastecimiento de agua a los pueblos de Torre del Campo, Torredonjimeno y Martos.

En la salida del barranco de la Cueva, al este de Torre del Campo, se ha propuesto la construcción de un pozo de 40 metros de profundi-

dad, en las arcillas burdigalenses, y una galería en su fondo, de 200 metros de longitud y dirección suroeste, que atraviesa la serie cretácea.

Al este de Torre del Campo se ha propuesto también la construcción de un pozo y galería de características análogas, que permita el drenaje del flanco occidental de la serie cretácea.

En la zona de fractura al SE. de Jamilena se ha perforado, en colaboración con el Instituto Nacional de Colonización, un sondeo de 90 metros de profundidad, que ha alumbrado agua en la zona milonitizada de la fractura y ha penetrado a los 90 metros en el Burdigalense infrayacente. Se proyecta perforar en este mismo lugar un pozo y unas galerías de drenaje.

También se proyecta perforar un sondeo en las calizas jurásicas fracturadas del barranco que desciende al SE. de Jamilena.

Más al oeste, entre Jamilena y Martos, el Instituto Geológico ha perforado una galería, como ya hemos dicho, con la que se pretende atravesar tres escamas sucesivas de la serie jurásico-neocomiense y alumbrar agua en las zonas fracturadas de contacto.

Al este de Martos se ha proyectado un sondeo en el paraje del barranco del Moro, con el que se pretende atravesar las calizas jurásicas, con buzamiento al sur, yacentes bajo el Neocomiense.

En relación con los asomos de Keuper, tan frecuentes en esta zona, existen profusión de manantiales de agua salobre.

Algunos se hallan, además, fuertemente mineralizados, y sus aguas se explotan como minero-medicinales. Tal ocurre en el balneario de Agua Hedionda, situado al sur de Martos, y cuyo análisis de aguas publicamos a continuación.

También publicamos una relación de los alumbramientos y manantiales más importantes de la zona, así como del agua destinada a abastecimiento de los principales núcleos de población.

RELACIÓN DE MANANTIALES DE LA HOJA DE MARTOS

HIGUERA DE CALATRAVA

NOMBRE DEL MANANTIAL	SITUACIÓN	PROPIETARIO	CALIDAD	LITROS /S.
Fuente Pública	O. Pueblo...	Ayuntamiento	Potable	0,4
Caño de Arriba	S. Id.	Idem	Idem	0,2

SANTIAGO DE CALATRAVA

NOMBRE DEL MANANTIAL	SITUACIÓN	PROPIETARIO	CALIDAD	LITROS /S.
Los Caños	N. Pueblo... 1 Km.	Ayuntamiento	Potable	0,1

JAMILENA

Fuente Mayor.	E. Pueblo...	Ayuntamiento	Potable	25
La Salvadora...	Los Baños...	Varios propietarios.	Idem	20

La Salvadora es un manantial intermitente, ya que en los meses de diciembre a febrero (según la lluvia caída) tiene un caudal de hasta 50 litros, y en agosto se seca completamente.

TORRE DEL CAMPO

Jabalruz	Fuente de la Higuera..	Ayuntamiento	Potable	0,1
Torrecillas	Torrecillas..	Idem	Idem	6
La Ratenera...	La Ratenera	Idem	Idem	0,1

Estos manantiales son los del consumo para la población. Existen también los siguientes:

Las Ollas	Las Ollas...	D. Juan Parras...	Potable	0,1
Llanillo	Llanillo	D. Fco. Ramos....	Idem	0,05
La Muña	La Muña....	Cortijada	Idem	0,05
Torre Pilar	Torre Pilar.	D. Ant.º Martos...	Idem	0,05
Berrueco	Berrueco ..	Cortijada	Para ganado	1
Fuente del Torreja	Torreja	Ayuntamiento ...	Idem	1
Calderón	Calderón ..	D. Manuel Quesada	Potable	0,5
Riogordillo	Riogordillo..	D. Manuel Martín	Idem	1,50

Hay 15 más de propiedad particular y con caudal entre 0,05 y 0,5 litros-segundo.

MARTOS

Taza	Charcones...	Ayuntamiento	Potable	0,25
Fuente Nueva.	—	Idem	Idem	1,25
Los Caños	Santa Lucía	Idem	Idem	0,20
Maleza	Maleza	Idem	Idem	2,00
Sapillo	—	—	—	(aprox.) 0,20
Fuente la Villa	—	—	—	0,50
Id. Ungarcía...	Cazalla	D.ª Dominga Camacho	Potable	1
Id. de la Higuera	Sierra	D. Alberto Codes.	Idem	3

TORREDONJIMENO

NOMBRE DEL MANANTIAL	SITUACIÓN	PROPIETARIO	CALIDAD	LITROS /s.
Pilarejo	Fte. pública	Ayuntamiento	Potable	1
S. Nicasio	Abrevadero.	Idem	No potable...	1,50
Los Santos ...	Fte. pública	Idem	Idem	2
Martin-Gordo.	Idem	Idem	Idem	2

Alumbramientos en Torredonjimeno: Socavón arroyo de las Mulas,
6 l. p. s., calidad potable (Instituto Geológico).

VII

MINERÍA Y CANTERAS

No existen explotaciones mineras de importancia en el interior de la zona comprendida en la Hoja de Martos.

Las mineralizaciones de hierro en las formaciones triásicas han sido, sin embargo, objeto de viva atención, como demuestran la profusión de permisos de investigación y concesiones de explotación de este mineral, que, como puede verse en los cuadros adjuntos, cubren grandes superficies de los términos municipales de Torre del Campo, Martos y Torredonjimeno.

Ello no obstante, las explotaciones de mineral se llevan a cabo únicamente de forma irregular y esporádica, y en los permisos de investigación solamente se han llevado a cabo, hasta la fecha, someras labores de reconocimiento.

Ofrecen también interés las explotaciones de yesos, muy abundantes en la zona, y las de sal, en las que el cloruro sódico se obtiene por la evaporación de aguas saliníferas en manantiales del Keuper.

En las canteras de dolomías y calizas se benefician rocas del Muschelkalk, Jurásico, Cretáceo y de la base del Burdigalense.

Son las más importantes la cantera de la fábrica de cementos Alba, perfectamente instalada, con abundancia de medios mecánicos; la de caliza del Puerto de Jamilena; la que explota el afloramiento de Muschelkalk al norte de Torredonjimeno, y las canteras de San Nicasio,, en las calizas de la base del Burdigalense, en las inmediaciones de la carretera de Granada, entre Torredonjimeno y Martos.

Publicamos a continuación una relación de las minas, canteras y

areneras, salinas y fábricas de yeso y cemento, en los términos municipales de Martos, Torredonjimeno, Jamilena, Santiago de Calatrava y Torre del Campo. En ella se incluyen la fábrica de cemento natural de Martos y, evidentemente, la gran fábrica de cemento Portland, propiedad de Cementos Alba, en Torredonjimeno.

MARTOS

Minas de hierro

- 12.449. "Alejandro 2.º".
- 13.943. "La Abundancia II".
- 14.352. Antonia II". C. D.
- 14.493. "San Antonio".
- 14.879. "Ampliación a Tarifa". P. I.
- 14.796. "San Cosme y San Damián". P. I.
- 15.058. "San Cristóbal". P. I.
- 12.287. "La Encarnación".
- 14.469. "Lomangorda". C. D.
- 13.829. "San Miguel El Alto".
- 13.779. "San Nicolás".
- 11.280. "Por si acaso".
- 12.344. "El Pájaro".
- 14.365. "La Primera". C. D.
- 14.406. "Segunda Rosalinda". C. D.
- 12.577. "Toñales".
- 14.872. "Tarifa". P. I.
- 10.862. "San Vicente".
- 12.182. "Virginia".
- 13.939. "Virgen de la Villa".

Minas de tripoli

- 14.413. "El Carmen".
- 14.424. "Purita".
- 14.512. "Virgen de Guadalupe".

Fábricas de yeso

- D. Antonio Camacho Espejo.
- D. José Ojeda Aguayo.
- D. Antonio Martos Anguita.
- D. José Rodríguez López.
- D. Francisco Gálvez García.
- D. José Puertas Escabias.

Fábrica de cemento natural

- D. Juan Riquez Molina.

Cantera de piedra caliza

"San Nicasio". D. Pedro Vivas Chaberna.

Arenas

D. Amador Aranda Marenas.

TORREDONJIMENO

Minas de hierro

- 14.547. "Alas".
- 10.109. "Consolación".
- 14.545. "Carmen". C. D.
- 13.791. "El Duende".
- 13.167. "Santa Isabel".
- 13.946. "Manolito".
- 12.119. "Pepito".

Minas de tripoli

14.558. "Blanca Nieves".

Salinas

"San Fernando".
"San José".

Fábrica de cemento

"Cementos Alba, S. A."

Canteras y fábrica de yeso

- D. Francisco Martínez Lara.
- D. Manuel Cámara Rodríguez.
- D. Luis Gutiérrez Peragón.
- D. Manuel Cámara Rodríguez.
- D. Manuel García Estrella.
- D. Francisco Ureña Bueno.
- D. Juan Laureano López Jurado.
- D. Anastasio Gutiérrez de la Fuente.
- D. José Ortega Colomo.
- D. Antonio Horno Montijano.
- D. Adolfo Álvarez Galán.

Yeso y cal

D. Manuel Armenteros Ortega.

JAMILENA

Cantera de arena

D. Manuel Armenteros Ortega.

Cantera de piedra caliza

"Sierra Bermeja". Cementos Alba, S. A.

SANTIAGO DE CALATRAVA

*Yeso*D. José Ruis Ceballos.
D. Francisco Millán García.

TORREDELCAMPO

Minas de hierro

- 9.724. "La Ampliación".
- 6.841. "Antonio".
- 9.445. "Areliana".
- 9.602. "Aurea".
- 10.148. "Agosto".
- 12.995. "Ampliación a El Consejo".
- 13.834. "La Alegria".
- 14.243. "Ampliación a San Carlos".
- 14.373. "Amelia". C. D.
- 14.485. "El Aguila". C. D.
- 9.699. "Cayo".
- 5.619. "Consejo".
- 9.682. "Demasia a La Corona".
- 14.154. "San Carlos".
- 14.478. "La Concepción". C. D.
- 15.028. "Carmina". P. I.
- 9.761. "Doloretas".
- 12.406. "Dolores".
- 3.390. "Demasia a La Encarnación".
- 9.603. "Eulalia".
- 13.251. "El Engaño".
- 6.359. "Las Gemelas".
- 13.737. "Isabelita".
- 9.293. "San Juan".
- 9.706. "Julio".
- 7.956. "Santa Justina".
- 5.209. "San Justino".
- 11.821. "Josefa".
- 6.418. "Luisa".
- 11.681. "Lolita".
- 7.959. "Maria".
- 5.171. "La Marujina".
- 13.342. "Minerva".
- 14.443. "Mercedes".
- 14.537. "Maria Cristina".

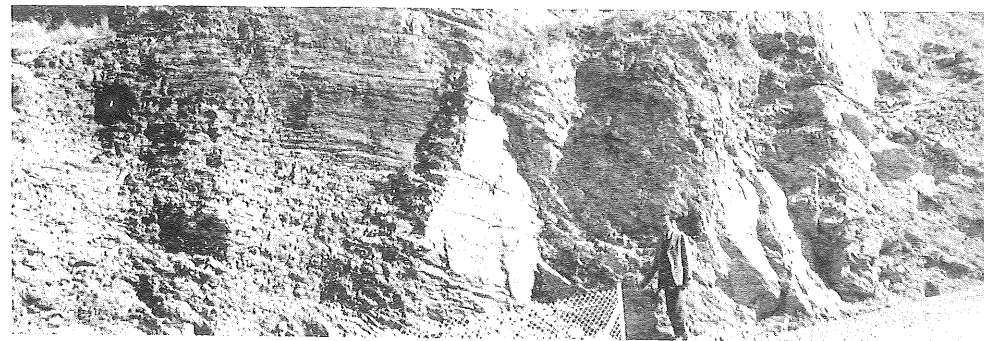
- 9.707. "Pachi".
- 9.894. "La Pequeña".
- 12.782. "¿Quo Vadis?".
- 12.413. "La Rubia".
- 13.117. "Rabia".
- 13.816. "Ramonín".
- 13.875. "Sebastián y Dolores".
- 14.954. "San Ramón".
- 9.639. "Teresa".
- 9.604. "San Teodoro".
- 9.872. "El Término".
- 14.325. "Virgen de las Angustias".

*Fábricas de yeso*D. Juan, D. José y D. Manuel Eliche Anguita.
D. Luis Mozas Moreno.
D. Sebastián Moral Jiménez.
D. Juan Moral Moral.*Salinas*"Pajarejo".
"Mayorazgo y Pedro Gil".
"El Fraile".

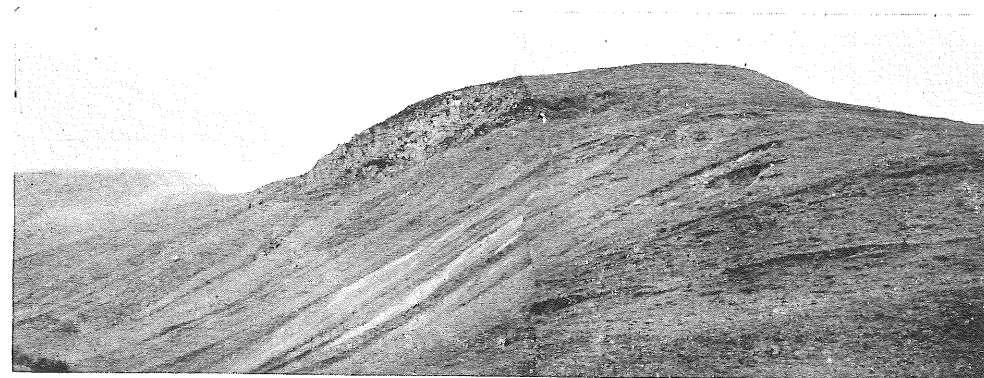
BIBLIOGRAFÍA

- ALASTRUÉ, E.: *Datos para una nueva interpretación tectónica de los Alpes Sub-béticos (parte central)*. Estudios Geográficos, año IV. Madrid, 1943.
- *Sobre el Trias en la zona Sub-bética en la transversal de Jaén*. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo XLI. Madrid, 1943.
- *Bosquejo geológico de las Cordilleras Sub-béticas entre Iznalloz y Jaén*. Cons. Sup. Inv. Cient. Madrid, 1944.
- ALVARADO, A.: *Región este de Sierra Morena*. Bol. Inst. Geológico. Madrid, 1923.
- BERTRAND, M., y KILIAN, W.: *Studes sur les terrains secondaires el tertiaires dans les provinces de Granada et de Málaga*. Mem. Ac. Sc., tomo XXX, 1889.
- BLUMENTHAL, M.: *L'existence du Betique de Málaga dans la région de Granada*. C. R. Ac. Sc., t. CLXXXVII. Paris, 1928.
- *Geologie des Chaines penibetique et Sub-betique entre Antequera et Loja*. Bull. Soc. Géol. France, 1931.
- *Sur les relations tectoniques entre les zones bétique, penibetique et sub-bétique du Sud-Ouest de l'Andalousie*. C. R. A. Sc., tomo CXCVII. 1933.
- BLUMENTHAL, M., y FALLOT, P.: *Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Granada et Guadix*. Mem. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XVII. Madrid, 1935.
- BRINKMANN y GALLWITZ: *El borde externo de la Cadenas Béticas en el sureste de España*. Cons. Sup. Invest. Cient. Madrid, 1950.

- CANTOS, JOSÉ, y TARGHETTA, JUAN: *Algunas notas de interés para la Hoja de Linares*. Notas y C. Inst. Geol., núm. 11. Madrid, 1943.
- CARBONELL, A.: *La línea tectónica del Guadalquivir*. Cong. Geol. Internacional. Madrid, 1926.
- *Nota sobre los depósitos de foraminíferos terciarios de Córdoba*. Bol. Inst. Geol., tomo XLVII. Madrid, 1926.
 - *Hierros de Córdoba y Jaén. Criaderos de la provincia de Jaén*. Memorias Inst. Geol. Madrid, 1944.
- CARANDELL, J.: *La Sierra de Cabra*. Congr. Geol. Inter. Madrid, 1926.
- *Nota acerca de la tectónica de la Sierra de Cabra*. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. t. XXVII. Madrid, 1927.
 - *Segunda nota acerca de la tectónica de la Sierra de Cabra*. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., t. XXVIII. Madrid, 1928.
- DOUVILLÉ, R.: *Esquisse géologique des Préalpes Sub-bétiques*. Tesis. Paris, 1906.
- DUPUY DE LÔME, E., y NOVO, P.: *Guía del Congreso Geológico Internacional*. Madrid, 1926.
- FALLOT, P.: *Observations sur la géologie des environs de Cazorla (provincia de Jaén)*. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XXVIII. Madrid, 1928.
- *Essais sur la repartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides Espagnoles*. Geol. Medit. Occid., vol. IV. 1931-1934.
 - *El Sistema Cretáceo en las Cordilleras Béticas*. Cons. Sup. Investigaciones Cient. Madrid, 1943.
 - *Estudios geológicos en la zona Sub-bética*. Cons. Sup. Invest. Científicas. Madrid, 1945.
- GAVALA, J.: *Regiones petrolíferas de Andalucía*. Bol. Inst. Geol. Madrid, 1916.
- *La serranía de Grazzalema*. Bol. Inst. Geol. Madrid, 1918.
- KILIAN, W.: *El yacimiento titónico de la Fuente de los Frailes*. Bol. Com. Mapa Geológico. Madrid, 1891.
- PRIETO, I., y LIZÁUR, J.: *Hoja geológica de Castro del Río*. Madrid, 1952.
- MALLADA, L.: *Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén*. Bol. Com. Mapa Geológico. Madrid, 1883.
- STAUB, R.: *Ideas sobre la tectónica de España*. Versión española de A. Carbonell. Madrid, 1927.



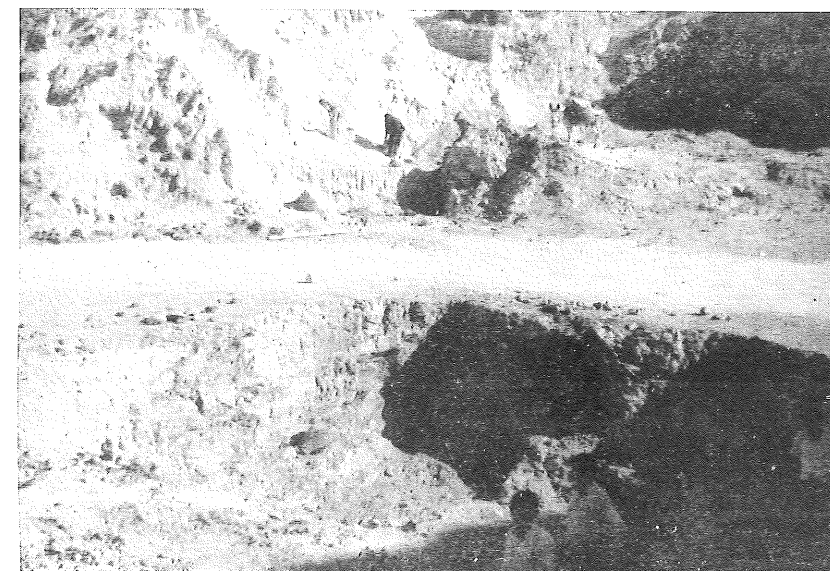
Fot. 1. —Dolemitas tableadas del Muschelkalk en el barranco Salado (D-4).



Fot. 2. —Dogger y Malm en el barranco de Guadalete, al sur de Jamilena



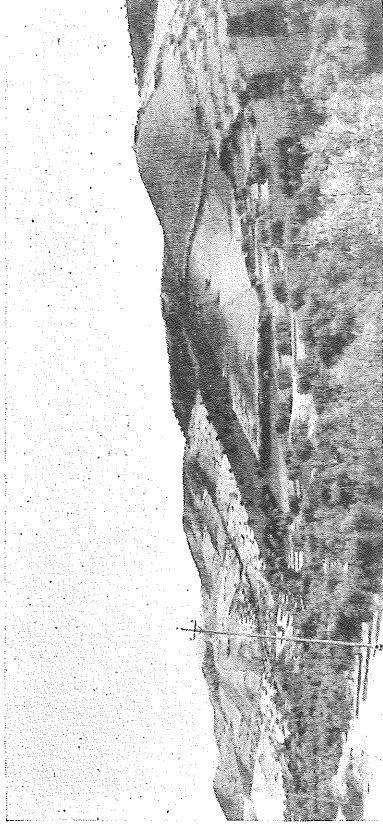
Fot. 3. —Lías. Calizas tableadas en el barranco de Guadalete, al sur de Jamilena.



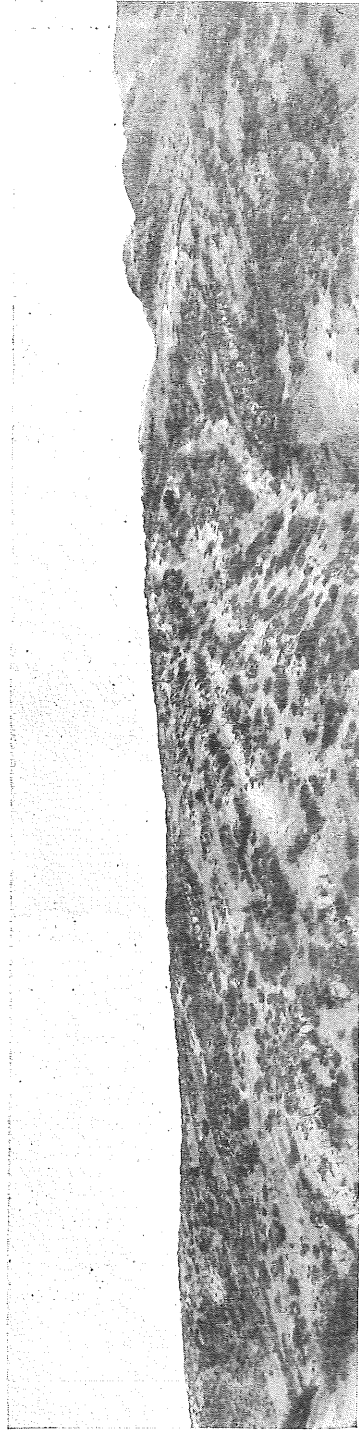
Fot. 4. —Explotación de arcillas neocomienses en Martos. Yacimiento fosilífero.



Fot. 5.—Dogger y Malm en facies oscura al sur de Jamilena. Obsérvese la disposición de las dos escamas tectónicas.



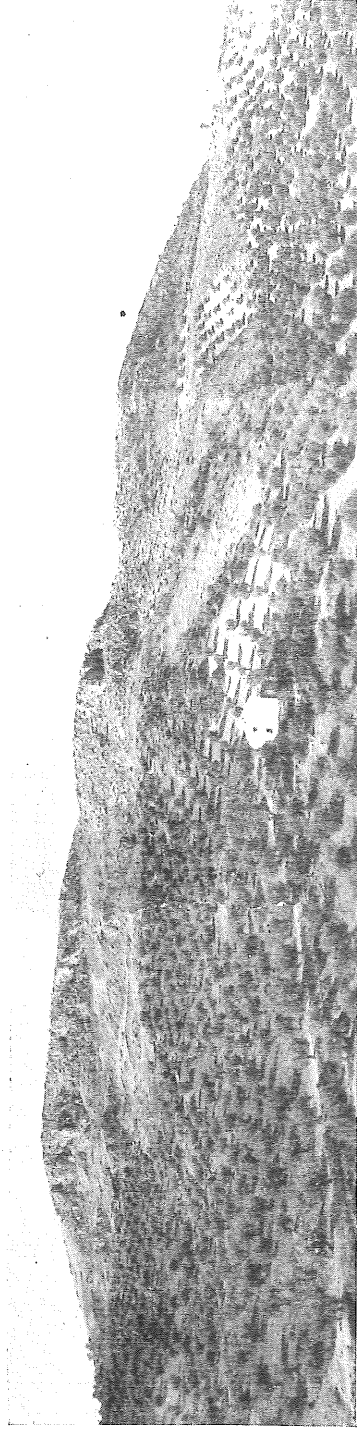
Fot. 6.—Hauterivense y Barremense al sur de la carretera de Martos a Los Villares. Obsérvese el buzamiento a mediodía de la serie arcillo-sabulosa.



Fot. 7.—Cenomanense en el anticlinal cretáceo al este de Torre del Campo. A la derecha, línea de fractura y creستón de calizas jurásicas.



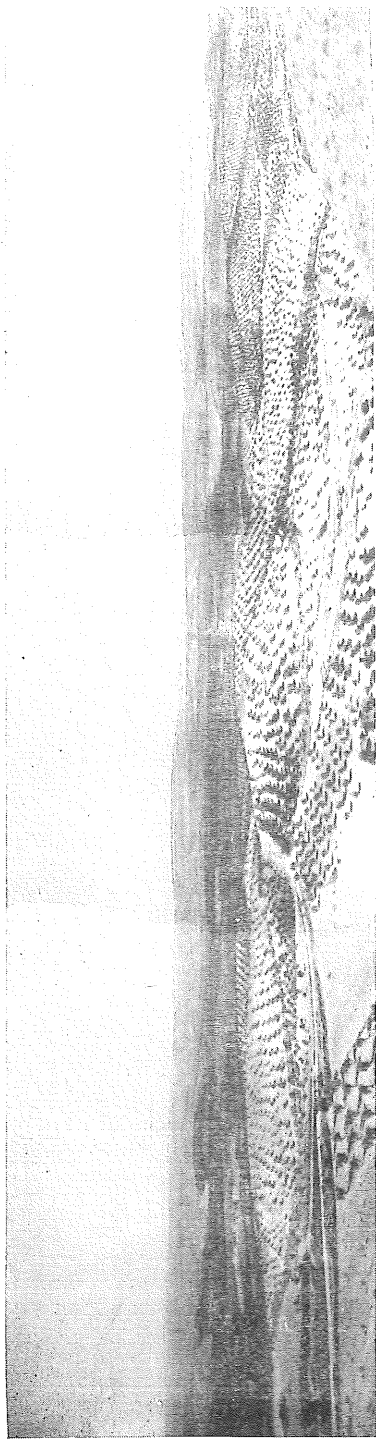
Fot. 8.—Senonense muy fracturado al este de Jamileña. A la izquierda, arcillas del Keuper.



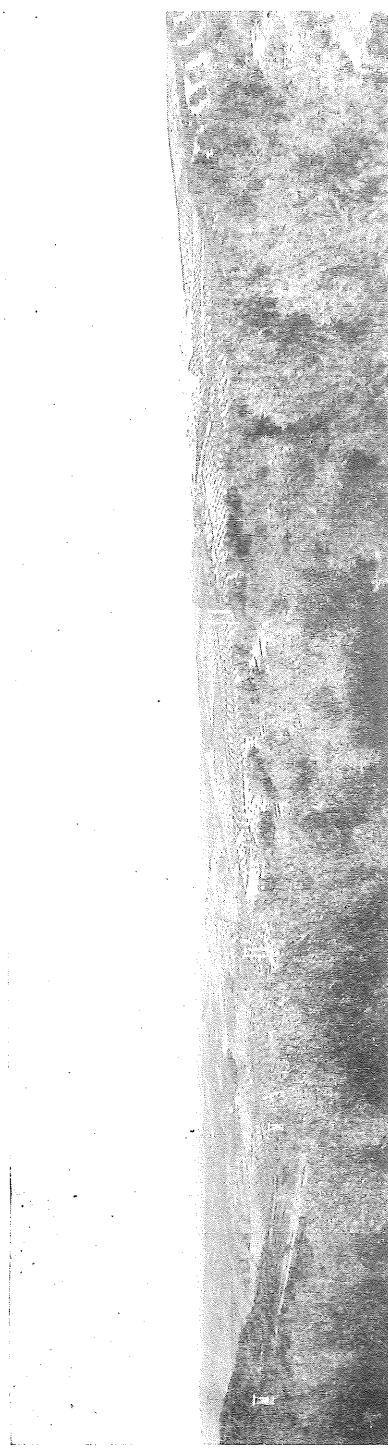
Fot. 9.—Cenomanense sobre Oligoceno en los cerros al sur de Torre del Campo. En primer término, Aquitaniense.
Al fondo, calizas cenomanenses.



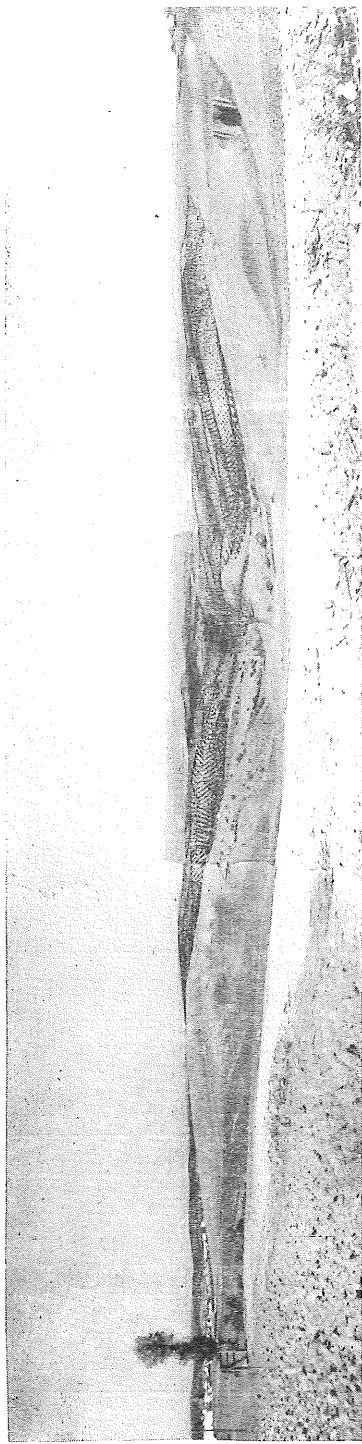
Fot. 10.—Rotura del puerto de Jamilena. A la derecha, calizas del Dogger y Malm; a la izquierda, Senonense.



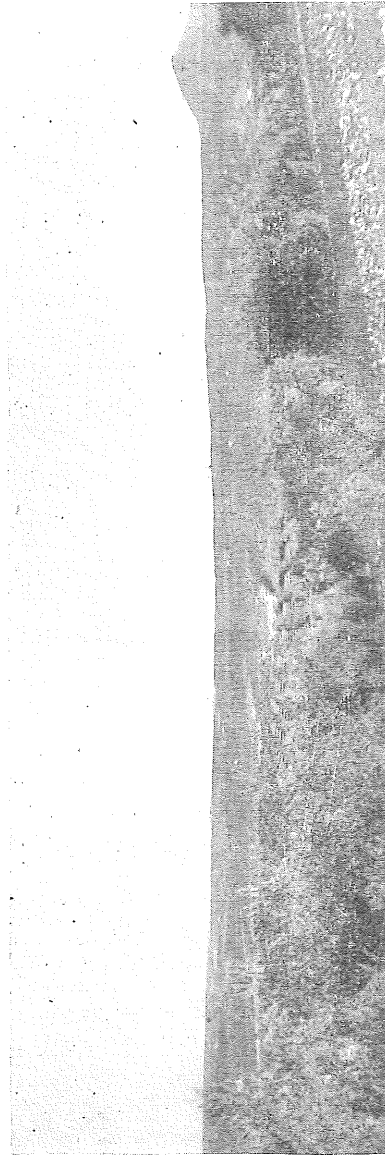
Fot. 11. — Panorámica de Burdigalense y Keuper, al norte de Torre del Campo.



Fot. 12. — Burdigalense y Keuper en el paraje de Vado Baena, al oeste de Martos.



Fot. 13.—Panorámica al NE de Torredonjimeno. La zona oscura corresponde a un asomo de Keuper entre margas burdigalenses.



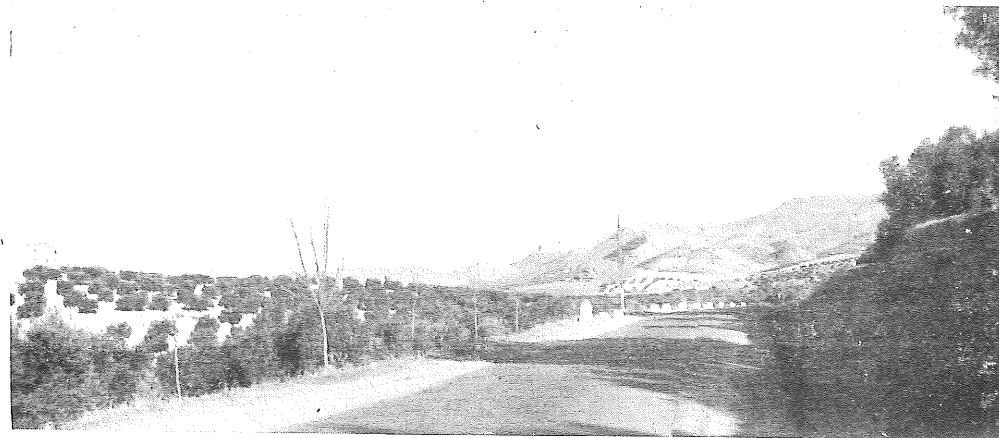
Fot. 14.—Keuper y Burdigalense en el borde sur de la Hoja. A la derecha, la Peña de Martos.



Fot. 15.—Calizas de la base del Burdigalense en la serrezuela de Martos.



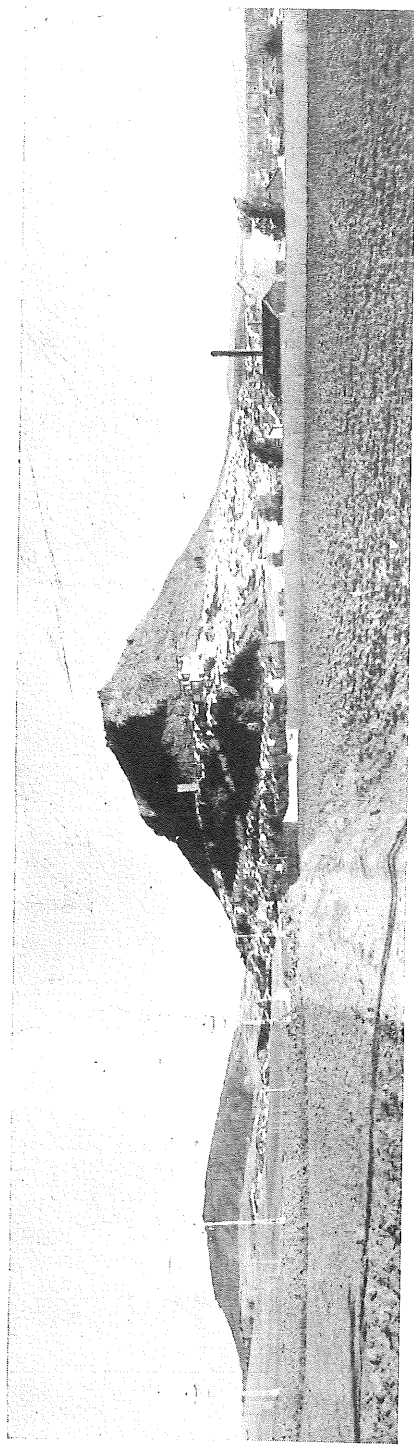
Fot. 16.—Cuaternario del valle de Jamilena.



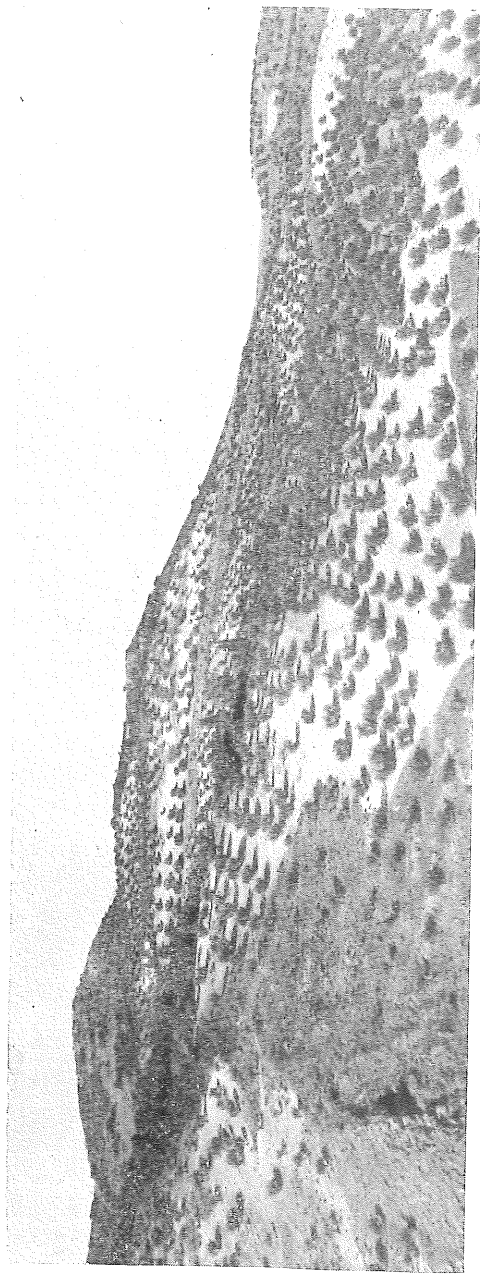
Fot. 17. — Las tres escamas tectónicas jurásico-neocomienses al este de Martos.



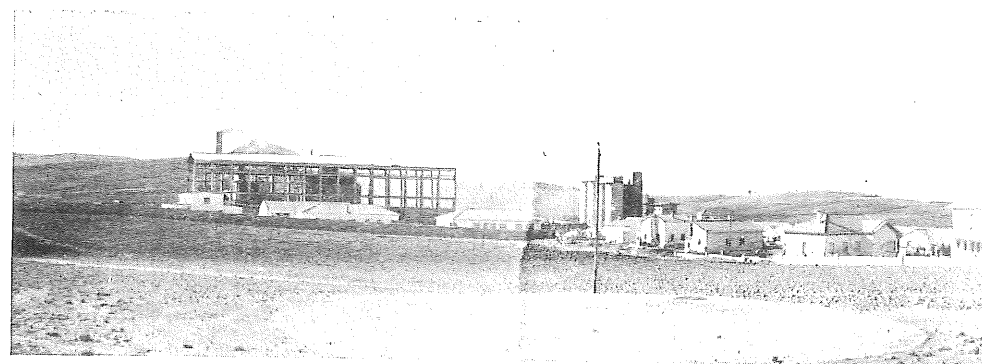
Fot. 18. — Superposición de dos escamas jurásico-neocomienses al este de Martos.



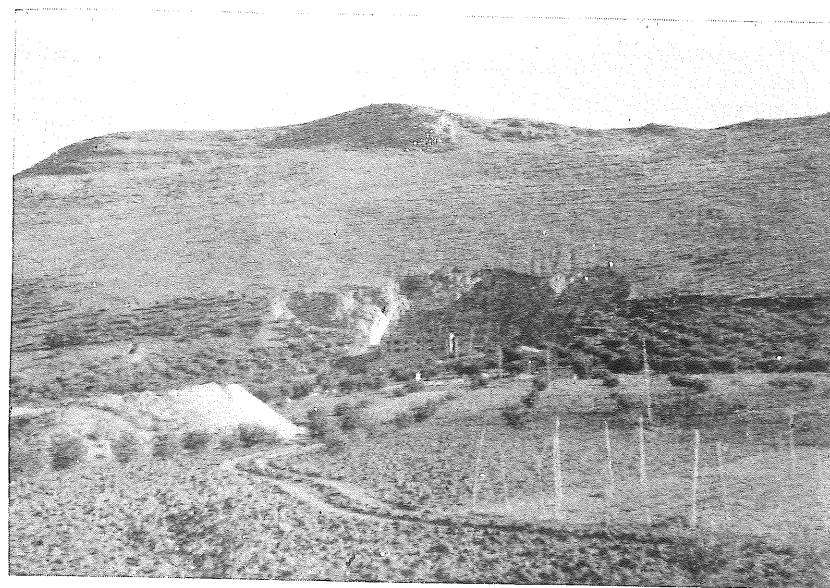
Fot. 19.—La Peña de Martos desde el norte. En primer término, Neocomiense. Al fondo, calizas senonenses.



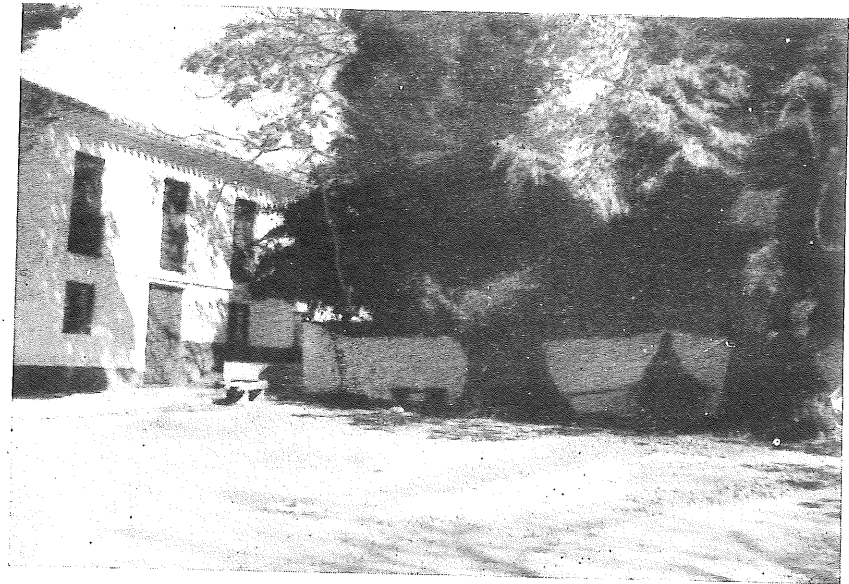
Fot. 20. —Cretáceo sobre Bui digalense en la parte sur-occidental del barranco de la Cueva (E-2).



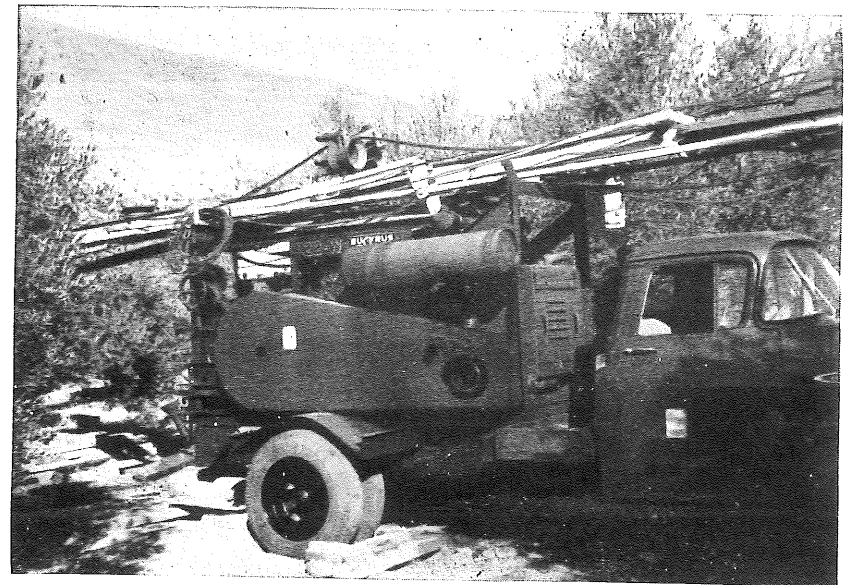
Fot. 21. —Fábrica de cementos Alba, en Torredonjimeno.



Fot. 22. —Cantera de cementos Alba, en el Dogger. En la parte superior, crestón de calizas del Malm.



Fot. 23 Balneario de Agua Hedionda, en el Keuper.



Fot. 24.—Sondeo de Jamilena. Se está procediendo al montaje de la instalación.