

## MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

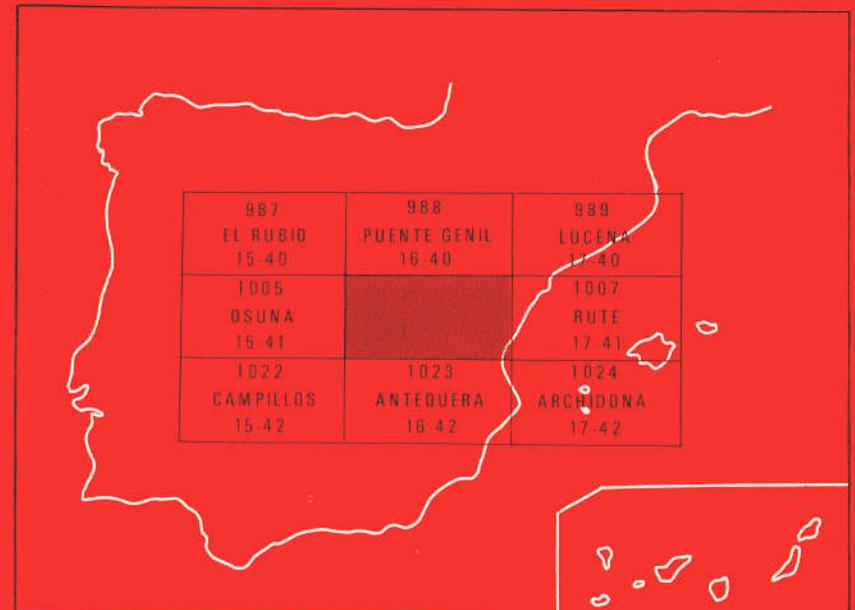
### BENAMEJI

Segunda serie-Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA

RIOS ROSAS, 23 - 28003 MADRID



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA**  
**E. 1:50.000**

**BENAMEJI**

**Segunda serie - Primera edición**

**SERVICIO DE PUBLICACIONES**  
**MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA**

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada por IBERGESA bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido:

- En la cartografía y redacción de la Memoria D. Angel Martín-Serrano García.
- Se ha contado con la asesoría de D. Yves Peyre, D. Carlos Sanz de Galdeano (Tectónica), Dña. Caridad Zazo y D. José Goy (Cuaternario).
- El estudio petrológico de las rocas ígneas ha sido realizado por D. Antonio Pérez Rojas.
- El estudio micropaleontológico ha sido realizado por Luis Granados y Dña. Isabel Cabañas.
- Los estudios sedimentológicos de los materiales carbonatados los realizó D. José Pedro Calvo y D. Tom Freeman.
- El capítulo referente a Minería lo realizó D. Antonio Pineda Velasco.
- Supervisión del IGME: D. Pedro Ruiz Reig y D. José Baena.

### **INFORMACION COMPLEMENTARIA**

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

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Doctor Fleming, 7 - 28036 Madrid -

Composición: RHEA Consultores, S.A. - Paseo de La Habana, 206 - 28036 Madrid

Tirada: Gráficas Mawijo, S.A. - Fuenlabrada (Madrid)

D.L.: M-43.276-1986

N.I.P.O.: 232-86-010-2

## INDICE

	<u>Páginas</u>
<b>0.- INTRODUCCION</b> . . . . .	5
0.1.- SITUACION GEOGRAFICA . . . . .	5
0.2.- ANTECEDENTES . . . . .	5
0.3.- ENCUADRE GEOLOGICO . . . . .	5
<b>1.- ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA</b> . . . . .	9
1.1.- ZONA CIRCUMBETICA . . . . .	9
1.1.1.- Aloramientos de Benamejí . . . . .	9
1.1.1.1.- Calcarenitas con Microcodium, conglomerados, micro- brechas, calizas y margas (1) . . . . .	10
1.1.1.2.- Arcillas verdosas, a veces versicolores con bloques y calcarenitas (2) . . . . .	11
1.2.- ZONA SUBBETICA . . . . .	13
1.2.1.- Trías . . . . .	13
1.2.1.1.- Arcillas y margas abigarradas, areniscas y yesos (3) . . . . .	14
1.2.1.2.- Dolomías, brechas dolomíticas, calizas y carniolas (4) . . . . .	14
1.2.1.3.- Ofitas (5) . . . . .	15
1.2.2.- Jurásico . . . . .	16
1.2.2.1.- Dolomías y brechas dolomíticas (6) . . . . .	16
1.2.2.2.- Calizas micríticas y calizas oolíticas (7) . . . . .	17
1.2.2.3.- Calizas nodulosas (8) . . . . .	18
1.2.2.4.- Calizas, margocalizas y margas (9) . . . . .	18
1.2.3.- Cretácico . . . . .	19
1.2.4.- Terciario . . . . .	20
1.2.4.1.- Alternancia de calcarenitas y margas (12) . . . . .	20
1.2.4.2.- Margas y areniscas calcáreas (13) . . . . .	21

	<u>Páginas</u>
1.3.- FORMACIONES POSTOROGENICAS .....	21
1.3.2.- Cuaternario .....	22
1.3.2.1.- Pleistoceno .....	23
1.3.2.2.- Holoceno .....	27
<b>2.- TECTONICA .....</b>	<b>30</b>
2.1.- DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PRINCIPALES DOMINIOS TECTONICOS .....	30
2.1.1.- Zona Circumbética (flysch de Benamejí) .....	30
2.1.2.- Zona Subbética .....	31
2.1.2.1.- Cobertera post-triásica .....	31
2.1.2.2.- El Trías Subbético. Relaciones con su cobertera .....	33
2.2.- TECTONICA POSTBURDIGALIENSE, NEOTECTONICA .....	35
<b>3.- GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
<b>4.- HISTORIA GEOLOGICA .....</b>	<b>40</b>
<b>5.- GEOLOGIA ECONOMICA .....</b>	<b>42</b>
5.1.- MINERIA .....	42
5.2.- ROCAS INDUSTRIALES .....	43
5.3.- HIDROGEOLOGIA .....	43
<b>6.- BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>44</b>

## 0.- INTRODUCCION

### 0.1.- SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja de Benamejí nº 16-41 (1006) ocupa casi por igual parte de las provincias de Sevilla, Córdoba y Málaga. Geológicamente está enclavada en plena Zona Subbética s. str. De forma más concreta se puede señalar que se ubica en el límite oriental de los afloramientos de esta zona dominados por el Trías. A Oriente (Hoja 17-41, 1007, Rute) la cobertera post-triásica aparece en afloramientos más continuos y en estructuras definidas que caracterizan la mitad oriental de la Zona Subbética. Por el Sur los afloramientos subbéticos se extienden medio sepultados por otros más recientes, en toda la Hoja 16-42. 1023 (Antequera) hasta que chocan con el Trías de Antequera. Por el N, muy pocos kilómetros en esa dirección, la Zona Subbética se sumerge bajo los sedimentos de la Depresión del Guadalquivir.

### 0.2.- ANTECEDENTES

Pocos son los trabajos de consideración que se refieren en concreto a esta Hoja. En primer lugar hay que señalar el ya clásico estudio de PEYRE (1974) sobre la geología de la región de Antequera. Esta zona constituye parte del límite septentrional del mismo y es básico para éste trabajo. Más específicas son las tesis doctorales de LHENAF (1981), geomorfología; MOLINA (1979), micropaleontología; y RODRIGUEZ (1982), estratigrafía del Mioceno.

También hay que citar por proximidad geográfica los trabajos de VERA (1966), CRUZ SAN JULIAN (1974), GONZALEZ DONOSO y VERA (1969) BOURGOIS (1975, 1978) . . . u otros que recogen aspectos más generales tales como los de PEYRE (1962), GARCIA DUEÑAS (1967), DABRIO y VERA (1970), GONZALEZ DONOSO et. al. (1971), LINARES y RIVAS (1971), DURAND DELGA (1980), DURAND DELGA y FONTBOTE (1980) JEREZ (1979-1981) y BAENA y JEREZ (1982).

### 0.3.- ENCUADRE GEOLOGICO

Las Cordilleras Béticas representan el extremo más occidental del conjunto de las cadenas alpinas europeas. Se trata, conjuntamente con la parte Norte de la zona africana, de una región inestable afectada algo en el Mesozoico y durante gran parte del Terciario de fenómenos tectónicos mayores, y situado entre los grandes cratones europeo y africano.

Tradicionalmente se distinguen las "Zonas Internas" y las "Zonas Externas", en comparación con cordillera de desarrollo geosinclinal, o sea una par-

te externa con cobertura plegada y a veces con estructura de manto de corrimiento y una parte interna con deformaciones más profundas que afectan al zócalo y que están acompañadas de metamorfismo. Actualizando estos conceptos, podríamos decir que las "Zonas Externas" se sitúan en los bordes de los cratones o placas europea y africana, y presentan características propias en cada borde, mientras que las "Zonas Internas" son comunes a ambos lados del mar de Alborán, situándose en la zona separación existente entre ambas placas o zonas cratogénicas.

Circunscribiéndonos al área ibérica podemos decir que están presentes las "Zonas Externas" correspondiendo al borde de la placa europea, y parte de las "Zonas Internas". El resto de las "Zonas Internas" aflora en amplios sectores del área africana y europea que rodea al actual mediterráneo.

Las "Zonas Externas" están representadas aquí por:

la Zona Prebética y  
la Zona Subbética

y las "Zonas Internas" por:

la Zona Circumbética y  
la Zona Bética

La distribución geográfica de estas zonas de Norte a Sur y desde la Meseta hasta el Mar sería la siguiente: Prebética, Subbética, Circumbética y Bética.

Veamos ahora muy resumidamente las características de estas zonas.

**La Zona Prebética:** es la más externa, y se deposita sobre una corteza continental, la de la Meseta. En ella los sedimentos son propios de medios marinos someros o costeros, con ciertos episodios de tipo continental. Fue definido ya por BLUMENTHAL (1927) y FALLOT (1948), y en base a la potencia de sedimentos, y a las diferencias de facies en el Cretácico y Paleogeno, BAENA y JEREZ (1982) la subdividen en dos dominios:

Prebético externo y  
Prebético interno

**La Zona Subbética:** se sitúa al Sur de la anterior, y presenta facies pelágicas más profundas a partir del Domeriense, con margas, calizas nodulosas, radiolaritas y hasta facies turbidíticas a partir del Jurásico terminal. Igualmente en cierto sector existió vulcanismo submarino durante el Jurásico.

En base a las características de la sedimentación durante el Jurásico y parte del Cretácico Inferior, se ha subdividido esta zona en tres dominios que de Norte a Sur son:

Subbético externo  
Subbético medio  
Subbético interno

El Subbético externo incluiría parte del talud que enlaza con el Prebético, un pequeño surco con depósitos turbidíticos y un umbral que separa este surco de la parte más profunda, el Subbético Medio.

El Subbético medio se caracteriza por facies profundas desde el Lías Superior, con abundancia de radiolaritas y con vulcanismo submarino. Representa la parte más profunda de la zona Subbética.

El Subbético interno se caracteriza por facies calcáreas durante todo el Jurásico y representa un umbral, posiblemente el límite meridional de las Zonas Externas.

La Zona Subbética es probable que se depositara sobre una corteza continental adelgazada, relacionada con la placa europea. La primera alusión a esta ZONA correspondiente a DOUVILLE.

La **Zona Circumbética**: ya dentro de las Zonas Internas, ha recibido este nombre porque sus materiales rodean con mayor o menor extensión a la Zona Bética. Dentro de esta zona estarían incluidas unidades, formaciones y complejos que han recibido diversas denominaciones según los autores, tales como Dorsal, Predorsales, Zona media, Unidades del Campo de Gibraltar, Substrato de los flysch cretácicos, Subbético ultrainterno, etc. Ha sido definida por BAENA y JEREZ (1982).

Se trataría de una zona que en principio se situaría entre las Zonas Externas ibéricas y las Zonas Externas africanas, ocupando un amplio surco que se fue estructurando a partir del Pliensbachiense. En su zona más profunda se depositaban radiolaritas, y a partir del Jurásico Superior potentes formaciones turbidíticas que se fueron sucediendo hasta el Mioceno Inferior. El espacio ocupado por esta zona probablemente, y a partir del Eoceno Medio-Superior, fue invadido por la Zona Bética, que mediante fallas en dirección se desplazó desde regiones más orientales donde había evolucionado (subplaca de Alborán), con lo cual, lo que principio era una sola zona se estructura en varias partes situadas a un lado y a otro de la Zona Bética, existiendo una posible Zona Circumbética ibérica y otra africana, enlazadas por lo que hoy es el Arco de Gibraltar.

Dentro de esta Zona Circumbética podemos distinguir en base a las características de sedimentación, tanto Jurásicas como Cretácicas y Terciarias varios dominios que denominamos:

- Complejo de la Alta Cadena
- Complejo Axial
- Complejo Predorsaliano y
- Complejo Dorsaliano

El Complejo de la Alta Cadena representaría el área cercana al Subbético interno. Este complejo tendría su correspondiente en el borde de las Zonas Externas africanas.

El Complejo Axial ocuparía la zona más distal, donde se fueron depositando turbiditas desde el Cretácico inferior, y constituiría el posible substrato de las Unidades Numídicas, y de los flyschs tipo Algeciras.

El Complejo Predorsaliano representaría las series típicas depositadas en la parte más próxima a los dorsales, que ocuparían una amplia zona, posteriormente empujada y distorsionada (subducida, obducida o arrastrada) por el encajamiento de la Zona Bética. Este Complejo tiene su correspondiente bordeando las dorsales africanas.

El Complejo Dorsaliano se depositaría probablemente en zonas más orientales, sirviendo de enlace entre esta zona y la Zona Bética, la cual al trasladarse hacia el Oeste la arrastró y dibujó la orla que actualmente constituyen alrededor de dicha zona.

Es muy probable que la Zona Circumbética se desarrollara sobre una corteza prácticamente oceánica.

Por último, la Zona Bética, que probablemente ha evolucionado en sectores más orientales, presenta mantos de corrimiento y metamorfismo en la mayor parte de sus dominios. Tradicionalmente se distinguen tres unidades.

Complejo Maláguide

Complejo Alpujárride

Complejo Nevado-Filábride

Se trata de tres unidades tectónicas mayores, cuya posición de arriba a abajo es la descrita anteriormente, pero sin que ello indique como en las zonas anteriores una posición paleogeográfica. Salvo en el Complejo Maláguide, están representados exclusivamente terrenos Paleozoicos y Triásicos.

Con posterioridad a la "intrusión" de la Zona Bética, al final del Aquitaniense se produce el evento tectónico más espectacular de la Cordillera Bética, puesto que afecta a todas las zonas, aunque como es lógico con desigual intensidad. Se trata de la comprensión que provoca el choque de las placas europea y africana, mediante el juego de una miniplaca, la Zona Bética.

Esta colisión que tuvo su mayor reflejo en el límite entre Zonas Internas y Zonas Externas, afectó profundamente a la Zona Circumbética: gran parte de la cual fue subducida, obducida o acumulada mediante imbrinaciones.

En la Zona Subbética, y debido a esta colisión se originan cizallas de vergencia Norte que hacen cabalgar unos dominios sobre otros. En la base de estas Unidades cabalgantes el Triás sufre una extrusión y se extiende en diversas láminas cubriendo amplias zonas, con retazos de su cobertera que han sufrido diversos procesos de despegue mecánico. Estos Triás y sus coberteras no identificadas podrían considerarse como **SUBBETICO indiferenciado**.

Esta colisión pudo ser responsable también de que parte de la Zona Circumbética fuera expulsada hacia el lado ibérico donde montó sobre diversos dominios de la Zona Subbética.

Con posterioridad al Burdigaliense parece que se produjo cierta elevación en la Zona Subbética, quizás como un ajuste isostático después de la colisión. Esta elevación pudo provocar un deslizamiento a un lado y otro de su eje de formaciones alóctonas desenraizadas, que se mezclaron, dando lugar a una masa de aspecto más o menos caótico (arcillas con bloques) que puede considerarse tecto-sedimentaria, e incluso tectónica. Este último evento pudo redibujar las estructuras existentes y dar un aspecto aún más caótico del que ya existía.

Según este esquema, la Hoja situada al Centro y al Norte del conjunto de la Cordillera se ubica en plena Zona Subbética (medio-externo).

## **1.- ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA**

El desarrollo de este capítulo tiene su sistematización acorde con las ideas expresadas en las páginas iniciales de esta memoria y que se refieren a la estructura general de la Cordillera Bética. Así la descripción se hace a partir de los dominios más meridionales hacia los más septentrionales. A continuación se trata de aquellas otras formaciones no afectadas por la que se considera etapa tectónica fundamental. La presente Hoja está situada en pleno dominio subbético aunque podría estar representada la Zona Circumbética en las formaciones de Benamejé.

### **1.1.- ZONA CIRCUMBETICA**

A este dominio podrían corresponder las formaciones flyschoides de Benamejé situadas a lo largo del río Genil entre Iznajar (Hoja 17-41, 1007, Rute) y Benamejé, si estas se consideraran aloctonas y con patria paleogeográfica mucho más meridional. Esta hipótesis estaría sustentada en el parecido estratigráfico de sus tramos basales con alguna serie de flyschs de la Zona Circumbética.

#### **1.1.1.- Afloramientos de Benamejé**

Se cree que el Terciario subbético de la zona de Estepa que se apoya sobre las margocalizas y margas "salmón" del Cretácico superior-Paleoceno, tiene carácter transgresivo puesto que se ha encontrado directamente apoyado sobre series más antiguas. Sin embargo PEYRE (1974) que en principio resuelve su posición sobre el Trías mediante una simple transgresión, lo acaba considerando mecanizado, y producto de un desplazamiento posterior. El argumento que encuentra a favor de esta hipótesis es la presencia en su base de testigos cretácicos, tanto en la zona de Jauja como en la de Alameda.

Problemática semejante puesto que también se encuentra ligado a afloramientos cretácicos y su base está mecanizada, presentan los flyschs de Benamejé. El distinto tratamiento concedido a estos últimos radica en dos aspectos particulares: la presencia de caliza con *Microcodium* no reconocida en Jauja, pero si en Alameda, y sobre todo la aparición de un muro arcilloso de color verde oliva, inexistente, o al menos no aflorantes, en los otros dos grandes grupos de afloramientos terciarios de la Hoja.

Cartográficamente, PEYRE (1974) ha diferenciado dos términos; uno esencialmente arcilloso y otro flyschoides y con potentes bancos calcareníticos con *Microcodium*. A uno y otro término los considera unidades tectónicas distintas y superpuestas hoy día sobre los materiales cretácicos subbéticos, a su vez en contacto mecanizado sobre el Trías.

#### 1.1.1.1.- Calcarenitas con *Microcodium*, conglomerados, microbrechas, calizas y margas (1)

Además de en Benamejé aparecen también al N de Alameda, en el cerro de Manchas, Cortijo de los Espejos y Cortijo de Mena, junto al río Genil. Aquí se apoyan directamente sobre margas y margo-calizas cretácicas-terciarias subbéticas. En las cercanías de Benamejé se ponen directamente en contacto con el Trías, con el Cretácico subbético, y por supuesto con las "arcillas verdes oliva" que le acompañan.

Estas arcillas aunque supuestamente más modernas se suelen encontrar al muro de estas calcarenitas, debido a que frecuentemente la serie está invertida.

La formación flyschoides se caracteriza por la presencia de gruesos bancos de calcarenitas con encostramientos superficiales, de color oscuro en corte fresco. Parecen alternar con niveles más o menos potentes de margas o arcillas, por lo general difíciles de observar, aunque tienen un claro control foto-geológico.

Las calcarenitas, a veces muy arenosas, tienen abundantes foraminíferos, fragmentos de *Lithothamnium*, y sobre todo trozos de prismas de *Microcodium* orientados, de granulometría variada. PEYRE observa también pequeños granos de cuarzo, así como de calizas jurásicas y siliceas. Hacia la base, y próximos a los niveles arcillosos verdosos, aparecen calcarenitas con *Lepidocyclina*s y *Nummulites*, o incluso microbrechas y conglomerados con *Nummulites* (1 km al Oeste de la Ermita de la Virgen de Gracia). En los afloramientos de Manchas las facies son semejantes. En este lugar PEYRE (1974) da un nivel de margas verdosas alternantes, como del Eoceno inferior. En este sentido el mismo PEYRE encuentra tres edades claramente diferenciadas que se ajustan a los tres tipos de facies dominantes. Las calizas de *Microcodium* del Paleoceno, los conglomerados y calizas con *Nummulites* del Cuisiense in-

ferior y calcarenitas y microbrechas con *Lepidocyclinas* del Oligoceno. Este autor encuentra grandes similitudes faunísticas, de edad y facies con los flyschs de Campillos, (Hojas de Campillos, 1022 y Antequera, 1023), del N del Peñón de los Enamorados (Hoja de Archidona, 1024), o de la Sierra de Campo Agro (Hoja de Rute, 1007), que él atribuye a un origen interno por similitud con ciertas unidades de la Alta Cadena de la Zona de Colmenar (Hoja 1039), y del Complejo de Aguilas (Hoja de Ardales, 1038).

En los afloramientos de Alameda, las margas que se intercalan entre los bancos de calizas con *Microcodium* dan una fauna atribuible al Montienso inferior constituida por:

*Globorotalia angulata*, *G. conicotruncata*, *G. kolchidica*, *G. aff. uncinata*, *G. compressa*, *G. pseudobulloides*, *G. posilla*, *G. emrenbergi*, *G. abundocamerata*, *G. praecursoria* y *Globigerina triloculinoides*.

En Benamejé, se ha datado el Montienso mediante piezas de *Microcodium*, *Cibicides*, *Globorotalia pseudobulloides*, *G. angulata* y *Globigerina triloculinoides*.

En esa misma formación los bancos de calizas nummulíticas, que se han datado como Lutecienses presentan: Equínidos, Lamelibranquios, *Lithothammium*, *Discocyclina*, *Assilius*, *Nummulites*, *Gypsínidos* y *Globorotalia aff. bullbrooki*.

#### 1.1.1.2.- Arcillas verdosas, a veces versicolores con bloques y calcarenitas (2)

La base de estos afloramientos es visible entre el río Genil y la localidad de Benamejé. Aunque en la Hoja tales afloramientos no se prolongan hacia el O más allá de este río, en dirección opuesta constituyen una franja más o menos discontinua que discurre por la vecina Hoja de Rue (1007) hasta las proximidades de Iznajar. En Benamejé, estas arcillas, se apoyan mecánicamente tanto sobre la cobertera subbética, representada por margas calizas rosadas, e incluso moronitas de edad Cretácico-Terciario, como sobre margas y yesos del Trías.

PEYRE (1974) interpreta estas formaciones arcillosas de Benamejé ligadas a una unidad del Subbético distinto al conocido en esos lugares y que denomina Unidad de Benamejé. La descripción litoestratigráfica de la unidad se basa precisamente en los afloramientos de la localidad citada. Según PEYRE al corte estratigráfico de Benamejé muestra una "serie" de edades comprendidas entre el Cretácico inferior y el Mioceno. Para él, una facies merece una atención especial: las arcillas verdes oliva. Es en realidad el único elemento diferenciador del resto del Subbético cercano. Las microfacies que encuentra en él son diversas: Albiense y Luteciense en dos afloramientos de Benamejé. Eoceno superior-Oligoceno y Cretácico superior en Valdefresno (Hoja de Rute) y Albiense cerca de Iznajar. Da dos interpretaciones posibles, convergencia de fa-

cias a varios niveles o resedimentaciones en una edad más reciente. Por otro lado también indica que la presencia de **Tubotomáculum** las hace comparables con la Unidad de Paterna de CHAUVE (1968), que BOURGOIS (1973) considera la matriz de "arcillas con bloques". Esta idea queda ratificada por las observaciones realizadas en la zona de Olvera, o en el Campo de Gibraltar, donde aparecen facies similares. En uno y otro lugar tales facies se han identificado como "Arcillas de Jimena" (DIDON, 1967, 1977).

Al pie de la población de Benamejí el término arcilloso presenta colores verdes oliva, a veces rojizas y "engloba" bloques calcáreos flyschoides, propios del mismo término. Hacia techo, coincidiendo con un cambio de coloración a tonos rojizos aparecen niveles turbidíticos centimétricos, calcareníticas, con fauna que recuerdan a facies calcáreas eocenas y oligocenas del Campo de Gibraltar.

Sus relaciones con el nivel de calcarenitas arenosas con **Microcodium** y microbrechas con Nummulites son difíciles de precisar. Sin embargo consideramos a ambos intimamente ligados y con toda probabilidad pertenecientes a una única unidad que está sobre el mesozoico subbético. En este sentido conviene señalar; por un lado, que las intercalaciones arcillosas de los tramos superiores con **Microcodium** son de aspecto muy semejante a esos niveles basales; y por otro, que lateralmente estas se superponen a potentes bancos de calcarenitas con **Microcodium**. Además, en ciertas zonas de la base de la formación afloran también niveles con **Microcodium**. El resto de las facies infrayacentes asimilables a la Unidad de Benamejí de PEYRE (1974), es decir las margo-calizas blancas cretácicas y las margo-calizas rosáceas del Cretácico superior-Paleógeno son términos claramente diferenciadas pertenecientes al Subbético s. str. No hay razón para imaginar lo contrario. Cartográficamente hay argumentos para pensar en una superposición tectónica, puesto que los afloramientos de "arcillas verdes oliva" ocupan sucesivamente posiciones que contactan indistintamente con Trías, Cretácico y Terciario.

Con relación a los problemas planteados por esta Unidad de Benamejí, descritos por el autor de la Hoja en los párrafos precedentes, BAENA, que ha revisado en campo por encargo del IGME parte de estos problemas opina lo siguiente:

a) Que efectivamente PEYRE introduce en esta Unidad términos que son claramente subbéticos. No solo margo-calizas cretácicas y calcarenitas paleógenas, sino arcillar verdes olivas (sin **Tubotomaculum**) muy semejantes en su colorido a las de esta Unidad, pero que caracterizan el Albiense subbético en la mayor parte de los transversales.

b) Que las arcillas verdes con **Tubotomaculum** que aquí aparecen no se presentan nunca en el Subbético, y si son típicas de la Zona Circumbética.

c) Que aunque aquí estas arcillas no han sido datadas, si lo han sido en formaciones semejantes (Hoja de Campillo) mediante el estudio de nannoplanc-

ton, que tan buenos resultados ha proporcionado en el Campo de Gibraltar y Norte de Marruecos (FEINBERG y otros especialistas). En estos casos dicha arcilla ha proporcionado restos que las atribuyen al Eoceno superior-Oligoceno.

d) Que estos dos términos constituyen una misma serie, alóctona procedente de la Zona Circumbética, emparentada con las series predorsalianas, y las series presentes en el pasillo de Colmenar.

## 1.2.- ZONA SUBBETICA

A nivel general se consideran dos grandes conjuntos. Por un lado el Trías, que constituye el substrato sobre el que se asientan el resto de los afloramientos de la Hoja. Por otro su cobertera mesozoico-terciaria que se presenta en grupos de afloramientos más o menos aislados según dos tipos característicos: aquellos donde aparece el Jurásico que suelen presentar también el resto de la cobertera hasta el Terciario y aquellos otros que se reducen exclusivamente al Cretácico y Terciario. Los primeros que constituyen importantes relieves montañosos están representados por la Sierra de Estepa. La Sierra de Los Caballos, y los cerros de Molina y La Camorra, al sur de Alameda. Los segundos por los afloramientos del N de Alameda, NE de Jauja y Benarnejí.

### 1.2.1.- Trías

Las interpretaciones de que ha sido objeto el Trías de estos sectores de las Béticas han complicado su terminología. Más al sur (Hoja de Antequera, 1023), basándose en criterios esencialmente tectónicos el Trías fue desde antiguo dividido en dos unidades diferentes, un Trías subbético s. str. en el que quedaría englobada ésta Hoja, y un Trías meridional con connotaciones estructurales diferenciadas que se denominó Trías de Antequera. Esta subdivisión objeto de múltiples interpretaciones fue ratificada por PEYRE (1974) que señala en el más meridional la presencia de elementos caóticos (metamorficos) y distingue además una serie de formaciones mesozoicas y terciarias asociadas. No obstante este autor reconoce la aparentemente similitud de facies entre ambas unidades triásicas admitiendo para algunos sectores un límite incierto. Tanto en una como en otra unidad los materiales que la componen se presentan de una forma caótica. Esta circunstancia impide no sólo el establecimiento de su estratigrafía general sino el levantamiento de cualquier serie por pequeña que esta sea. Por otra parte la transformación anhidrita/yesso añade en opinión de PEYRE (1974) un factor más de complicación. En general los fenómenos de disolución/precipitación, en una palabra, de reorganización, de esos productos disueltos que la mayoría de los casos bajo directrices tectónicas pueden dar lugar a pseudoestratificaciones, contribuyen a exagerrar el caos precedente.

No obstante parece que los fenómenos aludidos están mas desarrollados en el Trías de Antequera. En el Trías Subbético s. str. la aparición de afloramientos en los que parece existir estratificación original son más frecuentes. Por otro lado tampoco se han encontrado elementos exóticos semejantes a los hallados en el seno del de Antequera. En este sentido la problemática presentada por BOURGOIS (1975) por la aparición de brechas poligénicas con cemento yesíferos y que interpreta como resedimentaciones recientes tampoco parece tener lugar en este caso.

De todas formas el Trías Subbético que aflora en esta Hoja dispone de una cierta estructuración estratigráfica. Este hecho tan sólo es visible en los afloramientos descubiertos por el encajamiento del río Genil. De muro a techo la secuencia "estratigráfica" más frecuente consta de margas y arcillas, yesos, y calizas y dolomias.

Sin embargo no se puede alcanzar un conocimiento estratigráfico aceptable ni tampoco se puede determinar su edad con una cierta precisión. Por el tipo de facies, en cierto modo más parecidas al Keuper que a cualquiera de las otras facies del Trías germánico, comunmente se las ha atribuido una edad semejante.

El constituyente básico es de naturaleza detrítico-yesífera (3) aunque se entremezclan, más que se suceden, otros tipos de rocas. De estas y de acuerdo con su significación y con sus posibilidades cartográficas se han diferenciado rocas carbonatadas (4) y rocas volcánicas (5). Todas se describen a continuación.

#### 1.2.1.1.- Arcillas y margas abigarradas, areniscas y yesos (3)

Se incluye aquí la masa fundamental del Trías Subbético. Consta de arcillas y margas abigarradas y yesos. La aparición de areniscas es sin embargo bastante más ocasional.

A excepción hecha de las ofitas y las rocas carbonatadas que describimos a continuación, los yesos son los elementos más significativos del conjunto. Presentan también tonos abigarrados, estratificados o pseudoestratificados, y un aspecto sacaroideo o espático. También se puede detectar la presencia de sal gema puesta en evidencia por la salinidad de algunos materiales, en la misma toponimia, o en la presencia de lagunas saladas en esta o en hojas próximas.

#### 1.2.1.2.- Dolomías, brechas dolomíticas, calizas y carniolas (4)

Aunque es difícil deducir su posición original concreta respecto al resto de la masa triásica que las soporta, el hecho es que se ubican hacia el techo de la misma. Afloran en bloques aislados, rotos, en ocasiones aparentemente englobados en los materiales detrítico-yesíferos y en ocasiones aparentemente en concordancia estratigráfica con ellos.

Las dimensiones, el aislamiento y la dolomitización que afecta a tales materiales impide en la mayor parte de los casos levantamientos sedimentológicos de detalle. En la presente Hoja se ha levantado una serie en las cercanías de El Tejar, localidad muy próxima a Benamejé. La serie está constituida por unas dolomías gris azuladas oscuras, dispuestas en bancos tabulares decimétricos. Los niveles dolomíticos alternan con otros más margosos. Presentan laminación paralela fina suavemente ondulada y restos de bioturbación difíciles de determinar, y ocasionalmente moldes de braquiópodos. Se interpretan como facies de llanura mareal.

Abundan también los afloramientos dolomíticos brechificados y en ocasiones se pueden reconocer facies de dolomías con laminaciones algares, facies de dolomicritas con fantasmas de microfósiles, o incluso dolomicritas con fantasmas de oolitos. Sin embargo, en la mayoría de los casos el estado de brechificación (por dolomitización y por tectonización) en que se encuentran las hace difícilmente definibles sedimentológicamente.

Por lo general son azoicas o presentan microfacies triviales que no permiten ningún tipo de datación. En zonas próximas de la Cordillera se han atribuido a ciertos niveles de calizas del Trías edad Ladiniense Medio.

#### 1.2.1.3.- Ofitas (5)

Aunque relativamente abundantes, sus muy reducidas dimensiones las hacen en la mayoría de los casos irrepresentables cartográficamente. Se encuentran dispersas en la masa triásica en afloramientos aislados de aparente contorno circular y morfologías dómicas. Suelen tener una cierta relación cartográfica con afloramientos carbonatados triásicos que frecuentemente se encuentran afectados por ellas.

Desde el punto de vista petrológico hay que señalar que se trata de diabasas augíticas generalmente afectadas, por retrometamorfismo que hace desaparecer parcial o totalmente la paragénesis ígnea primaria. Presentan así todas ellas textura subofítica de grano medio y en contadas ocasiones porfídica hipidiomorfa y microcristalina. Están formadas por plagioclasas cálcicas y augita como principales componentes. Los minerales accesorios más comunes son ilmenita, pirita y esfena. Como minerales secundarios formados por retrometamorfismo aparecen anfíboles, epidota del tipo pistacita, cuarzo, albita, calcita y moscovita.

Las facies subofíticas están formadas por cristales tabulares de plagioclasas macladas débilmente zonadas entre las que se disponen granos agregados de augita xenomorfa ocasionalmente maclada. Las plagioclasas están afectadas por intensa sericitización o sausrutización. En algunas muestras han sido incluso reemplazadas por un crecimiento micrográfico de cuarzo y albita. Los piroxenos presentan un grado de uralitización moderado a intenso, formán-

dose a espensas de ellos bien hornblenda pardo verdosa, o bien astinolita. En otras ocasiones los piroxenos están pseudomorfoseados por serpentinas o cloritas.

Las facies microporfídicas suelen ser de borde y están constituídas por microfenocristales hipidiomorfos de plagioclasas y augita que están rodeados por una mesostasis de microcristales tabulares y entrecruzados de los dos minerales anteriores. Por lo demás no difieren mineralógicamente de las diabasas de grano medio anteriormente descrito.

### 1.2.2.- Jurásico

Tal como indicamos al comienzo de este capítulo dedicado a la Zona Subbética, los afloramientos de edad Jurásica definen las elevaciones más importantes de la Hoja: Por un lado los cerros de Mollina, La Camorra y La Sierra de los Caballos y por otro la Sierra de Estepa. En los primeros tan sólo se encuentran representados los niveles más bajos que además están casi totalmente dolomitizados. En la segunda está definido el Subbético Externo, más concretamente el "Subbético con Jurásico calizo" o "Subbético septentrional" (PEYRE, 1960 y 1960-62). No obstante el presente trabajo ha puesto de manifiesto la existencia, en las series más orientales (Pleites y Peña del Aguila), de facies de margocalizas comparables a las que definen el subbético margoso (PEYRE, 1962) de lugares cercanos. Estos afloramientos en donde también aparece caliza nodulosa constituyen por tanto un paso lateral, a dicho dominio paleogeográfico. Por otra parte la aparición de materiales jurásicos margosos en la Hoja de Campillos situaría estos afloramientos dentro del Subbético medio.

#### 1.2.2.1.- Dolomías y brechas dolomíticas (6)

Aparte de las imponentes masas de La Sierra de las Yeguas, de Mollina y de La Camorra, existen dolomías en el sureste de la Sierra de Estepa donde constituyen el muro de los afloramientos del Cerro del Guinchón y la mayor parte de la alineación montañosa más meridional, el Cerro Pleites.

En la Sierra de los Caballos el espesor es probable que supere la cifra de 300 metros. En Mollina y La Camorra y en el Cerro de Pleites algo menor, pero en cualquier caso superior a los 250 metros.

Estas facies se suelen presentar muy brechificadas sobre todo hacia la base. Son dolomías muy finas de colores grises o cremas en donde aparecen ocasionalmente restos bioclásticos (gasterópodos, equinodermos y lamelibranquios), bioturbación y porosidad fenestral. Suelen ser dolomicritas con sus rasgos originales casi borrados. En Mollina y La Camorra se pueden reconocer facies con laminación algar, láminas rotas y canales de intraclastos. También facies de "grainstone", de oolitos e intraclastos, y de bioclastos.

Se deduce que deben corresponder a ambientes litorales muy someros, generalmente intermareales. Su atribución cronológica al Lías inferior se basa exclusivamente en su posición estratigráfica con respecto a la facies suprayacente y a su correlación con otros semejantes de otras unidades. A techo llega a alcanzar el Pliensbaquiense y a muro el Rhetiense.

#### 1.2.2.2.- Calizas micríticas y calizas oolíticas (7)

Afloran en la Sierra de Estepa y en algunos puntos aislados del cerro de La Camorra que no han sido dolomitizados. Por lo general los niveles dolomíticos suelen ocupar los tramos más bajos de la gran masa triásica en un contacto que se presenta difuso e irregular. Si bien la dolomitización es el rasgo distintivo de la formación anteriormente descrita, ésta puede englobar también niveles dolomitizados aislados. Tiene un aspecto masivo, más potente con más de 500 m de espesor, a veces algo tableado, colores claros, blancos o rosas. Son fácilmente cartografiables puesto que constituyen las principales elevaciones de las Sierras Subbéticas.

Hacia la base predominan las calizas micríticas, masivas con laminación algar, porosidad fenestral, oncoides . . . y hacia techo el predominio corresponde a gruesos bancos de calizas oolíticas y oncolitos. El techo de la serie suele corresponder a unos niveles de calizas de crinoides con lamelibranquios y braquiópodos, y sobre estas, un hard-ground o una ligera discontinuidad con karstificación. El primero que suele coincidir paleogeográficamente con los afloramientos más micríticos es observable en las alineaciones de Pleites y el Ghinchón-Aguila y la segunda que coincide con las grandes masas oolíticas del Centro de la Sierra, en el sector más occidental, Cruz-Cortijo del Madroñal-Cortijo de Osorio.

En el Puntal, extremo septentrional de la alineación el Guinchón-Aguila, se ha levantado una serie cuyos resultados se resumen a continuación:

La base dolomítica no se vé. Los primeros niveles son un conjunto monótono de bancos tabulares de calizas micríticas, con oncoides, gasterópodos, peloides bivalvos (*Littiotis*) y niveles algares con porosidad fenestral. Hacia techo aparecen bancos de calizas oolíticas que se intercalan con niveles semejantes a los anteriores. El techo está constituido por un hard-ground. Corresponde a un ambiente intermareal a submareal que evoluciona a facies de plataforma con desarrollo de barras.

En los afloramientos de La Camorra también se ha levantado un pequeño corte en unos niveles irregularmente dolomitizados de calizas en bancos gruesos con laminación algar y porosidad fenestral. Hay gasterópodos, oncoides y algas dasycladáceas. Son secuencias positivas de somerización en ambiente intermareal de lagoon.

PEYRE en el sector oriental (Pleites, El Hacho) data el Domeriense, el Toarciense y el Aalenienense inferior. En el occidental encuentra el Bajociense superior-Bathonienense en las encrinetas del techo, en el Cerro de la Cruz y en la zona de escamas del Cortijo del Madroñal. Las determinaciones realizadas en este trabajo tan solo están comprendidas entre el Sinemuriense y el Pliensbaquiense superior (Domeriense).

#### 1.2.2.3.- Calizas nodulosas (8)

La caliza nodulosa, llamada también falsa brecha aparece sobre todo en los afloramientos más occidentales del sector de la Sierra de Estepa perteneciente a esta Hoja. Hacia el Este se adelgaza extraordinariamente, llegando casi a desaparecer en los afloramientos de Pleites. En el Hacho y en Cerro Mingo la caliza nodulosa se reduce a una delgada pasada entre calizas micríticas y oolíticas de la facies infrayacente. En Aguila donde es muy margosa apenas alcanza 5 metros; allí se relaciona con el paquete inferior (7) mediante un hard-ground y subyace a una facies de calizas con peloides y filamentos (9) que se describe más adelante. En los afloramientos más occidentales donde alcanza espesores mayores, cercanos a los 25 metros de hard-ground basal es sustituido por un microcarst.

La secuencia más generalizada suele comenzar por una pasada de caliza nodulosa más margosa de tonos rojos, caliza nodulosa más clara y nuevamente otros niveles más margosos y de tonos más vivos.

En la Sierra de Estepa la caliza nodulosa ha sido datada por PEYRE (1974) que identifica desde el Oxfordiense medio al Berriasiense, con Calpionellas. Por otra parte CRUZ-SAN JULIAN (1974) identifica el Oxfordiense medio, Oxfordiense superior y Kimmeridgiense. En este estudio se ha podido datar el Calloviense, el Oxfordiense, el Kimmeridgiense y el Portlandiense. Ese último piso fue determinado mediante la asociación siguiente:

Ammonites (embriones), Equínidos, **Calpionella alpina**, **Calpionella elliptica**, **Crassicollaria intermedia**, **Globochaete alpina**, **Crassicollaria massutiana** y **Crassicollaria brens**.

#### 1.2.2.4.- Calizas, margocalizas y margas (9)

Afloran en los dos ramales más orientales de la Sierra de Estepa; en Pleites y en la vertiente occidental del Aguila. Sin embargo no se conocen en los afloramientos más occidentales donde se ha definido el Subbético Externo.

La potencia de esta facies, más calcárea en los afloramientos de Aguila, es de unos 100 metros. En último lugar se apoya en unos 5 metros de caliza nodulosa muy margosa y en Pleites sobre esta misma caliza algo más compacta y de menos espesor (1 a 2 m), o casi directamente sobre los niveles de encrinetas.

Los afloramientos más septentrionales están constituídos por bancos tabulares de calcarenitas de grano fino, color crema, con laminación cruzada, peloides y filamentos, que se interpreta como facies de plataforma interna. Los meridionales mucho más margosos, margocalcáreos, de color blanco y con sílex, han sido datados por PEYRE (1974) como Dogger. En este trabajo la precisión no ha sido mucho mayor. En un caso en el que aparecen "filamentos", equínidos y lamelibranquios se apunta la posibilidad de que alcance el Malm.

### 1.2.3.- Cretácico

Entre las series margosas de Estepa, PEYRE (1958, 1974) ha podido reconocer numerosos pisos del Cretácico. La presencia de Berriasiense, Valangiense, Hauteriviense, Barremiense, Albinese-Vraconiense, Cenomanense, Turonense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Mastrichtiense, datados por este autor, demuestra que este sistema está casi completo en la región.

En este trabajo está bien representado el Neocomiense, sobre todo en la zona de Estepa. Allí se ha logrado datar bien el Hauteriviense y el Valangiense superior, nunca un piso inferior, e inmediatamente sobre las calizas nodulosas del Jurásico superior, generalmente de edad Oxfordiense. La asociación que permitió su datación estaba constituida por: Ostrácodos, Fragmentos de Equinodermos, *Nannoconus coconi*, *N. stanmanni*, *N. Buchori* y *N. Globulus*.

En la misma zona de Estepa también se ha podido datar el Albiense en biomicritas, así como el Turoniense, Santoniense y Mastrichtiense en facies de capas rosadas.

En los afloramientos de Alameda y Jauja los pisos inferiores se han datado con más dificultad. Por el contrario el Cretácico superior está bien representado (Cenomaniense, Turoniense, Santoniense y Campaniense). Además en esa misma facies de margas rosadas, y en concreto, en afloramientos ubicados al Norte de Alameda, se ha llegado a precisar el Paleógeno, más concretamente Paleoceno, Landiniense y Cuisiense. Para este último la asociación es la siguiente: *Globorotalia aragonensis*, *G. aff. formosa*, *G. aequa*, *G. subbotinae*, *G. broedermanni*, *G. primitiva*, *G. aff. wiliioensis*, *G. nitida*, *Truncorotaloides quetra*, *Globigerina soldadoensis*, *G. senni* y *G. linaperta*.

El contacto con las series jurásicas se caracteriza por la presencia de disarmonías generalizadas debido al contraste plástico existente entre unas y otras formaciones. A pesar de que la mayoría de los contactos están mecanizados, PEYRE observa el paso Jurásico-Cretácico en un punto al SE de Estepa, muy cercano a la presente Hoja. Allí el techo de las calizas nodulosas presentan microfauna de edad Berriasiense, lo mismo que las margas blancas suprayacentes. Sin embargo muy próximo a ese lugar en la zona de escamas del Cor-

tijo del Madroñal, el Cretácico inferior datado como Berriasiense-Valangiense, se "apoya" directamente sobre una caliza de crinoides del Aalenienense. Este dato por el que PEYRE piensa en una similitud con la zona del Subbético interno, Ronda-Torcal, demuestra que en cierto modo es posible pensar en una discontinuidad en la sedimentación durante esta etapa de tránsito Jurásico-Cretácico.

En esta región de Estepa las series de margocalizas del Cretácico inferior (hasta el Cenomanense) pueden superar los 250 metros de espesor. Las del Cretácico superior más margosas y más rojas, es posible que alcancen los 200 metros. Unas o otras han sido incluidas en este trabajo en un mismo apartado cartográfico debido a las dificultades de observación que presentan los afloramientos.

Fuera de la Sierra de Estepa el Cretácico está representado en numerosos afloramientos que están asociados fundamentalmente al Terciario de Jauja y Alameda y al Subbético de Benamejí. En estos lugares aflora el Cretácico superior y los tramos más altos del Cretácico inferior constituidos por las series con sílex del Cenomanense. Estos niveles muy característicos en todo el Subbético están constituidos por una alternancia de margas y margocalizas con sílex (11). Presentan pasadas algo más detríticas, margas con radiolarios, niveles con restos de peces y silicificaciones laminares. Se interpretan de un ambiente de plataforma externa.

El "Cretácico superior", que con probabilidad alcanza el Terciario inferior, se presenta en la característica facies de "capas rojas salmón". Son margas y margocalizas con radiolarios, globigerínidos y con pequeños porcentajes de cuarzo en tamaño limo. Se interpreta también como de plataforma externa.

#### 1.2.4.- Terciario

El terciario claramente subbético de la Hoja de Benamejí, que se apoya indistintamente sobre formaciones más antiguas se interpreta bien como transgresivo o bien como mecanizado consecuencia de un despeque posterior.

Los mejores afloramientos se encuentran en Estepa, Alameda y sobre todo en la estructura de Jauja. No se incluyen los de Benamejí puesto que han sido descritos ya en el capítulo dedicado a la Zona Circumbética.

##### 1.2.4.1.- Alternancia de calcarenitas y margas (12)

Estos niveles de espesor variable, entre 40-100 metros constituyen los tramos inferiores del Terciario de Jauja y Alameda. Son alternancias de calcarenitas, a veces microconglomerados, en bancos de potencia irregular, y margas blancas o rojo salmón de aspecto similar a las facies infrayacentes. Este es un buen argumento en favor de un contacto normal y gradual con estas. Son ri-

cas en fauna del Senonense, Eoceno y Oligoceno, en parte removida, pues se interpretan como turbiditas.

Cerca de Jauja todos los informes paleontológicos coinciden en atribuirlos al Oligoceno, y en un caso se llega a precisar su pertenencia al Chatiense, y en otro al Rupeliense. En este último caso la asociación es: Equínidos, Melobesias, Briozoos, *Eulepidina tournoneri*, *E. dilatata*, Gypsina, Cibicides, *Globorotalia opina*, *G. nana* y *Globigerina venezolana*.

#### 1.2.4.2.- Margas y areniscas calcáreas (13)

El techo del Terciario Subbético representado por el gran afloramiento de Jauja, está constituido por una potente serie margosa del Mioceno inferior; concretamente de edad Aquitaniense-Burdigaliense.

Aunque la serie está formada por margas blancas y amarillentas, continúan los niveles turbidíticos. Estos son bancos a veces muy potentes de areniscas más o menos calcáreas, con micas y procesos de recristalización y de silicificación incipiente. Presentan una cierta continuidad lateral, unos muros muy planos y una estructura interna en la que se observan secuencias de Bouma más o menos completas, motivo por el cual se han interpretado como correspondientes a un aparato turbidítico. A techo es importante señalar que se aprecia la descripción de tales muros turbidíticos al tiempo que se detecta la presencia de "moronitas" o "silexitas".

En Jauja PEYRE (1974) ha datado: el techo del Oligoceno en la base, y el Aquitaniense medio. No obstante opina que la serie debe continuarse hasta el Burdigaliense.

En este trabajo se ha datado el Burdigaliense mediante la asociación: *Globigerinoides trilobus*, *G. diminutus*, *G. primordius*, *G. subquadratus*, *Turborotalia kufferi*, *T. siakensis*, *T. semivera*, *T. obesa*, *Catapsidrax dissimilis*, *Globigerina praebulloides*, *G. woodi* y *Siphonina reticulata*.

Igualmente en algunos puntos existen margas blancas con edad Langhiense. Subsiste la duda de si este Burdigaliense-Langhiense forma parte de la serie subbética, o más bien se trata de una formación discordante, que por su semejanza con el terciario subbético resulta imposible de cartografiar.

### 1.3.- FORMACIONES POSTOROGENICAS

Se extienden discordantes en toda la Hoja y sobre el resto de las formaciones más antiguas fosilizando un relieve precedente. Presentan muy malas condiciones de observación, lo que dificulta su definición estratigráfica y sedimentológica, pues se encuentran afectados por encostramientos y carstificaciones y recubiertas por suelos rojos y otras formaciones superficiales.

Por lo general son sedimentos molásicos comunes en toda la Zona Subbética. A techo lo más frecuente es encontrar niveles de conglomerados y hacia muro la presencia de margas grises, casi siempre difícilmente observables.

Las calcarenitas presentan ocasionalmente fauna con lamelibranquios, algas rojas y briozoos. Aparecen estratificaciones cruzadas, estratificación lenticular, bimodal, y bioturbación.

Se interpretan como originarias de un ambiente litoral esencialmente mareal con influencias continentales esporádicas.

Los niveles conglomeráticos del techo que se intercalan frecuentemente con cuerpos areniscosos, presentan perforaciones de organismos litófagos y estratificaciones cruzadas. Están bien representados entre Casariche y Puente Genil donde ha sido identificado por PEYRE (1974), pero también en otros lugares de la Hoja, sobre todo en el borde meridional de la misma.

Aunque los organismos que aparecen no determinan una edad precisa se cree que pertenecen al Tortoniense superior (PEYRE, 1974; RODRIGUEZ, 1982).

Esta idea se confirma en este trabajo, aunque las dataciones más precisas tan sólo se refieren al Tortoniense. Una asociación común es la que presenta: Equinidos, *Globorotalia acostaensis*, *G. humerosa*, *G. pseudobesa*, *G. continua*, *G. scitula*, *F. ventriosa*, *G. limbata*, *G. cultrata*, *G. pseudomiocena*, *Globigerinoides ruber*, *G. trilobus*, *Globigerina bulloides*, *G. decoraperta* y *Sphaeroidinellopsis subdeniscens*.

Asociadas a las facies anteriores es relativamente frecuente encontrar margas blancas moronitoides. En ese caso las espículas, radiolarios y diatomeas son bastante abundantes.

### 1.3.2.- Cuaternario

Los sedimentos recientes relativamente frecuentes se presentan bajo un doble aspecto. Por un lado los que constituyen depósitos netos, fácilmente cartografiables y con significación geológica definida, y por otro, los que tapizan superficialmente muchas de las formaciones más antiguas. En este último caso tan sólo se han representado aquellas en las que se ha podido apreciar al menos una significación morfológica clara. Unas y otras se enumeran de la forma que sigue. Hay que hacer notar que su distribución en dos grandes grupos de edades no está basada en ningún tipo de datación. Es simplemente un intento de sistematización de todas las formaciones y procesos recientes.

### 1.3.2.1.- Pleistoceno

#### 1.3.2.1.1.- Costras pulvulentas y masivas ("dalle") y arcillas rojas (superficie) (15)

Estos niveles constituyen restos de una antigua superficie que es en concreto la más alta de la Hoja. Se sitúa sobre todo en el límite meridional de la misma alcanzando alturas que oscilan entre los 480 a 500 metros, superando incluso este valor en las proximidades de Mollina. En el norte las cotas son inferiores pues no superan los 450 metros.

Está definida por una costra pulvulenta de unos 2 a 3 metros de espesor que evoluciona en sus tramos más altos a una facies masiva ("dalle") de medio metro de potencia. Todo el perfil que se apoya directamente bien sobre biocalcarenitas del Mioceno superior o bien sobre Trías, corresponden a un horizonte Bca. Por el contrario el horizonte Bt se encuentra casi siempre desmantelado. En este sentido es conveniente destacar su carstificación. Por este motivo el tapiz arenoso o arcilloso rojo presente, debe imputársele una génesis mixta procedente a la vez del horizonte Bt y de decalcificación durante esos procesos de carstificación.

#### 1.3.2.1.2.- Costra pulvulenta hojosa y masiva ("dalle") con restos arcillosos rojos (superficie) (16)

Se incluyen aquí una serie de formaciones superficiales aisladas correspondientes a niveles de depósitos cuaternarios ligados a superficies antiguas. Aunque su significado morfológico es incierto, son preferentemente replanos que ocupan muchas de las cumbres alomadas del Tortonense y del Trías Subbético. Su escasa dimensión y el estado de degradación y la imposibilidad de referirlas a terrazas fluviales determinadas hace muy difícil su agrupamiento en niveles más concretos. Por otra parte las desnivelaciones producidas recientemente como consecuencia de la neotectónica lo hace aún más complicado. Es más que probable que un número importante de ellas correspondan a esos encostramientos más altos a los que se hacía referencia en el apartado anterior.

La mayoría de estos depósitos, en la actualidad medio desmantelados, constituyen cortezas carbonatadas que recubren no sólo las partes altas sino también las vertientes, enmascarando totalmente las formaciones infrayacentes.

La naturaleza de estas costras es variada. Se observan perfiles más o menos maduros. En muchas ocasiones las partes superiores de tales horizontes han desaparecido arrancados por acción antrópica perdurando tan sólo el nivel inferior pulvulento. Aparecen facies laminares típicas, facies pisolíticas en las partes inferiores, a veces muy bien estructuradas (perlíticas). Las facies masi-

vas ("dalles") son también muy frecuentes. En lámina delgada se han visto esparíticos irregulares y recristalización de granos carbonáticos en las costras desarrolladas sobre el Tortonense.

Aparte de estas facies de encostramiento horizontales son también muy frecuentes las costras finas de tipo "case hardening" formadas en grietas verticales. Este tipo de caliche es laminar con alguna intercalación de tipo tobáceo.

En ocasiones se han encontrado una facies de caliza micrítica de facies lacustre. En lámina delgada es una micrita recristalizada con caráceas y ostrácodos. En la vecina Hoja de Antequera (MARTIN-SERRANO, 1982) además de esta microfacies se distinguía otra de tobas calcáreas en facies de estromatolitos. Desde un punto de vista paleogeográfico no existe dificultad alguna en relacionar tales depósitos (charcas aisladas) con el resto de las facies de costras.

Además de estos sedimentos se encuentran formaciones detríticas finas, arenosas o arcillosas, de color rojo intenso. Este manto detrítico rojo, hay que suponerlo relacionado por un lado con los mismos procesos edáficos que la costra y por otro con los procesos de carstificación posteriores; en último caso son removilizaciones de niveles más antiguos.

#### 1.3.2.1.3.- Conglomerados, limos y arcillas (17)

Se incluyen aquí unos depósitos aislados que se sitúan en Alameda en contacto tectónico (fallas) con el Trías y con las dolomías del Cerro de La Camorra.

Es una serie limosa parda con varias pasadas arenosas y conglomeráticas canalizadas con estratificaciones cruzadas. La presencia de elementos rodados de la molasa tortoniense elimina la posibilidad de que pueda ser atribuido a una fecha anterior al Cuaternario.

La existencia de varias generaciones de depósitos, en ocasiones fluviales y en ocasiones de aporte lateral, determinan la actividad tectónica en ese lugar durante un periodo dilatado de tiempo.

#### 1.3.2.1.4.- Arcillas, arenas y cantos con encostramientos (cono aluvial) (18, 23, 26)

Todos estos depósitos corresponden a conos aluviales antiguos más o menos encostrados. Aunque es fácil y probable que existan más, tan sólo se han separado tres generaciones; todas ellas determinadas por posición relativa en la Sierra de Estepa. La correlación del resto de los abanicos antiguos de la Hoja es menos precisa.

Regionalmente se han podido determinar con cierta claridad tres generaciones de conos aluviales bien diferenciados. Una paractual de pequeños abanicos de material suelto ligada a los fondos del valle (32), otra intermedia caracterizada por sus ligeros encostramientos y sobre todo por los tonos rojos de sus depósitos, y la más antigua caracterizada por fuertes encostramientos y afectada claramente por la fracturación reciente. Estas secuencias que no se aprecian con claridad en esta Hoja se observa bien en la zona de Antequera (MARTIN-SERRANO, 1982; PINEDA, 1983). En la Sierra de Estepa con toda seguridad están representadas las tres generaciones, aunque no está muy diferenciada la etapa intermedia. Esta puede equivaler probablemente a la secuencia (26).

Los más antiguos presentan una fuerte cementación que da como resultado una costra bréctica (facies "mortadelle") y están afectados por un proceso de carstificación que origina en su superficie un lapiaz incipiente.

Normalmente estos depósitos se relacionan íntimamente con eventos tectónicos recientes y en concreto con algunos accidentes determinados. Son significativos los sistemas de abanicos coalescentes relacionados con las fallas que limitan en su parte meridional las series de Pleites y de Los Caballos.

Cronológicamente las secuencias más antiguas deben situarse al menos en el Pleistoceno medio en base a dos criterios: Su relación con otros depósitos cuaternarios y a la naturaleza de los encostramientos que requieren un tiempo mínimo de formación.

#### 1.3.2.1.5.- Arcillas, arenas y cantos con encostramientos laminares (glacis) (19)

Son formaciones superficiales de poco espesor que pueden ser relacionadas por su morfología con glacis de vertiente antiguos. En la actualidad aunque aún pueden ser funcionales son superficies que están desconectadas de los fondos aluviales.

El encostramiento más común corresponde a facies laminares. Estas tienen un alto grado de desarrollo cuando se ubican directamente sobre los depósitos molásicos tortonienses.

#### 1.3.2.1.6.- Costra bréctica (coluvión) (20)

Son depósitos de ladera antiguos fuertemente cementados que se sitúan preferentemente al pie de los relieves jurásicos de la Hoja. Aunque ocasionalmente son potentes, se encuentran con frecuencia medio sepultados por otras formaciones coluvionares sueltas más modernas. A veces existen también remodelaciones morfológicas debidas a procesos más recientes.

Normalmente en estos sedimentos es donde mejor se aprecian los efectos de la neotectónica. Casi siempre están afectados por fracturas recientes que cortan y basculan indistintamente a ellos mismos y a los relieves jurásicos sobre los que se apoyan.

#### 1.3.2.1.7.- Arcillas y arenas rojas (materiales de decalcificación y relleno de depresiones) (21)

Son materiales esencialmente finos, arcillas y arenas rojas, que rellenan zonas deprimidas sin drenaje interno. Se desarrollan por toda la Hoja y están ligados a zonas donde los procesos de encajamiento del Genil no han progresado. Aunque pueden estar ligados a procesos de disolución no se puede decir con rotundidad que constituyen siempre rellenos cársticos por decalcificación. Estos que también se incluyen en este apartado están sobre todo ligados a las superficies cuaternarias antiguas y al Trías Subbético. No obstante la presencia sobre estas superficies de un horizonte Bt rojo al que ya se ha hecho referencia, implica en definitiva para los rellenos de tales cavidades un origen mixto.

#### 1.3.2.1.8.- Costra pulvurulenta, hojosa y masiva ("dalle") y arcillas rojas (superficie) (22, 25)

Estas superficies que se sitúan respectivamente a unos 400-350 metros y a 320-300 metros de altitud bordean por el este a la Sierra de Estepa. Aunque se encuentran sensiblemente más bajas que las que se sitúan en el borde meridional de la Hoja LHENAF, (1981) las atribuye al Villafranquiense y las correlaciona con ellas y con la alta terraza del Genil (24).

Ambas presentan una secuencia de encostramiento muy evolucionada con una potente capa de costra nodular en la base, medio metro de costra laminar en la base, medio metro de costra laminar en transición a masiva, y película acintada a techo. Probablemente como supone LHENAF (1981) corresponden a antiguos glaciares de piedemonte de la Sierra de Estepa. La más antigua es anterior a casi todas las generaciones de conos aluviales puesto que éstos se apoyan claramente sobre ella. Aunque tanto ésta como la más moderna se encuentran en la actualidad geográficamente próximas al río de las Yeguas, no es posible atribuirles ningún tipo de relación con él en el pasado. Parece claro que la implantación de dicho curso es bastante más moderna.

#### 1.3.2.1.9.- Arenas, arcillas y cantos cementados (terrazza) (24)

Estos depósitos conglomeráticos con sus elementos redondeados fuertemente encostrados y asociados a sedimentos detríticos finos rojos, consti-

tuyen el nivel de terraza más alto del río Genil. LHENAF (1981) lo relaciona con los altos niveles Villafranquienses pues su posición altimétrica así lo atestigua.

Los cantos están comprendidos en una matriz arenosa arcillosa roja que tienen a techo una costra calcárea ("dalle").

Las deformaciones que lo afectan son interpretadas por LHENAF (1981) como consecuencia de procesos halocinéticos del Trías subyacente.

#### 1.3.2.1.10.- Arenas, arcillas y cantos redondeados (terrace) (27, 28, 29, 30)

El sistema de terrazas mejor desarrollado de la Hoja se sitúa preferentemente en el río Genil, en la entrada de dicho cauce en los afloramientos del Terciario de Jauja, allí se han separado, además del superior descrito en el apartado anterior, cuatro niveles principales.

Los replanos más altos (27 y 28) que se sitúan sobre los 40 y 30 metros sobre el nivel del cauce actual se encuentran encostrados con un caliche hojoso a techo, y conservan restos de un perfil Bt rojo.

El nivel intermedio (29) que es probablemente el mejor representado, se encuentra a unos 15-20 metros de cota relativa. Está formado por un espesor considerable superior a 5-6 metros, de aluviones con lentejones arenosos y lechos de cantos rodados, bien estratificados con débiles encostramientos. A techo sobre el material limoso se desarrolla un perfil edáfico con un horizonte Bca nodular a muro y hojoso a techo, y unos 50 cm. de Bt rojo en la parte superior.

Las terrazas inferiores, que se descomponen frecuentemente en más de un replano y se sitúan entre los 5 y los 10 metros sobre el cauce principal, constituyen en realidad una llanura de inundación. Un nivel de inundación muy poco funcional debido al fuerte encajamiento que en los últimos tiempos afecta al río. Los depósitos también potentes (no dejan en ningún caso aflorar el sustrato mesozoico o terciario), son arenosos y limosos con lentejones de cantos; todo con un aspecto gris pardo característico, sin encostramientos, y coronados frecuentemente por suelos pardos y rendsinas.

A partir de Casariche el río de Las Yeguas se encaja y deja en sus márgenes un sistema de terrazas, en donde se pueden apreciar hasta tres escalones bien diferenciados. Por lo general corresponden a depósitos limo arenosos con pocos lentejones de cantos y débiles encostramientos. Su correlación con las terrazas del Genil aunque es prácticamente imposible se ha establecido en base a su cota en relación con el fondo del cauce. Es por tanto meramente convencional.

#### 1.3.2.2.- Holoceno

#### 1.3.2.2.1.- Arcillas y margas con bloques (deslizamiento) (31)

Quedan totalmente restringidas a la margen derecha del río Genil a su paso por la localidad de Benamejí donde corta a las formaciones del Flysch alóctono del Sinclinal del Arroyo de la Luz. Se aprecian varias generaciones de deslizamientos, siendo las últimas bastante recientes.

#### 1.3.2.2.2.- Arcillas, arenas y cantos (cono aluvial) (32)

Corresponden a la última generación de conos aluviales. Bastante más pequeños que los de las secuencias anteriores, se superponen a éstos en una relación que varía según la zona considerada. Unas veces se sitúan en la periferia de los aparatos más antiguos formando un nuevo sistema de conos aluviales circunscritos con su canal de desagüe fuertemente entallado en las formaciones cuaternarias precedentes. Otras veces, se superponen a esas formaciones antiguas sin producirse ningún tipo de encajamiento.

Están formados por un material suelto, no muy grueso, de arcillas y arenas sobre todo. Son muy poco potentes y de perfiles morfológicos con poca convexidad.

#### 1.3.2.2.3.- Arcillas, arenas y cantos (glacis) (33)

Morfológicamente son glacis de vertiente modernos, y de cobertera, que moldean y tapizan muchas de las suaves laderas que caracterizan gran parte de los interfluvios de la Hoja.

Están litológicamente constituídos por materiales muy sueltos de tonos pardo-rojizos o rojos, esencialmente arenosos o arcillosos con materiales gruesos esporádicos procedente de formaciones recientes algo más antiguas. No está encostrado y forma una delgada película sobre el sustrato tortoniense o subbético o bien sobre otras generaciones de glacis más antiguos a los que se superponen a veces, mediante ligeros encajamientos.

Normalmente se asocian con pequeños aluviales de perfil plano coalesciendo con ellos para formar una suave rampa que articula el débil relieve alomado de los interfluvios.

Aunque en la actualidad estos glacis recientes son totalmente funcionales, con toda probabilidad tuvieron que iniciarse al menos en el Pleistoceno superior.

#### 1.3.2.2.4.- Arcillas, arenas y cantos (coluvión) (34)

Aquí se incluyen todos los coluviones recientes. Sin ser el relieve lo suficientemente enérgico para que proliferen este tipo de depósitos, la naturaleza muy deleznable, de los materiales erosionados hace que sean relativamente

abundantes. Estos materiales degradados no son sólo esencialmente del Mioceno molásico ni del sustrato subbético, ni tan siquiera del Trías, sino también de las distintas formaciones superficiales de los sucesivos depósitos cuaternarios, escalonados progresivamente durante la degradación del relieve.

Ni están encostrados, ni tienen demasiado espesor aunque suelen tapizar la mayoría de las suaves pendientes impidiendo la observación de otras formaciones más antiguas. Constituyen materiales finos, arcillosos o arenosos generalmente procedentes de suelos rojos, aunque puedan englobar cantos dispersos, costras, calizas, dolomías o biocalcarenitas, según corresponda al sustrato del lugar.

#### 1.3.2.2.5.- Fango con corteza salina (fondo de lagunas y charcas) (55)

Son relativamente frecuentes las hondadas, generalmente de origen cársico, que durante gran parte del año permanecen cubiertas de agua. Se localizan en dos zonas, el este de Jauja y al oeste de La Camorra, que no son sino restos de un endorreísmo pasado importante. La climatología y sobre todo el carácter salino de la mayoría de los terrenos circundantes contribuyen especialmente en dar a sus aguas un carácter más o menos salobre. En verano muchas de estas pequeñas lagunas bajo la acción de la sequía y de la fuerte irradiación solar, sufren los efectos de la desecación.

Se trata de lagunas de fondo plano y de contorno circular, circunstancias muy significativas en favor de una génesis cársica. En el periodo estival puede quedar al descubierto una gran superficie recubierta por una delgada película de sales semejante a la que se describe con más detalle en la laguna salada (MARTIN-SERRANO, 1982).

#### 1.3.2.2.6.- Fangos oscuros (zonas de encharcamiento temporal) (36)

Están asociados a los fondos de valle, en zonas con mal drenaje, con aportes esporádicos y ocasionalmente importantes. Suelen constituir suelos hidromorfos que se han desarrollado con especial proliferación al pié de la Sierra de los Caballos donde se aprecian limos orgánicos margosos de colores blanco grisáceo a muro, margas blancas con nódulos de carbonatos y a techo tierra arcillosa con materia orgánica.

#### 1.3.2.2.7.- Arenas y cantos (aluvial, canal principal) (37)

Corresponde a los aluvionamientos principales de los ríos Genil y Anzur, únicos cauces con una cierta importancia de la Hoja. Ambos discurren profundamente encajados sobre un primer nivel de terraza o llanura de inundación.

### 1.3.2.2.8.- Arenas, arcillas y cantos (aluvial, fondo de valle) (38)

Se han agrupado aquí los sedimentos aluvionares y de cualquier otro carácter que por una u otra razón tapizan el fondo de los valles; en cualquier caso éstos últimos poseen un mínimo retoque fluvial. Corresponden a los aluviones de los principales cursos fluviales de la Hoja que a excepción del río Genil y Anzur, son poco importantes y con régimen totalmente esporádico.

Litológicamente son arcilloso arenosos y cantos medianamente rodados de naturaleza calcárea, en general bastante finos.

## 2.- TECTONICA

La Hoja de Benamejé se sitúa en las Zonas Externas de la Cordillera, en pleno Dominio Subbético. Ocupa una posición media septentrional de la transversal Córdoba-Málaga que cortaría, desde el Norte las unidades del Complejo del Guadalquivir y el dominio subbético con las altas cadenas penibéticas al sur, la depresión de Colmenar con materiales flyschoides de la Zona Circumbética, y el Bético de Málaga.

La Hoja enclavada en la Zona Subbética se caracteriza como todas estas regiones por la presencia constante de afloramientos triásicos. Este y no otro es el rasgo fundamental de la misma, durante y con posterioridad a la gran etapa tectónica de la Cordillera.

### 2.1.- DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS DE LOS PRINCIPALES DOMINIOS TECTONICOS

#### 2.1.1.- Zona Circumbética (flysch de Benamejé)

Su contacto se deduce cartográficamente mecanizado. Por un lado reposan indistintamente sobre Terciario, Cretácico y Trías; por otro su base es unas veces arcillosa y con algunos bloques sueltos de calcarenitas de la propia formación, y otras veces son potentes bancos de caliza de *Microcodium*.

Aunque las condiciones de observación son muy malas y a pesar de lo que "a priori" pudiera deducirse de esa base arcillosa que incluye bloques, la estructura interna del flysch de Benamejé no es precisamente desorganizada. La presencia de deslizamientos también contribuye en gran parte a crear esa imagen de desorden, que en ocasiones se le atribuye a este tipo de formaciones. Sin embargo un estudio fotogeológico detallado permite el establecimiento de una continuidad entre los distintos paquetes calcareníticos, que dá como resultado una estructura tabular en sinclinal muy suave y probablemente

invertida. La escasez de criterios de polaridad y la poca precisión de las dataciones no permite establecer con claridad esta circunstancia.

La caliza de *Microcodium* de Manchas es una potente serie de bancos calcareníticos en estructura monoclinal que buza unos 25° - 30° al SO y está truncada por su base según un plano horizontal que la pone en contacto con una serie margosa del Terciario subbético. El resto de los afloramientos flyschoides con *Microcodium* de los alrededores tienen una disposición estructural semejante pero peor definida.

PEYRE (1974) interpreta la base arcillosa que aflora al pie de Benamejé ligadas al Subbético; un Subbético diferente: la unidad de Benamejé. Este tiene un elemento distintivo: precisamente la base arcillosa que nosotros interpretamos dentro de ese conjunto flyschoides, y que es comparable a la matriz de la formación de "Arcillas con bloques" de BOURGOIS (1973) y por tanto "arcillas de Jimena" de DIDON (1969, 1977). Es por tanto parte de esas unidades Flysch. La aparición de bloques incluidos en ella es consecuencia de dos hechos: por un lado de la existencia de deslizamiento que enmascara la realidad cartográfica y por otro la de su propia posición tectónica basal. La edad de estas formaciones flyschoides entre el Cretácico Superior-Paleoceno y Mioceno inferior elimina la posibilidad de que sean subbéticas pues las facies de esas edades en esta zona son netamente diferentes. Por otro lado tiene grandes similitudes con otras formaciones descritas como Flysch por PEYRE (1974): Campillos, Peñón de los Enamorados, Sierra de Campo Agro . . . , a los que atribuye un origen interno.

## 2.1.2.- Zona subbética

Por su peculiar comportamiento mecánico el Trías subbético constituye una unidad independiente del resto del edificio subbético. Sobre él se asienta una cobertera mesozoica y terciaria en forma de afloramientos más o menos discontinuos.

### 2.1.2.1.- Cobertera post-triásica

Esta se ha agrupado en los siguientes afloramientos: Sierra de Estepa, Sierra de Los Caballos, Sierra de Mollina, La Camorra, Alameda, Benamejé y Jauja. La estructura de cada uno de ellos es la que describimos a continuación.

#### 2.1.2.1.1.- Sierra de Estepa

En esta zona la cobertera subbética aflora casi completa. En su totalidad la Sierra de Estepa tiende a ser una estructura circular que se interpreta en sínte-

sis como un domo anticlinal que en detalle presenta algo más de complicaciones. Consta de un núcleo central duro donde afloran los niveles calcáreos y dolomíticos del Jurásico inferior y unas alineaciones periféricas donde alternan otra vez estos niveles basales y los términos margosos del Jurásico superior y del Cretácico. En la Hoja de Benamejí, donde tan sólo aparece la mitad oriental, aflora un poco de ese núcleo central y gran parte de las sierras que constituyen la orla externa, que está mejor desarrollada en ese sector.

Aunque existen opiniones en contra, la única característica estructural destacable es el despegue más o menos generalizado entre las series competentes basales y los términos margosos e incompetentes superiores. Sin embargo esta característica muy común en todo el Subbético occidental de la Cordillera, no influye para nada en su estructura global que se dispone tal y como se señaló al principio. Del domo central probablemente ligado a fenómenos diapíricos del Trías se pasa a una zona deprimida donde las condiciones de afloramiento no permiten identificar bien los detalles estructurales. No obstante la aparición de sedimentos más modernos deduce una estructura general en sinclinal. Pero esta estructura periférica es algo más compleja pues existen pliegues apretados y escamas con vergencia N y NO en el flanco noroccidental, y S y SO en el flanco suroriental.

#### 2.1.2.1.2.- Sierra de Los Caballos

Es una serie isoclinal invertida que se hunde hacia el SE. Tiene una dirección general N 30° - 45° E quedando su límite meridional, limitado por un importante accidente tectónico.

#### 2.1.2.1.3.- Sierra Mollina

Está constituida por una estructura en donde afloran exclusivamente dolomas del Lías inferior. Es un domo de perímetro casi perfectamente circular que implica una génesis diapírica.

#### 2.1.2.1.4.- La Camorra

Es una prolongación de los afloramientos liásicos de La Camorra aunque en este caso no dibujan una estructura circular.

#### 2.1.2.1.5.- Alameda

Estos afloramientos que se localizan al N de esa localidad están constituidos por materiales del Cretácico superior y del Terciario o se apoyan directamente sobre el Trías y están truncados por su base. Como el resto de la

Hoja están fuertemente afectados por fallas y por su contorno cartográfico pueden tener ciertas relaciones con procesos diapíricos del Trías.

#### 2.1.2.1.6.- Benamejí

Como es el caso anterior aparecen tan sólo formaciones postjurásicas. Pertenecen al complejo sinclinal del Arroyo de la Luz descrito por PEYRE (1974), constituyendo su terminación occidental. Las series Cretácicas-terciarias que truncadas por su base se apoyan directamente sobre el Trías son a su vez cabalgadas por formaciones flyschoides de procedencia más meridional. Con algo más de detalle se aprecian estructuras, tal como es el anticlinal de las Lomas de Benamejí, con claras connotaciones diapíricas.

#### 2.1.2.1.7.- Jauja

Afloran los mismos sedimentos que en los casos de Alameda y Benamejí pues aunque dominan materiales del Mioceno inferior en algunos lugares aparecen también el Terciario inferior y el Cretácico superior. La disposición general del afloramiento de Jauja es en cubeta sinclinal en la que la mayoría de los contactos de sus bordes con el Trías cabalga en falla inversa sobre los materiales cretácicos del afloramiento. Son también frecuentes los indicios de diapirismo que originan apariciones esporádicas del Trías dentro del Terciario.

Aunque hay opiniones a favor del carácter transgresivo de estas series terciarias sobre el Subbético y sobre el Trías, otros como PEYRE (1974) creen que los contactos con el Trías son más recientes y mecanizados, como el resto de los demás afloramientos subbéticos.

#### 2.1.2.2.- El Trías Subbético. Relaciones con su cobertera

Casi totalmente caótico, el Trías Subbético s. str. se presenta internamente casi indefinible. Por otra parte es idea generalizada que sus relaciones con su cobertera se realizan siempre mediante un contacto mecánico. Hacia el Oeste donde los afloramientos de cobertera son esporádicos, se presenta formado una estructura prácticamente continua los despegues también se han señalado. Si bien comunmente se coincide en este punto, las hipótesis que pretenden explicar esa relación son bastante variadas. En síntesis son las siguientes:

- Los que consideran los contactos entre el Trías y la cobertera son normales y responsabilizan al diapirismo de los despegues observados (HOEPPENER et al, 1964 a y b); FOUCAULT, 1966; SANZ, 1973).
- Los que suponen que el Trías tiene un origen alóctono de procedencia meridional y las series Jurásicas no son sino ventanas tectónicas (CRUZ

- SAN JULIAN, 1974). Imagina la existencia del manto "Antequera-Osuna" constituido mayoritariamente por Trías emplazado durante el Aptense-Albiense.
- BOURGOIS (1978) que lo supone como una formación tecto sedimentaria de edad postneocomiense que forma parte del Olistostroma del Guadalquivir.
  - Algunos autores (FALLOT, 1948; PEYRE, 1974, entre otros) son de la opinión de que los restos de cobertera descansan sobre el Trías subbético mediante un contacto mecánico más o menos subhorizontal constituyendo isleos que flotan sobre la masa triásica ("rebotage basal"). CHAUVE que considera esta posibilidad, supone además la existencia de despegues mecánicos a favor de zonas de esa cobertera. Explica así la presencia de Cretácico o Terciario emplazados directamente sobre el Trías.

Recientemente se tiende a considerar estas últimas hipótesis considerando la presencia de varios niveles de despegue en las cordilleras béticas: Trías, Cretácico Medio y Eoceno Medio.

Como es previsible uno de los principales rasgos estructurales de la Hoja lo constituye el despegue generalizado de los materiales suprayacentes del Trías. El otro nivel de despegue importante es el Cretácico Medio puesto que los afloramientos subbéticos de Alameda, Benamejí y Jauja, comienzan en el Cenomanense. El resto de las disarmonías aunque frecuentes carecen de importancia regional.

A escala mayor el gran problema estructural planteado en el Subbético occidental es la importancia cartográfica del Trías en este dominio en contraposición con la extensión ocupada por la cobertera mesozoico-terciaria, en concreto de Jurásico. El volumen de afloramientos de unos y otros que no son comparables, contrasta con la disposición que existe en zonas orientales muy próximas (Hoja de RUTE) donde ambos grupos guardan una relación cartográfica coherente. Es lógico suponer la existencia de una cobertera continua y que el aislamiento actual de estos macizos sea consecuencia en concreto de los fenómenos de despegue con el Trías, y de una forma más general producto todo de un desplazamiento hacia esos lugares de la totalidad toda del conjunto subbético, bien hacia el NW, bien hacia el SW; ambos combinados y producto de importantes movimientos tangenciales. Para PEYRE (1974) estos movimientos que están excluidos antes del Cretácico Superior, son importantes en el Oligoceno terminal y Mioceno sobre todo inmediatamente antes del Mioceno terminal. Este autor que participa en la idea del "rebotage basal" no excluye tampoco la posibilidad de que existan unos bloques de cobertera análogos en profundidad en el seno de la masa triásica. Por eso la idea de que restos de esa cobertera continúa "flota" sobre la masa triá-

sica no implica que en profundidad existan series análogas ni que las que afloran se sumerjan en ellas a modo de icebergs. En este sentido es muy probable que las raíces de estos restos de cobertera postríasicas sean más profundos de lo que parecen y el resto de coberteras ausentes en superficie hay que buscarse en profundidad. El Trías la ha englobado en parte, mediante una mezcla de cabalgamientos y extrusión haloncinética. No hay que olvidar que la organización estructural de cada uno de estos isleos tiende a manifestarse de acuerdo con una pauta. Entre los mecanismos indispensables para esa disposición hay que destacar preferentemente dos: una tectónica en escamas, y los propios de la extrusión del Trías. Molina y la Sierra de Estepa constituyen un claro ejemplo de estos últimos.

## 2.2.- TECTONICA POSTBURDIGALIENSE, NEOTECTONICA

PEYRE (1974) se refiere a varias observaciones realizadas en las formaciones Flysch de Benamejé que chocan con las ideas tectónicas generalizadas. Estas contradicciones que se basan en que aparentemente tales formaciones se sitúan sobre y bajo el Subbético s. str., las achaca a fenómenos tectónicos más recientes que enmascaran la disposición original. Los fenómenos de diapirismo, retrocabalgamientos, fallas y otras deformaciones presentes en la mayoría de estas hojas son generalmente posteriores a la gran etapa paroxismal bética que con apilamiento y superposición de mantos termina en el Burdigaliense. Por eso los rasgos de esa tectónica póstuma son los que hoy más destacan en los mapas geológicos.

La existencia de deformaciones posteriores a la gran etapa paroxismal bética con apilamiento y superposición de mantos que termina en el Burdigaliense, es indudable pues muchos de sus rasgos son los que hoy día destacan en cartografía.

Ya durante la transgresión tortoniense son evidentes los rasgos sedimentarios que deducen la existencia de un "relieve activo" necesariamente relacionado con procesos tectónicos. La discordancia intratortoniense, presente en algunos lugares, es otra prueba importante de esta actividad.

Además las deformaciones post-tortonienses son evidentes puesto que afectan a veces espectacularmente a tales sedimentos. A pesar de no son ni tantos ni tan llamativos como los que aparecen en la vecina Hoja de Antequera los casos donde el Tortoniense está deformado, las desnivelaciones, basculamientos, y fracturación son patentes.

Aunque no se aprecian estructuras claras, la inclinación de las capas Tortonienses a favor de las laderas de algunos relieves constituídos por Tortoniense e incluso el buzamiento de algunas superficies antiguas en el mismo sentido hacen pensar en formas anticlinales de probable origen diapírico (Sur de La Roda, Alameda . . .). En este sentido conviene precisar que es posible que mu-

chas de las estructuras de los afloramientos subbéticos con connotaciones diátricas sean de ésta época tardía pues Mesozoico, Terciario, Tortoniense y altas superficies cuaternarias están deformadas al tiempo. Las últimas etapas de esta halocinesis del Trías hay que localizarla pues, bien entrado el Cuaternario.

Sin embargo la característica estructural de mayor reflejo cartográfico en la actualidad es la fracturación. De evidente significación morfológica, afecta también a los depósitos recientes. El Trías pese a su "plasticidad" se encuentra visiblemente trastocado por ella. Esta fracturación que es fácilmente visible sobre los afloramientos más denudados no lo es tanto sobre aquellos que no lo están. Es más difícil de detectar sobre el Tortoniense y sobre la cobertura subbética margosa pero es muy clara y significativa sobre las grandes masas calcáreas y dolomíticas subbéticas.

Aunque no existen grandes líneas de continuidad manifiesta, si se pueden detectar algunos posibles accidentes mayores y las familias de fracturación más importantes.

En la Sierra de Estepa, como en la Sierra de Los Caballos, se pueden distinguir varias familias de fracturas, que normalmente afectan también a algunos depósitos de ladera antiguos. La familia N 0 - 15° que está bastante bien señalada, destaca porque uno de sus elementos marca la separación entre el sector occidental de la Sierra con caliza nodulosa, y el sector oriental donde la existencia de margocalizas indica el tránsito al Subbético margoso. La dirección N 45° delimita por el Este la Sierra de Pleites y deja constancia de su actividad reciente mediante el sistema de conos que la jalonan. Otras familias abundantes aunque no tan significativas son la N 100°, N 75° y N 135-160°.

En Mollina y La Camorra destacan los sistemas N 0°, N 30°, N 75°, N 100° y N 140°.

En el resto de los afloramientos de la Hoja, generalmente triásicos sobresalen tres familias principales. La más importante, aproximadamente N-S (al N y NO de Alameda) tiene una importante significación morfológica. La N 50-70° está muy señalada sobre el borde oriental del Terciario de Jauja.

### 3.- GEOMORFOLOGIA

Orográficamente la Hoja mantiene un nivel topográfico general bastante plano. Sin embargo su cota puede variar ligeramente según la zona considerada. Así, es próxima a los 500 metros en el ángulo NO y en el límite meridional; por encima de los 400 al norte del río Genil; cercana a los 450 metros en el interfluvio de este último cauce y el río de Las Yeguas e inferior a los 400 metros en los alrededores de la Sierra de Estepa. Esta circunstancia deduce a

priori una inclinación general de SE a NO. No obstante este hecho que es cierto en forma global, es algo más complejo a la escala de trabajo.

Además de este nivel general existen otros elementos morfológicos. Son de dos tipos, contrarios, y superpuestos a esa planicie fundamental. Por un lado los pesados relieves de las sierras jurásicas subbéticas y por otro la zona afectada por el encajamiento del río Genil. Los primeros que destacan hasta 300 metros sobre las zonas circundantes están constituídos por parte de la Sierra de Estepa (El Hacho, 705 m.; Peña del Aguila, 707 m.; Cerro del Guinchón, 745 m.; Cerro Pleites, 731 m.; y Sierra de la Cruz, 783 m.) y la Sierra de los Caballos (705 m.) en el límite occidental de la Hoja y por el cerro de Camorra (686 m.) y la Sierra Mollina (798 m.) en el centro meridional de la misma.

Las zonas de relieve más quebrado de la Hoja se ciñen a estrechas franjas constituídas por el trazado del río Anzur, del río Genil, y de algunos arroyos tributarios de este último. El encajamiento aún no ha progresado apenas pues este se reduce prácticamente a los arroyos indicados, fundamentalmente los de Gaén y de Taraja en los alrededores de Alameda. La naturaleza de los materiales exhumados, margas y yesos triásicos crea un tipo de disección lineal que origina profundos barrancos de vertientes escarpadas que en alguno de los tajos del Genil supera los 200 metros de desnivel. En este sentido contrasta este tipo de relieve, con el que se origina en los casos en donde la disección actúa sobre materiales margocalcáreos subbéticos, que se caracteriza por la suavidad y lo alomado de sus cumbres.

Se sabe que la transgresión del Helveciense Superior-Tortonense, representada por la formación molásica, profundizó extensamente en el mundo subbético. Archidona y el frente septentrional del Torcal tuvieron que suponer los límites meridionales de este avance. Toda la Hoja de Benamejí a excepción hecha de las Sierras de Estepa, de Los Caballos, Mollina y La Camorra, quedó cubierta por los depósitos del Mioceno superior.

Para LHENAF (1981) durante esta etapa se produciría al menos un aplanamiento parcial que cree reconocer sobre todo en torno a la depresión de Ronda y que presenta altitudes que en la actualidad varían entre los 650 y los 1.200-1.300 metros. La truncadura que afecta a la Sierra de Los Caballos y a Sierra Mollina, sería con toda probabilidad de esta fecha. En estos lugares las series dolomíticas del Lías inferior parece que están afectadas por un arrasamiento. En cualquier caso aún suponiendo cierta tal superficie, su identificación en la actualidad es enormemente difícil como consecuencia de la intensa actividad tectónica de los últimos tiempos. Por otra parte el autor anterior concede una gran importancia geomorfológica al Villafranquiense e incluye en dicha etapa todos los altos niveles piedemonte y terrazas.

En la Hoja, las altas superficies que LHENAF (1981) atribuye a esta etapa se sitúan en torno a las Sierras de Estepa, Los Caballos y Mollina, es decir en los bordes occidental y meridional de la misma. Esta zona, de planitud manifiesta con valles de fondo plano, vertientes débiles y drenaje incierto, constituye la divisoria de aguas entre la red fluvial Atlántica, vía Guadalquivir, y el sistema fluvial mediterráneo, a través del Guadalhorce. Esta divisoria se instala a lo largo del límite meridional de esta Hoja donde todas las aguas vierten ya al río Genil. Por el contrario en la Hoja de Antequera la mayor parte de la red hidrográfica pertenece ya al Guadalhorce. En estos lugares límite, las altas superficies se superponen directamente sobre la molasa tortoniense y sobre el Trías, constituyendo aún niveles muy bien conservados. Estos interfluvios perduran gracias a la debilidad energética y a la existencia de potentes encostramientos generalmente muy bien desarrollados. Estos caliches muy evolucionados, que LHENAF (1981) atribuye al Villafranquiense, tienen de 2 a 3 metros de potencia y presentan secuencias bastante completas: costra nodular, hojosa, masiva ("dalle") y parte superior recubierta por una delgada película acintada ("rubanné"). A su vez están recubiertas por un horizonte rojo superficial, inequívocamente ligado al proceso de encostramiento y a la carstificación que lo afecta posteriormente.

Sin embargo no todos los niveles de la Sierra de Los Caballos y de Estepa a los que se refiere en concreto este autor son equivalentes a los altos niveles Villafranquienses de los interfluvios o a los que truncan el Trías de Antequera. Por el contrario, se manifiesta la existencia de otras superficies a cotas más bajas que no necesariamente tienen que ser consecuencia de desnivelaciones tectónicas recientes a pesar de que sus efectos, como más adelante señalaremos, son claros en esta, y otras hojas próximas. No obstante la acción de esta dinámica cuaternaria no parece ocasionar cambios sustanciales desde la etapa Plioceno-Villafranquiense en gran parte del territorio ocupado por esta Hoja. A excepción de la zona septentrional, más concretamente a los trazados de los ríos Genil, Anzur, y de las Yeguas, existe aún un interfluvio que en términos generales presenta aún mucho de los rasgos de esa morfogénesis inicial. Existen áreas donde el relieve apenas si ha experimentado degradación alguna, manifestándose en consecuencia un drenaje sin definir y con fenómenos de endorreísmo claros. El rosario de lagunas, de bordes escarpados y morfología más o menos circular que caracterizan estas zonas y que se prolongan por el SO hacia Campillos con la Laguna de Fuente de Piedra como máxima expresión, están ligados a este endorreísmo y muchos ocasionados por fenómenos de disolución. Desde la implantación del relieve Villafranquiense y ante la impotencia de otros procesos, la dinámica morfogenética operante ha sido sobre todo la carstificación. Aunque la solubilidad de los yesos y la fracturación son circunstancias que favorecen su desarrollo sobre el Trías, estos fenómenos son también muy frecuentes sobre el Tortoniense y sobre las altas superficies del sur de la Hoja y de la Sierra de Estepa.

La degradación de las altas superficies villafranquienses poco efectiva por lo general, fue en su comienzo muy lenta. Así parecen confirmarlo la proximidad altimétrica de los sucesivos niveles que aparecen en el borde meridional. Donde no han llegado los efectos de disección del río Genil, ésta degradación se sigue efectuando lentamente como en los momentos iniciales, con valles muy planos que articulan sus interfluvios mediante glacis de vertiente.

La alta terraza del Genil, visible al norte de Casariche, es correlacionable con los altos niveles meridionales. Así pues, este río discurría ya hacia el Guadalquivir durante esta etapa. A partir de ese momento se produce un fuerte encajamiento según un trazado que deduce una clara sobreimposición. El río, en disección profunda y continúa sobre los materiales margo-yesíferos, deposita algunas terrazas bajas a la entrada en el Terciario de Jauja, en clara contraposición litológica con el Trías. El encajamiento que afecta por igual al río Anzur es bastante incompleto en los principales tributarios de la mitad suroccidental. Estos, tienen en gran parte de su recorrido valles amplísimos de características seniles. En el caso del río de las Yeguas que drena la mitad oriental de la Sierra de Estepa, se levantan entre las más altas superficies y el fondo del valle al menos un par de grandes superficies y sobre ellas reposan varias generaciones de conos de deyección, rojizos y fuertemente cementados. Unos y otros que son incluidos por LHENAF (1981) en el sistema morfogenético inicial Villafranquiense, pertenecen evidentemente a las etapas de evolución posterior. La disposición cartográfica de tales formaciones entre las cuales no aparecen ningún tipo de indicio estructural que haga pensar en desnivelaciones, rechaza cualquier interpretación tectónica para este caso concreto.

Sin embargo en otras zonas de la Hoja las desnivelaciones de las superficies más altas son un hecho muy claro, pues en algunos casos la inclinación de éstas puede marcar buzamientos próximos a los 25°. En este sentido la diferencia altimétrica de unas zonas en relación a otras puede explicarse por esta causa. No sólo la masa margo-yesífera triásica, el Subbético y el Tortoniense está rota y basculada, sino también las superficies antiguas que los truncan. En la Sierra de Estepa son visibles coluviones antiguos fuertemente encostrados y fallados. Incluso se detectan los efectos de esta neotectónica en formaciones cuaternarias muy recientes. Glacis de material suelto al pié del Hacho de Estepa se encuentran afectados por pequeñas fallas pertenecientes a un sistema de esfuerzos compresivos. Por otro lado la sobre-imposición del Genil tiene en algunos tramos rasgos de antecendencia probablemente ligados a fenómenos recientes de diapirismo y neotectónica (O de Corcoya). En este orden de cosas, los alineamientos morfológicos tan frecuentes en el Trías tienen un significado tectónico más reciente de lo que pueden parecer a primera vista.

Sin embargo aunque la dinámica tectónica cuaternaria, parece tener una continuidad hasta fechas muy recientes, morfológicas y sedimentológicamente pueden establecerse al menos durante el Cuaternario una etapa fundamental y una pequeña reactivación muy reciente. La primera afecta con desnivelaciones y fracturas a las formaciones encostradas más antiguas y es la que da lugar a toda una generación de formaciones cuaternarias rojas (sistema de conos aluviales al pié del Trías de Antequera en esa Hoja, MARTIN-SERRANO, 1982) y en esta probablemente a la 2ª ó 3ª generación de conos de la Sierra de Estepa. La última se detecta claramente mediante la última generación de conos de deyección que tienen su raíz en profundos abarrancamientos que cortan los del episodio anterior.

Para LHENAF (1981) es indudable que la intensidad del paroxismo principal bético que ha engendrado lo esencial de los volúmenes que hoy componen la cordillera, tiene en la tectónica post-tortonense un componente complementario. Si bien la neotectónica no ha conferido un carácter diferencial a la estructura morfológica general, a escala regional o local si ha contribuido a exagerar muchos de los contrastes ya establecidos mediante movimientos diferenciales de mayor o menor importancia. En este sentido la Hoja de Benamejí donde abundan numerosos ejemplos de neotectónica no presenta ningún caso de consideración regional, tal como sucede en la zona de Antequera (MARTIN-SERRANO, 1982). Allí los sucesivos escalonamientos (Subbético, Trías de Antequera y Torcal) y en concreto el Cuaternario de Antequera que se enmarcan en esa sucesión de zonas deprimidas, que con orientación WSW-ENE jalonan el borde del relieve penibético en el sector central y occidental de la cordillera, son testigos de una importante accidentación de significación reciente.

#### 4.- HISTORIA GEOLOGICA

Normalmente, por la especial complejidad que encierra la interpretación de la Cordillera Bética, la reconstrucción histórica de cualquier Hoja comprendida en ella resulta sumamente difícil de plantear. En el caso que nos ocupa, la Hoja está enclavada en pleno Dominio Subbético. Pese a que con toda probabilidad durante la explicación de las etapas esencialmente orogénicas haya que referirse a eventos generalizados en todo el ámbito bético y que por tanto traspasan lo concerniente a la Zona Subbética, la historia geológica de esta hoja se simplifica bastante puesto que está esencialmente fundamentada en esta zona.

Esta generalizada la idea de que la sedimentación mesozoica realizada sobre la plataforma subbética tiene su emplazamiento ligeramente más al SE de

las zonas que en la actualidad ocupan este dominio. Esta sedimentación es producto de un ambiente costero y, en su etapa inicial, muy somero.

Durante el Trías la sedimentación se realiza sobre una plataforma extensa y de escasa profundidad en un ambiente hipersalino (llanura mareal-lagoon-continental).

Hasta el Lías Medio parece que se mantienen muchas de las características anteriores, si bien con condiciones de salinidad más bajas. A partir de este momento, cuando la plataforma se hace más inestable dando con ello lugar a algunas subsidencias diferenciales que fueron las que motivaron la separación de los subdominios en los que se ha dividido la Zona Subbética, es decir interno, medio y externo.

En el Subbético medio y Subbético externo (representados en la Hoja) la sedimentación durante el Lías Inferior se realiza al principio en ambientes marinos someros con predominio de medios inter e inframareales y más tarde en zonas de lagoon semiprotégido.

Al final del Lías se produce un cambio rápido y generalizado en toda la región a facies de plataforma abierta.

Durante el Jurásico superior parece que tienden a generalizarse estas condiciones de mar abierto que durante el Malm parece corresponder a un medio de plataforma progresivamente subsidente en el Subbético medio. En el Subbético externo, representado en el sector occidental de la Sierra de Estepa, la sedimentación se realiza sobre una plataforma somera con condiciones pelágicas.

Durante el Cretácico, las condiciones marinas se acentúan. El Cretácico inferior se interpreta como una prolongación de la situación del Jurásico superior del Subbético medio. Desde el Cretácico superior hasta el Oligoceno las condiciones anteriores progresan a una sedimentación pelágica y turbidítica.

Este mismo tipo de sedimentación se acentúa desde el Eoceno al Aquitaniense.

Durante el Mioceno inferior, entre el Aquitaniense y el Burdigaliense se desarrolla la gran etapa orogénica bética, con el emplazamiento actual de las distintas unidades que dan lugar a una dirección generalizada de desplazamiento hacia el N y O acompañados de superposiciones o cabalgamientos; mecanismos en los que también se habría visto envuelto el Subbético que iniciando un desplazamiento hacia el NW habría ido poco a poco descendiendo hacia el surco del Guadalquivir. Es entonces cuando tuvo que producirse la extrusión del Trías, fundamentalmente hacia el Norte, motivado por el apilamiento de las zonas internas de la Cordillera. También se producen despegues en la cobertera subbética a favor de los niveles incompetentes ya señalados en el capítulo de Tectónica.

A continuación de estos procesos tienen lugar el emplazamiento de los materiales de la Zona Circumbética en su marco actual. En este sentido la posi-

ción actual del FLYSCH de Benamejí, mucho más al Norte de su entorno habitual, es probable que no sea la que alcanzaron en esta etapa. Con posterioridad a ella es posible suponer nuevos deslizamientos hasta alcanzar su ubicación actual.

Es durante el Tortoniense superior cuando se desarrolla una gran transgresión marina que llega a cubrir gran parte del dominio subbético. La sedimentación, de ambientes muy diferentes continúa hasta el final del Andalucienense. Durante esta última etapa se siguen detectando deslizamientos de la masa olistostrómica del Guadalquivir en las zonas occidentales de la Cordillera.

Es muy probable que ya durante gran parte del Plioceno el área ocupada por esta Hoja estuviera emergida. A partir de este momento comienza una etapa puramente morfogenética, que comienza con los aplanamientos pliovillafranquienses, que juegan un papel fundamental en el relieve del Dominio Subbético.

A juzgar por el carácter que imprime el paisaje, el sistema morfogenético de esta etapa parece haber tenido una importancia fundamental.

La degradación de ese paisaje plio-villafranquiense y las manifestaciones de la neotectónica, constituyen la etapa final de la historia geológica de esta Hoja.

## 5.- GEOLOGIA ECONOMICA

### 5.1.- MINERIA

Las únicas manifestaciones que han dado lugar a una modesta actividad minera en la Hoja son las de hierro, que se localizan en la orla de Trías Subbético que rodea los bordes meridional y oriental del Terciario de Jauja, al norte de la misma. Dependiendo del destino industrial dado a los minerales cabe distinguir entre mineralizaciones de hierro para usos siderúrgicos, y de ocre para la industria de pintura.

Los indicios más importantes se reducen a dos explotaciones antiguas que se localizan en el Cerro de la Cabrera al N de Corcoya, y al N de la Laguna Amarga, junto a la carretera de Jauja a Lucena. En ambos casos las mineralizaciones se localizan a techo y en aparente continuidad estratigráfica con unos niveles de calizas de facies *Muschelkalk*. Tienen forma estratiforme y aparecen relacionadas con posibles estructuras sedimentarias y niveles de brechas de ofitas. Las mineralizaciones son masivas o diseminadas, bandeadas, en las que la hematites domina siempre a la magnetita y en parte debe proceder de ella.

Las explotaciones consisten en unas profundas zanjas que recorren direccionalmente las capas de mineral de hasta 2 ó 3 metros de potencia, estratificadas entre calizas (muro aparente) y materiales arcillosos.

La paragénesis mineral está constituida por asociación magnetita-hematites-siderita-sílice, de grano fino y estructura muy bandeada deformada a veces por clastos de mineral, y paralela a la estratificación encajante; su origen sin-genético es pues muy probable.

A las mineralizaciones de hierro del Trías subbético se les ha asignado un origen volcánogenético (volcanosedimentario) en relación con las ofitas triásicas (GARCIA ROSSELL et. al. 1979) a pesar del gran número de yacimientos en los que estas están ausentes. En este caso el carácter sin-genético de la mineralización parece evidente. Además la textura bandeada y la asociación sílice-magnetita son caracteres comunes a muchos yacimientos volcánogenéticos bien establecidos. Un argumento adicional, para algunos autores, para demostrar el carácter ferrogenético de las ofitas es la presencia de magnetita diseminada en éstas.

## 5.2.- ROCAS INDUSTRIALES

La principal actividad económica queda reducida a la explotación de canteras para usos industriales, generalmente para materiales de construcción. El yeso, las rocas carbonatadas, las arenas, y las gravas son las sustancias requeridas.

Tan sólo en los alrededores de Corcoya se reconocen antiguas explotaciones de yeso, que en la actualidad se encuentran abandonadas. El material extraído en estas canteras se utilizaba fundamentalmente como aditivo para la fabricación de cementos.

La extracción de materiales carbonatados para la producción de áridos para obras públicas se refiere fundamentalmente a las calizas y dolomías de facies muschelkalk, las distintas facies de calizas y dolomías del Lías subbético, y en ocasiones margocalizas del Cretácico.

En la Camorra, junto Alameda, La Sierra de Estepa, y los alrededores de Corcoya se sitúan las canteras principales. El alto grado de fracturación que afecta a esas formaciones favorece las labores de machaqueo.

Otro grupo de explotaciones se refiere a materiales arenosos del Mioceno molásico (Tortonense). Muchas están abandonadas o en régimen de explotación intermitente. Se utilizan como rocas de construcción o áridos para carreteras.

También existen puntos de extracción de gravas para aplicaciones similares en los aluviones y terrazas del río Genil.

## 5.3.- HIDROGEOLOGIA

El Trías desde el punto de vista hidrogeológico tiene escaso interés. Es prácticamente impermeable y la poca agua que se puede encontrar es fre-

cuentemente salobre. Por otro lado, los manantiales ligados a las rocas carbonatadas englobadas en estos materiales son de muy pequeño caudal por sus reducidas dimensiones e impiden cualquier tipo de aprovechamiento. Las mayores posibilidades hidrogeológicas las constituyen las masas jurásicas subbéticas constituídas por la Sierra de Estepa, La Sierra de Los Caballos, La Camorra y Sierra Mollina. De hecho han sido ya objeto de prospecciones con estos fines.

Los acuíferos ligados a la molasa tortoniense que descansa generalmente sobre el Trías son de escasa consideración. Existen manantiales de nula actividad en gran parte del año.

## 6.- BIBLIOGRAFIA

- BAENA, J. y JEREZ, L. (1982).— "Síntesis para un ensayo paleogeográfico entre la Meseta y la Zona Bética (s. str.)". **Colección Informe. IGME.** 256 pp.
- BAENA, J.; CRUZ SANJULIAN, J. y DEL OLMO, A. (en prensa).— "Mapa y memoria explicativa de la Hoja nº 15-42 ("Campillos"). Mapa Geológico Nacional a escala 1: 50.000. **IGME.**
- BLUMENTHAL, M.M. (1930).— "Beitrage zur Geologie der Betischen Cordilleren beiderneits des Rio Guadalhorce". *Eclogae. Geol. Helvetiae*, XXIII, p. 41-293.
- BLUMENTHAL, M.M. (1931).— "Geologie des chaines pénibétiques et subbétiques entre Antequera et Loja et des zones limitrophes (Andalousie)". **Bull. Soc. Géol. France**, (5), I, p. 23-94.
- BOURGOIS, J. (1975).— "Présence de breches d'origine sédimentaire a éléments de Crétacé au sein du Trías germano-andalou. Hypothèses sur la signification de cette formation (Andalousie, Espagne)". **Bull. Soc. Géol. France**, (7), XVII, p. 1.095-1.100.
- BOURGOIS, J. (1978).— "La transversal de Ronda (Cordillères Bétiques, Espagne). Données Géologiques par un modèle d'évolution de l'arc de Gibraltar". **Annales Scientifiques de l'Univ. de Besançon. Geologie**, 3ª Serie, fasc. 30, 445 pp.
- BOURGOIS, J.; CHAUVE, P. y PEYRE, Y. (1972).— "Essai de chronologie des événements tectono-sédimentaires dans l'Ouest des Cordillères Bétiques". **C.R. somm. S.G.F.**, 8, pp. 428-431.
- CANO, F. y TORRES, R. (en prensa).— "Hoja geológica 1: 50.000, núm. 14-46 (Jimena de la Frontera). **IGME.**
- CANO, F. (en prensa).— Hoja geológica 1: 50.000, núm. 14-43 (Olvera). **IGME.**

- CALDERON, S. y PAUL, D.M. (1886).— "La moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón". *Ann. Soc. Esp. Hist. Nat.*, XV, pp. 477-493.
- CRUZ-SANJULIAN, J. (1974).— "Estudio geológico del sector Cañete la Real-Teba-Osuma (Cordillera Bética, región occidental)". *Tesis doctorales de la Univ. de Granada*, nº 71 Secretariado de Pub. Univ. Granada, XII, 431 pp.
- CHAUVE, P. (1968).— "Etude géologique du Nord de la province de Cadiz (Espagne méridionale)". *Mem. IGME*, LXIX, 377 pp.
- DELGADO, F. y SANZ DE GALDEANO, L. (1981).— "Estudio Geológico de la Sierra de Gibalto y sectores próximos (provincias de Granada y Málaga)". *Est. Geol.*, 37, pp. 69-75.
- DIDON, S. (1969).— "Etude Geologique du Campo de Gibraltar (Espagne Meridionale)". *Thèse Fac. Sc. Paris*. 539 pp.
- DIDON, J. (1977).— "Rote des phénomènes de glissement et d'écoulement par gravité dans la mise en place du material flysch a la périphérie de l'arc de Gibraltar. Consequences". *Bull. Soc. Geol. France* (7). t XIX, nº 4, p. 765-771.
- DURR, S.H.; HOEPPENER, R.; HOPPE, P. y KOCKEL, F. (1960-62).— "Geología des montagnes entre le rio Guadalhorce et le Campo de Gibraltar (Espagne meridionale)". *Livre Mem. prof. P. Fallot. Soc. Geol. France*, t. I, pp. 209-227.
- FALLOT, P. (1948).— "Les Cordilleres Bétiques". *Est. Geol.*, IV pp. 82-172.
- FOULAULT, A. (1966).— "Le diapirisme des terrains triasiques au Secondaire et au tertiaire dans le Subbetique du NE de la province de Granada (Espagne méridionale)". *Bull. Soc. Geol. France* (7), VIII, pp. 527-536.
- GARCIA ROSSELL, L.; TORRES RUIZ, J. y FENOLL HACH-ALI, P. (1979).— "Mineralizaciones de hierro tipo "ocres rojos" en las cercanías de Baena (Córdoba). I Reunión de mineralogía y metalogenia del hierro. *Temas geológico-mineros* (Tema 3), pp. 71-85. IGME.
- GONZALEZ DONOSO, J.M. y VERA, J.A. (1969).— "Mapa y memoria explicativa de la Hoja 1025 (Loja) del Mapa Geológico Nacional a escala 1: 50.000" IGME.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.; LINARES, A.; LOPEZ GARRIDO, A.C. y VERA, J.A. (1971).— "Bosquejo estratigráfico del Jurásico de las Cordilleras Béticas". *Cuad. Geol. Iber.* Vol 2, pp. 55-90.
- HOEPPENER, R.; HOPPE, P.; DURR, S. y MOLLAT, H. (1964).— "Einquerschnitt durch die Betischen Kordilleren dei Ronda (SW Spanien)". *Geol. Mijnb.*, t. 43, pp. 282-298.
- JEREZ, F. (1979).— "Contribución a una nueva síntesis de las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol. y Min.*, t. 90, Fasc. 6.
- JEREZ, F. (1981).— "Propuesta de un nuevo modelo tectónico general para las Cordilleras Béticas". *Bol. Geol. y Min.* T. XCII-I, pp. 1-18.

- LHENAF, R. (1981).— "Recherches Geomorphologiques sur les Cordilleres Bétiques Centro-occidentales (Espagne)". *These, Univ. de Lille*, III, 2 t, 713 pp.
- MARTIN-SERRANO, A. y PILES, E. (en prensa).— "Hoja geológica 1: 50.000 número 14-47 (San Roque). IGME.
- MARTIN-SERRANO, A. y PILES, E. (en prensa).— "Hoja Geológica 1: 50.000 número 14-48 (La Línea). IGME.
- MARTIN-SERRANO, A. (en prensa).— "Hoja Geológica 1: 50.000 número 16-42 (Antequera). IGME.
- MAUTHE, F. (1971).— "La Geologie de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética Occidental)". *Bol. Geol. y Min.*, LXXXII-1 pp. 1-36.
- ORUETA, D. de (1877).— "Bosquejo físico-geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga". *Bol. Com. Mapa Geol. España*, IV, pp. 89-171.
- PEYRE, Y. (1962).— "El Subbético con Jurásico margoso o subbético meridional como unidad paleogeográfica y tectónica de las cordilleras béticas". *Not. y Com. IGME*, 67, pp. 133-144.
- PEYRE, Y. (1974).— "Geologie de la région d'Antequera (Cordillères bétiques, Espagne)". *These, Univ. París*, 528 pp.
- PINEDA, A. (en prensa).— Hoja geológica 1: 50.000 núm. 17-43 (Archidona) IGME.
- ROBAUX, A. (1936).— "Sur la presence de Cretacé superieur sur le Paleozoique du Betique de Málaga (Andaluosie)". *C.R. Acad. Sciences*, t. 202 pp. 1.291-1293.
- RODRIGUEZ FERNANDEZ, J. (1982).— "El Mioceno del sector central de las Cordilleras Béticas". *Tesis doctorales de la Universidad de Granada*, 224 pp.
- SANZ DE GALDEANO, C. (1973).— "Geología de la transversal Jaén-Frailes (Provincia de Jaén)". *Tesis, Univ. Granada*, 275 pp.
- SERRANO, F. (1979).— "Los Foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la Cuenca de Ronda, y su comparación con las otras áreas de las Cordilleras Béticas". *Tesis Univ. de Málaga*, pp.
- VERA, J.A. (1966).— "Estudio geológico de la zona subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes". *Mem. IGME*, 191 pp.