



IGME

962

12-39

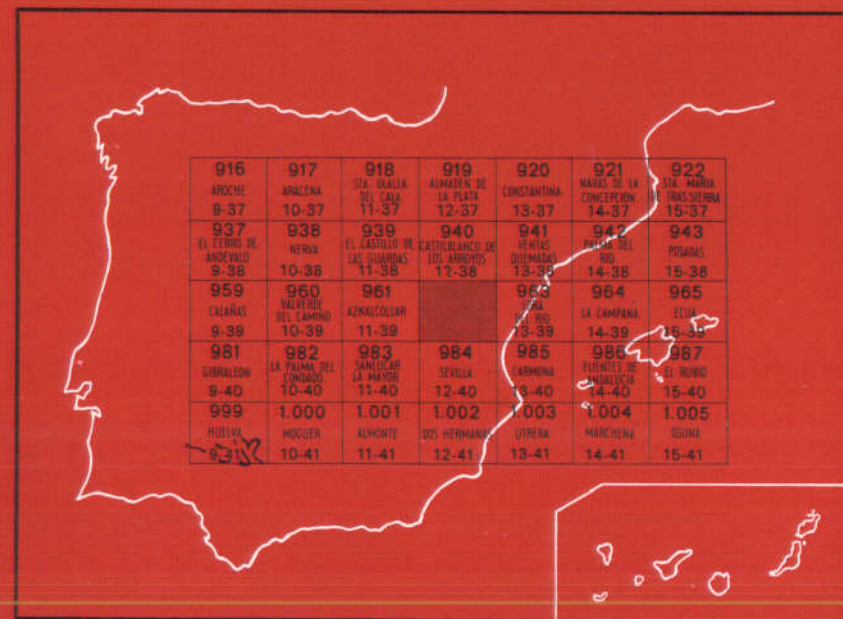
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ALCALA DEL RIO

Segunda serie - Primera edición

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

ALCALA DEL RIO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la División de Geología del IGME, habiendo intervenido como colaboradores los técnicos superiores siguientes:

Alfredo Muelas Peña y Antonio Crespo Zamorano.

Las muestras petrográficas fueron estudiadas en la Facultad de Ciencias de Salamanca, bajo la dirección de don Luis García Figuerola.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

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

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

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

Depósito Legal: M - 12.065 - 1976

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

INTRODUCCION

La Hoja estudiada está situada en el borde septentrional de la Banda Piritosa, que se extiende desde Aznalcóllar (Sevilla), hasta Lousal (Portugal).

Las características, tanto estructurales como estratigráficas, son similares a las del resto de la Banda, si bien no hay representación del grupo volcánico-sedimentario ni del Carbonífero.

Es así que solamente aflora el Devónico Superior como único material sedimentario paleozoico.

Por el contrario, los asomos graníticos ocupan un elevado porcentaje de la superficie total, no siendo todos iguales ni composicional ni cronológicamente.

La orogenia hercínica impulsó todas las deformaciones, dejando unas directrices prácticamente constantes en toda el área cartografiada.

El Terciario cubre la mitad meridional de la Hoja mostrando una ligera inclinación hasta el Sur.

Respecto a trabajos previos específicos de esta zona solamente tenemos los de GAVALA, J. (1927) y FABRIES, J. (1963).

1 ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del Paleozoico en esta Hoja encierra muchos problemas por cuanto que no se ha localizado fauna ni flora en lugar alguno. Por el

contrario, el Terciario está perfectamente datado con numerosas especies paleontológicas.

Al margen de este inconveniente, hay otro de no menor importancia y que a la vista del plano se comprueba: se tienen dos bandas de naturaleza detrítica que, penetrando por el borde occidental, interrumpen bruscamente contra rocas graníticas, o bien se pierden bajo la cobertera terciaria.

En estas circunstancias es prácticamente imposible dar una datación objetiva, mientras que no se haya estudiado la prolongación hacia el oeste de dichas bandas. De ahí que sean los criterios de facies los únicos que pueden emplearse para correlacionar con el Devónico de otros lugares de la provincia.

La similitud existente entre las facies devónicas seguras datadas por F. VAZQUEZ (explicación de la Hoja núm. 918, Santa Olalla de Cala); JEREZ MIR (Memoria Geológica de la Hoja núm. 919, Almadén de la Plata), y J. FABRIES (Tesis Doctoral), y las aquí presentes, constituyen una de las bases que fundamentan la edad devónica atribuida a este sector.

Otro dato definitivo ha sido el hallazgo de fauna fameniense en calizas negras (minas de Aznalcóllar) 12 Km. al oeste de nuestra zona; esta litología carbonatada no ha sido encontrada en punto alguno de la Hoja.

Añadamos, por último, que realmente existe gran similitud facial entre este Devónico y el desarrollado a lo largo de toda la Banda Piritosa, si bien hay algunas diferencias litológicas atribuibles esencialmente a variaciones en profundidad de la cuenca y de sus condiciones de sedimentación desde el extremo occidental (Lousal, en Portugal), hasta el oriental (Aznalcóllar, en Sevilla), límites ambos del Cinturón Piritoso.

Fuera de estos dos afloramientos principales se tienen otros varios mucho menores en extensión, rodeados por rocas plutónicas y que persisten aún en razón a la íntima asociación con materiales competentes, principalmente cuarcitas, o a que son pizarras con elevado contenido en sílice que las refuerza algo más contra la acción erosiva. Es muy común que todos los altos topográficos estén coronados por cuarcitas o por capas alternantes de pizarras con cuarcitas.

1.1 DEVONICO ($D_3^s - D_3^E - D_3^q - D_3 - D_3^p$)

La única diferencia que puede establecerse respecto a los dos mayores afloramientos de edad devónica es que en el más meridional hay evidencias claras de metamorfismo de contacto, mientras que en el septentrional no sucede tal hecho.

Para mayor detalle estratigráfico se describirán independientemente cada uno de ellos.

1.1.1 Banda Sur

Está comprendida entre Gerena y El Garrobo.

Se han realizado varios cortes estratigráficos de dirección S.-N. a través de la carretera que une ambas poblaciones, y por caminos de servicio de la finca «El Esparragal».

1.1.1.1 Serie establecida en «El Esparragal»

De muro a techo:

- Pizarras verdosas, grano fino, con bancos cuarcíticos de ≈ 15 cm. y areniscosas, poco cementados y con brechificaciones locales.

De igual modo, hay paquetes grauwáckicos interestratificados dentro de estas pizarras, pero que desaparecen lateralmente hacia el Oeste.

Potencia ≈ 200 m., aunque no se vea el muro por estar en contacto tectónico con el granito.

- Pizarras grises amarillentas arenosas, con muy poca esquistosidad y mala estratificación. Intercalación de algún paquete grauwáckico que no alcanza potencia superior a 40 cm. y que rápidamente desaparece.

Potencia, ≈ 50 m.

- Pizarras verdes con teñido rojizo, grano fino, muy fracturadas por acción de la esquistosidad S_1 (paralela a la estratificación).

Alternan irregularmente con paquetes grauwáckicos de potencia centimétrica.

Potencia, ≈ 150 m.

Separando este tramo y el superior hay abundante cuarzo gris de exudación, aunque no es patrimonio único, puesto que se encuentra también por encima y por debajo, pero no con tanta frecuencia.

- Pizarras negras muy finas, arcillosas y con fuerte esquistosidad S_2 . Sería más correcto denominarlas esquistos micáceos, porque evidencian la acción de un metamorfismo que las ha transformado en este estadio posterior.

Le acompañan lechos de pizarra silíceas que se pliegan sin fractura y construyen las mesoestructuras observables en las trincheras de la carretera norte de la finca «El Esparragal».

Lateralmente pasan por cambio de facies a pizarras bituminosas. Han desaparecido las grauwackas.

Potencia, ≈ 100 m.

— Pizarras grises y verdes con grauwackas y areniscas. La potencia de este conjunto es mayor cuanto más hacia el Oeste y más al Norte.

Los bruscos cambios de facies no permiten una correcta estimación de potencia, pero con relativo margen de error se puede admitir 80-100 m.

Las cuarcitas tienen color gris blanquecino. El tamaño de grano oscila alrededor de 0,1 mm. A menudo muy ricas en mica.

Debido a que en varios casos las cuarcitas suelen tener un cemento muy fino de óxidos de hierro, algunos afloramientos se caracterizan por colores pardo rojizos.

En las cuarcitas encontradas en el extremo más occidental de la Hoja, carretera Gerena-El Garrobo, desvío a la Canaleja, se han observado abundantes estructuras sedimentarias que también se extienden a las pizarras silíceas que las acompañan. En esencia, las más destacadas son «ripple marks», «flute casts» y «groove casts». Estas estructuras reflejan la facies «Flysch» durante la deposición en aguas poco profundas de una cuenca marina.

No hemos encontrado, sin embargo, en esta franja criterios de polaridad tales como «cross bedding» y «graded bedding», mientras que en el Norte sí se observaron.

El grado de pureza de las cuarcitas no está siempre homogéneo, y es un hecho singular que paulatinamente pasen a areniscas, tanto en sentido horizontal como vertical. Cuando se da esta circunstancia pueden producirse brechificaciones con fragmentos de 2-5 cm. y con la misma naturaleza el cemento que la matriz.

Con respecto a las grauwackas hemos de decir que, en líneas generales, se comprueba un aumento de potencia hacia los tramos superiores y cuanto más al Norte y más hacia el Oeste.

La diferencia esencial entre las grauwackas del Sur y las del Norte es la potencia con que afloran. En la franja septentrional, el espesor de los paquetes supera en algún caso los 2 m., mientras que en la meridional no pasa de 15-20 cm.

La continuidad de las capas es muy reducida, apenas si pueden seguirse más allá de los 150 ó 200 m. y aún menos cuando el espesor es superior. Entonces desaparecen en un recorrido inferior a 3 m. Uniendo estos hechos a la intensidad del plegamiento se comprenderá la dificultad en la estimación de la potencia global.

Petrográficamente hay grauwackas y grauwackas conglomeráticas. El contenido en micas es variable, de modo que se dan transiciones hacia areniscas por cambios laterales.

La matriz es arenosa y poco compactada. Los cristales mayores son de cuarzo, algunos con textura gráfica. Otros componentes esenciales son los feldespatos (potásico y plagioclasas).

Atendiendo a la clasificación de HEINRICH, que las cataloga según el contenido en feldespato, diremos que las aquí estudiadas alcanzan porcentajes superiores al 10 por 100, con lo cual se les denominará grauwackas y no subgrauwackas.

1.1.2 Banda Norte

Como la anterior, ésta también está limitada por rocas intrusivas. En términos generales se diferencia de la primeramente descrita en:

- Homogeneidad litológica, tanto lateral como verticalmente.
- Prácticamente ausentes todos los síntomas de metamorfismo de contacto (en ninguna estación se vieron pizarras mosqueadas ni esquistos).
- Inclusión de rocas volcánicas de naturaleza básica.
- Inclusión de rocas volcánicas de naturaleza ácida (pórfidos cuarzosos).
- Frecuentes inclusiones graníticas y filonianas ácidas.
- Mayor ritmicidad en la alternancia de pizarras-grauwackas-cuarcitas.
- Presencia de pizarras nodulosas.

La serie estratigráfica ha sido establecida en dos lugares:

1.1.2.1 Carretera Sevilla-Mérida

Muro:

- Pizarras silíceas verdes en paquetes homogéneos de ≈ 5 cm., con bancos de cuarcita más o menos gruesos y con estratificación cruzada que da serie normal al Norte.

Las grauwackas están presentes a techo de este tramo.

Potencia, ≈ 50 m.

- Pizarras arcillosas amarillo-verdosas interestratificadas con grauwackas en capas de ≈ 50 cm.-1 m. y/o cuarcitas con ≈ 2 cm. de espesor.

Teñido rojo por meteorización.

Potencia, ≈ 100 m.

- Alternancia rítmica de pizarras silíceas amarillentas en paquetes de ≈ 10 cm., con otros de pizarra arcillosa verde muy fracturada.

Lateralmente desaparecen.

Potencia, ≈ 90 m.

- Pizarras gris-verdosas con nódulos y cuarcitas en capas finas. A techo afloran potentes bancos de grauwackas de más de 2 m. que lateralmente desaparecen de modo brusco.

Potencia, ≈ 200 m.

Se hace notar que tanto las potencias a techo y muro son las vistas sobre terreno y que aún pueden ser mayores, pero dado que están en contacto mecánico con el granito, no se puede afinar su correcto espesor.

1.1.2.2 Carretera Embalse de Guillena

Muro:

— Pizarras negras, pero que por meteorización han adquirido tinción verde y rojiza.

Generalmente son arcillosas.

Frecuentemente atravesadas por diques intrusivos y otros de naturaleza volcánica básica.

Debido al poco espesor entre capa y capa, la plasticidad diferencial ha jugado importante baza en aquellos lugares próximos a pequeñas intrusiones, provocando que el buzamiento aumente o disminuya respecto a lo normal.

Ocasionalmente hay intercalaciones cuarcíticas de 5 cm. de potencia.

Potencia, \approx 80 m.

— Alternancia rítmica de pizarras con cuarcitas de espesor aproximado 20 cm. Estas pizarras chocan contra unas rocas keratofídicas (pórfidos cuarzosos).

Potencia, \approx 40 m.

— Pizarras acilosas verdes en paquetes de 5 cm., alternando con otros silíceos, pero muy distorsionados. Hacia el Norte aumenta el espesor de los paquetes compactos en detrimento de los más plásticos.

Potencia, \approx 90 m.

— Ritmicidad entre pizarras arcillosas con otras arenosas de espesores comprendidos entre 25-30 cm. En sentido vertical, van transformándose en pizarras silíceas que ahora intercalan areniscas con abundante mica blanca.

Potencia, \approx 170 m.

— Desaparición de areniscas, quedando un potente paquete de pizarras verdes arcillosas superiores a ellas.

Potencia, \approx 100 m.

Como se observará, en esta segunda serie se confirma una vez más la desaparición de grauwackas hacia el Este, como sucedía en la franja sur.

Respecto a los restantes afloramientos pizarrosos salpicados a lo largo del mapa, sólo se puede añadir que guardan total semejanza con los ya descritos y sólo se trata de lentejones que han quedado de testigos, dado que por su relativa competencia han soportado la acción de la erosión.

El más septentrional de ellos ha sufrido intenso metamorfismo y ha transformado las primitivas pizarras en esquistos micáceos. Estos están atravesados por intrusiones graníticas de dos micas con formas muy irregulares.

La banda que rodea las diabasas por el extremo NE. está igualmente metamorfizada, dando lugar a pizarras mosqueadas acompañadas de cuarcitas. Parece tratarse de la misma aureola que rodea las rocas plutónicas que parte al sur de El Garrobo, pasa por Las Pajanosas y desaparece bajo el Terciario al SE. de esta población. La textura mosqueada es debida al fuerte desarrollo de los porfidoblastos de andalucita. No tienen orientación.

Los componentes esenciales de estas pizarras son: albita, cuarzo, biotita, moscovita y andalucita.

1.2 MIOCENO SUPERIOR

Discordante y transgresivo sobre el Paleozoico se superpone una serie marina que tiene en la parte inferior unas formaciones eminentemente detríticas y en la superior una margoso-azulada.

El paso de la inferior a la superior no es brusco, sino paulatino, lo que justifica el contacto supuesto que las separa; si a ello añadimos la meteorización, que ha producido suelos de espesor considerable, y el cultivo milenar de estas tierras, queda, como consecuencia, una relativa escasez de afloramientos.

En la parte inferior detrítica, por sus peculiaridades, consideramos oportuno separar, hacia el límite este de la Hoja, una Formación Roja, diferenciándola así del resto, al que llamaremos Facies de Borde en general.

Relativo a la edad, diremos que la serie detrítica (Formación Roja y Facies de Borde) tiene una edad Tortonense Superior, y las margas azuladas son andalucenses.

1.2.1 Formación Roja (Tcg₁₁^{Bc3})

Constituida por conglomerados de cantos de cuarzo, cuarcitas y otros materiales paleozoicos, con una matriz arenosa a veces rojiza y otras ocre-amarillenta; y arenas de tamaño medio a grueso con estratificación cruzada.

A primera vista parecen derrubios de ladera, de los cerros paleozoicos que hacia el Norte tienen por contacto, pero varios cortes realizados en la vecina Hoja de Lora del Río permiten afirmar que en esta zona constituye la base de la formación detrítica.

Es evidente que las características de esta formación vienen marcadas por la presencia del Permo-Trías que aflora a corta distancia del límite este de la Hoja en el valle del Río Viar, ya en la Hoja de Lora.

1.2.2 Facies Borde (T_{II}^{BC3})

Se extiende a lo largo del contacto con el Paleozoico, constituida por: conglomerados y brechas calcáreas con Ostreidos y Pectínidos; calizas detríticas organógenas; arenas con Heterosteginas, a veces estériles, con estratos de areniscas intercaladas.

Hacia «el techo» las arenas se van haciendo paulatinamente margosas, hasta el paso definitivo a las margas azuladas de la formación superior.

Aproximadamente desde el centro de la Hoja hacia el borde oeste de la misma la facies se hace más carbonática, y siempre encontramos, a lo largo del contacto con el Paleozoico, biomícritas arenosas con grandes ostras y Pectínidos, a veces ferruginosas, llenas de Heterosteginas; a la vez que los tramos arenosos van desapareciendo, hasta tal punto que a 8 Km. del límite oeste, ya en la Hoja de Sanlúcar la Mayor, esta facies de borde está representada exclusivamente por las biomícritas anteriormente descritas.

La arena de las biomícritas es de tipo arcosa-subarcosa, con cuarzo y plagioclasas. Esporádicamente hay cristales de minerales pesados, tipo circon, epidota, ilmenita e intraclastos de semiesquistos y limolitas metamorfizadas.

Presentan abundante microfauna de: *Miliólidos*, *Elphidium*, *Rotálidos*, *Melobesias*, *Heterosteginas*, *Moluscos*, *Equinodermos*, *Briozoos*, *Robulos*, *Brachiópodos*, *Ammonia beccarii* y *Dentales*, que permiten atribuir una edad Tortoniense Superior.

El aporte de carbonatos de hierro hace que éstas tomen un aspecto pardo oscuro característico (cuando están frescas), o blanquecino cuando están alteradas.

En cuanto a la macrofauna, aparte de los Ostreidos y Pectínidos antes citados en las descripciones litológicas, podemos hacer notar los numerosos ejemplares de *Balanus perforatus Bruguiere* atribuidos al Tortoniense, que a lo largo de los afloramientos de esta facies de borde nos aparecen muy frecuentemente.

En la parte más alta de este tramo, o sea, en los niveles arenosos con Heterosteginas, en los que abundan los estratos de areniscas, presentan la siguiente fauna: *Globorotalia martinezi*, *Bolivina arta*, *Cassidulina laevigata*, *Globigerinoides obliquus*, *Spiroplectammina carinata*, *Orbulina universa*, *Orthomorphina* aff. *bassanii*, *Globorotalia merotumida*, *Globorotalia humerosa*, *Ehrenbergina alicantina*, *Bolivinoidea miocenica* y *Globorotalia sup.*, forma que permite precisar sólo una edad Mioceno Superior.

Resumiendo en cuanto a la edad de esta formación, diremos que por los estudios paleontológicos, por la posición estratigráfica y por similitud de

afloramientos con los trabajos realizados a lo largo de la cuenca, nos permiten atribuir una edad Tortoniense Superior.

En la zona norte de Gerena la erosión ha dejado aislada una serie de afloramientos que tienen en la base las biomicritas arenosas y, a veces, mezclado con un suelo rojizo de arcillas residuales, aparecen restos de arenas.

El espesor total de los depósitos tortonienses puede calcularse por aproximación, ya que no se han efectuado medidas exactas en unos 60-70 m. En cuanto al buzamiento de esta formación podemos decir que oscilan entre 4 y 6° al Sur.

1.2.3 Margas Azuladas (Tm^{Bc}₁₂)

Suprayacente y concordante con la formación anterior encontramos un paquete de margas azuladas (cuando se presentan frescas) y beige-amarillentas cuando están alteradas, que hacia la base son arenosas, lo cual, como ya indicamos anteriormente, dificulta su separación con la formación inferior.

Constituida por margas azul-grisáceas con estratificación muy difusa o nula, presentan localmente laminación paralela y zonas más calcáreas con estructuras en bolos y fractura astillosa a concoidea.

No son frecuentes los buenos afloramientos, pero podemos citar los de Alcalá del Río, y otros dispersos a lo largo de la carretera de Villaverde del Río a Burguillos, así como los de la carretera de Guillena a la nacional de Sevilla a Mérida; pero, en general, dada la naturaleza eminentemente margosa de los sedimentos de este tramo, unido a los factores anteriormente descritos de meteorización, coluvionamiento y cultivo, dan lugar a una extraordinaria escasez de afloramientos, comparado con la extensión que ocupan las margas azuladas, teniendo que hacer uso del muestreo, en algunos casos, en excavaciones subterráneas.

Hay que hacer notar que con frecuencia estas margas presentan abundancia de yeso (afloramiento de Alcalá del Río), y a veces impregnaciones de óxidos de hierro.

Las muestras recogidas en la zona nos han proporcionado una microfauna abundantísima de: *Cassidulina laevigata*, *Globorotalia scitula ventriosa*, *Globigerinoides obliquus*, *Bolivinooides miocenicus*, *Globorotalia acostaensis*, *Globigerinoides* aff. *abliquis extremus*, *Globigerina* aff. *dutertrei*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia* ex. gr. *menardii*, *Globorotalia* sp. (forma ancestral de *Gr. margaritae*), *Globorotalia martinezi*, *Orbulina bilobata*, *Orbulina universa*, *Globorotalia* aff. *concoidea*, *Globorotalia obesa*, *Lamelibranchios*, *Globigerinoides obliquus*, *Bulimina aculeata*, *Ammonia beccarii*, *Globoquadrina altispira*, *Globoquadrina altispira globosa*, *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*, *Globigerinoides sacculifer*, *Uvigerina peregrina*, *Planulina arimenensis*, *Globorotalia plesiotumida*, *Sphaeroidinellopsis seminulum*, *Globorotalia me-*

rotumida y *Spiroplectamina carinata*, lo que permite atribuirle una edad de Andaluciense.

1.3 CUATERNARIO

Como formaciones distinguibles en el Cuaternario tenemos las amplias terrazas de los ríos Guadalquivir, Rivera de Huelva y Guadamar.

1.3.1 Terrazas (QT₁ y QT₂)

Dos niveles de terrazas claramente diferenciables pueden encontrarse a todo lo largo de los ríos anteriormente citados. Se encuentran a la altura de 20 y 10 m., respectivamente.

Su litología es esencialmente cuarcítica, con algunos cantos de esquistos, pizarras y limolitas metamórficas con restos de margas, con mayor proporción de arena y limo la segunda.

1.3.2 Aluviones recientes (QAI)

Incluimos los aluviones recientes y los grandes meandros abandonados en la actualidad.

Están constituidos por conglomerados poligénicos con predominio de cuarcitas. Abunda la grava y las arenas, principalmente en meandros.

2 TECTONICA

Dado que la Hoja está constituida por dos litologías muy distintas, también consideraremos la tectónica separadamente. Por un lado nos referimos a sus efectos sobre sedimentos paleozoicos, y por otro, a su repercusión en las rocas intrusivas.

Las rocas detríticas paleozoicas han sido afectadas por la orogenia hercínica de modo similar en los dos principales afloramientos.

Dentro de las pizarras devónicas, los pliegues son, generalmente, muy apretados, con vergencia al Sur y hundiéndose sus ejes hacia el Oeste unos 15-20°.

Al menos pueden deducirse dos fases de plegamiento. La primera pizarrosidad, S₁, corresponde a la primera fase, siendo sensiblemente paralela a la estratificación y solamente diferenciable cuando sobre la roca se encuentren, además, estructuras de sedimentación tales como estratificación cruzada. Es esta fase quien origina la mayoría de los pliegues, aunque por estar próxima a intrusiones, su tamaño nunca sea considerable.

Los pliegues son, sobre todo, de tipo similar e isoclinal con vergencia hacia el Sur.

La segunda fase de plegamiento es de dirección perpendicular a la anterior, marcando la pizarrosidad S_2 , que deforma la S_1 . Su efecto principal es ondular la estratificación, originando pliegues suaves de ejes subverticales.

Todas las fracturas que afectan a este conjunto sedimentario son de poca importancia y generalmente están rellenas con cuarzo.

Mayor trascendencia tienen las fallas que contactan la formación sedimentaria con la ígnea, siendo factible el hecho de que en muchos casos hayan constituido una zona de debilidad a través de la cual intruyó el granito.

Incluso entre rocas intrusivas hay contactos muy rectos que permiten intuir la existencia de fallas. Este hecho es observable, por ejemplo, entre la banda granítica más septentrional y los gabros que le limitan al Sur. Esta falla, posteriormente, fue rellena por una colada básica que bien por metamorfismo dinámico de la misma fractura, bien por metamorfismo térmico, se transformó en anfibolitas.

Esta clara orientación NO.-SE. igualmente se observa, aunque no con tanta regularidad, entre las dioritas más septentrionales y las pizarras que por el Sur le bordean.

Mucha mayor importancia y complejidad tiene la tectónica de «mise en place» de las rocas graníticas.

Por evidencias de campo y estudios petrográficos consideramos que las intrusiones ígneas tuvieron lugar a modo de pulsaciones irregularmente distribuidas en el tiempo.

Esta aseveración se refiere, sobre todo, a rocas ácidas, aunque incluso dentro de ellas hubiese distintas intrusiones con respecto a la orogenia hercínica.

En este orden de ideas, y muy probablemente asociadas con fracturas, tiene lugar la primera intrusión (granito de Las Pajanosas, $\gamma\eta^{2-3}$) que, además de sufrir la acción tectónica orientando sus cristales, produjo una fuerte aureola de metamorfismo a todo lo largo de su afloramiento.

Este mismo granito debió aflorar con posterioridad por otros lugares de la Hoja, produciendo los mismos efectos térmicos.

El reflejo de la tectónica sobre los granitos (s. s.) disminuye de Sur a Norte, exceptuando el granito de Gerena, que es claramente posttectónico.

La orientación netamente hercínica de las distintas rocas intrusivas hace suponer que la mecánica de encajamiento se hizo a favor de unas fracturas preexistentes.

Con respecto al Mioceno, las fallas que le interesan son locales y de poca importancia, con salto relativamente pequeño y debidas probablemente al

rejuvenecimiento de antiguas fracturas y al hundimiento gradual de la parte sur del zócalo.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Durante el Devónico Medio y Superior, en una cuenca geosinclinal se depositan sedimentos detríticos de naturaleza arcillosa y grauwáckica esencialmente, aparte de otros arenosos íntimamente ligados a los demás.

Es en esta misma fase de sedimentación cuando tiene lugar el desarrollo de un vulcanismo básico y ácido de muy débil desarrollo.

A continuación se produce la regresión marina tras una emersión de la cuenca, siguiéndole la etapa tectogenética que origina las deformaciones actualmente impresas en los sedimentos. Es entonces cuando la orogenia hercínica imprime sus directrices prácticamente constantes a lo largo de toda la Banda Piritosa Ibérica. Varias fases de plegamiento se suceden, siendo la más persistente aquella que orienta según direcciones N. 100°-110° E.

Los pliegues isoclinales son, generalmente, de tipo similar, con un marcado desarrollo de la esquistosidad de plano axial.

En esta etapa tiene lugar la intrusión de rocas graníticas no afectadas con la misma intensidad por la orogenia, hecho que atribuimos a un distinto momento de emplazamiento. En este orden de ideas y partiendo de datos de campo y laboratorio, consideramos que el primer granito en salir fue el situado inmediatamente al norte de Las Pajanosas ($\text{b}\gamma\eta^{2-3}$). Su intrusión provocó un metamorfismo gradual en las rocas encajantes que le limitan por el Sur, originando gneises, pizarras mosqueadas y esquistos.

El granito situado poco más al norte del anterior ($\text{b}\gamma\eta^{2-3}$) no ha producido metamorfismo visible en las pizarras devónicas encajantes. Ello fue debido posiblemente a que la intrusión se hizo cuando el magma granítico había sido enfriado, o bien que no alcanzase la temperatura suficiente para lograrlo.

Puesto que en el extremo este y norte de la Hoja tenemos una vez más afloramientos de pizarras metamorfozadas muy próximas o en prolongación del granito tardío, parece obvio que lo sucedido a lo largo de toda la intrusión ha sido un proceso variable en el espacio y tiempo, de basculamientos provocados todos ellos por la orogenia.

A continuación tuvieron lugar nuevas intrusiones básicas de naturaleza gabroídica y diorítica que atravesaron las precedentes ácidas. Siguen unas directrices típicamente hercínicas y su encajamiento es muy posible que tuviese lugar al final de la misma, no encontrándolas afectadas por la esquistosidad, ni observando orientaciones locales preferentes.

Respecto a las rocas diabásicas del extremo NE. ($b_{\varepsilon h}$), creemos que su situación fue paralela a las dioritas que le limitan por el Oeste y que realmente se trata de un mismo conjunto con sólo variaciones de tipo textural.

Como colofón a toda la dinámica de intrusiones tuvo lugar el emplazamiento del granito de Gerena (${}^h_z\gamma_b^3$), de composición y textura completamente diferentes a sus antecesores, siendo claramente postectónico.

Contemporáneamente a todo el proceso de encajamiento plutónico sinorogénico y poco después, se desarrolló un sistema de facturas que, o bien obedecía a la orogenia, o bien eran respuestas a los fenómenos de abombamiento cortical.

El Carbonífero no llegó a depositarse al ser esta parte una zona de umbral durante las postrimerías del Paleozoico.

Llegamos así al final de la orogenia hercínica, en donde se produce una laguna estratigráfica que abarca hasta la transgresión del mar Mioceno, dada como Tortonense Superior-Andalucense Inferior.

A finales del Andalucense, el mar Mioceno inicia la regresión con la facies de limos arenoso-calcáreos, no presentes en la Hoja, similares a las calcarenitas de Carmona, dadas como facies regresiva Andalucense (Perconig).

En el Pló-Pleistoceno, la cuenca emerge y hay una etapa de peniplanización de tipo mixto entre fluvial y llanura de inundación generalizada, dando origen a una amplia raña que no aflora en la Hoja, pero muy extendida por la cuenca.

Con posterioridad se organiza la red fluvial actual, dando lugar a una serie de terrazas.

4 MINERÍA Y CANTERAS

La minería está ausente en toda la Hoja. Solamente ha sido registrado un socavón en la esquina noroeste de la Hoja, junto al embalse de la Mini-lla, y se trata de una mineralización calcopirítica asociada a un falla rellena de cuarzo.

En las rocas básicas es común la presencia de diseminaciones piríticas, no así en los granitos.

Las canteras sí tienen mayor importancia por las peculiaridades litológicas de la Hoja.

Principalmente se explotan canteras de granito en Gerena y Guillena. Dado que la roca parte prismáticamente a favor de planos de diaclasamiento, se utiliza para construcción; es un granito blanco o rosado suficientemente compacto para los usos requeridos.

El método de explotación es muy rudimentario y con un sistema de minifundio.

El número de explotaciones supera las 50, entre activas e inactivas.

Las canteras de roca básica (diabasas, dioritas) se utilizan para áridos. Solamente hemos registrado una en funcionamiento al oeste de la carretera Burguillos-Castilblanco, a la altura del Km. 6.

En terrenos pospaleozoicos la explotación se reduce al aprovechamiento de las margas azuladas para cerámica, principalmente en Alcalá del Río.

También son aprovechables los aluviones y terrazas para materiales de construcción, citándose numerosos lugares donde por métodos de dragado extraen los materiales (sur de Guillena, Alcalá, Brenes, Esquivel, Villaverde del Río, etc.).

5 HIDROGEOLOGIA

Lógicamente, la descripción de este apartado se centra esencialmente en el Terciario y Cuaternario.

La mayoría de los pozos en explotación actual se encuentran en terrenos cuaternarios, tanto en terrazas como en aluviones.

Pudiera tener importancia la búsqueda de acuíferos pensando que la facies de borde por su posición es la cuenca de recepción de aguas de escorrentía de los terrenos paleozoicos que dominan la mitad norte, y estar a su vez sellados por la formación margoso-azulada.

6 PETROGRAFIA DE ROCAS IGNEAS

Puede considerarse como el apartado más importante de esta Memoria, dado que, después del Terciario, son las que más superficie abarcan y mayor heterogeneidad encierran.

Si tuviésemos que dar un calificativo a esta Hoja, diríamos que se trata de un plano esencialmente petrológico-endógeno, en el que circunstancialmente afloran algunos materiales de origen exógeno.

6.1 ROCAS PLUTONICAS

Existen tres variedades mayoritarias, las cuales, si bien a veces están suficientemente diferenciadas, en otras se produce una mezcla íntima difícilmente analizable. GAVALA ya escribió en este sentido: «Las rocas graníticas aparecen íntimamente unidas a las de la serie diorítica, sin que su presencia obedezca a ninguna ley.» Añadió: «Comparecen indistintamente

filones de granito en la diorita, como intrusiones de diorita en el granito.* Estos tipos son: granitos, dioritas, gabros y diabasas.

Para un mejor conocimiento se describirán los afloramientos del mismo modo que hicimos con las pizarras, es decir, yendo de Sur a Norte.

Granito de Gerena ($\begin{smallmatrix} h \\ z \end{smallmatrix} \gamma_b^3$)

Esencialmente se trata de granitos biotíticos de textura granoblástica, holocristalina alotriomorfa o hipidiomorfa, y pegmatíticos con granulometría media a fina. Los componentes principales son: feldespato potásico (ortosa o microclina), casi siempre formando cristales pegmatíticos o bien como pertitas. La biotita suele pasar a clorita; su pleocroísmo es muy fuerte.

A veces se observa como si hubiese dos generaciones de feldespato potásico, una muy alterada y otra muy fresca. Ambas con textura gráfica.

No hay orientación de los minerales constituyentes.

Como hecho singular en todas las canteras abiertas, hay diques de rocas básicas (diabasas) encajadas en sistemas diferentes de diaclasas cuyas directrices son: N.-S.; N. 40 E. y N. 30 E. Las más recientes y a la vez más frecuentemente rellenas de rocas volcánicas, son aquellas que presentan una dirección N. 60 E. verticales.

Estos diques básicos son posteriores al granito, por cuanto que se observa una influencia térmica en la roca encajante (granito).

Otras veces, las rocas básicas presentan estructuras bolares, y ello sucede cuanto más en zonas externas de la intrusión nos encontremos. Su corrida no es observable más allá de una cantera, y su potencia no supera el metro, por lo cual no han sido cartografiadas, aunque figuren algunas en la Hoja, pero dicha inclusión es puramente representativa de su existencia.

La presencia de enclaves biotíticos redondeados y enriquecimientos venulares de feldespato ortósico de hasta 1 m. de longitud por 10 cm. de anchura, son otra característica del afloramiento.

El borde superior está fallado, truncándose contra él las pizarras y cuarcitas. El extremo sur está recubierto por el Terciario.

Hacia el Este, la línea de contacto ha sido ligeramente desplazada al Norte. Puesto que va bajo el Terciario, no nos es posible averiguar si se debe a una inflexión de la misma o a un desplazamiento por falla.

Este granito no ha desarrollado aureola de metamorfismo, al menos no es visible en parte alguna.

Lo que sí se da es el acompañamiento del cortejo pegmatítico y aplítico.

Esta masa granítica es la única actualmente explotada, tanto en Gerena como en Guillena.

Se trata, pues, de un granito postectónico.

Granito de El Garrobo ($b\gamma\eta^{2-3}$)

Continuando hacia el Norte se tiene ahora una alternancia de rocas intrusivas ácidas que parten del pueblo El Garrobo y se extienden hacia el SE. hasta que el Terciario los recubre. Circundan casi totalmente a otra banda también plutónica, pero de características básicas y cuyas directrices son NO.-SE.

La banda ácida está limitada al Sur por pizarras mosqueadas y gneises, y al Norte por otra de composición básica (gabros).

Forma un complejo de composición granito-biotítico y granodioritas con evidencias de cataclasis.

Igual que en la primera masa descrita, hay abundantes asomos de procedencia volcánica y naturaleza básica (diabasas), si bien con mayor corrida y potencia.

El estudio microscópico ha demostrado una fuerte influencia tectónica que ha provocado fracturas a veces rellenas con óxidos de hierro. El cuarzo de recristalización es abundante. Existen tectonitas que han sido, en ocasiones, trituradas, formándose una pasta constituida esencialmente por cuarzo de pequeño tamaño; las micas se disponen de forma fluidal en torno a los cuarzos.

Todas estas características mencionadas desembocan en la conclusión de que este granito es diferente del de Gerena, al menos en cuanto al tiempo se refiere. Se trataría de una intrusión sintectónica.

Las manifestaciones de metamorfismo de contacto son claras. El borde sur ha sido transformado en ortogneises generalmente. Además, también debe ser este mismo plutón quien produjo el metamorfismo en las pizarras devónicas, originando el «mosqueado» antes referido; por último, transformó las pizarras en esquistos aún más al Sur, es decir, hay un metamorfismo gradual de Norte a Sur.

Por el Norte igualmente hay asomos de gneises y alguna anfibolita, aunque de menor extensión, bien por haber sido cubierto por los gabros, bien por estar erosionado.

Refiriéndonos ahora a las rocas intrusivas básicas que le limitan al Norte ($b\eta_h^{2-3}$), ellas son, sobre todo, gabros y alguna diorita. Los componentes mineralógicos esenciales son la hornblenda y plagioclasa. Los cristales de feldespato han crecido después de los anfibólicos, quedando estos últimos con la misma orientación óptica al ser divididos en numerosos fragmentos. Las plagioclasas están alteradas a sericita y dobladas por efecto tectónico.

En el apartado de tectónica se expuso una hipótesis que relaciona estas dos bandas descritas.

Continuando al Norte tenemos una nueva corrida esencialmente ácida

constituida por granito biotítico en su mayor parte. No desarrolla aureola metamórfica sobre las pizarras que por el Norte le limitan.

El contacto con la masa gabrídica meridional es muy rectilíneo, y su último tramo está relleno por anfibolitas muy tectonizadas formando milonitas que llegan hasta Burguillos.

La evidencia parece demostrar que se trata de un contacto por falla entre ambos conjuntos intrusivos y en la última porción visible de ella se dio la extrusión de diabasas que sufrieron metamorfismo, pasando los piroxenos a anfíboles.

Como es habitual, las rocas volcánicas básicas (diabasas esencialmente) salpican toda la mancha intrusiva.

En el extremo sur y hacia mitad del afloramiento destaca un ojal gneísico evidenciando nuevamente metamorfismo sobre rocas sedimentarias encajantes. Algún asomo de las mismas ha sido cartografiado, persistiendo en la actualidad por ir acompañadas de cuarcitas.

Composicionalmente varía en distintas direcciones: así, hacia el Este, es una granodiorita, e incluso pasa a cuarzdiorita; por el Oeste es granito.

Texturalmente fluctúa entre porfídica y aplítica.

Llegamos así hasta el afloramiento intrusivo más septentrional.

El estudio de láminas delgadas ha dado una roca de composición diorítica; no obstante, son muy comunes los asomos de un granito infrayaquente biotítico y/o piroxénico, en muchos casos irrepresentable.

Como citamos en la introducción de este apartado, hay una muy íntima conexión entre rocas ácidas y básicas, no obedeciendo a ley alguna.

Opinamos que esta circunstancia es más favorable cuanto más próximos al contacto nos situemos.

No podemos separar este afloramiento diorítico del que le limita hacia el Este. En conjunto es una gran extensión de rocas verdes, disyunción bolar, muy compactas y sin ninguna orientación visible.

Las muestras recogidas para estudio microscópico han revelado una litología esencialmente diabásica anfibólica. Explicar toda la superficie cartografiada como roca intrusiva de tipo diabasa encuentra inconvenientes importantes y sólo podemos explicarlo de dos modos posibles:

- A) Que se trate de una extensa colada volcánica básica.
- B) Que sea el mismo macizo diorítico que le limita por el Oeste, pero que lateralmente cambió sus características.

Argumentos a favor de A) tenemos el hecho de encontrar en la Hoja de Castilblanco de los Arroyos una muy densa red de diques diabásicos dentro del granito. Estos diques aumentan en intensidad y extensión cuanto más hacia el Sur, es decir, hacia esta Hoja.

Estos diques pudieron ser los conductos de salida de un magma diabásico que se extendió hasta los límites marcados.

La potencia de la colada no debe ser grande, puesto que son comunes los asomos de un granito con textura porfídica unas veces, pegmatítica otras.

En contra de esta primera hipótesis está el tener que imaginar una muy densa red de diques distribuidos a lo largo de toda la zona, pero este hecho no ha sido constatado con la amplitud precisa.

Por otro lado, no se conoce en una amplia extensión territorial circundante ningún vulcanismo básico que alcance tan gran superficie.

Sobre la posibilidad B), FABRIES («Particularités structurales et origine du complexe Granite-Roches vertes de Castilblanco de los Arroyos», *Est. Geol.*, vol. XV, 1959, pp. 147-156) no menciona nunca una intrusión diabásica cuando a rocas básicas se refiere. Por el contrario, dice que el macizo básico de Castilblanco está constituido por rocas de naturaleza diorítica esencialmente, mezcladas con otras tipo granito.

Ante esta dualidad de opiniones cuyo origen radica entre los resultados de laboratorio y la interpretación de los autores, creemos que el problema estriba en la imprecisión del término diabasa, que varía según las escuelas que traten el tema.

Nosotros nos inclinamos por la forma expuesta en B), aunque no desechemos la A), pero en una extensión mucho más reducida que la expresada en el mapa.

Cronológicamente las diabasas serían posteriores a todas las rocas intrusivas, salvo al granito de Gerena.

Las aureolas de metamorfismo han sido producidas por los granitos subyacentes, siendo visibles en muchos casos pequeños asomos de los mismos.

6.2 ROCAS VOLCANICAS

A pesar de estar en el extremo más oriental de la Banda Piritosa y quizá precisamente por esta causa, las manifestaciones de vulcanismo ácido (pV³) son tan escasas, e incluso de dudosa clasificación por fuerte contaminación ferruginosa, que apenas si merece describirlas.

En los dos ojales cartografiados dentro de lo que hemos denominado «Banda Norte», la textura es porfídica, siendo los constituyentes esenciales el cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa.

El cuarzo es de dos tipos: En la pasta aparece bastante equigranular, interlobulado; el otro tipo está en fenocristales de tendencia idiomorfa con bordes de crecimiento y corroído típico de pórfidos.

Los sulfuros de hierro invaden la roca en fisuras sinuosas que atraviesan fenocristales de cuarzo.

No es común a todo lo largo del Cinturón Piritoso encontrar rocas volcánicas dentro del Devónico. Estratigráficamente siempre están encima de él y por debajo del Carbonífero. Uniendo esta observación regional con la poca magnitud de afloramiento, creemos se trata de una roca filoniana de composición ácida que ha sido extruida a favor de alguna fractura.

En relación a las rocas volcánicas básicas (ϵ_n^b), diabasas, nada queda por añadir al haber sido mencionadas sus características dentro del apartado correspondiente a filonianas e intrusivas.

6.3 ROCAS FILONIANAS

Por su representación dentro de la Hoja destacan en lugar preferente rocas aplíticas con textura granoblástica, holocristalina alotriomorfa.

El afloramiento más meridional, próximo al granito de Gerena, está claramente separado de cualquier intrusión por rocas pizarrosas cuarcíticas. Por el contrario, hacia el Norte se tiene otra banda muy estrecha justamente en contacto con granitos, granito de El Garrobo, por el Sur, y rocas diabásicas por el Norte.

Composicionalmente, unas y otras son similares, y por ello la descripción se referirá esencialmente al asomo mayor.

Externamente son rocas de tonos rosados, blancos o grises con granulometría tamaño arena que se deshace fácilmente por simple fricción dactilar cuando se está en zona de borde. Por el contrario, en zonas internas la cementación es tal que realmente parece una cuarcita algo arenosa y difícil de partir.

Mineralógicamente, están constituidas por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas.

El feldespato potásico está pertitzado, y el cuarzo forma abundantes crecimientos mirmequíticos. En algunos puntos hay textura gráfica.

El emplazamiento fue pre o sinorogénico, dada la fuerte tectonización y apertura consecuente de fracturas en las que se han formado microbrechas con cemento ferruginoso.

Cuantitativamente le siguen en importancia a las aplitas otras rocas de carácter básico: Espessartita.

Son filones que siguen la orientación general hercínica cuya longitud y anchura es variable según los puntos.

La textura es granoblástica, holocristalina, alotriomorfa. Mineralógicamente, están constituidos por biotita, plagioclasas y piroxenos. En algún caso han sido silicificadas y entonces también tienen cuarzo.

En alguna lámina delgada (175) se observa un proceso de asimilación por el que van desapareciendo los cristales mayores.

Anfibolitas (FL³)

Asociadas a pizarras negras muy silíceas.

Los minerales constituyentes están orientados según N-100-E. Puesto que están encajados en lo que constituye una fractura importante (oeste de Burguillos), su textura es milonítica. Esta milonitización es intensa en algunos puntos, pero no origina minerales nuevos.

La tectonización origina estructuras flaser y posteriormente hay un plegamiento con tendencia a «Kind band». Por último, sufren una fracturación por dos sistemas de microfrazas casi perpendiculares entre sí a las líneas de flujo y microfrazas conjugadas a 35°-40° del sistema principal.

Los cristales de anfíbol, además de su trituración, han girado fuertemente en torno a su eje mayor.

Dentro de este grupo filoniano también deben incluirse los numerosos diques que cortan las masas plutónicas en toda la Hoja. Generalmente tienen estructuras bolares con una fracturación concéntrica y otra radial.

6.4 ROCAS METAMORFICAS

Como se ha expuesto en apartados anteriores, existe una gradación metamórfica decreciente en la dirección norte-sur que comprende la secuencia:

Gneises — pizarras mosqueadas — esquistos — pizarras.

Es obvio que los sedimentos de caja, devónicos probablemente, han sido transformados por efecto de las intrusiones graníticas.

Gneises (ξ²)

Su situación cartográfica indica claramente una transformación por metamorfismo de contacto formando parte de la aureola envolvente al granito.

Los resultados del estudio microscópico reflejan en su mayor parte un metamorfismo sobre rocas ígneas, ortoneises, con textura holocristalina, alotriomorfa y fluidal, y cuyos componentes mineralógicos esenciales son el cuarzo, microclina, plagioclasa y algunas veces moscovita y/o biotita, pero de formas aisladas.

Los cristales están orientados y girados en el sentido de la deforma-

ción. Cuando hay micas, éstas se disponen junto con el cuarzo intersticial alrededor de los cristales, adoptando textura fluidal.

Con relativa frecuencia son visibles pliegues incipientes.

Pizarras mosqueadas (Kξ²)

Localizadas a lo largo de una línea bastante uniforme de dirección aproximada SE-NO. y que circunda a los gabros y dioritas en la mitad occidental y a las diabasas en la oriental.

Las características, tanto a un lado como a otro, son idénticas, no conteniendo ningún mineral índice que revele el grado de metamorfismo.

El mosqueado es producido por minerales micáceos (biotita), pero en algún caso está originado por andalucita. Este mineral, a pesar de no ser índice, sí indica que se está en la zona de más temperatura dentro de las corneanas de albita-epidota, o ya en las corneanas de hornblenda.

Esquistos (ξ²)

Textura granoblástica, lepidoblástica, esquistosa.

Mineralógicamente están constituidos por cuarzo, sericita y moscovita. El cuarzo no tiene zonas de sombra ni de crecimiento, pero se encuentran sus granos dispuestos en bandas paralelas a la esquistosidad y con muchas inclusiones.

En algún caso se detectó la presencia de turmalina, confirmando así la proximidad a un batolito.

El paso de esquistos con metamorfismo de contacto a pizarras verdosas afectadas únicamente por el regional, es gradual a través de semiesquistos que parece deriven directamente de una arenisca o grauwacka. La existencia de albita dentro de los componentes mineralógicos de estos semiesquistos los incluyen en la facies de pizarras verdes.

7 BIBLIOGRAFIA

- BARD, J. P., y FABRIES, S. (1970).—«Aperçu pétrographique et Structural sur les granitoïdes des la Sierra Morena Occidental (Espagne)». *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXXI-II-III, pp. 226-241.
- CALDERON, S. (1896).—«Estructura del terreno terciario del Guadalquivir en la provincia de Sevilla». *Bol. Com. Map. Geol.*, t. XX, pp. 313-318.
- FABRIES, J. (1963).—«Les formations cristallines et métamorphiques du Nord Est de la province de Seville». *Thèse, Sciences de la Terre*, Mémoire núm. 4, Nancy.

- FABRIES, J., y SADRANO, G. (1959).—«Particularites structurales et origine du complexe Granite-Roches vertes de Castilblanco de los Arroyos (Seville)». *Est. Geol.*, vol. XV (1959), pp. 147-156.
- GAVALA, J. (1927).—«Memoria correspondiente a la Hoja de Castilblanco. Mapa Geológico 1:50.000». *Bol. Inst. Geol. y Min.*, España (3), 9.
- HERNANDEZ ENRILE, J. L., y GUTIERREZ ELORZA, M. (1968).—«Movimientos caledónicos (fase soláirica, sárdica y érica) en la Sierra Morena Occidental». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* (g), 66, pp. 21-28.
- MAC PHERSON, J. (1879).—«Estudio geológico y petrográfico del norte de la provincia de Sevilla». *Bol. Mapa Geol. Esp.*, 6, Madrid.
- MAGNE, J., y VIGUIER, C. (1970).—«Stratigraphie du Néogène de la Bordure méridionale de la Sierra Morena, entre Huelva et Carmona (Espagne du SW)». *Bull. de la S. G. F.*, 7.^a serie, t. XII, pp. 200 a 209.
- PERCONIG, E. (1961).—«La tectónica del Mioceno de la Cuenca del Guadalquivir (España Meridional). 2.^a Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo (Sabadell y Madrid)». *Inst. Lucas Mallada*, fasc. IX, pp. 219-228, C. S. I. C. (Madrid).
- (1961).—«Sobre la constitución geológica de Andalucía Oriental y en particular de la Cuenca del Guadalquivir (España Meridional). Livre à la mémoire du professeur P. Fallot». *Mèm. S. G. F.*, pp. 229-256, París.
- (1964).—«Sull'esistenza del Mioceno Superiore in facies marina nella Spagna meridionale». *Compte rendu de la 3.^a session du Comité du Néogène méditerranéen* (Berne), pp. 288-302.
- (1973).—«El Andaluciense, XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología», pp. 201-223, ADARO, Madrid.
- PERCONIG, E., y GRANADOS, L.—«El estratotipo del Andaluciense, XIII Coloquio Europeo de Micropaleontología», pp. 225-246, ADARO, Madrid.
- PERCONIG, E. (1964).—«La estratigrafía del Mioceno en Andalucía Occidental (España). El límite Oligoceno-Mioceno y la fase terminal marina del Mioceno, 2.^a Reunión del Comité del Neógeno Mediterráneo (Sabadell y Madrid)». *Cursillos y Conferencias del Inst. Lucas Mallada*, fase IX, pp. 219-228, C. S. I. C., Madrid.
- (1968).—«Biostratigrafía della sezione di Carmona (Andalucía, Spagna) in base al foraminiferi planctonici». *C. R. du 4.^o congrés international du Néogène méditerranéen*, *Giornale di Geologia*, vol. XXXV, fase 3, pp. 191-218 (Bologne).
- (1971).—«Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la Meseta». *Congreso Hispano-Luso-Americano*, E-1-29, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Datos para la interpretación de la estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía». *N. C., I. G. M. E.*
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1968).—«Contribución al estudio de los yacimientos de hierro del SO. de España (Parte I)». *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXIX-IV.

- VEGAS, R. (1971).—«Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena Occidental y las Sierras del norte de la provincia de Cáceres (Extremadura española)». *Bol. Geol. y Min.*, t. LXXXII-III-IV, pp. 351-358.
- VERDENIUS, J. G. (1970).—«Neogene stratigraphy of the Western Guadalquivir Basin (Southern Spain)». *Utrecht Microp. Bull.* 3.
- VIGUIER, C. (1969).—«Precisiones acerca del Neógeno en Dos Hermanas (Sevilla)». *Bol. Geol. Min.*, t. LXXX, I. G. M. E.