



IGME

983

11-40

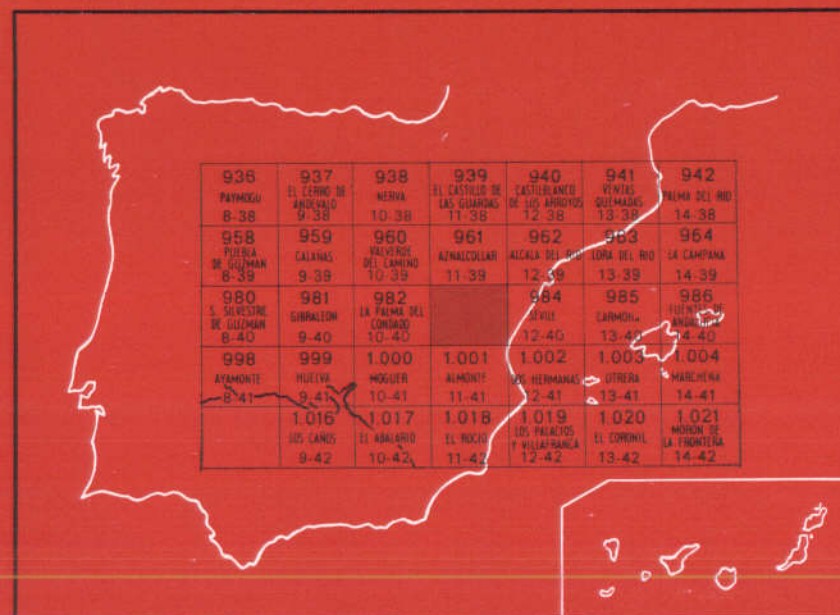
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SANLUCAR LA MAYOR

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

SANLUCAR LA MAYOR

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME. El personal que ha participado ha sido el siguiente:

Cartografía: F. Leyva Cabello y J. Ramírez Copeiro del Villar.

Memoria: F. Leyva Cabello y J. Ramírez Copeiro del Villar.

Micropaleontología: C. Martínez y L. F. Granados.

Petrografía: A. Argüelles.

Sedimentología: F. Leyva Cabello.

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 - 12.068 - 1976

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Sanlúcar la Mayor, situada en la parte suroccidental de la cuenca del Guadalquivir, en los límites de las provincias de Sevilla y Huelva, está constituida casi en su totalidad por los sedimentos neógenos marinos y transgresivos, sobre el Paleozoico de la Meseta, que aflora en pequeña extensión en el borde noroccidental de la Hoja.

Enclavada dentro de la cuenca del Guadalquivir, unidad estructural andaluza, que se extiende como una larga banda comprendida entre la zona Subbética, que la cabalga en su límite meridional, y el Paleozoico de la Meseta, sobre el que es transgresivo, cuya línea de contacto corresponde, a grandes rasgos, con la antigua orilla del mar desde Huelva a Córdoba, presenta un suave relieve ondulado, como corresponde a la naturaleza eminentemente margoso-limosa de los sedimentos; lo cual, unido a la meteorización y al intenso cultivo de las tierras, han dado lugar a una extraordinaria escasez de afloramientos.

Aunque el Paleozoico de la Meseta aflora sólo en una estrecha banda noroccidental, se le ha prestado gran interés, dada su importancia como zona minera.

Las investigaciones geofísicas, sus correlaciones con los afloramientos de la Meseta y con los sondeos realizados a lo largo de la parte septentrional de la cuenca, han puesto en evidencia que el zócalo se sumerge suave

y gradualmente hacia el Sur. Las fallas y flexuras que interesan al zócalo y al Neógeno superpuesto son locales y de poca importancia, con un salto muy modesto, y correspondientes probablemente al rejuvenecimiento de antiguas fracturas, debidas al hundimiento gradual de la parte sur del zócalo.

2 ESTRATIGRAFIA

El orden cronológico de las unidades cartografiadas es el siguiente:

- a) Formación volcánico-sedimentaria devónico-carbonífera.
- b) Mioceno.
- c) Cuaternario.

2.1 FORMACION VOLCANICO-SEDIMENTARIA DEVONICO-CARBONIFERA

(D₃-H^A), (βA_q¹)

Ocupa la zona NO. y parte del N. de la Hoja, estando limitada por los terrenos pospaleozoicos, bajo los que desaparece, para aparecer esporádicamente hacia el E. en forma de pequeños isleos.

Está constituida por rocas detríticas metamorizadas (pizarras pelíticas, pizarras limolíticas, limolitas metamorizadas, fillitas arenosas y algunas cuarcitas cloríticas) alternando entre sí y ocasionalmente con lavas.

Las pizarras son grises, presentando, cuando están meteorizadas, colores pardos y rojizos. Las limolitas presentan generalmente un espesor de 2 a 3 cm., pudiendo llegar a 10 y hasta 30 cm.

Las cuarcitas cloríticas se presentan intercaladas entre las pizarras y en espesores de 5 cm.

La presencia de clorita en las pizarras las hace suaves y untuosas al tacto. Muestran una pizarrosidad (S₂) muy penetrativa, que con frecuencia enmascara las estructuras primarias (S₁); sin embargo, a veces se observan franjas de algunos milímetros de espesor formadas por los componentes detríticos, que permiten en muchos casos el reconocimiento de la primitiva estratificación. Dichas franjas suelen ser la expresión microscópica de una estratificación graduada.

En esta serie pizarrosa aparecen estrechas intercalaciones lávicas (cuarzo-queratófidas), que por su reducida potencia no han sido llevadas al mapa, pero al N. de la Hoja y en su parte central aparecen coladas más extensas, susceptibles ya de una cartografía. Son también lavas cuarzo-queratófidas verdosas, con marcada esquistosidad y de aspecto porfídico, sin una estratificación claramente visible.

Las medidas efectuadas en las S₁ demuestran que aunque existe un

predominio neto de las capas que buzcan al N., las pizarras forman pequeñas estructuras que se integran en estructuras complejas de mayores dimensiones. Esto, y el hecho de que el Paleozoico ocupe una zona pequeña en la Hoja, hace difícil la realización de perfiles encaminados a deducir el espesor de la formación.

El datar estos sedimentos descritos, totalmente exentos de fósiles, como Devónico Superior-Carbonífero Inferior, se ha hecho por similitud litológica y de facies con los terrenos vecinos de la provincia de Huelva.

2.2 MIOCENO SUPERIOR

Discordantes y transgresivos sobre los sedimentos anteriormente descritos se superpone una serie marina, constituida de muro a techo por calizas, margas y limos arenoso-calcareos, datada como Mioceno Superior.

2.2.1 Facies de borde (T₁₁₋₁₂^{Bc3 Bc})

Siguiendo el contacto con el Paleozoico, encontramos una formación de potencia variable, entre varios metros, con un máximo de 30 m., constituida por biointramicritas e intrabiomicritas parcialmente recristalizadas, y en algunos puntos arenosas, a la que denominamos facies de borde. Algunos bancos de la formación tienen abundante cemento ferruginoso, lo que da a la roca un color marrón oscuro a negro, aunque esta característica es casi constante en toda la serie con mayor o menor intensidad.

El buzamiento de las capas varía entre subhorizontal a 10°, pero consideramos que se trata de buzamiento original y no tectónico.

La arena de las bio-intramicrocritas es de tipo arkosa-subarkosa, con cuarzo de extinción ondulosa y feldespatos de tipo plagioclasa albitizada. Esporádicamente hay cristales de minerales pesados tipo circón, epidota e ilmenita. Los intraclastos, abundantes en algunas zonas, son de semiesquistos y limolitas, metamorfozados en general.

Presenta abundante microfauna de: Algas, Elphidium, Amphistagina, Heterostegina, Globigerinoides, Equinodermos, Briozoos, Lamelibranchios, radiolas, Cibicides, Foraminíferos arenáceos, Gasterópodos, Operculinas, Miliólidos, Rotálidos, Lagénidos, Valvulínidos, Ophthalmídeos, Discorbis, Textuláridos, Rotalia, Ostrácodos, Globigerinas, *Orbulina bilobata*.

La microfauna y la petrografía de rocas sedimentarias nos indican una facies tipo pararecifal de mar somero, con escasos aportes detríticos muy localizados, y saturación en óxidos de Fe.

Aunque la microfauna no nos data con precisión la edad de estos depósitos transgresivos, dentro del ámbito de la Hoja, sabemos por los trabajos regionales de: PERCONIG, E.; MARTINEZ, C., y GRANADOS, L. F., es Tortoniense Superior-Andalucense Inferior.

2.2.2 Margas azul-verdosas (Tm^{Bc}₁₂)

Suprayacente y concordante con la formación anterior encontramos un paquete cuya potencia aflorante en el ámbito de la Hoja no supera los 30-35 m. y que se extiende ampliamente por las zonas centro y sur de la misma.

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

Hacia el techo, localmente se hacen más limo-arenosas, lo que ha dificultado en cartografía su separación del tramo superior.

Son muy escasos los buenos afloramientos de margas azules, sólo las canteras y el corte de los barrancos más profundos han permitido una recogida de muestras que han proporcionado una microfauna abundantísima de: *Globorotalia sp. (ancestral gr. margaritae)*, *Globigerinoides obliquus extremus*, *Bolivina apenninica*, *Globorotalia martinezi*, *Globigerinoides aff. obliquus extremus*, *Uvigerina stratissima*, *Cassidulina laevigata*, *Ehrenbergina alicantina*, *Orthomorphina tenuicostata*, *Uvigerina tenuistriata siphogenerinoides*, *Bulimina aculeata*, *Cymbaloperetta squammosa*, *Orbulina universa*, *Ammonia beccarii*, *Globigerinoides trilobus*, *Valvulineria bradyana*, *Sphaeroidina bulloides*, *Hopkinsina bononiensis*, *Cibicides floridanus miocenicus*, *Orbulina suturalis*, *Orthomorphina sp.*, *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*, *Planulina ariminen-sis*, *Globorotalia miozea*, *Globoquadrina altispira*, *Vaginulina aff. bradyi*, *Eponides praecinctus*, *Bolivina aff. spathulata*, *Cassidulina laevigata carinata*, *Margulina costata*, *Uvigerina peregrina*, *Virgulina schreibersiana*, *Reussellaspiculosa*, *Eponides praecinctus*, *Robulus calcar*, etc., y muchas otras especies, que nos permiten atribuir este tramo al Andaluciense.

2.2.3 Limos arenoso-calcáreos amarillos (T^{Bc}₁₂)

Concordante con el tramo anterior encontramos un paquete constituido por limos arenoso-calcáreos de un color amarillento que se extienden ampliamente por la zona centro-sur de la Hoja.

Presentan estratificación de masiva a muy difusa, aunque localmente sea más neta con bancos que oscilan de 30 cm. a 1,5 m.

Los afloramientos, al igual que los del tramo inferior, son escasos y sólo en canteras, taludes de la vía férrea y barrancos han podido ser muestreados.

El tránsito con el tramo infrayacente de las margas azules, si bien es neto en numerosos puntos, en otros, bien porque el techo de las margas sea más arenoso, bien porque el cultivo de las tierras, como causa principal, haya producido mezcla de materiales, se hace muy difuso y difícil de cartografiar.

Al igual que el tramo anterior, su microfauna es abundantísima, se han determinado: *Orthomorphina tenuicostata*, *Globigerinoides obliquus extremus*, *Uvigerina tenuistriata siphogenerinoides*, *Bolivina appenninica*, *Globorotalia ex. gr. menardi*, *Globorotalia martinezi*, *Globigerina nepenthes*, *Globigerina decoraperta*, *Bolivina arta*, *Globorotalia lupeae*, *Bolivinoides miocenicus*, *Cassidulina laevigata*, *Ehrenbergina alicantina*, *Marginulina costata coarctata*, *Sphaeroidinellopsis subdehiscens*, *Sphaeroidinellopsis seminulun*, *Globorotalia pseudobesa*, *Orbulina universa*, *Orbulina bilobata*, *Bulimina aculeata*, *Globigerinoides trilobus*, *Marginulina costata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides quadrilobatus*, *Cymbaloporeta squamosa*, *Globorotalia scitula*, *Uvigerina peregrina*, *Globigerinoides obliquus amplus*, *Globorotalia incompta*, *Cassidulina laevigata carinata*, *Bolivina dilatata*, *Globoquadrina altispira*, *Globigerina apertura*, *Globorotalia aff. acostaensis*, *Hopkinsina bononiensis*, *Reussella spinulosa*, *Discorbis orbicularis*, etc., y numerosísimas especies más, que nos permiten atribuir igualmente este tramo al Andaluciense.

2.2.4 Plió-Cuaternario ($T_2^B - Q_1$)

La extensa raña que se extiende al sur de Villalba de Alcor-Manzanilla hasta el borde centro-sur de la Hoja se presenta como una formación discordante erosiva sobre los limos areno-calcareos amarillos. Aunque su edad es difícil de precisar, y sólo un estudio morfológico regional podría aportar datos más concretos, la atribuimos a un Cuaternario antiguo y posiblemente al Plioceno.

Tanto su potencia como su litología son muy variables, toda vez que varía entre varios decímetros a 5 m. de potencia y sólo podríamos establecer litologías locales.

En general está constituida por cantos de cuarcita bien rodada, pizarras o semiesquistos muy redondeados y aplanados, limolitas y areniscas metamórficas, etc. La matriz es de arenas de cuarzo, mal clasificadas, con arcillas y limos rojos. Localmente pasa a tobas margosas y auténticos caliches, debidos a exudación en algunos casos, y en otros procedentes de la evolución de lagunas residuales, en una amplia llanura de génesis fluvial.

2.3 CUATERNARIO (QAI)

Como formaciones distinguibles en el Cuaternario solamente tenemos las amplias terrazas de los ríos Guadamar y Agrio, que corren a lo largo de toda la franja oriental de la Hoja.

2.3.1 Terrazas (QT_1 y QT_2)

Dos niveles de terrazas claramente diferenciables pueden encontrarse

a todo lo largo de los ríos anteriormente citados en su recorrido dentro de la Hoja.

Se encuentran a la altura de 30 y 20 m., respectivamente. La terraza alta sólo se conserva en la zona norte, cerca de la confluencia de ambos ríos, en tanto que al Sur está totalmente erosionada.

Su litología es esencialmente cuarcítica, con algunos cantos de esquistos, pizarras y limolitas metamórficas en la más antigua. La matriz es arenoso-cuarzosa y con restos de margas y algunos cantos acorazados, en tanto que la segunda es prácticamente cuarcítica con mayor proporción de arena y limo-lutita.

2.3.2 Aluvial actual (QAI)

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

Esencialmente están constituidos por conglomerados poligénicos con predominio de cuarcitas hasta un 90 por 100 y cantos muy escasos de esquistos y pizarras. El redondeamiento está comprendido entre 0,7 y 0,9 y la esfericidad de las cuarcitas es próxima a 1. Abunda la grava, y localmente (meandros abandonados) las arenas de cuarzo son el material dominante.

3 TECTONICA

Estructuras mesoscópicas

Los datos mesoscópicos estructurales han sido examinados en detalle. Este análisis condujo al reconocimiento de varias estructuras penetrativas como planas, lineales y ejes de pequeños pliegues. Los elementos estructurales mesoscópicos son designados de acuerdo con la nomenclatura adoptada por TURNER y WEISS (1963) y se han denominado como sigue:

- S₁: Estratificación. Se aprecia en las pizarras por la alternancia de franjas de distinta composición y color. La alternancia de pizarras y rocas detríticas sirve también para determinar a S₁.
- S₂: Pizarrosidad longitudinal o superficie axial de los pliegues de la primera generación, originada por una orientación preferente de los minerales micáceos. A veces es subparalela a S₁.
- S₃: Pizarrosidad transversa o superficie axial de los pliegues de la segunda generación, difícil de reconocer en el campo al ser menos penetrativa que la S₂.

S_4 : Crucero de clivo deslizamiento («strain slip cleavage») o plano axial de los pliegues en V («kink folds») de S_2 .

$L_1 = B_{S_2}^S$ = Ejes de pliegues de la primera generación en S_1 que tienen por plano axial a S_2 y son paralelos a la intersección de S_1 y S_2 . Existen también algunas estructuras «cleavage-mullions» formadas, por partición prismática de la roca, a lo largo de la intersección de la pizarrosidad y estratificación. La lineación de estas estructuras coincide con la dirección L_1 .

$L_2 = B_{S_3}^S$ = Ejes de pliegues de la segunda generación en S_1 que tienen por plano axial a S_3 y son paralelos a la intersección de S_1 y S_3 .

$L_3 = B_{S_4}^S$ = Ejes de pliegues en V en S_2 que tienen por plano axial a S_4 y son paralelos a la intersección de S_2 y S_4 .

La falta de carreteras o cortes perpendiculares a la formación paleozoica y la abundancia de terrazas de la repoblación forestal impiden el conocimiento exacto del tipo de pliegues. No obstante, en los recorridos de campo efectuados se ha observado la existencia de pliegues de dos distintas generaciones. Los de la primera, puestos de manifiesto en cortes perpendiculares a la dirección axial, son generalmente pliegues asimétricos con neto predominio de la rama que buza al N., que es la menos empinada, y algunos pliegues concéntricos.

Este primer movimiento tectónico originó, pues, pliegues de eje $B_{S_2}^S$ subhorizontales, de dirección E.-O. u. ONO.-ESE. y una pizarrosidad longitudinal que generalmente buza al N., subparalela a la superficie axial de estos pliegues y originada contemporáneamente con ellos.

Los de la segunda generación, menos frecuentes que los de la primera, se han encontrado en cortes paralelos a la dirección axial y se presentan en forma de suaves ondulaciones o pliegues abiertos de dirección N.-S. En lámina delgada se ha comprobado que los planos S_2 y S_3 son ortogonales.

Movimientos tardíos originaron pliegues en V («kink folds») en la S_2 , pero dado el escaso número de pliegues observados, nada puede afirmarse sobre la naturaleza de los mismos, salvo que son pliegues distintos a los que acabamos de estudiar.

El análisis estructural revela que el desarrollo de las estructuras puede ser atribuido a dos impulsos superpuestos y uno posterior de menor significación. Resumiendo, la fase orogénica principal corresponde probablemente a la orogenia Hercínica en su fase Astúrica, originando una serie de pliegues de vergencia S. y dirección E.-O. De lo dicho se deduce que el plegamiento de esta zona no es cilíndrico.

Análisis β

Para el estudio geométrico del plegamiento se han proyectado los datos obtenidos en el hemisferio inferior de una proyección de áreas iguales.

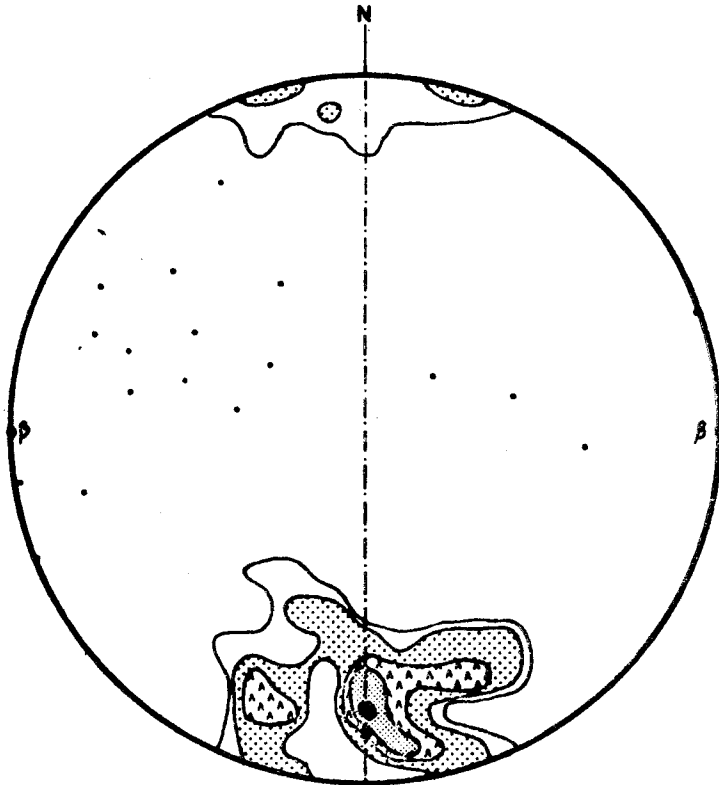


Diagrama 1.—Treinta y dos polos de S_1 (Contornos 3, 6, 9, 15, 18 por 100) y 17 L_1 en el Paleozoico de la Hoja.

En el diagrama 1 se han proyectado 32 polos de S_1 que definen un eje β prácticamente horizontal en dirección E.-O., representando el eje estadístico del primer plegamiento. La mayor parte de los S_1 definen un máximo (18,7 por 100) con una posición N. 90° E. y buzamiento de 68° al N.

El diagrama refleja el tipo de pliegues que generalmente observamos en el campo (pliegues de la primera generación), pliegues asimétricos con

neto predominio de la rama que buza al N., siendo la rama que buza al S. la que presenta buzamientos fuertes. El pequeño porcentaje de polos buzando al S. indica que estas partes de los pliegues fueron eliminadas por erosión o por fallas con buzamiento norte, apareciendo como normal el que las capas que forman las estructuras originen una sucesión ininterrumpida de ramas que buzanan al N.

Los polos no están distribuidos según un círculo máximo, por lo que el plegamiento no es cilíndrico. La dispersión lateral de los polos S_1 en torno al círculo máximo indica la existencia de un segundo movimiento tectónico. También se observa este fenómeno en la dispersión de los 17 ejes medidos que se hunden unas veces al E. y otras hacia el O.

En el diagrama 2 se han proyectado 47 polos de S_2 , mostrando un má-

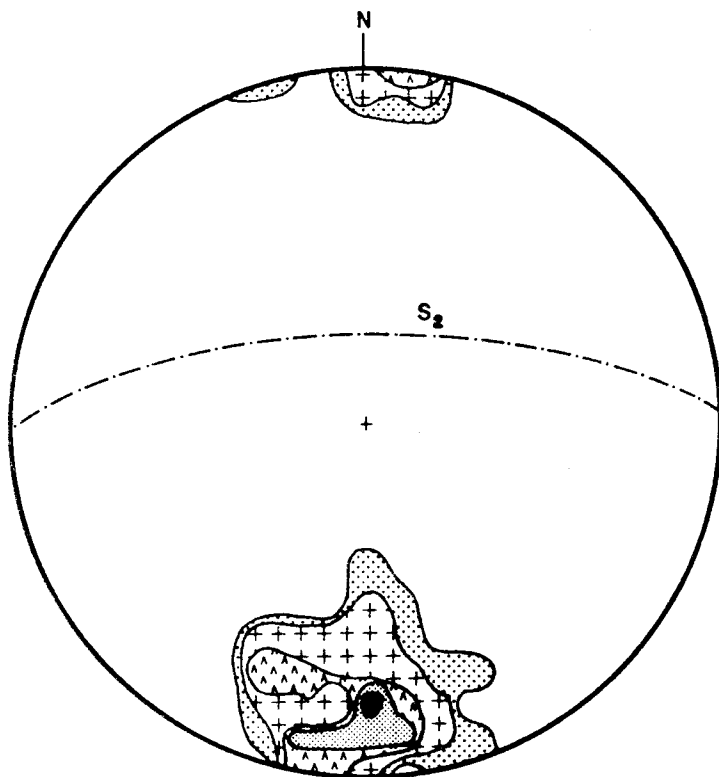


Diagrama 2.—Cuarenta y siete polos de S_2 (Contornos 3, 6, 9, 13, 17 por 100) en el Paleozoico de la Hoja.

ximo (17 por 100) correspondiente a un rumbo N. 90° E. y buzamiento 70° al N. Dicho plano axial S_2 contiene al eje β ; es decir, es subparalelo al plano axial de la estructura definida por los polos de S_1 .

La geometría de estas estructuras sugiere que esta zona muestra evidencia de dos deformaciones superpuestas. Estadísticamente hablando, el segundo movimiento tectónico produjo replegamiento de las primitivas L_1 , causando la actual tendencia en el área. Considerando la orientación de los S_1 con respecto al eje β , la fábrica macroscópica parece tener simetría monoclinica, pero si los efectos de la segunda son tenidos en cuenta, la simetría es triclinica.

La tectónica de los sedimentos Neógenos aflorantes en la Hoja la podemos considerar prácticamente nula, si bien el contacto margas azules-limos amarillos aparece levemente basculado de N. a S., es posible que se deba a la subsidencia diferencial de la cuenca, o bien a reajustes por rejuvenecimiento, muy reciente, de fallas del substrato.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Los materiales paleozoicos cartografiados carecen de fauna y no podemos precisar su edad relativa, por lo que el datarlos como pertenecientes al Devónico Superior-Carbonífero Inferior se ha hecho por similitud litológica y de facies con los materiales estudiados en los terrenos vecinos.

En esta cuenca hubo una sedimentación no muy potente de argilitas y materiales detríticos en un fondo poco profundo, entre los que se intercalan manifestaciones volcánicas (queratófidos). Cabe la posibilidad de que esta emisión esté favorecida por debilidades corticales o fracturas, motivadas por movimientos de componente vertical.

La fase orogénica principal, probablemente la fase Astúrica correspondiente a la orogenia Hercínica, formó las estructuras existentes.

El emplazamiento de las rocas intrusivas que afloran en la parte norte de la Hoja parece corresponder a etapas posteriores a la orogenia Hercínica, ya que en ellas no se observa ninguna acción tectónica.

Al final de este período tuvo lugar una emersión, provocando una laguna estratigráfica que abarca hasta la transgresión del mar Mioceno.

La transgresión datada como Tortoniense Superior-Andaluciense Inferior está representada por las biointramicritas ferruginosas en la Hoja, aunque los cambios laterales de facies en esta formación son abundantes, como es lógico pensar de un mar somero con abundantes aportes detríticos localizados.

Las margas azules serían el término más transgresivo generalizado,

sobrepasando en algunas zonas la línea de la transgresión calizo-conglomerática.

A finales del Andaluciense, el mar Mioceno inicia la regresión con la facies de limos arenoso-calcareos, asimilables a las calcarenitas de Carmoña, dadas por PERCONIG, E., como facies regresiva andaluciense.

Con posterioridad al Andaluciense, en el Plío-Pleistoceno la cuenca emerge y hay una etapa de peniplanización de tipo fluvial-llanura de inundación generalizada, dando lugar a la amplia raña.

Con posterioridad se organiza la red fluvial con diferentes cambios en el nivel de base, lo que da lugar a una serie de terrazas a diferente altura.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Aunque en la actualidad todas las minas del área estudiada están paradas, se trata de una zona que ha tenido una intensa explotación, como lo demuestra la cantidad de labores abandonadas.

Cabe distinguir, dentro de la zona estudiada, los siguientes tipos de mineralizaciones:

- 1.º Yacimientos filonianos de sulfuros de cobre.
- 2.º Yacimientos filonianos de sulfuros complejos.

1.º *Yacimientos filonianos de sulfuros de cobre*

Las minas de Trinidad y del Carmen son las correspondientes a este tipo de mineralizaciones. Se encuentran situadas en el término municipal de Escacena del Campo, en el paraje denominado Llanos de Santa Ana (coordenadas 2º 41' 10" - 37º 29' 35").

Los criaderos son filonianos de cobre, de dirección aproximada E.-O. y como roca de caja las pizarras devonianas. Se han localizado cinco filones sensiblemente paralelos, con corridas entre los 150 y 300 m., buzamiento medio de unos 40º al N. y potencias de unos 65 cm. Minas ya explotadas por los romanos o tartésicos. Pararon en 1946.

2.º *Yacimientos filonianos de sulfuros complejos*

Las minas del río Corumbel, situadas en la zona en que se unen los términos municipales de Villalba, Paterna y Manzanilla constituyen un campo filoniano con interesantes mineralizaciones complejas.

Se trata en todas ellas de filones de origen hidrotermal, de baja tempe-

ratura, con direcciones aproximadas E.-O. y con una paragénesis compuesta por galena, blenda, pirita y calcopirita, como ganga, cuarzo y carbonatos. La roca de caja son pizarras limolíticas y filitas arenosas casi verticales.

El cuarzo tiene color blanco lechoso, si bien es frecuente encontrarlo teñido de rojo por su contenido en óxido de hierro.

Los minerales metálicos principales, reconocidos en probetas pulidas, procedentes del grupo Nuestra Señora del Amparo y de La Unión (coordinadas $2^{\circ} 47' 20''$ - $37^{\circ} 27' 35''$), fueron grandes placas de galena con abundantes «triangular pits»; la calcopirita también aparece abundante, aunque en menos cantidad. Ambos minerales son xenomórficos e incluyen cristales de pirita ligeramente anisótropa e idiomorfa. Este último mineral se presenta en mucha menos cantidad y muestra bordes careados. Mucha más escasa aparece la blenda con desmezclas de calcopirita. Limonita muy escasa, rellena las grietas en la ganga. La covellina aparece como alteración de calcopirita y bordeando a la galena.

Las canteras en explotación, dentro del ámbito de la Hoja, son escasas. Se restringen únicamente a la explotación de las margas azules para cerámica de construcción, y a graveras, de mayor o menor importancia, en los aluviones recientes y terraza baja del río Gadiana. Las mayores explotaciones se encuentran en Sanlúcar la Mayor y Castilleja del Campo, para las margas azules, y al O. de Benacazón para las graveras.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Únicamente las terrazas y aluvial actual pueden tener importancia en la búsqueda de acuíferos.

El Pliocuaternalio, dado su poco espesor, la formación de los limos arenoso-calcáreos y las calizas de la facies de borde, sólo tienen un interés relativo y creemos nunca debe esperarse un caudal importante. Las margas azul-verdosas son prácticamente impermeables.

La mayoría de los pozos en explotación actual se encuentran en los cuaternarios, tanto en las terrazas como en los aluviones recientes. Es indudable que la formación de los limos arenoso-calcáreos, con una cuenca de recepción mucho mayor, y con un substrato impermeable, serían en principio el acuífero más importante, pero su textura con bancos intercalados más margosos, y sin apenas fracturación, hace que sólo un estudio especializado pueda dar su verdadera importancia.

La facies de borde sería igualmente digna de un estudio profundo, al menos en las zonas donde las calizas tengan un espesor considerable. Son la cuenca de recepción de las aguas de escorrentía del Paleozoico y están selladas por las margas azules, lo cual hace interesante una consideración sobre su importancia regional hidrogeológica.

6 PETROGRAFIA

6.1 ROCAS IGNEAS

Existen dos grupos de rocas ígneas en la zona estudiada. El primero lo integran las rocas intrusivas y filonianas y el segundo las rocas extrusivas.

Las rocas intrusivas aparecen localizadas en dos pequeñas apófisis, una en la zona N. y otra más pequeña en la NO. La roca de caja de esta masa ígnea son los sedimentos detríticos metamorfizados. La forma de intrusión y la falta de estructuras tectónicas nos indican que se trata de un granito poshercínico. Su pequeño tamaño y su morfología textural nos hace pensar en un granito de poca profundidad y enfriamiento rápido, que no afectó térmicamente a su roca encajante. Las rocas intrusivas están constituidas por granitos porfídicos con disyunción en bolas.

Las rocas filonianas están constituidas por diques de cuarzo mineralizados, de pequeña potencia, que no se han cartografiado, ya descritos en el apartado de minería.

6.1.1 Rocas intrusivas

Granitos porfídicos ($p\gamma^3$)

Formados por numerosos fenocristales de plagioclasa albitizada y más escasos de biotita cloritizada. En la mesostasis, además de albita se presenta en abundancia K-feldespatos y cuarzo en frecuente crecimiento micrográfico.

Como minerales accesorios: ilmenita leucoxenizada y transformada en esfena, apatito en secciones prismáticas y circón excepcional.

Las alteraciones deutéricas son aquí significativas con albitización y cloritización total de la plagioclasa y biotita respectivamente. Ambos van acompañados de epidotización, con formación de abundante clinzoisita prismática en agregados microgranulares y allanita esporádica.

6.1.2 Rocas extrusivas

Cuarzo-queratófidos (βA_q^1)

Formados por frecuentes fenocristales de plagioclasa albitizada totalmente, con efectos de deformación (extinción ondulosa, fuerte curvatura de los individuos del maclado, rotura con desplazamientos, etc.).

La matriz microcristalina la constituyen albita-cuarzo-K-feldespatos-sericitas-cloritita-mineral de epidota. Todos estos minerales muestran una orientación

preferente marcada según planos de esquistosidad de flujo, adaptándose a los contornos de los fenocristales. Son frecuentes las sombras de presión, al amparo de los cristales de albita, que destacan por su mayor cristalinidad.

Como accesorios, clorita, sericita, leucoxeno, esfena, carbonato y apatito. Una de las muestras posee una veta rellena de cuarzo, K-feldespatos, mineral de epidota, carbonato y anfíbol acidular esporádico, afectada igualmente por la deformación.

6.2 ROCAS METAMORFICAS (D₃-H⁴)

El total de los materiales paleozoicos cartografiados procede de rocas sedimentarias, que han sufrido los efectos de un metamorfismo regional epizonal, de escasa cristalinidad y con matriz totalmente recrystalizada, correspondiente a la facies inicial de los esquistos verdes, subfacies de la clorita, que ha producido en los sedimentos pelíticos el desarrollo de una pizarrosidad muy penetrativa, debido a la orientación de los cristales laminares.

Las rocas sedimentarias (lutita, fangolita, limolita, arenisca limoso-arcillosa y arenisca arcillosa) se transforman al metamorfizarse en pizarras pelíticas, pizarras limolíticas, limolitas metamorfizadas, filitas arenosas y cuarcitas cloríticas, respectivamente, todas ellas con análoga composición mineralógica, variando solamente en lo referente a la proporción de limo, arcilla y arenisca. Los tres primeros tipos de rocas son las más abundantes y su variación estriba únicamente en la proporción de limo y arcilla.

El primer movimiento tectónico es visible tanto en las pizarras pelíticas como en las limolíticas y en las limolitas metamorfizadas, mientras que el segundo movimiento tectónico se acentúa más en las pizarras pelíticas, es visible en las pizarras limolíticas y no se observa en las limolitas metamorfizadas.

La descripción de los diferentes tipos de rocas es como sigue:

Pizarras pelíticas. Están formadas prácticamente por la fracción pelítica y limo excepcionalmente. La fracción pelítica está constituida por clorita, sericita y microcuarzo. Estratificación visible. Pizarrosidad de fractura ondulada por una segunda serie menor a escala microscópica.

Pizarras limolíticas con clorita. Formadas por una fracción limolítica y otra pelítica recrystalizada. La fracción limolítica está constituida de mayor a menor, por cuarzo, feldespatos (albita), láminas de mica y fracción pesada visible (esfena, leucoxeno, mineral de hierro, circón, turmalina y apatito).

La fracción pelítica se dispone a modo de matriz entre las partículas de limo o se concentra en pequeños lechos marcando la estratificación, pudiendo o no coincidir con la pizarrosidad de fractura inicial, que está afectada

tada por un segundo crucero de escasa intensidad de microfracturas discontinuas o crenulación. La fracción pelítica es de escasa cristalinidad, formada por clorita a veces en microporfiroblastos, sericita y microcuarzo.

Limolitas metamorfizadas. Son análogas mineralógicamente a las pizarras limolíticas. Al igual que ellas están constituidas por una fracción de limo y otra pelítica recristalizada de escasa cristalinidad, variando solamente en la proporción de estas fracciones detríticas (en una relación equivalente aproximadamente a 2:1, mientras que para las pizarras limolíticas era alrededor de 1:1). Estratificación y pizarrosidad inicial visibles; la segunda pizarrosidad, inapreciable.

Filitas arenosas o semiesquistos. Formadas por frecuentes restos de fracción detrítica (del tamaño de arena muy fina, fina y media), mal calibrada, compuesta de cuarzo y albita escasa. La matriz es muy abundante con clorita como importante, sericita subordinada y mineral de hierro, esfena y circón como accesorios.

Cuarcitas cloríticas. Formadas por restos detríticos de cuarzo, que acusan los efectos de una deformación (extinción ondulosa, recristalización fracturación, etc.), con marcada orientación preferencial según planos de pizarrosidad, rodeados por una matriz a base de clorita, microcuarzo subordinado y mica blanca escasa.

Como accesorios: esfena, mineral de hierro y circón.

7 BIBLIOGRAFIA

- ARMENGOT, J., y VAZQUEZ, F. (1972).—«Hoja geológica de Valverde del Camino (960)». *I. G. M. E.*
- BOLLO, M. F., y SAAVEDRA, J. L. (1966).—«Estudio geológico estructural de la cuenca del río Genil». *M. O. P. Centro de Estudios Hidrográficos*, l.r.g.i., 42.
- CALDERON, y ARANA (1893).—«Movimientos pliocenos y pospliocenos en el valle del Guadalquivir». *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XXII, pp. 5-18, 1 fig., Madrid.
- CALDERON (1893).—«Estructura del terreno terciario del Guadalquivir en la provincia de Sevilla». *Bol. de la Com. del Mapa Geol. de Esp.*, s. 1 a, t. XX (1895), pp. 313-318.
- GAVALA, J., y MILANS DEL BOCH, J. (1924).—«Informe sobre abastecimiento de aguas de la ciudad de Sevilla». *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, t. XLV, pp. 343-398.
- PERCONIC, E. (1961).—«La estratigrafía del Mioceno en Andalucía occiden-

- tal (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 Instituto «Lucas Mallada»*, fasc. IX, pp. 218-219, 1 pl. (1964), C. S. I. C., Madrid.
- (1961).—«La tectónica del Mioceno de la cuenca del Guadalquivir (España meridional)». *Ibid.*, pp. 271-273, 2 figs.
 - (1961).—«Sobre la constitución geológica de Andalucía occidental y en particular de la cuenca del Guadalquivir. (España meridional.)» *In livre à la mémoire du professeur Paul Fallot. Mem. hors. série; S. G. F.*, t. 1, pp. 289-256, 6 figs., París.
 - (1964).—«Sull'esistenza del Mioceno Superiori in facies marina nella Spagna meridional». *In Compte rendu de la 3.ª ssesión du Comité du Néogène Méditerranéen (Berne)*, pp. 288-302, 2 pl., E. J. Brill, Leiden.
 - (1967).—«Biostratigrafía della sezione di Carmona (Andalucía, Spagna) in base al foraminiferi plactonici». *C. R. du 4.º Congrès international du Néogène Méditerranéen, Giornale di Geologia* (1968), vol. XXXV, fasc. 3, pp. 191-218, Bologne.
 - (1971).—«Sobre la edad de la transgresión del Terciario marino en el borde meridional de la Meseta». *Congr. Hispano-Luso-Americano*, E-1-29 (Madrid).
- PINEDO, VARA, T. (1963).—«Piritas de Huelva». *Editorial Summa* (Madrid).
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Datos para la interpretación de la estratigrafía del Terciario y Secundario de Andalucía». *Not. y Com. I. G. M. E.*
- TURNER, F. J., y WEISS, L. E. (1963).—«Structural Analysis of Metamorphic Tectonites». *Mc Graw Hill. New York-London*, 545 págs.
- VERDENIUS, J. G. (1970).—«Neogene stratigraphy of the Western Guadalquivir Basis (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.