



IGME

936

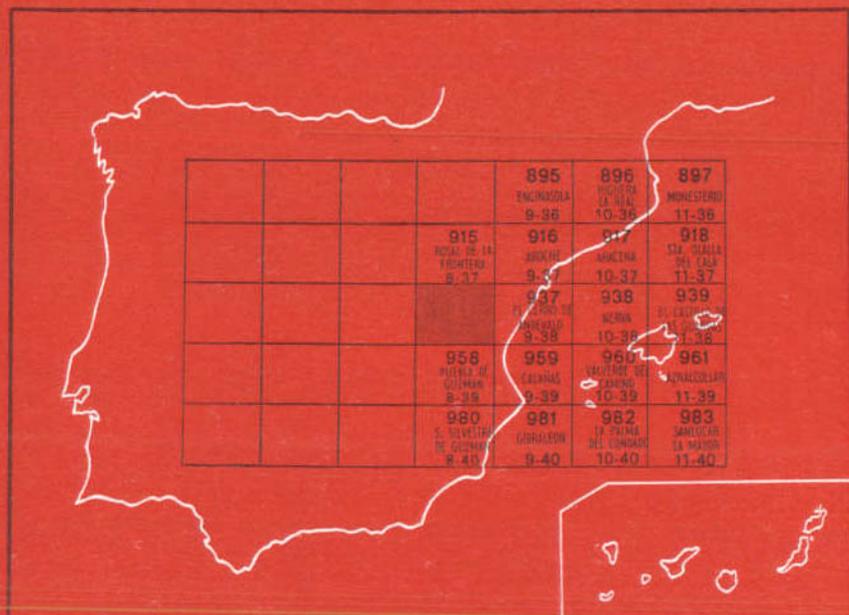
8-38

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PAYMOGO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PAYMOGO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

El gran interés minero de esta Hoja hizo que fuera incluida en la Reserva a favor del Estado «Zona de Huelva» («B. O. E.» de 8 de julio de 1971) y estudiada por el equipo del IGME que ha desarrollado el Programa de Investigación de Sulfuros Polimetálicos en esta Reserva. Dicho equipo ha estado formado por: F. Gozalo, J. Locutura, A. Sánchez y F. Vázquez; colaboró en la Petrografía, L. A. Cueto.

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 - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

Depósito Legal: M - 39.202 - 1979

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

1 INTRODUCCION

La Hoja comprende terrenos del límite norte de la faja pirítica del SO de la Península Ibérica, que se extiende desde la provincia de Sevilla hasta cerca de la costa atlántica portuguesa.

Este cinturón pirítico representa la parte central de un geosinclinal Devónico-Carbonífero, en cuya parte septentrional se encuentra el geoanticlinal de Beja-Aracena, formado por rocas metamórficas de edad precámbrica a paleozoica; hacia el este, oeste y sur el cinturón pirítico está cubierto por sedimentos terciarios, cuaternarios y recientes.

Los materiales devónicos del citado geosinclinal están constituidos principalmente por pizarras y cuarcitas, con algunos lentejones de calizas y conglomerados.

A estos terrenos sigue de forma aparentemente concordante el denominado Complejo Volcánico-Sedimentario (CVS), constituido por rocas volcánicas ácidas y básicas con intercalaciones detríticas de edad Carbonífero Inferior. Desde el punto de vista geológico-minero, el Complejo Volcánico Sedimentario es de extraordinaria importancia por ser el portador de todos los yacimientos estratiformes, tanto de sulfuros polimetálicos como de las mineralizaciones manganesíferas. El Carbonífero detrítico está constituido por una monótona serie de pizarras arcillosas (argilitas) y cuarcitas que pasa en la parte superior del Culm y, en ocasiones, lateralmente a pizarras y grauvacas.

El área ha sido afectada por episodios de plegamiento. El primero (fase principal) se trata de un plegamiento cilíndrico plano, con plano axial de

orientación ONO-ESE, y el segundo, de un plegamiento de plano axial NNE-SSO.

En relación con la fase orogénica principal existe una red de fallas longitudinales, transversales o normales y oblicuas o de cizalla.

2 ESTRATIGRAFIA

Los terrenos existentes en el área estudiada pertenecen al Paleozoico. Por orden de antigüedad decreciente aparecen las siguientes unidades:

- 2.1 Formación de Los Pagos de la Sierra.
- 2.2 Complejo Volcánico-Sedimentario y formación de Cerro Méndez.
- 2.3 Grupo Culm.

2.1 FORMACION DE LOS PAGOS DE LA SIERRA (D)

Constituida por una serie monótona de esquistos filoníticos, filadios, grauvacas y cuarcitas, con pequeñas intercalaciones de volcanitas, ocupa la parte norte de la Hoja y de la alineación Paymogo-Santa Bárbara de Casas, extendiéndose hacia el norte y levante por las vecinas Hojas de Aroche y Aracena, y contactando mecánicamente por el sur con las pizarras y grauvacas del Carbonífero Inferior.

Característico de esta formación es su intenso replegamiento y la profusión de amígdalas de cuarzo de exudación existente entre los filadios y esquistos.

Los niveles de cuarcitas y grauvacas permiten reconocer la superficie S_0 de estratificación, que en general coincide con la pizarrosidad principal S_1 .

Equivalente a la formación Pulo do Lobo en Portugal, su posición crocestratigráfica no ha podido ser determinada paleontológicamente.

Se trata de una formación con un metamorfismo dinámico fundamentalmente, estilo tectónico y litología análogos a los de las otras formaciones de la faja pirítica.

Recientes trabajos, realizados en la zona fronteriza del área Santa Iria-Ficalho, por D. de Carvalho, Comia H. C., Inverno, C. M. C., han puesto de manifiesto la existencia de una estructura que permite considerar a la formación Pulo do Lobo como perteneciente al Devónico Superior, al menos en su parte más alta.

2.2 COMPLEJO VOLCANICO-SEDIMENTARIO Y FORMACION DE CERRO MENDEZ

La serie volcánica-sedimentaria se encuentra en la región comprendida entre los últimos tramos del Devónico Superior (Famenense) y los primeros

del Carbonífero Inferior, según determinaciones realizadas por v.d. BOOGAARD y SCHERMERHORN (1967 y 1975). Actualmente se considera que el Complejo Volcánico-Sedimentario (CVS) tiene, en su mayor parte, una edad Tournaisiense y Viseiense, aunque no se excluye la posibilidad de que sus tramos inferiores tengan una edad Fameniense.

En la Hoja de Paymogo, la serie volcánica se sitúa a muro de una formación constituida por alternancias de pizarras, tobas, grauvacas, cuarcitas y escasos lentejones de calizas pertenecientes al CVS. Estas últimas han sido enviadas al Dr. v.d. BOOGAARD para la investigación de su posible microfauna de conodontos, pero no se obtuvieron resultados positivos.

El CVS está constituido por rocas volcánicas submarinas ácidas, intermedias y básicas con niveles detríticos intercalados. Su origen efusivo se pone de manifiesto por la presencia de estructuras y texturas de flujo e intercalaciones concordantes de materiales sedimentarios.

Los focos efusivos se manifiestan por acumulaciones de los productos iniciales del volcanismo (aglomerados, brechas, lavas porfídicas, etc.). En dirección tanto lateral como frontal se producen fuertes cambios de facies, llegando a pasar a sedimentos detríticos que cronológicamente pertenecen al CVS, pero de separación difícil con los materiales de otras formaciones, teniendo que hacerse su delimitación mediante contactos supuestos.

Puede establecerse una serie estratigráfica general para la zona estudiada, aunque falta, en ocasiones, algunos de los términos de la misma. El orden de formación de los distintos niveles del CVS es el siguiente:

2.2.1 VOLCANISMO INICIAL (HTb^{A-A}₁₁₋₁₂, HV1^{A-A}₁₁₋₁₂, HV2^{A-A}₁₁₋₁₂,

HT2^{A-A}₁₁₋₁₂, HT2^{A-A}₁₁₋₁₂, HTb2^{A-A}₁₁₋₁₂, J, Pm)

Aparece bien representado en la alineación Vuelta Falsa-Mina del Toro y los materiales sedimentarios que le acompañan son mucho más escasos que en el volcanismo ácido segundo.

Dos tipos de lavas se han diferenciado dentro de este volcanismo: uno intermedio y otro ácido.

Donde se observa más claramente las relaciones espaciales entre ambos tipos de coladas, es en el anticlinal que se extiende desde el sur de la mina del Carmen hasta la mina de Los Silos.

Las lavas intermedias varían desde riocacitas a andesitas. Tienen textura porfídica y colores verdosos algo más oscuros que las ácidas. En ocasiones afloran con formas redondeadas de colores pardo rojizos que recuerdan a las lavas básicas. Aparecen acompañadas de tobas muy cloritizadas y con una esquistosidad muy acusada. Al sur del Cerro Romanera se han agrupado con las tobas lavas con estructuras tobáceas (esquistosidad y clastos angulosos), únicamente identificables con la ayuda del microscopio.

Las lavas ácidas son fundamentalmente riolitas y riodacitas, aglomerados, brechas y tobas de la misma composición. Tienen colores claros, variando del blanco al verde, siendo frecuentes las estructuras de flujo y columnares.

Sobre el terreno y a escala de muestra de mano puede hacerse una nueva subdivisión y distinción: lavas aflorando en pequeñas coladas que forman resaltes topográficos y que aparecen dentro de la serie de volcánicas intermedias, a modo de diferenciaciones exteriores más ácidas, y lavas en amplias coladas, como las que se extienden desde el Cabezo Papatiros hasta el Tejar de los Silos, frecuentemente autobrechificadas y con aspecto más vítreo que las anteriores, que aparecen casi siempre en relación con niveles de cineritas ácidas y gradúan lateralmente a aglomerados (Cabezos de Redondo, Buitres, etc.).

En las cineritas ácidas aparece un nivel de pizarras moradas muy silicificadas. Casi todas las minas de la Hoja están emplazadas en las cineritas ácidas.

Los aglomerados corresponden a episodios volcánicos de carácter explosivo y se sitúan en las proximidades de los focos efusivos. Los clastos, de colores grisáceos y tamaños variados, suelen ser de materiales felsíticos y la matriz una toba cloritizada y sericitizada. Localmente aparecen cineritas moradas, muy silicificadas, cementando los clastos y pequeños lentejones aislados de jaspe (con aspecto de chert).

2.2.2 VOLCANISMO BASICO INTERMEDIO (Hv3^{AA}₁₁₋₁₂)

Las rocas de este horizonte aparecen generalmente sobre las formaciones ácidas.

Son basaltos de variado tamaño de grano, muy masivas, escasamente apizarradas, y en las que el plano de flujo es difícilmente reconocible.

Presentan disyunción en bolos y colores verdes oscuros con superficies rojizas de alteración.

Los materiales piroclásticos son escasos.

Donde aparecen con mayor profusión es en la parte central-oeste de la Hoja área de los vértices Bramadero, Bar Peloché y Casa del Alto.

2.2.3 FORMACION DE PIZARRAS, ARENISCAS CUARCITAS, JASPES, PIZARRAS MORADAS (CINERITAS), CALIZAS, GRAUVACAS Y LAVAS DEL VOLCANISMO ACIDO SEGUNDO (H₁₁₋₁₂^{AA}, HTb4₁₁₋₁₂^{AA}, C, Pm, J)

Los materiales de esta formación se sitúan estratigráficamente a techo de los productos volcánicos anteriormente citados.

Las pizarras suelen ser grisáceas y en ellas aparecen niveles estrechos, no mayores de 3 m., de tobas y tufitas de grano fino.

Los cherts, jaspes y pizarras moradas (cineritas) se encuentran siempre asociados, apareciendo en lentejones o capas interestratificados en las pizarras. Las mineralizaciones de manganeso relacionadas con estos materiales suelen ser esporádicas y escasas, salvo en la mina del Toro.

Las areniscas y cuarcitas tienen generalmente escasa potencia, no suelen llegar al metro, pero, en ocasiones, alcanzan un gran desarrollo y pueden llegar a tener hasta 50 m. de potencia. Su continuidad o extensión lateral permanece a lo largo de cientos de metros. Hay algunos lentejones de caliza intercalados en esta serie.

Característica de esta formación es la existencia de nódulos y pequeñas capas de mineral de manganeso y limonítico, cuya potencia varía de 1 a 10 cm. y cuya extensión o corrida es de hasta varios metros. También lo es el color rojizo asalmonado e incluso abigarrado en algunas ocasiones que toman las rocas por la acción de los agentes externos.

El volcanismo ácido segundo tiene un escaso desarrollo en el territorio de la Hoja. Se limita a algunas tobas dentro de esta alternancia de pizarras, grauvacas y cuarcitas, siendo la zona sudeste de la Hoja donde aparece mejor representado, en relación con la alineación volcánica Vuelta Falsa-Mina del Toro.

Al sur de Sta. Bárbara se ha diferenciado una banda de pizarras muy silicificadas con abundantes lentejones de cherts, que pertenecen al mismo nivel.

2.2.4 VOLCANISMO DE ROMANERA

Denominado así por ser en la Mina Romanera donde aparece con mayor extensión; su composición es fundamentalmente ácida, aunque también existen términos de composición intermedia; corresponde a una actividad subvolcánica póstuma, posterior a todo el CVS.

Los contactos con los materiales encajantes son discordantes y la forma general de los afloramientos se aparta de la tendencia regional. En algunas zonas la intrusión ha producido una estrecha aureola de metamorfismo de contacto.

Otras zonas donde aparece este volcanismo son los flancos norte y sur del cierre oeste del anticlinorio Vuelta Falsa-Mina del Toro y en la carretera Puebla-Paymogo (margen izquierda del Malagón).

2.2.5 FORMACION DE CERRO MENDEZ (Hp^{A-A}₁₁₋₁₂)

Al SO del paraje denominado Los Pagos de la Sierra, donde se sitúa el vértice Méndez, afloran pizarras y grauvacas muy silicificadas e intensamente replegadas, que presentan un color asalmonado característico.

La uniformidad de la formación condiciona la morfología de la erosión que origina un paisaje típico, con suaves y redondeadas cumbres, igualdad de cotas topográficas, escasísimos afloramientos, etc...

Su posición estratigráfica no puede ser establecida en el territorio de la Hoja ni respecto a las formaciones circundantes, ya que sus contactos son discordantes o cabalgantes. Su continuación en Portugal permite asimilarla a la formación Atalaia, que es una facies terrígena, no volcánica, del CVS.

2.3 GRUPO CULM

Depositado concordantemente sobre el CVS, ocupa el núcleo de un amplio sinclinal.

Se inicia con niveles pizarrosos que pasan gradualmente a grauvacas, llegando hacia el techo a formar una serie monótona de grauvacas y pizarras, tipo flysch.

Localmente aparecen pequeños afloramientos de rocas volcánicas, cuya presencia puede explicarse por una migración de la actividad ígnea.

No se han encontrado fósiles del tipo de la *Posidonomia Becheri*, tan frecuentes y abundantes en otras áreas de la región (sinclinal de Herrerías-Cabezas de Pasto, techo del anticlinal Puebla de Guzmán-Tharsis-Alosno, etcétera). No obstante, por analogía y de acuerdo con los estudios de v.d. BOOGAARD y SCHERMERHORN (1975) en la zona de Sotiel Coronada, el muro del Culm debe situarse entre el límite del Viseiense Inferior y el Superior, desconociéndose hasta qué edad continuó su deposición.

3 TECTONICA

Las rocas de la zona, como las del resto de la faja pirítica, han sido deformadas por la orogenia hercínica en diversas fases.

La fase inicial, la más importante, ha generado estructuras que, aunque deformadas por fases posteriores, determinan la tendencia regional. Dentro de ella se pueden diferenciar subfases de direcciones coaxiales.

A esta fase corresponden los dos cabalgamientos o fallas inversas.

La segunda fase, menos intensa, de dirección aproximadamente perpendicular a la primera, es responsable de las estructuras con ejes N-S o NE-SO.

La tercera fase es poco importante, coaxial con la primera. Se limita a pliegues del tipo «Knik folds» (pliegues en V) que origina un crucero de fractura («strain-slip cleavage»). Incluso podría tratarse de una subfase de la primera. Donde más se manifiesta esta tercera fase es en las formaciones Pagos de la Sierra y Cerro Méndez, que son las más intensamente deformadas.

Estas fases de deformación descritas son las que han sido observadas a lo largo del trabajo. Sin embargo, hay que resaltar la existencia en otras zonas del cinturón pirítico, de corrimientos o cabalgamientos subhorizontales desarrollados en una etapa muy inicial del plegamiento, que se han deformado al continuar éste y que se manifiestan por antiformas, con materiales más jóvenes en su núcleo que en su periferia, como ocurre en la parte portuguesa (Zona de Pero da Vinha).

Contemporáneamente a la orogenia se desarrolló un metaformismo regional de bajo grado y un sistema de fallas de desgarre.

3.1 ESTRUCTURAS MACROSCOPICAS

La región objeto de estudio está ocupada por las siguientes estructuras:

Un anticlinorio formado por materiales del CVS que cubre toda la franja sur de la Hoja, excepto el borde suroeste, constituido por un sinclinal del Culm.

Un sinclinal Culm que ocupa la parte central de la Hoja, limitado al norte por las formaciones de Cerro Méndez y Pagos de la Sierra.

En la parte centro-oriental de la Hoja existe un anticlinorio en el que afloran materiales del CVS.

Los dos cabalgamientos o fallas inversas que sitúan las formaciones Pagos de la Sierra y Cerro Méndez sobre el Culm.

3.2 ESTRUCTURAS MESOSCOPICAS

A lo largo de la zona fueron encontrados tres grupos de estructuras mesoscópicas:

1) *Primera generación de estructuras.*

S_0 = Estratificación. Se aprecia en las pizarras por la alternancia de franjas de distinta composición y color. En las lavas es asimismo visible

por la misma causa. La alternancia de grauvacas o cuarcitas con pizarras permite determinar S_0 .

S_1 =Pizarrosidad longitudinal o superficie axial de los pliegues de la primera generación.

L_1 =Ejes de pliegues de la primera generación. Marcados por la intersección de S_0 y S_1 , en forma de pequeños pliegues de S_0 o por estructuras en varillas («mullion»), siendo su dirección E-O.

La escala de los pliegues varía de centimétrica a métrica. Suelen ser pliegues volcados asimétricos con vergencia sur, apareciendo también algunos isoclinales.

2) Segunda generación de estructuras.

S_2 =Pizarrosidad transversa o superficie axial de los pliegues de la segunda generación, poco penetrativa y difícil de reconocer en el campo.

L_2 =Ejes de pliegues de la segunda generación. Vienen marcados en forma de pequeños pliegues de S_0 o por la intersección de S_0 con S_2 . Su dirección es generalmente N-NO.

3) Tercera generación de estructuras.

S_3 =Crucero de clivo-deslizamiento («strain slip cleavage») o plano axial de los pliegues en V de S_1 .

L_3 =Eje de los pliegues en V de S_1 que tienen por plano axial a S_3 y son paralelos a la intersección de S_1 y S_3 .

3.3 ANALISIS

Al objeto de su estudio estadístico el área ha sido dividida en cuatro zonas:

3.3.1 ZONA I (SINCLINORIO CARBONIFERO CENTRAL)

En el diagrama 1 se han proyectado 84 polos de S_0 y 45 de L_1 . Los polos de S_0 definen un eje β que se hunde 20° en la dirección N- 65° -E, que representa el eje estadístico del primer plegamiento.



DIAGRAMA 1.- 84 polos de S_0 (contornos 1,3,5,7%) y 45 L_1
 en el SINCLINAL CARBONIFERO CENTRAL
 N65E → 20E

El pinchamiento de las L_1 tomadas en el campo, en unos casos hacia el E y en otros hacia el O, nos indica la existencia de un segundo movimiento con dirección aproximadamente normal al primero.

3.3.2 ZONA II (ANTICLINORIO SUR)

En el diagrama 2 se han proyectado 74 polos de S_0 y 31 de L_1 .
 El diagrama no define claramente el eje que podría ser de dirección

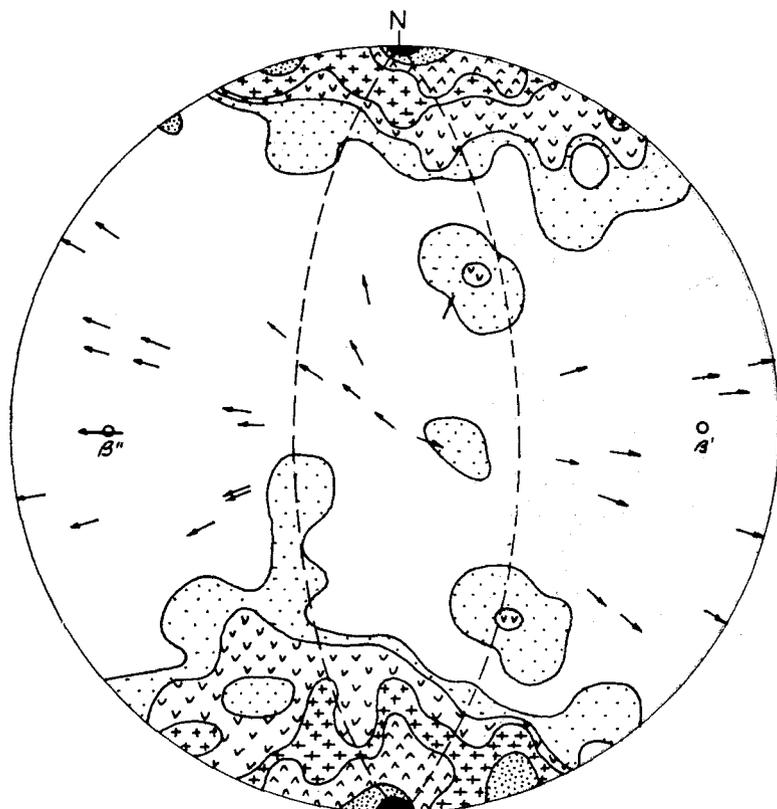


DIAGRAMA 2. — 74 polos de S_0 (contornos 1,2,5,7,11,14%) y 31 L_1
 en el ANTICLINORIO SUR
 $B' EW \rightarrow 21 E$, $B'' EW \rightarrow 23 W$

E-O $\rightarrow 21^\circ E$ o E-O $\rightarrow 23^\circ O$, pero la cartografía, con el cierre de la estructura hacia el O, parece confirmar el que pinche en esta dirección.

La existencia de un segundo plegamiento de dirección ortogonal se hace patente por las mismas razones que las expuestas para la Zona I.

3.3.3 ZONA III (FORMACION DE CERRO MENDEZ)

En el diagrama 3 se han proyectado 53 polos de S_0 y L_1 .

Coincidiendo con las observaciones de campo, queda de manifiesto una

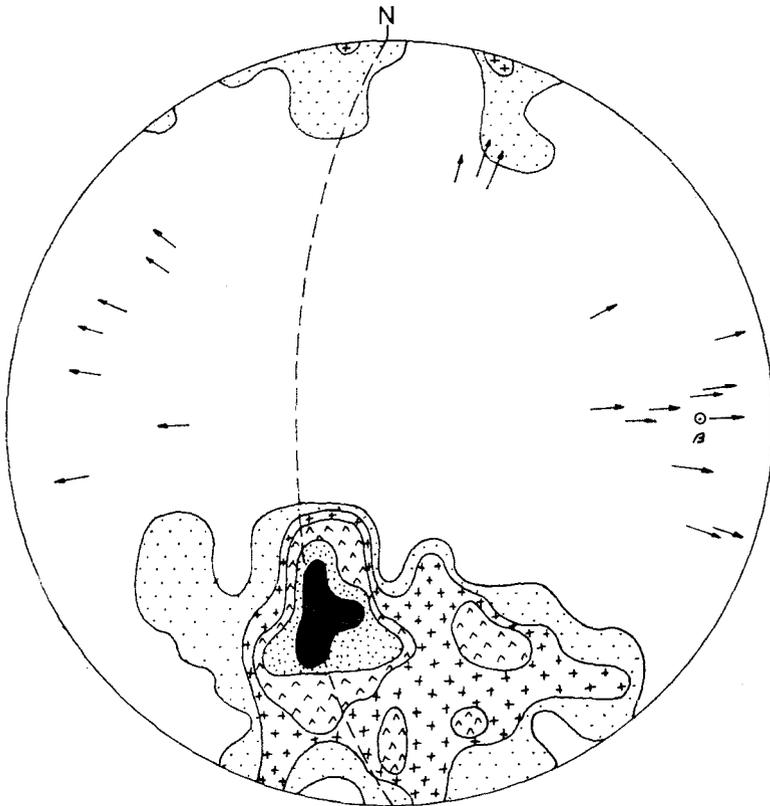


DIAGRAMA 3. - 53 polos de S_0 (contornos 1, 3, 5, 8, 11%) y 21 L_1
 en la Formación CERRO MENDEZ
 β EW — 20 E

tectónica de pliegues volcados asimétricos con vergencia sur y cuando aparece algún pliegue normal es su rama sur la de mayor buzamiento.

La dirección calculada del eje es E-O, pinchando 20° al E.

Se destaca un segundo plegamiento perpendicular al primero por la dispersión y las razones que se expresaron en las zonas anteriores.

3.3.4 ZONA IV (FORMACION PAGOS DE LA SIERRA)

En el diagrama 4 se han proyectado 33 polos de S_0 y 35 de L_1 .

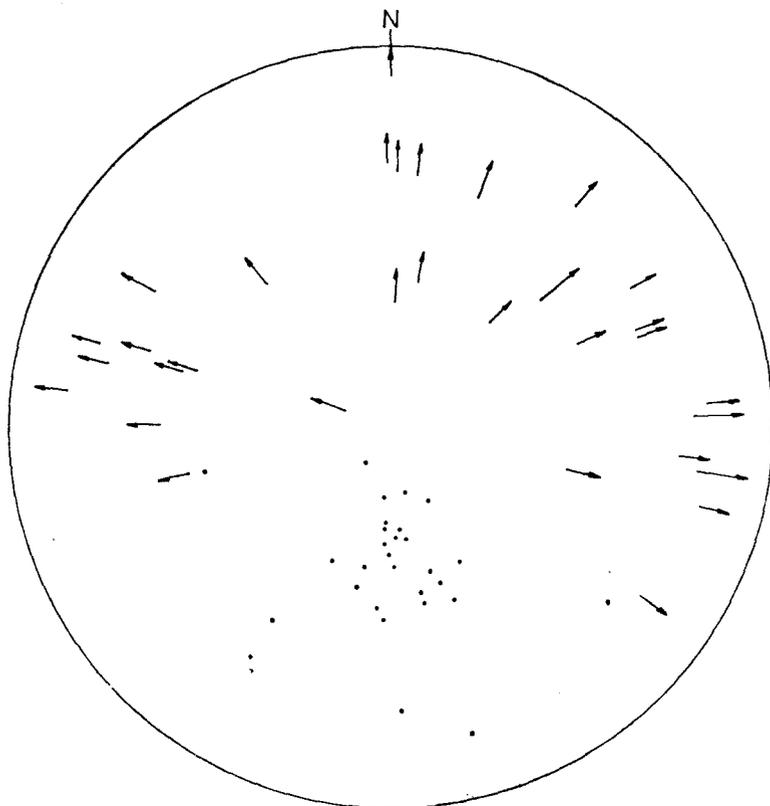


DIAGRAMA 4. — 33 polos de S_0 y 35 L_1 en la formación de
PAGOS DE LA SIERRA

Queda de manifiesto una tectónica de pliegues volcados con vergencia sur. Aparece una dispersión en la proyección de los ejes, lo que hace pensar en que la primera fase tectónica E-O ha sido afectada por una deformación posterior.

4 HISTORIA GEOLOGICA

La historia geológica del área incluida en la Hoja se encuadra en la de toda la faja pirítica. La ausencia de terrenos predevónicos y postcarboníferos,

configura una serie muy incompleta, en relación con otras áreas de la zona.

En una cuenca geosinclinal, poco profunda, comenzó en el Tournaisiense una actividad volcánica, ligada a fisuras de dirección aproximada E-O, que duraría hasta el Viseiense Medio.

Esta actividad se desarrolló en tres episodios volcánicos sucesivos: un volcanismo inicial (ácido e intermedio, de carácter riolítico y dacítico, respectivamente), un volcanismo intermedio (básico) y un volcanismo final (ácido), acompañados por importantes acumulaciones piroclásticas.

Paralelamente a la emisión volcánica submarina, tuvo lugar una sedimentación de materiales pelíticos, que dio lugar a las intercalaciones pizarras del Complejo Volcánico.

En el Viseiense Superior se produjo un hundimiento progresivo epirogénico del fondo de la cubeta, depositándose, en facies flysch, grauvacas y pizarras. En esta fase tuvieron lugar movimientos diferenciales de ascenso y descenso, con emersiones locales. Estos movimientos iniciales están probados por la existencia de fragmentos volcánicos en las grauvacas del Culm.

Todos los materiales sedimentados en las etapas anteriores fueron, entre el Westfaliense y Estefaniense, intensamente deformados (plegados y fracturados) por distintas fases de la orogenia hercínica y sometidos a las condiciones de un metamorfismo regional débil (inferior a la facies de esquistos verdes).

Como consecuencia de los últimos movimientos hercínicos, la región emergió después del Carbonífero y sufrió erosión posteriormente, configurándose la morfología actual.

5 PETROGRAFIA

5.1 ROCAS VOLCANICAS ACIDAS

Incluimos en este grupo a las que contienen más del 70 por 100 de SiO_2 en su composición, el cuarzo aparece en fenocristales y los feldespatos alcalinos están en proporción superior al 10 por 100 del total de feldespatos.

Este grupo engloba a lavas con una composición que varía entre los extremos riolita y dacita, y productos piroclásticos de la misma composición con granulometrías diversas.

5.1.1 LAVAS

Poseen en general carácter porfídico determinado por la presencia de fenocristales de cuarzo, automorfos y con figuras de corrosión, y de plagioclasa, más o menos alterada a minerales sericíticos, con composición

de albita-oligoclasa, inmersos en una pasta que presenta aspectos diversos. Son frecuentes las rocas vítreas o con una matriz microcristalina no primaria, con frecuencia de procesos de desvitrificación con estructuras características (perlíticas y esferulíticas). En ciertos casos la matriz está constituida por un agregado fino de cuarzo y feldespatos alcalinos que probablemente es primario, aunque este tipo de textura felsítica puede ser debido también a una recristalización importante. En general, predominan estos últimos tipos de texturas sobre las vítreas, rasgo común a todas las paleolavas.

A menudo se observan texturas fluidales, marcadas por finas hiladas sercíticas y una cierta orientación de los microlitos o fenocristales. Sin embargo, en muchos casos hay que distinguir estos rasgos direccionales primarios de los adquiridos posteriormente por efectos tectónicos.

5.1.2 PIROCLASTICOS

Tienen tamaños de granos muy variables, desde 0,2 mm. (tufitas o cineritas) hasta varios centímetros en los aglomerados.

En las tobas, los clastos suelen ser de carácter cristalino, sobre todo de feldespatos alcalinos y cuarzo. La matriz de estas rocas es microcristalina, algo orientada a veces, análoga a la de las lavas.

En los aglomerados, los clastos son fragmentos de rocas volcánicas ácidas, con frecuentes texturas de desvitrificación, que alcanzan a veces los 15 cm. Tienen estas rocas una matriz tobácea fina, orientada, de naturaleza cuarzosa, clorítica y sercítica.

En todas estas rocas hay alteraciones secundarias bastante importantes, como potasificaciones, y sobre todo, cloritizaciones y sercitaciones.

También es frecuente, y en ocasiones intensa, la silicificación, que unida a la serciticización o cloritización transforma a la matriz de estas rocas en agregados muy finos de cuarzo-sercítica o cuarzo-clorita.

Estas alteraciones son de gran interés para la investigación de sulfuros.

5.2 ROCAS VOLCANICAS INTERMEDIAS

Lavas asociadas o tobas hialocristalinas cloríticas cuarzo-feldespáticas.

Los contenidos en sílice de las rocas de este nivel varían entre 55 por 100 y 68 por 100. Las más ácidas, con composición de *riodacitas* o *dacitas*, contienen grandes fenocristales de cuarzo, fracturados y corroídos, con formas redondeadas.

Los fenocristales de cuarzo tienden a desaparecer en las rocas menos ácidas de este grupo (*andesitas*, con contenidos en SiO₂ inferiores al 60 por 100).

Los fenocristales de plagioclasas muestran un zonado poco marcado, y tienen composición de oligoclasa a andesina.

Es característica común a todas las rocas de este grupo la presencia de pequeños cristales prismáticos de clinopiroxeno.

Los minerales de alteración de estas rocas reflejan la mayor basicidad de su composición, en comparación con las del volcanismo ácido (calcita, clorita, leucoxeno).

Se han efectuado análisis químicos de las siguientes muestras:

AS-1 (X=277.955; Y=348.502), AS-99 (X=269.641; Y=351.130), FG-42 (X=274.390; Y=350.435), FG-52 (X=272.929; Y=350.483), FG-69 (X=271.563; Y=351.643).

	As-1	As-99T1	FG-42	FG-52	FG-69
SiO ₂	56,94	68,10	55,06	58,94	67,04 %
Al ₂ O ₃	16,23	13,70	12,07	16,08	13,27 %
Fe ₂ O ₃	1,28	1,77	4,77	3,35	2,08 %
FeO	5,96	2,57	3,16	3,87	4,45 %
MnO	0,20	0,04	0,10	0,06	0,28 %
TiO ₂	0,48	0,44	0,50	0,43	0,46 %
CaO	2,86	2,72	8,88	5,79	3,82 %
MgO	2,88	1,96	4,62	3,51	1,39 %
K ₂ O	2,04	3,05	2,10	2,08	2,59 %
Na ₂ O	3,68	3,01	2,53	2,84	2,89 %
S	0,92	0,01	0,01	0,01	0,02 %
P ₂ O ₅	0,14	0,09	0,09	0,02	0,10 %
Pérdida por calcinación	3,68	2,51	6,10	3,02	1,59 %

5.3 ROCAS VOLCANICAS BASICAS

Las rocas básicas presentan características que varían entre las de los basaltos y las espilitas, con irregular distribución espacial. Los tamaños de grano varían según las condiciones de cristalización.

Los términos espiliticos suelen presentar vacuolas rellenas de calcita o clorita, y su componente principal es la albita. Estas rocas cambian por progresiva disminución de componentes deutéricos y aumento del contenido en calcio de la plagioclasa a basaltos con texturas ofíticas o subofíticas, con labrador y piroxeno como componentes principales.

5.4 CINERITAS VIOLACEAS

Son tobas de grano muy fino (< 0,2 mm.), con matriz sericítica muy

silicificada y teñida por óxidos de Fe y Mn. En ocasiones el grado de silicificación es muy alto y toman un aspecto de jaspes.

5.5 JASPES

Material fundamentalmente silíceo (a veces con albita), de textura criptocristalina con recristalización apreciable. La matriz está frecuentemente atravesada por venas rellenas de cuarzo de mayor tamaño de grano y de material opaco (óxidos de Fe y Mn).

Ciertas formas que pueden observarse con el microscopio, posiblemente pertenecen a radiolarios.

5.6 ROCAS DE ROMANERA

Son rocas subvolcánicas con rasgos texturales y mineralógicos que las diferencian netamente de las circundantes.

Están atravesadas por una serie de fracturas rellenas de cuarzo, clorita y anfíboles, que indican una actividad hidrotermal importante relacionada con esta intrusión.

En el aspecto textural, estas rocas difieren de las del entorno por su mayor cristalinidad (totalmente cristalinas), su mayor tamaño de grano, la frecuencia de intercrecimientos micrográficos y tienen en común con las rocas volcánicas la textura levemente porfídica y figuras que indican reacciones entre cristales tempranos y magma (coronas de reacción).

Mineralógicamente, se caracterizan por la abundancia de minerales deutéricos como epidota y clorita, que aparecen relleno de pequeñas fisuras.

En general tienen composición ácida a intermedia.

5.7 ROCAS HIPOABISALES (F δ , F ϵ)

Existen dos tipos de rocas, unas de composición ácida y otras básicas, cuyos rasgos texturales junto con su situación en el terreno las hacen ligeramente distintas de las lavas ya descritas. Su consolidación a favor de discontinuidades (esquistosidad) ha dado lugar a rocas holocristalinas.

Los tipos ácidos son pórfidos con fenocristales de cuarzo y feldespato, inmersos en una matriz granular fina de cuarzo y feldespatos con minerales cloriticoarcillosos subordinados. Dada la alteración que presentan, son agrupados bajo el término genérico de pórfidos ácidos.

Los de composición básica tienen textura granular con tendencia subofítica. Están constituidos esencialmente por plagioclasa (andesina-labrador) y piroxeno monoclinico (augito). El metamorfismo regional de bajo grado ha ocasionado un comienzo de uralitización de los piroxenos y de sodificación (por pérdida de calcio) de las plagioclasas.

5.8 PIZARRAS

Petrográficamente no existen diferencias fundamentales entre las pizarras del CVS y las del resto de las formaciones, únicamente en aquéllas son más frecuentes las alteraciones de tipo hidrotermal.

Son pizarras sericíticas con una fracción arenosa más o menos importante, y algún mineral detrítico accesorio, como circón y turmalina.

De «visu» se pueden separar tres tipos: sericíticas, cloríticas y grafitosas. Estas últimas son abundantes en el CVS y aparecen en relación con los yacimientos de sulfuros.

5.9 ARENISCAS Y/O CUARCITAS

Existen dos tipos: areniscas en tránsito a cuarcitas, más frecuentes en la formación del norte de la Hoja, y cuarcitas.

Las areniscas aparecen en lechos delgados de color gris pardo. Están constituidas por granos de cuarzo subredondeados y una matriz sericítica con un grado avanzado de recristalización.

Las cuarcitas, de color más claro, que llegan a formar grandes lentejones a veces, presentan los granos de cuarzo soldados.

5.10 GRAUVACAS

Están compuestas por una matriz arcillosa, en proporción superior al 15 por 100, fragmentos angulosos de cuarzo y feldespatos (menos frecuentes) y fragmentos de rocas volcánicas y cherts.

Allí donde el metamorfismo dinámico ha sido intenso (formación Pagos de la Sierra y Cerro Méndez) estas grauvacas adquieren orientación con desarrollo de minerales micáceos y pasan a ser gradualmente semiesquistos o grits, filonitas y esquistos.

6 METALOGENIA

Tres son los tipos de criaderos existentes en la Hoja: Sulfuros masivos, yacimientos de manganeso y filones hidrotermales.

6.1 SULFUROS MASIVOS

Son depósitos estratiformes de sulfuros polimetálicos, fundamentalmente piríticos, que se encuentran en el Complejo Volcánico Sedimentario.

La mayoría de los autores consideran que la génesis de estos yacimien-

tos es sinsedimentaria exhalativa, y relacionada estrechamente con el volcanismo ácido submarino, sufriendo posteriormente modificaciones a causa de las acciones tectónicas del plegamiento hercínico y a procesos de alteración y removilización.

Las rocas encajantes de las masas de sulfuros son: Pizarras carbonosas, pizarras silíceas, tobas y polvos volcánicos ácidos, jaspes manganesíferos y sedimentos carbonatados.

A raíz de los trabajos de DOETSCH, OFTEDAHL, STRAUSS, APPS, KINKEL, FEBREL, etc., publicados durante los años cincuenta y sesenta, se dio un excesivo paso al aspecto sedimentario de estas metalizaciones por las nuevas perspectivas que abría a la metodología de la investigación, en detrimento de la actividad ígnea que acompaña a todo proceso exhalativo sedimentario.

Se han ignorado en muchos casos las alteraciones producidas por las disoluciones hidrotermales, generalmente asociadas a la actividad fumulórica y a partir de las cuales pueden depositarse sulfuros. En cualquier caso los depósitos de sulfuros muestran importantes alteraciones de la roca de caja (silicificaciones, cloritizaciones, sericitaciones, etc.), que se superponen a una alteración regional propia de ambientes volcánicos, y que muestran la actividad de las disoluciones que atraviesan a la roca en las zonas de mineralización. Estas alteraciones hidrotermales, cuya constante asociación con las masas de sulfuros, y cuya morfología se repiten en diversos yacimientos de España y Portugal, constituyen un criterio de prospección que no debe ser olvidado. Ejemplos, en la Hoja de Paymogo, de alteraciones particularmente desarrolladas son la alineación Sierrecilla-Mina del Cura, la prolongación hacia el oeste de la Mina Los Silos y la Mina San Juan.

6.2 YACIMIENTOS DE MANGANESO

Estas mineralizaciones están ligadas exclusivamente a los jaspes en forma de silicatos (rodonita) y carbonatos (rodocrosita). Los jaspes a su vez están ligados genéticamente a las mineralizaciones de sulfuros.

Las labores mineras han explotado casi únicamente las zonas de concentración supergénica, es decir, los óxidos de manganeso. Los indicios más importantes de la Hoja están en los jaspes del volcanismo ácido segundo.

6.3 FILONES HIDROTERMALES

Sólo hay pequeños indicios con calcopirita en filones hidrotermales rellenos de cuarzo en la facies Culm del Carbonífero.

7 GEOLOGIA ECONOMICA

7.1 MINERIA

7.1.1 SULFUROS MASIVOS

Los principales yacimientos de la Hoja son los siguientes:

Mina Romanera

Coordenadas: Long. 3° 38' 52"; Lat. 37° 41' 8".

Situada en el paraje del mismo nombre, tiene indicios de explotación en época romana. Posteriormente se hicieron diversos trabajos en 1865, 1907, 1925 y años sucesivos.

Estratiforme, en tobas ácidas. Las acciones póstumas mencionadas han influido sobre parte de la mineralización produciéndose removilizaciones sobre el techo de la masa.

Muestra P-2400 (Colección Laboratorio de Petrografía y Metalogenia del IGME).

Paragénesis:

Pirita, Arsenopirita, Galena, Blenda, Calcopirita, Tetraedita, Covellina.

Observaciones:

La muestra está constituida casi exclusivamente por pirita, que se presenta con diferentes texturas, según zonas.

Esta heterogeneidad en la forma de presentarse la pirita es reflejo de diversos grados de recristalización.

Es quizá la más frecuente una pirita fina, organizada en framboides, pequeñas bandas de aspecto coloidal, texturas en las que participa a veces la galena alternando con ellas.

En otras zonas, la pirita cobra un aspecto más masivo, con abundantes cristales idiomorfos unidos por pirita más fina. En algunos casos la recristalización no permite ver las formas primitivas, que sólo son discernibles por hileras de impurezas o minerales posteriores intersticiales.

En una de estas zonas algo recristalizadas, se ha efectuado un ataque con HNO₃, observándose las etapas de crecimiento de los cubos de pirita.

La pirita, ya sea de uno u otro tipo, está siendo sustituida en un grado apreciable por arsenopirita, a partir de pequeñas vetillas.

Los otros sulfuros (galena, blenda, tetraedita, calcopirita) van siempre asociados y aparecen fundamentalmente como relleno de fracturas en la pirita.

En menor proporción aparecen, sobre todo la galena, en forma intersticial entre los cubos de pirita, e incluso en cruceros en los cristales de este último.

Grupo Malagón. Mina del Cura

Coordenadas: Long. 3° 36' 20"; Lat. 37° 40' 38".

Situada en la margen izquierda de la Rivera Malagón. Restos de trabajos, de escasa profundidad, de época romana. Según TARIN se limpiaron varios pozos a fines del siglo pasado y se encontró una mineralización de sulfuros de 1,25 m. de potencia rica en cobre, plomo y plata. El grupo minero pasó, en 1872, a la Compañía The Malagón Mines, que arrancó unas 300 Tm. y posteriormente abandonó los trabajos. En los años 1938 y 1943 se realizaron algunas labores de investigación, aunque con poco éxito.

Estratiforme, en tobas al norte de los aglomerados y felsitas de la Sierra de los Buitres. Según PINEDO VARA la mineralización de sulfuros complejos se encontraba en la parte alta de la masa y actualmente está totalmente explotada.

Se puede suponer una extensión de la mineralización diseminada en los piroclásticos que hay al S.

Grupo Sierrecilla

Coordenadas: Long. 3° 34' 10"; Lat. 37° 40' 35".

Formado por varias concesiones a la derecha de la carretera de Puebla de Guzmán a Paymogo. A finales del pasado siglo se hicieron dos pozos y diversas transversales. En las escombreras se encuentran muestras muy ricas en cinc, que en aquella época no interesaron por los problemas que ocasionaban a los metalúrgicos.

Estratiforme, en tobas ácidas del vulcanismo inicial.

Muestra P-254 bis (Colección Laboratorio Petrografía del IGME).

Paragénesis:

Galena, Tetraedrita, Covellina, Enargita, Pirita, Bournonita.

Observaciones:

Clásica mena de complejos.

Predominan netamente calcopirita y blenda sobre pirita y galena.

La pirita parece ser el primer mineral formado. Se presenta en granos aislados, alotriomorfos, cataclásticos y a veces con figuras de reacción, estando incluida frecuentemente en cristales de formación posterior (calcopirita y blenda).

Calcopirita, blenda y galena se presentan muy asociados y parecen de formación simultánea. La blenda es sustituida por covellina, a favor de direcciones (III).

Muestra P-1866 (Colección Laboratorio Petrografía del IGME).

Paragénesis:

Pirita, Blenda, Galena, Tetraedrita.

Observaciones:

Pirita en secciones idiomorfas y algo redondeadas (como si hubiera cristalizado sobre bacterias).

Blenda en gran cantidad, con reflexiones internas pardas.

Galena muy abundante, alotriomorfa, A veces con formas ovoidales dentro de pirita como si fuera de desmezcla.

Tetraedrita, de color gris perla o verdoso, muy abundante, asociada a galena y posiblemente anterior o simultánea a ella.

A continuación, análisis de esta muestra recogida en la escombrera.

Cobre, Cu	7,66 %
Plomo, Pb	20,30 %
Cinc, Zn	34,75 %
Cadmio, Cd	0,18 %
Antimonio, Sb	0,36 %
Hierro, Fe	4,98 %
Arsénico, As	0,65 %
Níquel, Ni	0,009 %
Sílice, SiO ₂	2,84 %
Oro, Au	4 g/Tm.
Plata, Ag	410 g/Tm.
Indio, In	80 ppm.
Germanio, Ge	20 ppm.

Nuestra Señora del Carmen

Coordenadas: Long. 3° 43' 42"; Lat. 37° 41' 50".

Situada en el barranco del Trimpancho.

Estratiforme, en tobas ácidas a techo de un paquete de aglomerados y felsitas.

Se diferencian dos zonas: Levante y Poniente.

En la primera hay una pequeña corta y labores de interior en dos masas de dirección E.-O., pinchando al O. y buzando 40° N. La masa más septentrional es de pirita ferrocobrizada con leyes medias estimadas de 2,25 por 100 Cu

y 40 por 100 S; la otra masa es de mineral complejo con leyes del 10 por 100 Zn, 4 por 100 Pb y 1 por 100 Cu, habiendo sido totalmente explotada.

En la zona de Poniente se situaba la masa del denominado «pozo complejo», con leyes del 14 por 100 Zn, 5 por 100 Pb y 1 por 100 Cu, totalmente explotada.

Estuvo activa hasta 1975.

Muestra P-1780 (Colección Laboratorio Petrografía IGME).

Paragénesis:

Pirita, Calcopirita, Blenda, Boulangerita, Arsenopirita.

Observaciones:

La pirita aparece en granos idiomórficos muy cataclizados.

La recristalización no ha sido muy intensa, ya que un ataque con NO_3H concentrado (un minuto), pone de manifiesto restos de estructuras framboidales en el núcleo de los cristales zonados.

Calcopirita muy abundante, rellenando fracturas.

Calcopirita, blenda y boulangerita posteriores a pirita y arsenopirita.

Muestra P-1782 (Colección Laboratorio Petrografía IGME).

Paragénesis:

Blenda, Galena, Pirita, Calcopirita, Tetraedrita.

Observaciones:

Pirita abundante, generalmente idiomorfa.

Calcopirita fundamentalmente alotriomorfa, muy abundante.

Galena en escasa cantidad y en pequeños cristales, asociada a calcopirita.

Grupo del Arroyo Trimpancho

Coordenadas: Long. $3^\circ 44' 15''$; Lat. $37^\circ 41' 58''$.

En el arroyo del mismo nombre, al oeste de la mina del Carmen. En este grupo se incluye la mina Fronteriza que fue explotada en época romana e incluso debió beneficiarse allí mismo el mineral. Parece que también se hicieron trabajos en el siglo XVI. Existen diversos informes antiguos sobre esta mina; merece destacarse los de ERNESTO DELIGNY y GONZALO TARIN.

Estratiforme, en tobas ácidas a techo de un paquete de aglomerados y felsitas. Los minerales que se han extraído, al igual que los de las otras minas del Trimpancho, tienen buenas leyes en Cu, Pb y Zn.

Duquesa y San Fernando

Coordenadas: Long. 3° 40' 40"; Lat. 37° 40' 17".

Estratiforme, en tobas ácidas.

Muestra P-2031 (Colección Laboratorio Petrografía IGME).

Paragénesis:

Pirita, Calcopirita, Blenda, Galena.

Observaciones:

Se trata de una mineralización típica del suroeste de España; el carácter exhalativo-sedimentario dado a estos criaderos queda marcado en esta muestra por una posible estratificación, zonados en ciertos granos de pirita y distribución en bandas bien definidas de la galena.

El orden de sucesión de los minerales componentes es el de pirita-blenda-galena; con respecto a la calcopirita no se puede sacar conclusiones, ya que está en escasísima proporción; sólo se observan uno o dos granos y no relacionados con los minerales anteriormente citados.

La pirita se presenta en cristales idiomorfos y también en forma masiva; dentro de la blenda está en inclusiones y no presenta alteración ni transformación alguna.

La blenda tiene reflexiones internas pardas, lo que parece indicar que no es muy rica en hierro; tampoco presenta ninguna desmezcla de calcopirita.

La galena parece posterior a los dos minerales anteriores.

Los Silos y Monterrubio

Coordenadas: Long. 3° 40' 10"; Lat. 37° 41' 10".

Se han encontrado unos 40 pocillos y escorias romanos. Posteriormente se hicieron diversas labores, de las que quedan un socavón y varios pozos y galerías.

El yacimiento está situado en tobas del volcanismo ácido inicial, a techo de un gran paquete de lavas felsíticas. Según GONZALO TARIN, en las labores antiguas aparecen numerosos filoncillos cobrizos. Posiblemente la mineralización se extiende en los niveles de Tobas.

San Antonio

Coordenadas: Long. 3° 41' 40"; Lat. 37° 40' 50".

Estratiforme, en relación con las lavas del Cerro Gibraltar y en un estrecho paquete de tobas que acuña en esta mina.

Muestra P-2032 (Colección Laboratorio Petrografía IGME).

Paragénesis:

Pirita, Calcopirita, Blenda, Galena, Covellina.

Observaciones:

Pirita con estructuras framboidales y coloidales típicas en las menas exhalativas-sedimentarias.

Covellina sustituye a calcopirita.

El orden de formación es pirita-blenda-calcopirita-galena para los minerales recristalizados, ya que los de formación son simultáneos.

La Preciosa

Coordenadas: Long. 3° 31' 45"; Lat. 37° 42' 00".

Asociado a tobas ácidas. Mucho cuarzo.

Escaso interés.

San José

Coordenadas: Long. 3° 38' 28"; Lat. 37° 43' 25".

Dos Km. al sur de Paymogo.

En relación con una roca porfídica holocristalina ácida, concordante con grauvacas.

Escaso interés. Algún indicio de cobre secundario.

San Juan

Coordenadas: Long. 3° 38' 18"; Lat. 37° 43' 38".

Al SE. de Paymogo, en la finca Matutera.

En todos los trabajos que se han hecho siempre se encontró un mineral muy cobrizo rellenando fracturas y venas que atraviesan lavas básicas (PINEDO cita una de 2 m.). Posiblemente la primitiva masa de mineral experimentó removilizaciones.

Muestra P-1876 (Colección Laboratorio Petrografía IGME).

Paragénesis:

Pirita, Arsenopirita, Calcopirita, Blenda, Covellina.

Observaciones:

Pirita fracturada, primer mineral formado.

Arsenopirita, destaca su color blanco frente a pirita.

Calcopirita alotriomorfa, posterior a pirita, muchas veces rodeada de una cenefa de covellina; ésta también está en fracturillas de calcopirita.

Una blanda en estrecha relación con calcopirita, algo anisótropa, y otra en fracturas con reflexiones internas pardo rojizas. El anisotropismo puede ser debido, según RAMDOHR, a un gran contenido en hierro.

7.1.2 YACIMIENTOS DE MANGANESO

Estas mineralizaciones están ligadas casi exclusivamente a los jaspes en forma de silicatos y/o carbonatos de manganeso. Los jaspes, a su vez, están ligados genéticamente a las mineralizaciones de sulfuros, pero teniendo una extensión espacial mucho mayor que aquéllos.

Las labores mineras han explotado casi únicamente las zonas de concentración supergénicas, los óxidos de manganeso. En la actualidad no existe ninguna explotación en actividad.

M I N A S :

<i>Coordenadas</i>	<i>Paraje</i>	<i>Nombre</i>
Long. 3° 41' 20" Lat. 37° 40' 20"	Alquería de la Vaca	
Long. 3° 55' 42" Lat. 37° 40' 40"	Sierra de los Buitres	La Carolina (Los Angeles)
Long. 3° 33' 10" Lat. 37° 40' 40"	Matutera	La Matutera
Long. 3° 32' 15" Lat. 37° 41' 34"	Ribera Malagón	Los Linos
Long. 3° 30' 50" Lat. 37° 41' 12"	Cortijo El Toro	El Toro

Prácticamente en todos los afloramientos de jaspes existen registros para manganeso.

La única mina de la Hoja que tuvo cierta importancia fue la de El Toro, activa hasta 1960. El mineral aparece asociado a unos jaspes de unos 200 m. de corrida y potencia variable de 1 a 14 m. Se han extraído unas 48.000 Tm. de minerales de buenas leyes (el de primera clase 38 por 100 a 43 por 100 de Mn y el de segunda 33 por 100 de Mn).

7.1.3 FILONES HIDROTERMALES

Sólo hay dos pequeños indicios con pintas de calcopirita en filones de cuarzo.

7.2 CANTERAS

Sólo hay una pequeña cantera abandonada de áridos en los aglomerados ácidos. Se utilizaron en la carretera de Puebla a Paymogo.

7.3 HIDROGEOLOGIA

Entre los materiales Paleozoicos, sólo las volcanitas básicas pueden ser consideradas como acuíferos de muy pequeña importancia. Suelen ser los únicos materiales que tienen una cierta permeabilidad, lo que unido a su fracturación hace que puedan almacenar agua.

Las máximas posibilidades de captación de aguas se ven lógicamente limitadas a las áreas más fracturadas dentro del reducido potencial acuífero de estos materiales.

Las captaciones se realizan fundamentalmente por pozos y galerías.

En el resto de la superficie ocupada por el Paleozoico, las condiciones para el desarrollo de acuíferos son francamente limitadas, a excepción de áreas muy reducidas que por hallarse muy fracturadas pueden dar lugar, en algún caso, a surgencias de carácter local.

8 BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, C. A. (1969).—«Massive Sulfide Deposits and Volcanism». *Ec. Geol.*, v. 64, núm. 2, pp. 129-146.
- BERNARD, A. J. et SOLER, E. (1971).—«Aperçu sur la province pyriteuse sud-Ibérique». *Centenaire de la Société Géologique de Belgique*. Gisements stratiformes et provinces cuprifères, pp. 287-315, Liège.
- BOOGAARD, v. d. (1967).—«Geology of the Pomaraõ Region (Southern Portugal)». *Tesis Univ. Amsterdam*.
- BOOGAARD, v. d., SCHERMERHORN, J. (1975).—«Conodonts faunas from Portugal and Southwestern Spain (Cabezos del Pasto y Sotiel Coronada)». *Scripta Geológica* 28, Leiden.
- CARVALHO, D. (1975).—«Sobre o vulcanismo der regiaõ de Cercal-Odemira». *Comunicación presentada en la III Reunión de Geología del SO. de la Península Ibérica*.
- CARVALHO, D.; CORREIA, H. C.; INVERNO, C. M. C. (1976).—«Contribuçãõ

- para o conhecimento geológico de grupo Ferreira-Ficalho, suas relações con a faixa piritosa e grupo Pulo do Lobo». *IV Reunión sobre la geología del Oeste Peninsular. Salamanca.*
- HATCH, F. H. and WELLS, M. K. (1972).—«Petrology of the igneous rocks». *Ed. T. Murby. London.*
- HOLLINGER, B. (1963).—«Beotrag zur Kenutnis der Geologie in SW. der Provinz Huelva». *Tesis Geologisches Institut Münster.*
- MINISTERIO DE INDUSTRIA (1975).—«Estudio Geológico y Minero escala 1:50.000 en la Hoja 936 (Paymogo)». *Colección Informes 1-936.*
- PINEDO VARA, I. (1963).—«Piritas de Huelva». *Ed. Summa. Madrid.*
- STRAUSS, G. K. and MADEL, J. (1974).—«Geology of massive sulphide deposits in the Spanish-Portuguese Pyrite Belt». *Geol. Rundschau, 63. Stuttgart.*
- TURNER, F. J. and WEISS, L. E. (1963).—«Structural Analysis of Metamorphic Tectonites». *Mc-Graw Hill. N. Y.*
- VAZQUEZ, F. y FERNANDEZ POMPA, P. (1976).—«Contribución al conocimiento geológico del SO. de España en relación con la prospección de depósitos de magnetitas». *Memorias del IGME. T. 89.*

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA