

2720544

21

Universidad Autónoma de Madrid
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA-GEOQUIMICA

**Estudio Metalogénico en la
rama occidental del zócalo de la
Cordillera Ibérica (Prov. Soria-Zaragoza)**

Memoria presentada para aspirar al
GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS

Rep. F.C - 8361

Dirigida por el
Prof. Dr. D. Georges Monseur
Catedrático de Metalogenia
de la U.A.M.

Antonio Gutiérrez Maroto



d) Bubierca (Mina de La Pedraza) (Cu, Zn, Pb)	28
e) Mina de Borbojón (Fe sedimentario)	29
f) Ateca (Norte)	31
-"Mina" Carrascosa (Sb, Cu)	31
- Filón de cuarzo cerca de la - "mina" anterior (Cu)	32
II - 2.2.2. Región Sur	32
a) Ateca (Mina Leonor y Aragón) (Sb, F, Ba, Cu, Zn)	32
b) Vilueña (Sb, Ba, ...)	32
c) Castejón de las Armas (Pb)	32
d) Munebrega (Ba)	33
e) Olves (Pico Olves) (Cu)	33
f) Pardos (Cu)	33
II - 2.2.3. Conclusiones	34
III. ESTUDIO DE LA MINERALIZACION PLOMO-ARGENTIFERA DE - "LA ALAMEDA-PENALCAZAR" (Prov. Soria)	37
III - 1. SEDIMENTACION Y DATOS GEOQUIMICOS	37
III - 1.1. Primera fase; Informaciones pre- vias sobre rocas sedimentarias y/ datos geoquímicos (Zonas I, II, - III, IV)	41
III - 1.2. Segunda fase a): Confirmación y/ precisiones sobre las conclusiones provisionales sacadas de la prime ra fase (Cortes I y II)	62
III - 1.3. Segunda fase b): Estudio de las/ variaciones laterales de facies - (Cortes III, IV, V y VI)	81

III - 1.4.	Conclusiones	97
III - 2.	METALOGENIA	101
III - 2.1.	Historia del criadero (datos bibliog gráficos)	101
III - 2.2.	Tipo de mineralización (datos bi-- bliográficos)	104
III - 2.3.	Estudio de la mineralización . . .	105
III - 2.4.	Conclusiones	113
IV.	ESTUDIO DEL FENOMENO DE EXUDACION	116
IV - 1.	ANTIGUA MINA DE LA PEDRAZA	121
IV - 1.1.	Situación	121
IV - 1.2.	Estudio de las facies	124
IV - 1.2.1.	Primera facies	124
IV - 1.2.2.	Segunda facies	129
IV - 1.2.3.	Tercera facies	133
IV - 1.3.	Estudio detallado de las generacio- nes del cuarzo de exudación y de -- sus relaciones con la mineralización	134
IV - 1.4.	Datos geoquímicos	142
IV - 1.4.1.	Perfil I y datos geoquímicos locales (I')	142
IV - 1.4.2.	Perfil II y datos geoquími-- cos locales (II')	146
IV - 1.4.3.	Perfil III	149
IV - 1.5.	Estudio de la mineralización asocia da al cuarzo de exudación	150
IV - 2.	REGION DE ENBUD DE ARIZA	157
IV - 2.1.	Situación	157
IV - 2.2.	Estudio de las facies	159

	<u>pág.</u>
IV - 2.3. Estudio detallado de las generaciones del cuarzo de exudación y de sus relaciones con la mineralización	160
IV - 2.4. Datos geoquímicos	161
IV - 2.4.1. Perfil I y datos geoquímicos locales (I')	161
IV - 2.4.2. Perfil II	165
IV - 2.5. Estudio de la mineralización asociada al cuarzo de exudación	168
IV - 3. REGION DE PARDOS	171
IV - 3.1. Situación	171
IV - 3.2. Estudio de las facies	173
IV - 3.3. Estudio detallado de las generaciones del cuarzo de exudación y de sus relaciones con la mineralización	173
IV - 3.4. Datos geoquímicos	175
IV - 3.4.1. Perfil I	175
IV - 3.4.2. Perfil II	178
IV - 3.4.3. Perfil III	180
IV - 3.5. Estudio de la mineralización asociada al cuarzo de exudación	184
IV - 4. DATOS GEOQUIMICOS REFERIDOS A ALGUNAS - PIZARRAS DE LOS HORIZONTES ESTRATIGRAFICOS A, B y C DE LOS ALREDEDORES DE CARAMANTES-ALANEDA Y RELACIONADAS CON EL FENOMENO DE EXUDACION DEL CUARZO	186
IV - 4.1. Horizonte A	187
IV - 4.2. Horizonte B	189
IV - 4.3. Horizonte C	191

	<u>pág.</u>
IV - 5. CONCLUSIONES	194
IV - 5.1. Facies - Paleogeografía - Geoquímica - Mineralización	194
IV - 5.2. Condiciones físico-químicas (exudación)	201
V - BREVES CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNAS MINERALIZACIONES DEL ZOCALO Y SIN RELACION SUPERFICIAL CON EL FENOMENO DE EXUDACION	218
V - 1. ANTIGUAS EXPLOTACIONES DE "LEONOR Y ARAGON"	219
V - 1.1. Situación	219
V - 1.2. Estudio macro y microscópico de la ganga, roca encajante y de la mineralización	219
V - 2. ANTIGUAS EXPLOTACIONES DE LA VILUEÑA	228
V - 2.1. Situación	228
V - 2.2. Estudio macro y microscópico de la ganga, roca encajante y de la mineralización	228
VI - CONCLUSIONES GENERALES	230
VI - 1. FACIES, SINDIAGENESIS, DIAGENESIS, PALEOGEOGRAFIA	230
VI - 2. GEOQUIMICA.	239
VI - 3. TECTONICA - SECRECION LATERAL	242
VI - 4. METALOGENIA - MODELO GENETICO	248
BIBLIOGRAFIA	252

AGRADECIMIENTO:

Después de un largo período de cinco años,-en los que se han sucedido con la vertiginosa rapidez con que - pasa el tiempo, las salidas al campo, los días de laboratorio y la lectura y reflexión de datos - creemos razonable que este trabajo toque a su fin, no porque no queden muchos e interesantes problemas que abordar en esta zona, sino mas bien porque sería necesario una vida completa - para la investigación de una mínima parte de nuestro suelo. Nos queda ,eso sí, el camino y el deseo de continuar y profundizar la investigación en esta línea.

En el pórtico, pues, de este trabajo quiero:

"Agradecer" sinceramente al director de tesis,mi querido prof. Dr. Georges Monseur, su entrega y dedicación;su trabajo material,codo a codo, durante estos cinco años; su compañía y orientación en el campo, en el laboratorio y en la conclusión de este trabajo; su labor - callada desde su cátedra de Metalogenia y su amistad incondicional y humana en su trato diario.

"Agradecer" al Departamento de Geología y Geoquímica de la Universidad Autónoma de Madrid la disponibilidad tanto de aparatos como sobre todo de sus personas (que no enumeramos por no incurrir en olvidos), para que esta tesis se realizara y llegara a su fin.

"Agradecer" también a la Empresa Peñarroya la ayuda,orientación y disposición tanto de sus personas como de sus laboratorios, para que llegaramos al fin.

Finalmente no pueden faltar en mi capítulo de - gracias esos companeros de Metalogenia que han compartido, desinteresada y con total dedicación, la labor y recogida de muestras en el campo.

Y a tan distinguido tribunal, ya de antemano,gracias por su benevolencia para con el doctorando.

I - INTRODUCCION

La zona investigada - que se encuentra geográficamente en las provincias de Soria y Zaragoza y que pertenece geológicamente a la Rama Occidental del zócalo de la Cordillera Ibérica - se extiende desde la localidad de La Alameda -al Norte- hasta - la sierra de Pardos -al Sur-, pasando por Bubierca y Ateca (mapa I epéndice)

Durante el reconocimiento detallado del terreno (estratigrafía, sedimentología, tectónica) - acompañado de una prospección de indicios minerales y una recogida de muestras - se observó que:

- Eran varios los factores que controlaban la localización de las mineralizaciones: control o bien tectónico, o bien estratigráfico únicamente; control estratigráfico y tectónico en relación con un fenómeno de exudación de cuarzo más o menos importante.
- La mayoría de los indicios minerales o antiguos trabajos mineros se concentraban preferentemente en los dos horizontes estratigráficos B (Cámbrico superior - Tremadociense) y D (Tremadociense). Estos indicios se han situado en un mapa a escala 1:50.000, con sus posiciones estratigráficas respectivas según los estudios de SCHMITZ (1971) y JOSOPAIT (1972).

El fenómeno de exudación de cuarzo en las pizarras y/ en las cuarcitas de las diversas capas del Cámbrico [Horizontes A y B ("partim")] y del Tremadociense [Horizontes B ("partim"),/ C y D] tomó pronto una importancia en nuestro estudio, máxime - cuando podía tener relación con la génesis de ciertas mineralizaciones. Sin embargo, se comprobó rápidamente que sólo existía mineralización cuando el fenómeno de exudación se producía en las pizarras negras, ricas en materia orgánica.

De la comparación de los fenómenos que se han desarrollado en Peñalcázar (Alameda), Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos -donde las manifestaciones magmáticas y metamórficas están/ausentes- se vió claramente que había que distinguir dos tipos/ de mineralización:

- con exudación de cuarzo reducida: La Alameda, Peñalcázar.
- con exudación de cuarzo abundante: Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos.

Sin embargo, se ha podido comprobar que la mineralización en estas cuatro zonas, de ley e importancia variables, está bajo un control tectónico sedimentológico y generalmente ligada a una facies determinada, de extensión lateral más o menos/ amplia, dentro de la antigua cuenca de sedimentación.

A la vista de estas observaciones interesantes, nos propusimos el estudio detallado del fenómeno de secreción lateral (con exudación de cuarzo más o menos abundante) como núcleo de nuestra tesis doctoral.

Aunque para explicar el mecanismo más probable de este fenómeno, es necesario invocar la tectónica y los aspectos físico-químicos que provocan la concentración de la sílice y de los metales asociados, hay que integrar también, este fenómeno, en un cuadro paleogeográfico y geoquímico bastante amplio.

Desde el punto de vista de la Paleogeografía, además/ de nuestras propias observaciones, los estudios de SCHMITZ (1971) JOSOPAIT (1972) y PALLARD (1974-75), han constituido para nosotros una preciosa ayuda y, en particular el minucioso trabajo de PALLARD, tiene el gran mérito, no solo de proponer una nueva interpretación del "horst" complejo de Peñalcázar, sino de pre-

sentar una visión global de la distribución geográfica y estratigráfica del fenómeno de exudación en el seno de la cuenca primitiva de sedimentación.

Respecto a la geoquímica, debemos hacer notar que nuestro deseo, en principio, era realizar una malla geoquímica para encuadrar las anomalías de Peñalcázar, Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos, pero las dificultades, principalmente de tipo económico, seguidas de las de tiempo, nos han hecho desistir de la idea, quedando reducida a la determinación de los fondos geoquímicos por medio de algunos cortes en cada zona, así como la comprobación de la existencia de horizontes portadores de riqueza/variable.

El estudio litológico realizado en la región de Peñalcázar (La Alameda), lo hemos dividido en dos fases:

- La primera se ha llevado a cabo sobre un muestreo efectuado en diferentes zonas (fig.-4), que representan afloramientos, escombreras, calicatas o antiguos pozos de explotación; algunos datos geoquímicos -de ciertas muestras- fueron retenidos.
- La segunda se ha llevado a cabo de un modo sistemático, recogiendo muestras cada 12 o 15 m. en algunos puntos, o cada 20/ m. en otros para:
 - a) confirmar y precisar -a partir de dos cortes- las conclusiones provisionales de la primera fase, es decir, si se da: una seudorritmicidad de la sedimentación y una concentración relativamente más abundante del carbonato y de los elementos metalíferos en las zonas de transición de secuencia.

- b) estudiar -gracias a otros cuatro cortes meridionales complementarios- las variaciones laterales de facies y su influencia sobre la continuidad de los pseudorritmos y de los horizontes portadores de la mineralización, definidos en la segunda fase a).

De nuestros estudios microscópicos y geoquímicos sobre las rocas sedimentarias de la región de La Alameda (6 cortes cubriendo aproximadamente 1800 m. de extensión lateral); de las observaciones microscópicas sobre la mineralización y del cuadro geológico-metalogénico regional, hemos podido sintetizar la génesis de la mineralización invocando fenómenos singenéticos diagenéticos y de removilización, relacionados estos últimos con el proceso de secreción lateral.

Sin embargo, estando este último proceso poco desarrollado en Peñalcázar, su estudio detallado lo hemos realizado -- principalmente en La Pedraza y de manera complementaria, en Embid de Ariza y en Pardos. En efecto, gracias a un trabajo de campo realizado en un área aproximada de 27 km², recogido en una serie de tablas y con el que hemos elaborado dos mapas sintéticos (*mapas. II y III, apéndice*), se comprobó que la mayoría de los índices minerales o antiguos trabajos mineros relacionados con "filones" de cuarzo de exudación se concentraban sobre todo en el horizonte stratigráfico D del Tremadoc; ésta fué la razón de desarrollar nuestros estudios del fenómeno "filoniense" en las tres regiones citadas.

El cuarzo de exudación que presenta diferentes texturas y deformaciones relacionadas con las fases tectónicas que han afectado al área investigada, se ha estudiado microscópicamente y con detalle en La Pedraza. Del mismo modo, las fases -

evolutivas del fenómeno de secreción lateral del cuarzo y la migración progresiva de la mineralización, así como el mecanismo/físico de la exudación,-ilustrado perfectamente por numerosas -fotografías,-se comprueba también en Embid de Ariza y en Pardos.

Para confirmar geoquímicamente el control estratigráfico de las mineralizaciones del horizonte D, se han tomado muestras de pizarra sana, o con un grado de alteración pequeño, en las tres regiones consideradas según cortes perpendiculares a la estratificación, para apreciar, posiblemente, una cierta evolución del fondo geoquímico con el tiempo; se ha añadido un breve estudio del mismo tipo en algunos puntos de los horizontes estratigráficos inferiores A, B y C donde se ha dado también el fenómeno de exudación de cuarzo con débiles mineralizaciones.

Se presenta una interpretación global del fenómeno de secreción lateral, basándonos en la naturaleza del sedimento --original, riqueza de los horizontes portadores, trampas paleo--geográficas, removilizaciones diagenéticas y acciones tectónicas así como los aspectos físico-químicos que justifican la concentración de la sílice y de los metales asociados.

En nuestra tesis doctoral, hemos examinado también, -brevemente, algunas mineralizaciones situadas en los horizontes estratigráficos A₁ ["Mina" de la Carrascosa (Sb)] y B₁ [Leonor/ y Aragón (Sb, Pb, Zn, Cu, Ba, F, ...) y Vilueña (Ba, Sb)] reconocidas durante nuestra primera fase de prospección de la región y que presentan un control tectónico sin relación aparente con/ el proceso de exudación.

Como estas últimas mineralizaciones -al igual que las de las regiones anteriores - no presentan ninguna relación gené

tica con una manifestación magmática, sería muy interesante realizar un estudio sedimentológico y geoquímico detallado en sus alrededores, para comprobar si también aquí se trata de concentraciones minerales con control litoestratigráfico y tectónico/ Y esto, por una razón sencilla; como en las zonas anteriormente consideradas de Peñalcázar (Pb, Ag, Cu, Zn), Embid de Ariza (Cu Pb, Zn), La Pedraza (Cu, Pb, Zn) y Pardos (Cu, Pb, Zn), a veces se han anotado ciertas "anomalías" en Sb y Ba, en las pizarras - del horizonte D, sería necesario comparar los fondos geoquímicos de Cu, Pb, Ag, Zn, Ba y Sb de estas dos zonas para ver si las diferencias paragenéticas observadas no pueden justificarse sobre bases paleogeográficas, geoquímicas y tectónicas.

Mediante microscopia de luz reflejada se ha definido/ -para las diversas minas consideradas en este trabajo- la paragénesis, el orden de cristalización, la abundancia de los minerales constitutivos, la estructura y textura de la mineralización; en casi todas las numerosas preparaciones examinadas, se/ ha medido el poder de reflexión y se han realizado análisis puntuales por medio del EDAX incorporado al microscopio electrónico de barrido, para confirmar nuestras determinaciones mineralógicas.

Al término de nuestra tesis doctoral -gracias a un -- trabajo realizado según tres escalas: distrito, indicio mineral o antigua mina y muestra- hemos presentado un modelo genético - basado en la sedimentología, la paleogeografía, la tectónica y/ la secreción lateral y válido para el conjunto de las mineralizaciones de Peñalcázar, Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos, localizadas en el horizonte stratigráfico D (Tremadociense).

Aunque otras mineralizaciones localizadas en horizon-

tes estratigráficos inferiores merecerían un estudio más completo y más profundo, -en un futuro inmediato,- pensamos que la comparación entre estos dos tipos de mineralizaciones, aparentemente distintos, es susceptible de abrir el camino a un mejor conocimiento de la génesis de la mayoría de las mineralizaciones observadas en la rama occidental del zócalo de la Cordillera Ibérica.

II - CUADRO GEOLOGICO GENERAL

II - 1. GEOLOGIA GENERAL

II - 1.1. Litología - Estratigrafía

Según SCHMITZ (1971), las formaciones paleozoicas (del Cámbrico inferior al Tremadoc, con una potencia de 4.500 m.) de la Rama Occidental de las Cadenas Ibéricas, están constituidas/por tres series distintas: clástica inferior, calcárea-arcillosa media y clástica superior (Serie Ibérica).

En particular, la serie superior -de más de 3.700 m./de espesor- se subdivide en cinco horizontes litológicos (A: Cámbrico medio superior; B: Cámbrico superior Tremadoc; C, D, E: -Tremadoc) formados por: cuarcitas-areniscas, alternancia de areniscas con pizarras y pizarras poco areniscosas.

Por lo general (salvo el horizonte C) cada uno de estos horizontes se han dividido en tres unidades, aunque en ciertos lugares esta división no se ha podido realizar aplicándole, entonces, el término de indiferenciado. Así ocurre en las regiones de La Alameda, Embid de Ariza, Pardos, objetos de nuestras investigaciones y que quedan encuadrados en el D indiferenciado.

TABLA I - Escala estratigráfica regional

Sistema	Serie	Piso	Formaciones	SCHMITZ (1971)	JOSOPAIT (1972)
O R D O V I C I C O		T R E M A D O C I E N S E	Pizarras de Espino	E	D5-6
			Serie alternante - de Dere.	D3	D4
				D2	D3
				D1	D2
			Pizarras de Corzas	C	D1
			Cuarcita de Barrea	B3	C
C A M B R I C O	Superior	Superior		B2	B2
	Medio	Medio		Capas de Acon	B1
			A3		A2-5
			A2		A1
	Inferior	Inferior	-Capas de Murero	A1	
			-Cuarcita de Daroca -Pizarra de Huérmeda -Dolomia de Ribota -Capas abigarradas/ del Jalón -Capas de Embid.	(LOTZE 1961) (SCHMITZ 1971)	

La escala estratigráfica regional de los terrenos paleozoicos, está resumida en la tabla I . Las principales características litológicas de los diferentes horizontes de la Serie Ibérica van a ser definidas seguidamente (SCHMITZ, 1971).

Además del aspecto litológico, SCHMITZ(1971) y JOSO--PAIT (1971) han tenido en cuenta las estructuras sedimentarias/ (estratificación cruzada, ripple marks, ...), la fauna (trilobites, braquiopodos, cruzianas, ...) y los estudios anteriores -- (LOTZE, 1961, etc.) para establecer las divisiones estratigráficas regionales. En nuestro trabajo, orientado fundamentalmente a la Metalogenia, nos ha parecido inútil mencionar los tipos de estructuras sedimentarias y los fósiles. Sin embargo, estos datos nos sirven para precisar las condiciones del medio y veremos, posteriormente, que estas condiciones, así como la naturaleza de los sedimentos y las variaciones laterales de facies, juegan un papel importante para nuestro propósito.

II - 1.1.1. Horizonte A (Capas de Acón)

Estas capas están divididas en:

- una serie inferior (A_1), compuesta de muro a techo de:
 - una serie alternante, de unos 30 m. de potencia, de pizarras de color verde oliva pálido y de areniscas verdosas en capas poco potentes; hacia el techo aumenta el contenido de areniscas blandas que se alteran pulverulentamente (tránsito de las capas de Murero a las capas de Acón).
 - un paquete de areniscas-cuarcitas de color gris claro azulado, cuya potencia es más elevada en el Sur que en el Norte de la región; en el seno de este paquete, apa-

recen, solo de vez en cuando, pizarras de color pálido (potencia total: 100 m.).

- una serie alternante de pizarras azul-verdosas (predominantes) y areniscas micáceas en delgadas capas.
- una serie media (A_2) constituida por areniscas duras y por cuarcitas que se destacan visiblemente de las pizarras blandas -- subyacentes. Puede seguirse hasta muy lejos una división de la serie en tres tramos, debido a la existencia de un tramo central arcilloso. Dentro de la sucesión cuarcítica, las pizarras son escasas.
- una potente serie superior (A_3) formada de pizarras-areniscosas. Las capas empiezan con areniscas muy fosilíferas (trilobites, carpoides), ricas en mica, de color gris suave y alteradas con color marrón o amarillo sucio.

Después de las areniscas sigue una potente serie alternante, -en general, de color verde y con menor frecuencia, -- gris oscuro, - en la que predominan las pizarras sobre las areniscas. Estas últimas, en capas de potencia media, presentan un color gris-blanquecino, pero muchas veces por alteración, son de color rojo sucio.

En la parte intermedia, las pizarras son casi siempre de color oscuro; algunas veces las acompañan capas finas de areniscas en forma de cuña. La parte más alta -donde se encuentran casi siempre fajas areniscosas- está formada por pizarras areniscosas de color gris-azul a negro mate.

Al Norte de Ateca, la potencia de las Capas de Acón - alcanza los 1.500 m. (A_1 : 500 m., A_2 : 120 m., A_3 : 900 m.) y/

hay que anotar, según SCHMITZ (1971), que el límite estratigráfico entre el Cámbrico medio y superior no puede determinarse/ de una manera precisa; este límite ha de buscarse por la parte más alta de la serie superior A₃.

II - 1.1.2. Horizonte B (Cuarcita de Barrera)

Este horizonte abarca esquemáticamente dos series areniscoso -cuarcíticas (B₁ y B₃) y una serie media arcillosoareniscosa (B₂). Su potencia alcanza 500 m. en el Sur y 300 m. en la parte media y en el Norte de la región (B₁: 80-100 m.; - B₂: 370-150 m.; B₃: 50 m.).

La serie inferior (B₁) de este horizonte se compone/ de capas medianas a gruesas de cuarcita de color gris-azulado, a blanco, conteniendo frecuentemente, intercaladas, capas arcillosas de color verde-azul; las areniscas, que aparecen alternantes con las cuarcitas, presentan una potencia bastante variable.

La serie media (B₂) consta de una parte inferior y - otra superior, constituidas respectivamente por una serie alterante de pizarras y capas de areniscas claras que pasan a verdosas por alteración, con potencia de media a débil.

En cuanto a las cuarcitas que forman la parte media/ de la serie y que se acuñan hacia el Norte, no se diferencian/ petrográficamente, ni morfológicamente, de las cuarcitas observadas en las series B₁ y B₃.

La serie superior (B₃) está formada principalmente, /

por capas gruesas de cuarcita, raramente interrumpidas por intercalaciones de pizarras.

II - 1.1.3. Horizonte C (Pizarras de Corzas)

Este horizonte se caracteriza por una sedimentación/alternante de capas de poca potencia, formada por arenisca y pizarra de color azulado a verde oliva por alteración, y en la que sobresale el contenido en pizarras. En la parte más alta, de este nivel litológico C, aparece un horizonte de tufita, de potencia variable (0-2,5 m.), caracterizada por su elevada/proporción de feldespatos y que se ha podido seguir durante una decena de kilómetros (SCHMITZ, 1971; PALLARD, MONSEUR, GUTIERREZ, 1974, 75). Cerca de Ateca y Villalengua, la potencia del horizonte C es de unos 600 m.

II - 1.1.4. Horizonte D (Serie alternante de Dere).

Este horizonte está constituido por dos series cuarcíticas (D_1 y D_3) separadas por una serie intermedia arenisco-pizarrosa (D_2). En el valle del Jalón su potencia total es de 810 m. (D_1 : 380 m.; D_2 : 170 m.; D_3 : 260 m.)

La serie inferior (D_1) se compone de muro a techo de:

- un paquete de potentes capas de cuarcita clara y areniscas duras, de grano medio y de color gris, cuyas potencias son superiores a los 0,75 m., por término medio. Aunque subordinadas, las pizarras gris-claras intercaladas en la parte inferior de este paquete, son casi todas areniscosas y micáceas mientras que en la parte más alta aparecen pizarras oscuras.
- una serie alternante de pizarras y areniscas color rojizo.

- un paquete de arenisca gris, de potencia media.

La serie media (D_2) está constituida, de muro a techo, de:

- parte inferior que presenta una alternancia de arenisca y de pizarras.
- parte media y superior compuesta de pizarras de color azul oscuro verdoso y con escasas capas de arenisca.

La serie superior (D_3), consta de muro a techo, de:

- un importante paquete de cuarcitas blanco-gris y areniscas -- gris-beige, de grano medio a fino, en capas bastante potentes/ (hasta 1,50 m.).
- una serie alternante de pizarras y de areniscas donde predominan las pizarras (las capas de arenisca alcanzan hasta una potencia de 0,30 m.).
- una serie areniscosa con predominio de capas de arenisca de color rojizo y donde las cuarcitas son muy escasas.

Al término de este capítulo, mencionaremos que el último horizonte E (Capas de Espino), de la Serie Ibérica, se compone de pizarras y de areniscas, pero que por falta de indicios minerales en su seno, no ha sido objeto de nuestras investigaciones.

II - 1.2. Tectónica, Metamorfismo, Paleogeografía, Plutonismo, Volcanismo.

II - 1.2.1. Tectónica^(*)-Metamorfismo.

De una manera general, la estructura geológica de la Cadena Ibérica se caracteriza por un gran anticlinal cuyo eje/ marca la dirección NNO-SSE sumergiéndose al SSE; los pliegues/ secundarios y las fallas principales armonizan con esta dirección (SCHMITZ, 1971).

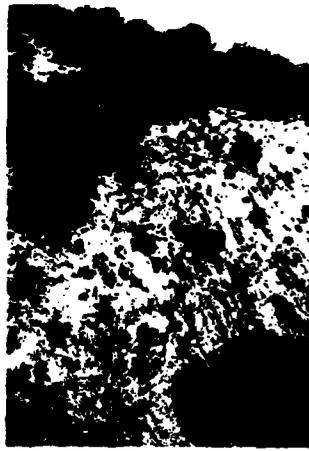
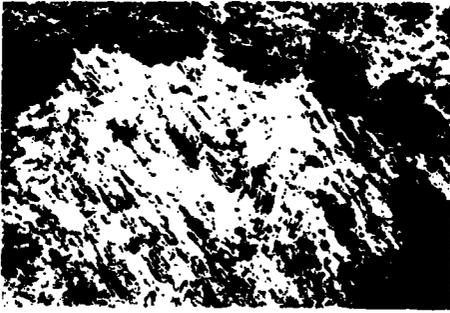
Es interesante observar que los dos grupos de fallas (hercínicas y alpinas) presentan orientaciones idénticas: longitudinales (NO-SE, dirección armoricana) y transversales (NE-SO). En el zócalo, las fallas NE-SO son más numerosas pero menos importantes que las fallas NO-SE; se trata sobre todo de "decrochements" con saltos horizontales (Desparmet, A., 1967 y Desparmet, R., 1968).

Respecto a los movimientos hercínicos y alpinos que/ han afectado a esta cordillera de tipo intermedio, caracteriza/ da por la ausencia de metamorfismo y por la falta casi total de una actividad magmática posthercínica (Julivert, Fontboté, Ribero y Conde, 1975), se pueden subrayar los puntos siguientes:

1. De la posición discordante del Estefaniense, se deduce que/ el plegamiento principal hercínico es ante-estefaniense sin/ poder precisar más; existe, además una débil discordancia -- post-estefaniense y pre-triásica (Riba y Rios, 1960-62).

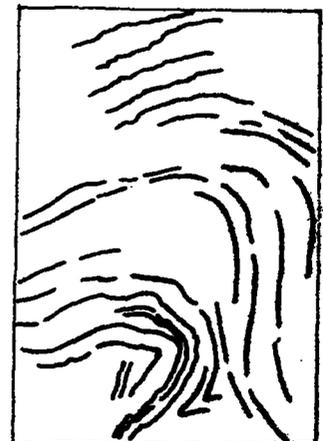
Al NO de la región de nuestro estudio, en la Sierra/ de la Demanda -donde los plegamientos hercínicos son de edad palentina (Colchen, 1964)- se han reconocido tres fases her-

* En la zona de estudio, las acciones tectónicas han sido importantes, como lo demuestran los plegamientos -bastante acusados- (macro y micropliegues), así como la presencia de dos puzarrosidades. (LAMINA I)



Embid de Ariza

- 1. *Sinclinal localizado a unos 150 m. de el representado en la foto 2.*
- 2. *Anticlinal y sinclinal desplazados por falla.*



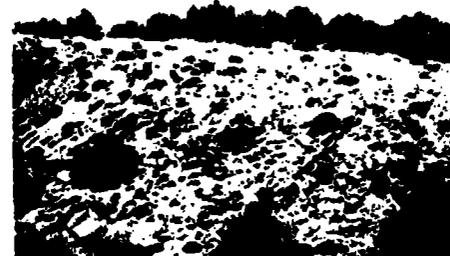
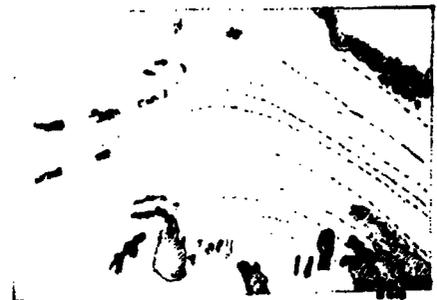
Bubierca (La Pedraza)

- 3. *Capas muy tectonizadas*
- 4. *Detalle del pliegue lumbado correspondiente a la foto 3.*



Pardos

- 5. *Capas de mica parcialmente formando una estructura anticlinal.*



Algunos detalles de la estructura anticlinal de la zona de Pardos.

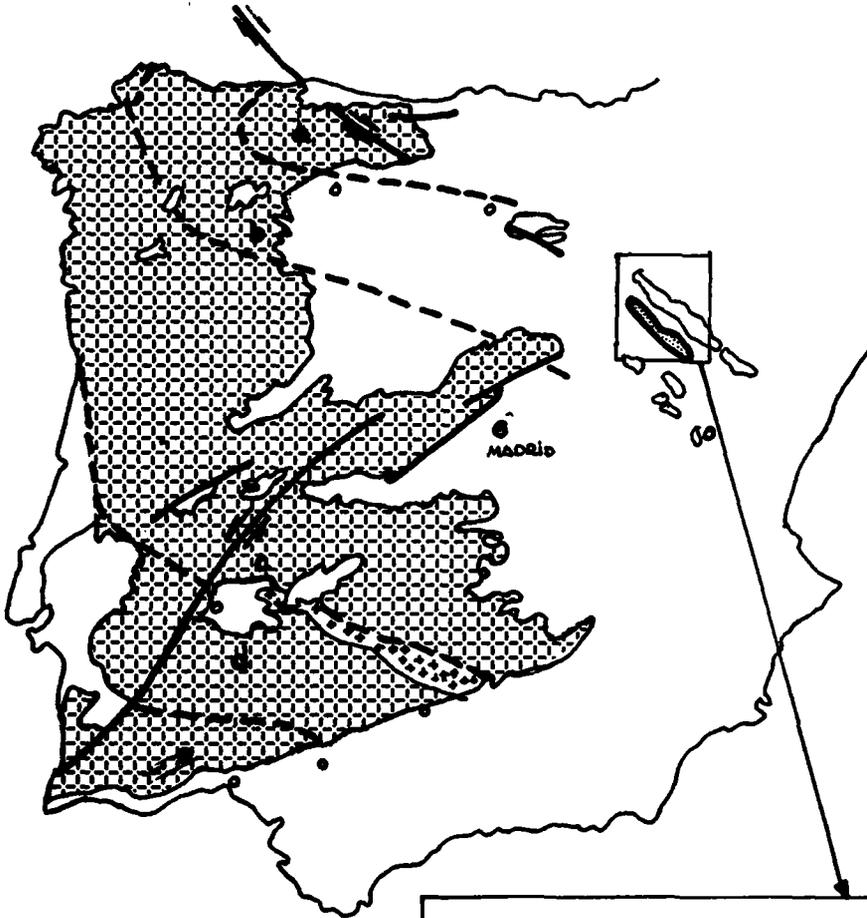
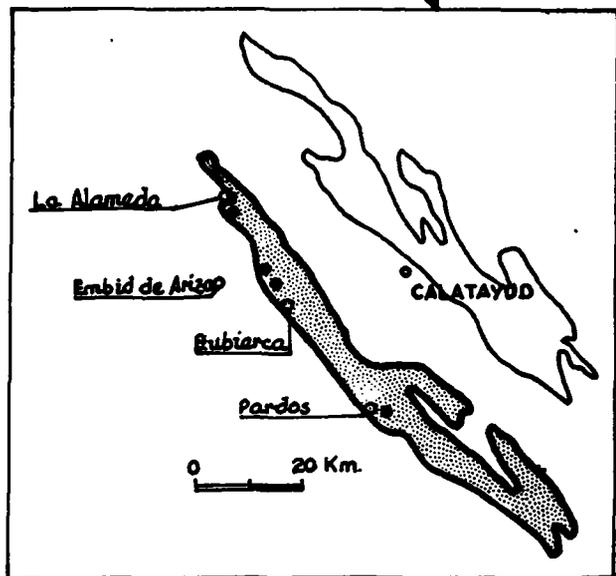


Fig. 2 MAPA DE SITUACIÓN

-  - *Macizo cristalino (paleozoico)*
-  - *Límite entre las zonas alargadas paralelamente a la dirección de las estructuras hercínicas: a, zona Cantábrica; b, zona de Asturias occidental y León; c, zona central ibérica; d, zona de Osa Ilorona; e, zona del Sur de Portugal (nomenclatura usada por Julivert, Fontbota, Ribeiro y Conde, en 1974)*
-  - *Cordillera Ibérica: zócalo pama SUP. (ZONA DE LA TESIG)*
-  - *Fallas*



1978

cínicas (Colchen, 1970) y en la zona asturooccidental-leonesa/ del macizo Ibérico , (relacionada estructuralmente con la -- Cordillera Ibérica) aparecen también tres etapas tectónicas/ que se han producido antes del depósito del Estefaniense -- (B-C) (Marcos 1971, 1973).

2. En particular, según Pallard (1974-75), la zona de La Alameda ha actuado como un "horst" desde el final del Paleozoico/ y ha sufrido movimientos en varias épocas estratigráficas.

Durante la orogénesis alpina se pueden distinguir diferentes fases: dos pulsaciones, una entre el Portlandiense/ y Neocomiense y otra antes del Albiense (Julivert, Fontboré, Ribero y Conde, 1974); un plegamiento principal al final del Cretácico (Riba y Ríos, 1960-62); un plegamiento entre el Eoceno y el Mioceno (discordancia pre-aquitaniense) (Riba, 1959 Riba y Ríos, 1962) y finalmente por lo menos tres fases (Desparmet, A., 1967) después del Aquitaniense.

En el documento sintético (Tabla II-apéndice), hemos resumido las fases orogénicas importantes que han afectado a la Cordillera Ibérica en general, a la zona Asturooccidental-leonesa, -- que estructuralmente se integra como prolongación de la precedente (Fig. 2) , a la Sierra de La Demanda y finalmente a la Cordillera Ibérica Occidental.

II - 1.2.2. Paleogeografía.

Dentro de las características paleogeográficas a escala regional, hay que mencionar (SCHMITZ, 1971):

- a) los rápidos cambios laterales de facies en los diferentes horizontes de la Serie Ibérica (fig. 3).

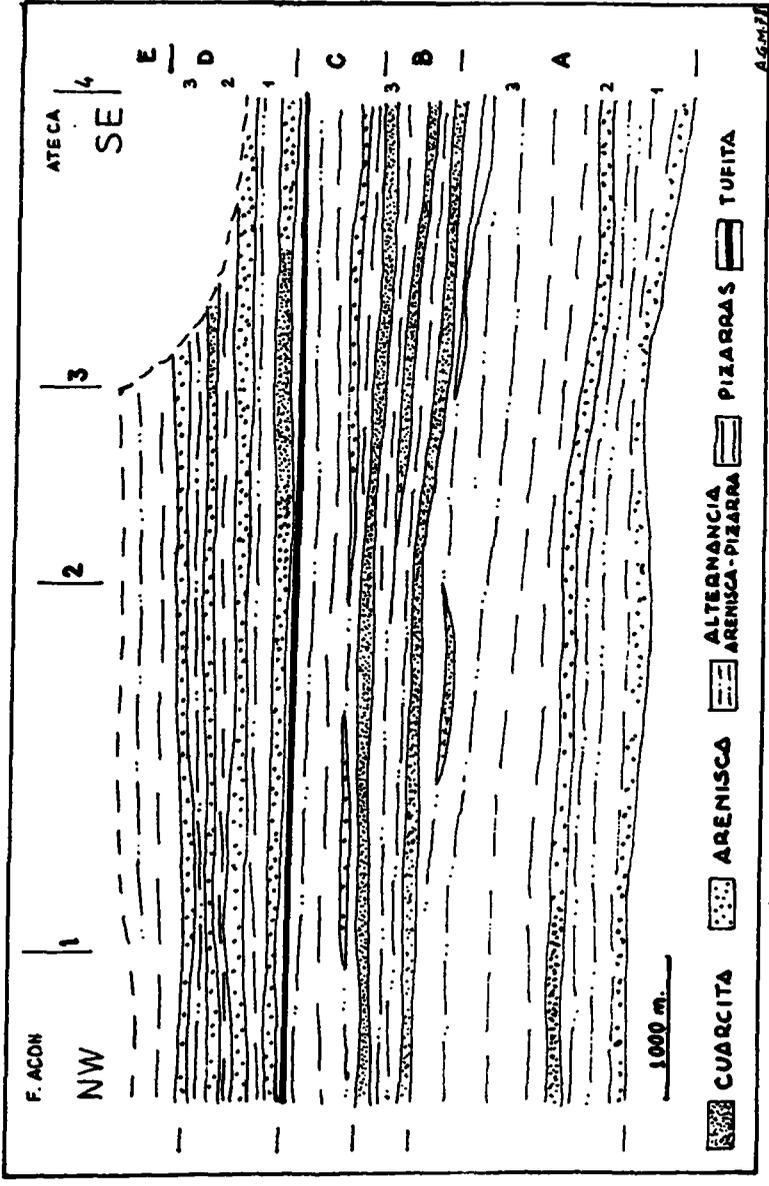


Fig. - 3 Cambios laterales de facies en la Serie Ibérica (Norte de Ateca.)
 El nivel de referencia es la tufita localizada hacia el techo del
 horizonte estratigráfico C (La escala es válida para altura y longitud)

SCHMITZ, 1971

- b) las estructuras sedimentarias que, mostrando una dirección de transporte de sedimentos de Este a Oeste, implican un medio nerítico.
- c) las alternancias de arenisca -pizarra y las sucesiones de pizarras que contienen niveles poco potentes de turbiditas.
- d) la sucesión de ciclos sedimentarios a gran escala (megarritmos) que afectan, en conjunto, a la Serie Ibérica.

De una manera general, y a gran escala, la paleogeografía del Ordovícico inferior no ha sido muy diferente de la del Cámbrico superior, aunque las facies calcáreas o dolomíticas tienen una tendencia a ser más importantes que las facies pizarrosas. Del mismo modo, durante el Ordovícico inferior la ecología de las diversas faunas no se diferencia profundamente de la del Cámbrico. La facies con Graptolitos aparece en la base del Ordovícico, mientras que en el "shelly facies" -que puede ser seguido durante todo el Ordovícico y el Silúrico- se encuentran Braquiópodos (Orthaces, sobre todo), Trilobites y moluscos en una ganga que, según los aportes sedimentarios, puede ser calcárea, finamente areniscosa o bien pizarrosa. Se interpreta en general esta facies, como un depósito de mar poco profundo y se deduce que el agua de este mar era clara cuando la ganga es calcárea o turbia, con aportes detríticos, cuando la ganga es areniscosa o pizarrosa. Se piensa que esta facies se ha formado frecuentemente cerca de las costas. En este último caso, se puede pensar que se trata, la mayoría de las veces, de formaciones transgresivas sobre costas llanas. La diversidad de las gangas de esta facies hace pensar que los organismos que contiene eran muy tolerantes, se alimentaban, probablemente, de pequeñas presas contenidas en los fondos no consolidados y se escondían en este medio protector, como es el caso de los gusanos, moluscos y crustáceos de los lodos marinos actuales (TERMIER 1960).

En resumen, como entre el Cámbrico y Silúrico (Ordovícico y Gothlandiense) no ha aparecido ningún dominio continental nuevo, los rasgos estructurales sobre los que se modela la paleogeografía Cámbrica justificarán el que durante el Silúrico persistan -esquemáticamente- facies análogas a las del Cámbrico. En particular, encontraremos, como en el Cámbrico, la zona geosinclinal mediterránea que está formada por todos los países europeos situados al Sur de la zona Bretona-Macizo renano-Bohemia es decir: Monte Negro, Pirineos, España, Alpes, Cerdeña, Marruecos, ... (GIGNOUX, 1960).

En Europa se inicia el Ordoviciense con una transgresión general que da origen a la formación de potentes bancos de cuarcitas, con pistas y huellas superficiales muy características, continuaron diversos tramos de pizarras, generalmente fosilíferas con trilobites y braquiópodos, para terminar con calizas que contienen abundantes restos de equinodermos (cistideos)

La transgresión ordoviciense, reduce gran parte de Europa a un extenso archipiélago que luego, como consecuencia de la orogenia caledoniana, se va transformando poco a poco en un gran continente NortAtlántico, separado del de Gondwana por el Tetis (Mesogea).

II - 1.2.3. Plutonismo-Volcanismo

Como ya queda dicho, las rocas igneas juegan un papel menor en esta cadena; se observa hacia el techo del nivel litológico C un horizonte de tufita de potencia variable (0-2,5 m.) que se ha podido seguir durante una decena de kilómetros (SCHMITZ, 1971; JOSOPAIT, 1972; PALLARD; MONSIEUR; GUTIERREZ, 1974-75)

Además en la serie paleozoica de la región de Alhama/ de Aragón (Provincia de Zaragoza), R. DESPARMET (1968) ha observado dos afloramientos de origen volcánico:

- el primero consta de una capa volcano-sedimentaria, masiva, - interestratificada en las pizarras rojas del Tremadociense, - visible a lo largo de 250 m., con 1 m. de espesor y situado - sobre la ribera izquierda del Barranco de Valderoque (entre/ Cuatro Mojones y Muela Grande); esta formación puede ser considerada como una colada de lodo que remueve elementos de cenizas volcánicas y de rocas igneas.
- el segundo consta de riolitas blancas visibles en la región - de Castejón de las Armas. Localmente (ribera izquierda del - Barranco de Las Minas) estas riolitas alcanzan 10 m. de potencia y se fracturan en prismas poligonales de unos 10 cm. de arista; el alargamiento de los prismas es perpendicular a la dirección del filón.

Estas riolitas son posteriores a la serie de Ateca - (Postdamiense) a la que recortan. No se puede determinar la/ edad de esta formación volcánica con más precisión.

Según PRUVOST (1949), durante el período Ordovícico - Tremadociense hubo manifestaciones volcánicas ácidas y la frecuencia del color rojo podría resultar de la alternación de - capas volcánicas. Por esto R. DESPARMET (1968) piensa que la capa volcano-sedimentaria y las riolitas de Castejón de las - Armas podrían ser manifestaciones de este fenómeno volcánico.

II - 2. METALOGENIA

II - 2.1. Conocimientos actuales (Datos bibliográficos)

Según SCHMITZ (1971), en la rama occidental de la cadena, los depósitos hidrotermales más importantes son los filones de cuarzo, a menudo con azurita y malaquita asociadas y en relación con fracturas longitudinales. Se presentan también mineralizaciones metasomáticas de hierro en las dolomías del Cámbrico (dolomía de Ribota y Murero); la siderita es frecuente - mientras que la baritina aparece, solo en un filón.

La antigua mina de Peñalcázar -objeto de este trabajo- está indicada en la literatura (Romero, 1934; I.G.M.E., 1972) y tendremos oportunidad de hablar posteriormente con más detalle, respecto a su mineralización de plomo, cinc, cobre y plata.

II - 2.2. Tipos de mineralizaciones (nuestras observaciones)

Durante los primeros meses de iniciación del presente trabajo, tomamos contacto con el terreno desde los puntos de vista de la geología general (estratigrafía, sedimentología, tectónica) y de la metalogenia para poder encuadrar los antiguos trabajos mineros e indicios minerales en el marco geológico.

De una manera general el reconocimiento de las labores ha supuesto:

- Señalización en un mapa a escala 1:50.000 de puntos con diferentes indicios de mineralización.
- realización de algunos croquis exteriores de los alrededores/ de ciertas labores.
- recogida de muestras (mineralización y roca encajante) más o/

menos abundantes en las escomberas o "in situ".

- establecimiento de un cierto control tectónico, estratigráfico y sedimentológico en el que el mineral está o no relacionado con el fenómeno de eudación de cuarzo.

En la zona investigada -situada ya en la introducción- hemos agrupado nuestras observaciones según dos regiones: Norte y Sur, a partir del río Jalón.

II - 2.2.1. Región Norte

a) Alameda (Mina de Peñalcázar - Soria) (Pb, Ag, Cu, Zn).

Esta antigua mina de Pb-Ag con Cu y Zn se comenzó a explotar en 1.848 gracias a un filón superficial de plomo. De la descripción que tenemos por la bibliografía entresacamos: "Constituyen un sistema de estrechos filones que en general se presentan concordantes entre sí y con la estratificación del terreno en dirección sensiblemente de N. a S. e inclinación, por término medio de 45° al E. La potencia viene a ser de unos 20 cm.

Estos criaderos arman en capas de cuarcita, que alternantes con las de pizarra arcillosa constituyen el terreno correspondiente a la formación silúrica... "Desengaño" se encuentra sobre un filón de cuarzo y tiene galena diseminada en el mismo; arma en la pizarra arcillosa de formación silúrica y se presenta con regularidad si bien con escasa potencia y mineralización.

A principios de siglo se habla de la existencia de 4 filones. La mena es galena de grano fino con una ley de 1% de Ag y un espesor de 25 a 30 cm. Blenda y óxidos con piritas

de Fe la acompañan y como ganga el cuarzo.

Los intentos de reanudar la explotación se han sucedido -- desde 1.901 en que se paró la producción habiendo sido ADA RO en 1.949 quien se interesó por su explotación, siempre/ que la Dirección General de Minas pusiera el 50^o del capital. Esta no pudo invertir su presupuesto y no se realizó ningún trabajo, hasta el presente.

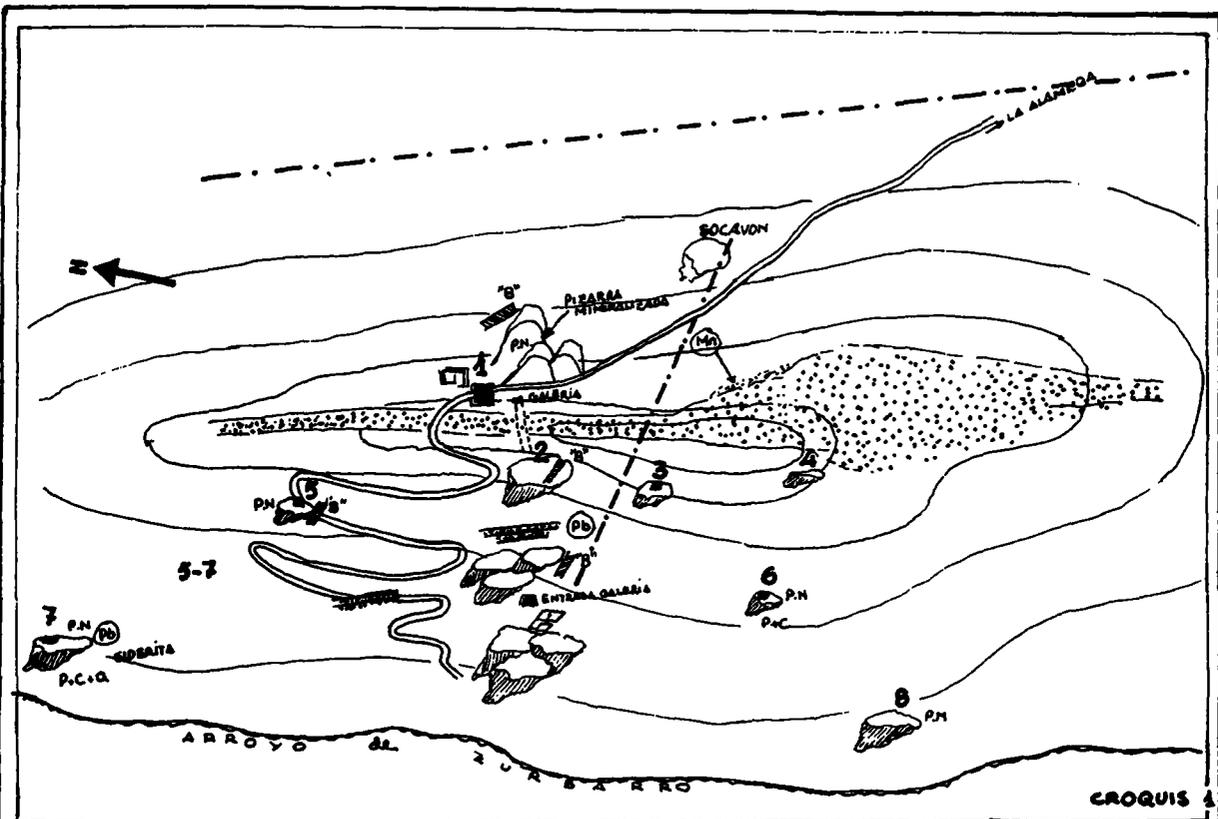
De nuestras observaciones y repetidas visitas confirmamos - que:

La mineralización -a partir de las escombreras que tenemos actualmente- se ha explotado en ciertas cuarcitas en las - que se encuentra la galena rellenando fisuras. Se ha explo tado también en las pizarras arcillosas en las que unas ve ces en vetas y otras en forma de nódulos aparece la galena.

Hay cuarcitas, como las que constituyen los crestones supe riores, que siempre son estériles; se ha recorrido la gale ría practicada en el crestón superior que lo atraviesa con una longitud de 32 m. aproximadamente y no se han encontra- do indicios de mineral en esta cuarcita.

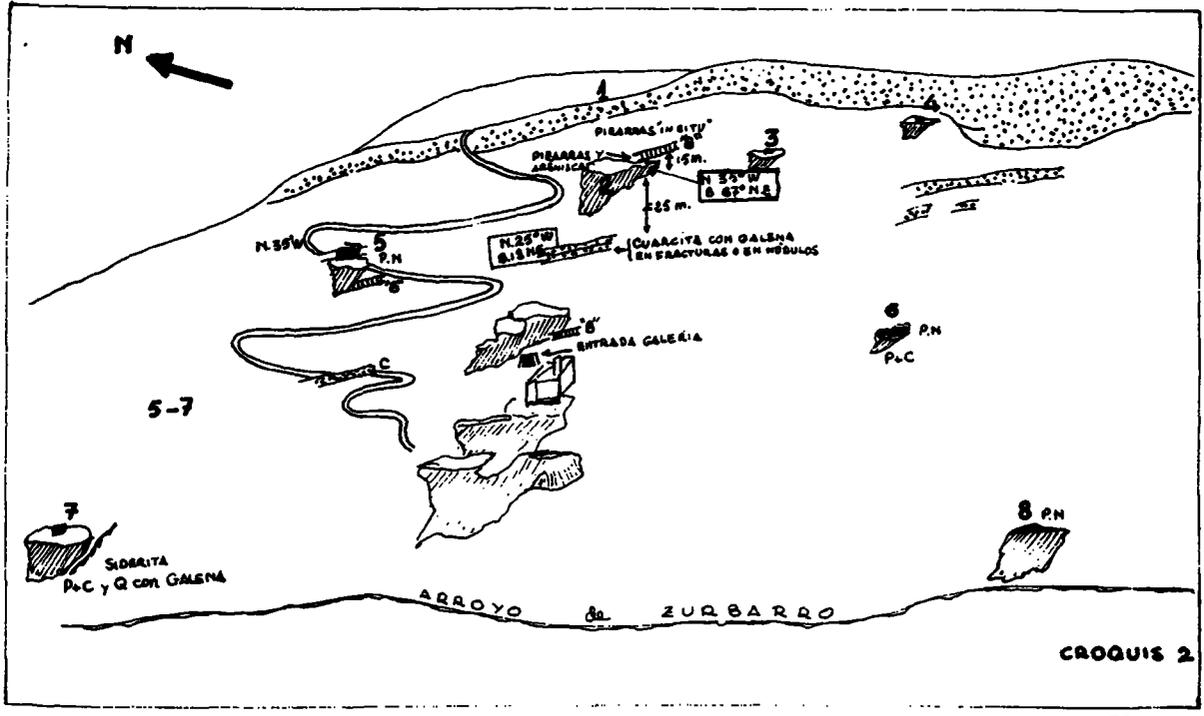
Se han recogido en las escombreras del punto 2 grandes con centraciones de blenda y algo de calcopirita (croquis núms. 1 y 2).

Se ha tenido en cuenta la falla F-0 transversal que recor- ta la estratificación, ya señalada en los trabajos y mapas de la mina Juan de Austria (informe de Dirección General - de Minas y Combustibles).



CROQUIS DE CAMPO en el monte del Estrejal "MINAS DE PEÑALCAZAR" (La Alameda) 1.. HORIZONTAL 2 VERTICAL PARTE OESTE. (APROXIMADOS SIN ESCALA)

crestones de cuarcita	P.N.-Pizarras negras	Escambruras
horizonte con roca profunda (Skolithos)	P -Pizarras	Pozo
	C -Cuarcita (arenisca)	Falla
	Q -Cuarzo	Lineas de nivel.



Ante la imposibilidad de bajar al pozo (punto 1, croquis 1), se han tomado muestras, tanto de la mineralización, como de la roca encajante en las escombreras de los diferentes puntos o trabajos que hay a lo largo de la montaña y de la mina (parte 0. y superior) (croquis n^{os} 1 y 2).

La mina, que se extiende por unas suaves lomas en dirección N-S; presenta en su contacto una laguna de sedimentación ya que éste se dá directamente entre el Cretácico y Silúrico. Por lo tanto, en este sitio se ha producido un "altafondo" / durante la historia geológica de la región.

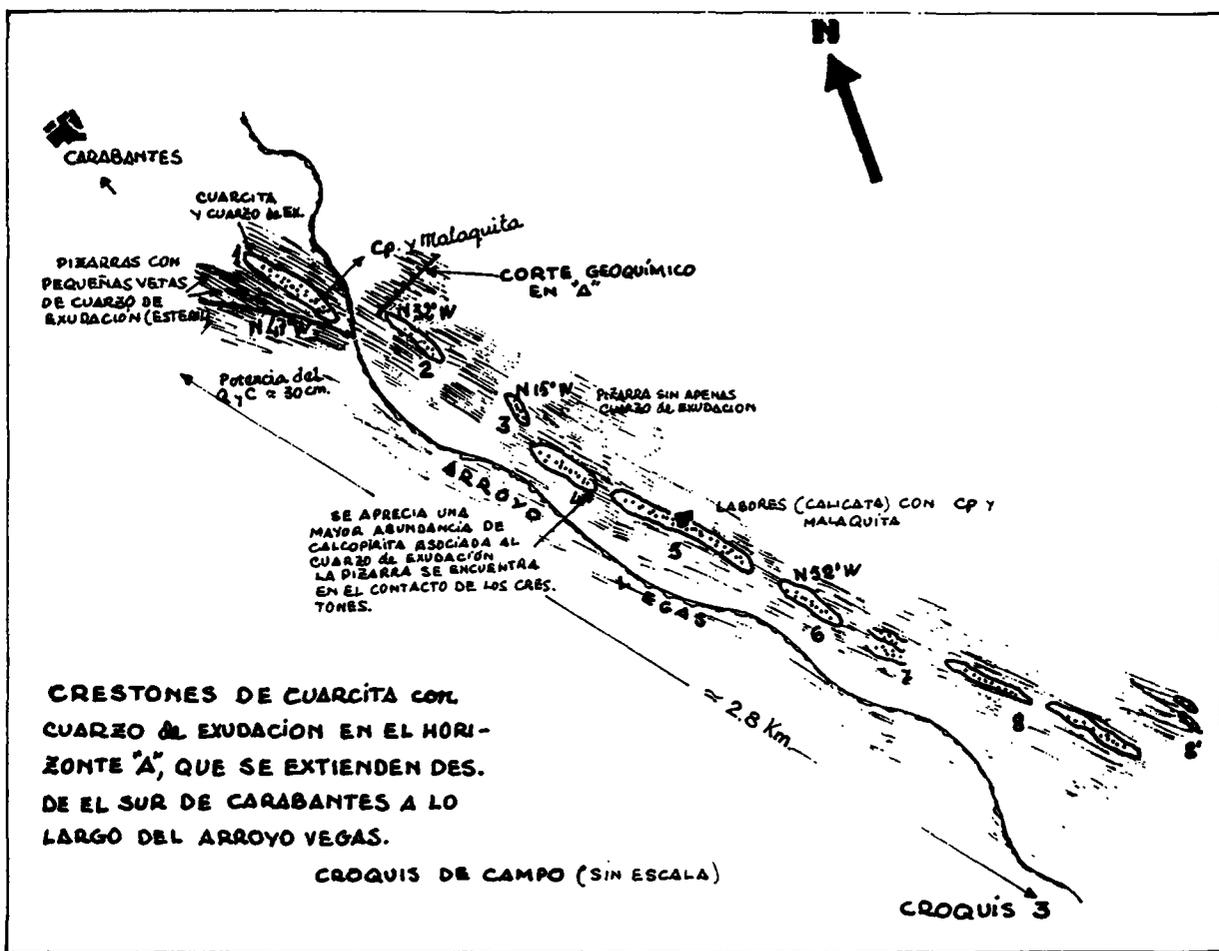
En la parte superior de la colina (puntos 1, 2 y 5) se han -- apreciado Skolithos y Cruzianas, índice de baja profundidad del agua durante la sedimentación (croquis n^o 1 y 2).

Finalmente en un rápido examen en los alrededores de los -- crestones superiores, se han apreciado vestigios de traba-- jos con óxidos de hierro y manganeso.

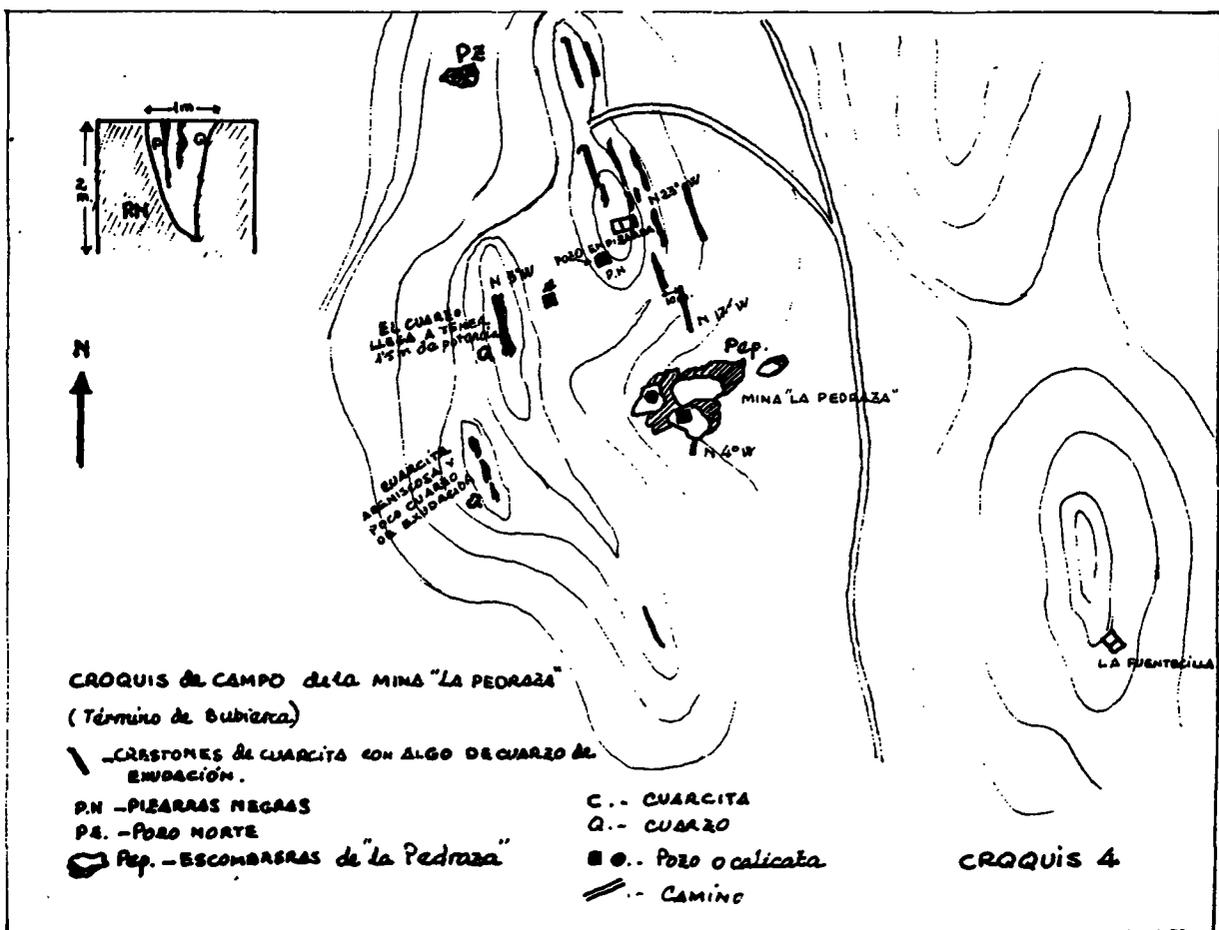
b) "Filones" de cuarzo junto a Carabantes (Cu).

Se localizan junto al arroyo Vegas con una dirección aproxima-- da de N. 50°-0 (si bien algunos tienen N 32° 0, N 15°-0), (croquis núm. 3).

Se han seguido a lo largo de unos 3 km. estos crestones de/ cuarcita con "filones" de cuarzo, de una potencia que va de unos 30 cm. al metro, pero sin vestigios de pizarras en su/ interior. Este mismo cuarzo se presenta también como fenó-- meno de exudación entre las pizarras encajantes si bien su/



CRESTONES DE CUARCITA con CUARZO de EXUDACION EN EL HORIZONTE "A", QUE SE EXTIENDEN DES. DE EL SUR DE CARABANTES A LO LARGO DEL ARROYO VEGAS.



potencia en ellas es mucho menor y va disminuyendo el fenómeno a medida que nos separamos de los crestones, llegando/ a los pocos metros a la pizarra normal.

La mineralización en el cuarzo es de malaquita y calcopirita, pero en ley muy baja externamente.

Las labores no han pasado de pequeñas calicatas de no más - de 1 ó 2 m. de profundidad.

c) Embudo de Ariza (Cu, Zn, Pb)

De las antiguas labores, subsisten (cfr. mapa III - *apéndice* - nº 64 y 65) dos pozos -a nivel del río y en su margen derecha- que se encuentran llenos de agua y que han sido practicados en pizarras oscuras.

Las escombreras de éstos, -poco importantes-, se presentan/ cubiertas por la vegetación y el suelo. Se ha picado y desenterrado parte de estas escombreras recogiendo algunas muestras de cuarzo de exudación con calcopirita, blenda y galena.

El estudio del cuarzo, así como de la mineralización encontrada en él nos permitirá establecer una relación o "analogía" con otros puntos estudiados más adelante.

d) Bubierca (Mina La Pedraza) (Cu, Zn, Pb)

Es una antigua mina con dos pozos practicados en pizarras negras; juntamente con Alameda es el punto mineralizado más -

importante en el horizonte D del Tremadociense en esta parte Norte.

Los pozos han sido practicados en una pequeña vaguada entre dos suaves lomas de terreno que se encuentran -principalmente hacia el Norte- coronadas por crestones de cuarcita (cfr. croquis núm. 4).

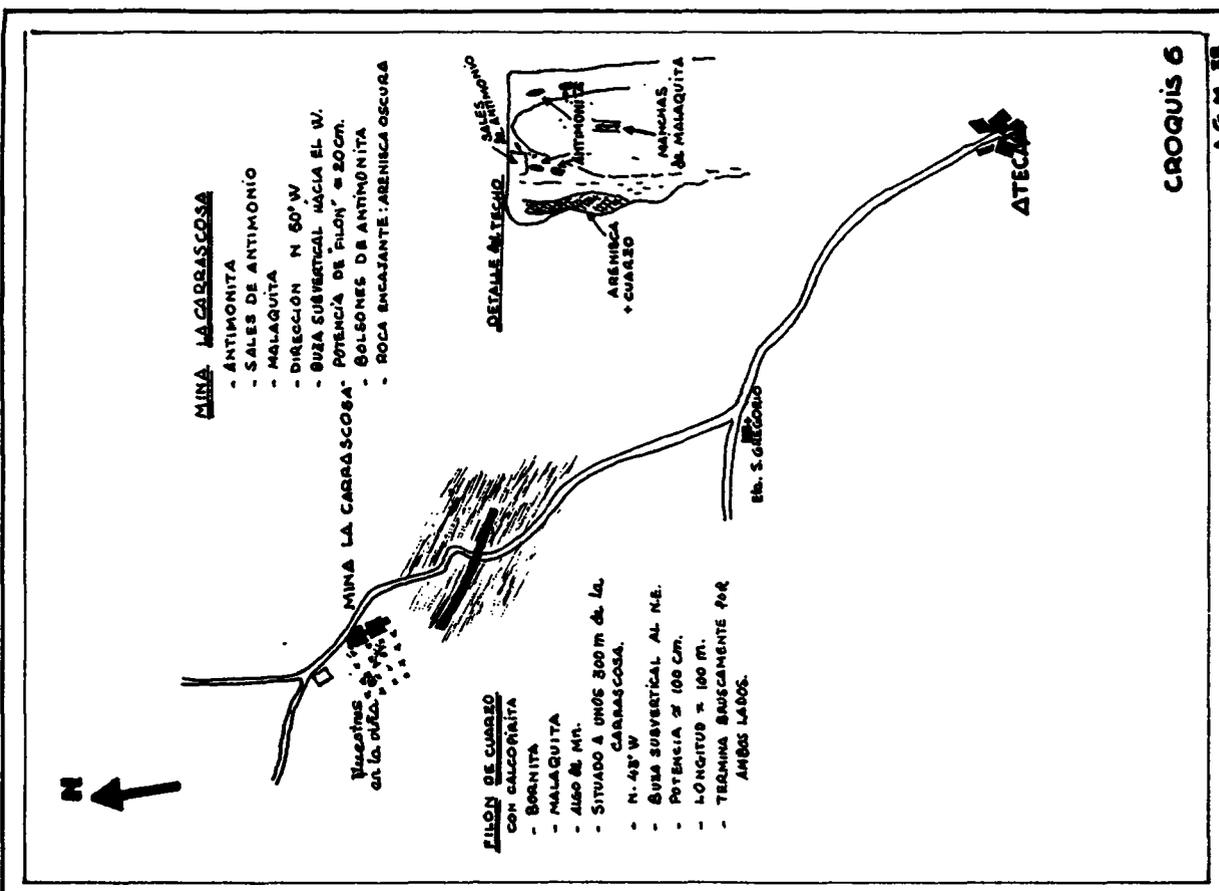
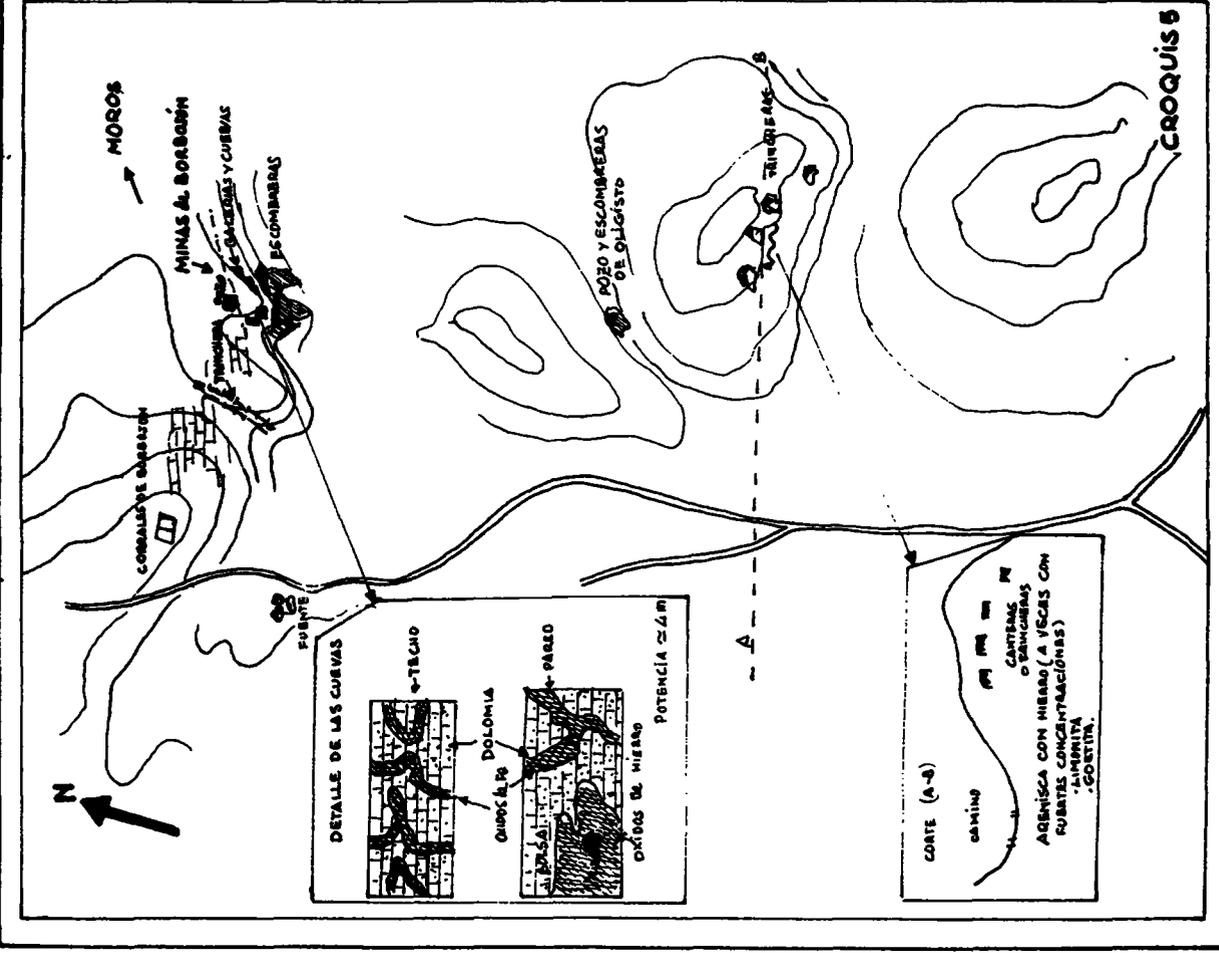
Estos crestones van alineados durante 1,5 km. aproximadamente, con una dirección que varía desde N 32° O, a N 17° O, - junto a los pozos.

La mineralización -según se aprecia en las escombreras- es/ de calcopirita, blenda y galena en cuarzo que se halla en forma de "filón" entre las pizarras negras. Se trata de - cuarzo de exudación, fenómeno que podemos apreciar superficialmente en algunos puntos del propio terreno (Cfr. croquis núm. 4 : Pz: pequeño pozo de unos 7 u 8 m.; filones de cuarzo entre pizarras). A simple vista -aunque con mineralización mucho más abundante- este cuarzo presenta gran analogía con el de Embid de Ariza. En él se observan, frecuentemente, vestigios de pizarras negras en cantidades variables, - que aparecen en forma de brechas o de estrechas capas paralelas al filón.

Frente a la Pedraza, en dirección hacia el pico San Gregorio, hay pequeños indicios de calcopirita con abundancia de manganeso.

e) Mina de Borbojón (Fe sedimentario)

Se encuentra esta antigua mina en el término de Moros (cro-



quis núm. 5), aproximadamente entre las dolomias de Ribota y las capas abigarradas del Jalón.

Se trata probablemente de Fe sedimentario, diseminado originalmente en las capas carbonatadas y luego reconcentrado en bolsadas karsticas.

A juzgar por la movilización de tierras y excavaciones, la explotación debió ser importante.

También aparecen en los alrededores de la mina pozos y trincheras con gran cantidad de óxidos de Fe sedimentario (Croquis núm. 5 A-B)

f) Ateca (Norte) - "Mina La Carrascosa" (Sb, Cu)

Es una pequeña "mina" situada en el camino de Ateca a la Ermita de San Gregorio. La componen dos pequeños pozos de unos 3 ó 4 m. de profundidad por 8 m² de superficie. Las escombreras se encuentran muy esparcidas (cfr. croquis núm. 6).

La mineralización es de estibina, de sales de antimonio y algo de Cu (malaquita).

El "filón", de 20 cm. de espesor sigue un rumbo de N 50° O, con buzamiento subvertical hacia el O.

La estibina se aloja en bolsones en el interior de una roca areniscosa oscura.

- Filón de cuarzo con calcopirita (bornita), malaquita y manganeso.

Se encuentra situado a mitad de camino entre la Ermita de San Gregorio y la "Mina La Carrascosa" (croquis núm. 6).

Es un filón discontinuo, de unos 100 m. de longitud y uno de potencia, con orientación N 43° O.

II - 2.2.2. Región Sur

a) Ateca (Mina Leonor y Aragón) (Sb, F, Ba, Cu, Zn, Pb)

Se recogieron numerosas muestras de blenda, galena, estibina, fluorita y baritina de sus escombreras, y se vieron en sus proximidades otras dos pequeñas labores mineras.

Este punto, de interés tanto por la paragénesis como por la aparente ley en mineral que presentan las escombreras, merecería un estudio más detallado. A simple vista, creemos se trata de una mineralización tipo "filón" recortando la estratificación.

b) Vilueña (Sb, Ba, ...)

Es un filón con estibina, sales de Sb, baritina, que arma en arenisca-cuarcita. Presenta una dirección E-O.

c) Castejón de las Armas (Pb)

Se han observado en este término, trabajos antiguos -

con algo de galena.

d) Munébrega (Ba)

La bibliografía nos da noticia de minerales de Pb en este término (1870). En 1874 se describen dos filones de cuarzo y barita sulfatada con cobre gris y galena antimonial; el primero de dirección E-O con buzamiento 82° N y potencia de 60 cm; el segundo de dirección O-NO a E-SE, con buzamiento 80° S.SO y potencia de 30 cm. En 1884 son los únicos, - juntamente con los de Villalengua, que se explotan para el Pb argentífero en terrenos silurianos.

A pesar de estos datos, únicamente hemos encontrado unos filones de barita encajados en pizarras en la finca de "La Zaragocilla" que han sido explotados y que no parecen tener relación con ningún plutón.

e) Olves (Pico Olves) (Cu)

Entre este pico y el pueblo, se ven unos trabajos en pizarras, con gran cantidad de malaquita, pero sin encontrar nada de Cu en forma de sulfuros.

f) Pardos (Cu, Pb, Zn)

Es un pueblo situado en la Sierra de su nombre, entre el Zócalo y el Trias (horizonte D indiferenciado al igual - que Alameda). Las pizarras, oscuras - negras, presentan un abundante fenómeno de exudación de cuarzo.

Una recogida de muestras de pizarras nos permitirá - un estudio comparado con Alameda, Embid y Pedraza.

II - 2.2.3. Conclusiones

1º. Basándose en los estudios de SCHMITZ (1971) y JOSOPAIT (1972), la localización estratigráfica de los indicios minerales se presenta así:

- En el horizonte D ("Dere-Wechselfolge") del Tremadocien se:

Alameda (Peñalcázar)	}	(D indiferenciado)
Embid de Ariza.		
Pardos		
Bubierca (La Pedraza)		(entre D ₂ y D ₃).

- En el horizonte B (cuarcitas de Barrera) (Cámbrico superior-Tremadociense) de la parte Sur:

Leonor y Aragón	}	(B ₁)
Vilueña		
Castejón de las Armas		
Munébrega		

- En el horizonte A (Pizarras de Acón) (Cámbrico medio-superior) de la parte Norte:

Filones de cuarzo <u>jun</u> to a Carabantes	(A)
Filón de cuarzo junto a Carrascosa	(A)
"Mina de Carrascosa"	(A) en contacto con las capas superiores de Murero).

- En el horizonte "Dolomias de Ribota" casi en el contacto con las pizarras abigarradas de Bunte-Jalón (Cámbrico inferior)

Mina de Borbojón (Moros).

- 2º. Parece que la mayoría de las mineralizaciones se concentran en dos horizontes preferentemente (control estratigráfico): en el D, partes Norte y Sur y en el B, parte Sur.
- 3º. En cuanto a los diferentes tipos de mineralizaciones observados en toda la región, podemos -en primer análisis- agruparlas de la manera siguiente (Tabla III):

1. Mineralizaciones con control estratigráfico:

- | | |
|---|---------------------------|
| a) Sin "karstificación": masas de óxidos hidróxidos de hierro "sub-concordantes" a la estratificación. | } Término/
de
Moros |
| b) con "karstificación": bolsas de óxidos hidróxidos de hierro con raíces en la dolomia (Mina de Borbojón). | |

2. Mineralizaciones con control tectónico: "filones" de:

Munébrega (Ba)
Vilueña (Ba, Sb).
Castejón de las Armas (Pb).
Leonor y Aragón (Sb, Pb, Zn, Cu, Ba, F, ...)
Carrascosa (Sb).

3. Mineralizaciones con control estratigráfico y tectónico:

- a) con exudación de cuarzo reducida:
Alameda (Peñalcázar) (Pb -Ag, Cu, Zn, Sb.)
- b) con exudación de cuarzo abundante:
Embid de Ariza (Pb, Zn, Cu).
Bubierca (La Pedraza) (Pb, Zn, Cu).
Pardos (Pb, Zn, Cu).
Filón de cuarzo junto a La Carrascosa (Cu).

TABLA III

- TABLA DE SINTESIS -

E S T R A T I G R A F I A *		L U G A R E S	I N D I C I O S	S I N E X I D A C I O N D E C U A R Z O	C O N E X I D A C I O N D E C U A R Z O	C O N T R O L
T R E M A D O C	Horizonte E	-	-	-	-	-
	Horizonte D	Peñalcázar (Alameda)	Pb, Ag, Zn, Cu.	-	(+)	Estratigráfico y parcialmente tectónico.
		Embudo de Ariza.	Pb, Zn, Cu	-	+	-
		La Pedraza.	Pb, Zn, Cu	-	+	-
	Horizonte C	Pardos.	Pb, Zn, Cu	-	-	-
		-	-	-	-	-
	Horizonte B	Murébrega	Sa	-	-	-
		Villueña	Ba, Sb	-	-	-
		Castejón de las Armas	Pb	-	-	-
	Horizonte A	Leonor y Aragón	Sb, Pb, Zn, Cu, Ba	-	-	-
Carabantes		Cu	-	+	Estratigráfico y parcialmente tectónico.	
Carrascosa		Cu	-	+	-	
-		Sb	-	-	-	
Medio	Pizarras de Curoyo.	-	-	-	-	
	Caracillas de Ariza	-	-	-	-	
Inferior	Pizarras de Buzuela	-	-	-	-	
	Botomías de Sibota	-	-	-	-	
	Pizarras de Bute-Jalón	Fe	-	-	Sedimentológico. (con o sin karstificación)	
0	Pizarras de Embid.	-	-	-	-	

*Según SCHEITZ (1971) y JOSOPAIT (1972).

**III.- ESTUDIO DE LA MINERALIZACION PLOMO - ARGENTIFERA DE
"LA ALAMEDA - PEÑALCAZAR" (PROV. SORIA).**

III - 1. SEDIMENTACION Y DATOS GEOQUIMICOS.

De las observaciones realizadas en "La Alameda", no hemos podido evidenciar una sedimentación estrictamente rítmica tal y como ha sido reconocida en ciertas series sedimentarias de otros países (MICHOT, 1.953; LIEGEOIS, 1.956 - 57; MONSEUR, 1.958 - 59; ...).

Ahora bien, a pesar de que la sedimentación observada en "La Alameda" es arrítmica a gran escala (intercalaciones irregulares de rocas areniscosas en el seno de rocas pizarrosas predominantes), se nota no obstante, un cierto número de seudorritmos cuya existencia es fundamental en cuanto a la localización de la mineralización primaria de esta región. Para describir las rocas sedimentarias recogidas en los diferentes cortes, hemos adoptado la clasificación de Michot (1.958) (Tabla IV) basada en la granulometría y textura, aportando ciertas modificaciones terminológicas. Los tipos de textura considerados corresponden a las definiciones siguientes:

- cuarcítica: proporción nula o muy débil de la fracción arcillosa.
- reticulada: proporción relativamente débil de la fracción arcillosa.
- empacitada: proporción importante de la fracción arcillosa.

Con el fin de establecer una relación entre la sedimentación y la localización de la mineralización primaria de esta región, hemos analizado el contenido en Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m.) en varias muestras procedentes de diferentes puntos y cortes; solamente un número reducido de ellas ha sido

recogido en los alrededores de la Zona I (fig. 4) y del corte II (fig. 7) para evitar contaminaciones de las escombreras próximas (fig. 1). Los métodos analíticos utilizados (Colorimetría y Absorción atómica (Perkin-Elmer, mod. 503)).

TABLA IV . Clasificación de las rocas de la serie psammito-pelítica (MICHOT, P., 1.958)

Ø Cuarzo	Textura cuarcítica	Textura reticulada	Textura empaquetada
2 mm a 250 µ	cuarcitas	areniscas	arenofilitas
250 a 60 µ	psammocuarzitas	psammitas	psammofilitas
60 a 20 µ	microcuarcitas	micropsammitas	micropsammofilitas

% creciente de la fracción arcillosa



A título comparativo, damos la distribución de Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m.) en diversas pizarras y areniscas de la corteza terrestre (Tabla V) aunque debemos subrayar, que, en nuestro caso, no hemos analizado areniscas "puras" (psammocuarzitas) sino rocas areniscosas evolucionando hacia un polo pizarroso. Esta observación justifica por sí sola las diferencias que se aprecian entre los datos correspondientes a las areniscas y a las "psammitas" en las Tablas V y VI

TABLA V . Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m.) en las pizarras y areniscas de la corteza terrestre (según Goldschmidt, V.M., 1958; Turekian, K.K. y Wedepohl, K.H., 1964; Krauskopf, K.B., 1967; Rankama, K. y Sahama, Th. G., 1968; Nicolini, P., 1970)

Elementos	Pizarras	Areniscas
Pb	20 (80)	7 - 20
Ag	0,05-0,1 (0,6-1,7)	0,0X (0,44)
Cu	45-57 (192-1000)	X (10-40)
Zn	80-100 (200-1000)	16
Sb	1,5 - 3	0,0X-1
Ba	460 - 580	X0 - 170

$$1 \leq X \leq 9$$

El estudio litológico realizado en el monte del Estrepal ("La Alameda"), podemos dividirlo en dos fases:

Durante la primera se han llevado a cabo un muestreo en diferentes zonas (fig. 1) de afloramientos, escombreras, calicatas y antiguos pozos de explotación.

Durante la segunda, se ha realizado una sistemática recogida de muestras. En algunos puntos cada 12 ó 15 metros y cada 20 en otros. Los objetivos perseguidos eran los siguientes:

- a) Confirmar y precisar, a partir de dos cortes, las conclusiones provisionales sacadas de la primera fase, a saber: seudorritmicidad de la sedimentación, y una concentración relativamente más abundante de carbonatos y elementos metalíferos en las zonas de transición entre secuencias.
- b) Estudiar, gracias a cuatro cortes meridionales complementarios, las variaciones laterales de facies y su incidencia en la continuidad de los seudorritmos, así como la de los horizontes portadores de la mineralización (o, a veces únicamente, indicios minerales).

III.- 1.1. Primera fase: Informaciones previas sobre rocas sedimentarias y datos geoquímicos (Zonas I, II, III y IV).

Para tener una primera idea de la naturaleza de las rocas sedimentarias regionales y de sus fondos geoquímicos, hemos recogido algunas muestras en cuatro zonas (fig. 1) cuyas características son las siguientes:

Zona I

Se encuentra en la actualidad con unas escombreras de cuarcita blanca-marrón y pizarras negras procedentes ambas de antiguas labores subterráneas realizadas en un nivel estratigráfico desconocido. Fueron sacadas a partir del pozo principal (fig. 1) situado en los crestones que culminan el monte; crestones constituidos por cuarcita blanca-grisácea, con ciertas impregnaciones de óxidos de hierro y manganeso.

Una antigua galería atraviesa todo este crestón esté ril durante una longitud de unos 32 m, para continuar después, durante otros 6, en un paquete de areniscas y pizarras muy are niscosas alternantes (Croquis 1 y 2 pág. 25)

Las pizarras negras de las escombreras son abundantes y se entremezclan con pizarras duras y areniscosas que, a veces, parecen un paso a areniscas micáceas.

En las escombreras aparecen los llamativos "Wurmbauten" (o estructuras de "gusanos") (SCHMITZ, 1.971) incrustados verticalmente en areniscas duras y de color gris oscuro.

De una manera esquemática podemos decir que la mineralización se localiza: en la cuarcita blanca-marrón, donde rellena pequeñas fracturas (galena, blenda) que también albergan carbonatos (calcita, siderita); aparece en las pizarras negras (con estructura pseudobrechoidal) donde se presenta a veces en vetas, y con frecuencia en nódulos (galena) rodeados de carbonatos; en brechas sedimentarias (de fragmentos areniscosos), participando en el cemento arcilloso: blenda, galena, calcopirita, siderita, cuarzo. Una descripción más amplia de la mineralización se dará en la parte metalogénica.

Se pueden distinguir, macro y microscópicamente, las rocas siguientes:

I.1. Macroscópicamente

- Cuarcita blanca-marrón (escombreras).
- Cuarcita blanca-grisácea ("in situ").
- Arenisca, gris oscura con estructura de "gusanos" (escombreras, "insitu")
- Arenisca micácea (escombreras).
- Pizarra dura, areniscosa (escombreras).

- Pizarra negra (escombreras).
- Brecha sedimentaria, cuyos fragmentos areniscosos, están unidos por un cemento arcilloso (escombreras).

I.2. Microscópicamente

I.2.1. Psammofilita a micropsammofilita bandeada con carbonato (equivalente macroscópico: Pizarra negra).

La roca presenta una estructura bandeada (capas areniscósas alternando con finas capas de sericita-moscovita) con textura empaquetada.

El cemento se compone principalmente de sericita (50 %), cuarzo (25 %) (subredondeado, homogéneo de 25 a 35 μ en las bandas sericíticas y subanguloso de 75 a 120 μ en las bandas areniscosas) óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (15 %) y de carbonatos (10 %); estos últimos suelen encontrarse diseminados, y asociados a óxidos o hidróxidos de color naranja.

Circón, turmalina y algo de mineralización aparecen también dispersos.

I.2.2. Psammita carbonatada (equivalente macroscópico: Arenisca micácea).

Posee estructura masiva y textura, de cuarcítica a reticulada; se compone de granos de cuarzo (65-75 %) angulosos o subangulosos (70-110 a 140 μ) que se cementan, generalmente entre sí, o a veces con sericita. El carbonato se hace abundante (15-25%) pudiendo presentarse intergranular o diseminado, o bien en fenocristales rellenando vetas; algunas zonas carbonatadas presentan rebordes rojizos- anaranjados debidos, con toda probabilidad, a óxidos-hidróxidos de hierro.

El porcentaje alcanzado por el conjunto óxidos-hidróxidos,-materia carbonosa es muy bajo, (5 %) y es de hacer notar que suelen aparecer en aquellas zonas en las que existe algo de sericita. También contiene mineralización diseminada en pequeños granos.

I.2.3. Psammita con carbonato y finas capas pizarrosas (equivalente macroscópico: Arenisca micácea).

Está constituida por granos de cuarzo (60-70 %) angulosos o subangulosos (100-170 μ), aunque cimentados entre sí, generalmente con algo de sericita (5-10 %) intergranular; moscovita y clorita subrayan la estratificación (estructura masiva; textura: empaquetada a cuarcítica).

Aparecen, intercaladas de vez en cuando, estrechas capas de pizarra, y de forma diseminada el conjunto óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (10 %); se observan también algunos feldespatos.

El carbonato (15-20 %) se presenta diseminado, en vetas, o bien en zonas albergando puntos de mineralización.

I.2.4. Brecha con algunos fragmentos psammi a micropsammiticos diseminados en un cemento psammofilítico (equivalente macroscópico: Brecha con fragmentos areniscosos reunidos por un cemento arcilloso).

Estructura brechoidal; se compone de fragmentos de variable tamaño, de 9 x 3 mm a 18 x 28 mm, constituidos por cuarcos subredondeados, heterogéneos (40 - 70 μ ; 100 μ). Los fragmentos están embutidos en una pasta rojiza-marrón, formada a su vez de cuarzo detrítico (50-75 μ) (20-25 %), sericita (15 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (30 %) y carbonatos (30-35 %). La textura es empaquetada.

El carbonato, diseminado o en zonas compactas, contiene a veces algo de mineralización (galena). Se observan también: circón, turmalina y vestigios de pizarra. A veces, y como ya se ha subrayado anteriormente, se localiza en el cemento psamofílitico una importante mineralización (blenda, galena, calcopirita, siderita y cuarzo).

En realidad este tipo de roca se ha encontrado únicamente en estas escombreras y nunca "in situ" durante nuestras investigaciones en toda la región. Esta es la razón por la que no incluiremos este tipo litológico aislado en la "serie virtual local" definida por LOMBARD (1.956). No obstante por ser esta facies litológica interesante la integraremos más tarde (III.2.4) junto con la mineralización, dentro de un modelo genético.

Zona II

En esta zona, conviene destacar los hechos siguientes (descendiendo en la fig. 1, zona II)

1º.- Entre los crestones de cuarcita, ya citados, y las cercanas escombreras se observan respectivamente "in situ":

- Roca cuarcítica clara en pequeñas capas (con cruzianas)
- Pizarras areniscosas.
- Alternancia de rocas areniscosas (con cruzianas y "gusanos" (skolithos)) y pizarras.

2º.- Unas importantes escombreras -procedentes de un antiguo pozo actualmente cegado- compuestas de:

- Cuarcita:

- Marrón (óxidos), muy fracturada con carbonatos relleno de vetas o fracturas.
- Grisácea clara, con vetas rellenas de cuarzo y galena.

- Blanca-marrón, corroída, con mineralización y pequeñas manchas de tinte amarillento (posibles sales de antimonio).

- Pizarra:

- Negra con nódulos de mineral (escasa).
- Marrón, dura, con blenda clara masiva (acaramelada), muy abundante, que constituye casi exclusivamente la mena en algunas muestras.

Se han encontrado también estructuras de "gusanos" ("Wurmbauten") como en la Zona I, y estructuras sedimentarias (¿trazas de corriente?), sobre rocas cuarcíticas, que en ciertos lugares han sido parcialmente mineralizadas en galena y blenda.

3º.- Afloramiento de un banco o lentejón de "cuarcita" blanquecino-marrón (dirección: N - 25º W; buzamiento: 18º N.E; potencia: 0,40 - 0,50 m) que es recortado por la falla principal (Croquis 1,2) y presenta en las proximidades de esta última, fracturas verticales rellenas de galena; esta "cuarcita" es idéntica macroscópicamente a la señalada en la Zona I.

4º.- A partir del afloramiento anterior y a lo largo de todo el corte hasta el "Arroyo de Zurbarro", se sucede una alternancia de pizarras, pizarras areniscosas y areniscas con intercalación de algunos lentejones de cuarcita que disminuyen de importancia hacia el S.O. Las pizarras son a veces de color oscuro (pizarras negras) aunque predominan las verdosas alteradas superficialmente a verde oliva oscuro.

Así, con las observaciones macro y microscópicas - se han determinado las rocas siguientes:

II.1. Macroscópicamente

Punto 1

- Cuarcita clara ("in situ").
- Arenisca ("in situ").
- Pizarra areniscosa ("in situ").
- Pizarra ("in situ").

Punto 2

- Cuarcita marrón (escombreras).
- Cuarcita blanca-marrón (escombreras).
- Cuarcita grisácea clara (escombreras).
- Arenisca, de color gris oscuro con estructuras de "gusanos" (escombreras).
- Pizarra negra (escombreras).
- Pizarra marrón, dura (escombreras).

Punto 3

- "Cuarcita" blanquecino-marrón ("in situ").

Punto 4

- Cuarcita ("in situ").
- Arenisca ("in situ").
- Pizarra areniscosa ("in situ").
- Pizarra negra-verde oliva oscuro ("in situ").

II.2. Microscópicamente

Punto 1

- II.2.1. Psammita con bandas pizarrosas (equivalente macroscópico: pizarra areniscosa).

Estructura bandeada y textura, a la vez cuarcítica (granos de cuarzo de 100 - 140 μ) y reticulada (en las bandas

pizarrosas, granos de cuarzo de 60 - 70 μ); contiene un 55% de granos de cuarzo. Los óxidos e hidróxidos de hierro, relativamente abundantes (15 %), aparecen formando cordones junto a la sericita (30 %) y en las bandas pizarrosas se observan pequeños granos de opacos (mineralización).

Punto 2

II.2.2. Psammita con carbonatos y vestigios de pizarra (equivalente macroscópico: cuarcita blanca-marrón).

Presenta estructura masiva y textura generalmente reticulada, aproximándose a cuarcítica en algunas preparaciones.

Los granos de cuarzo (60 - 70 %), de un tamaño de 35 - 70 μ , se cementan entre sí, o por: carbonatos diseminados (llegando hasta un 15 - 20 %), sericita (10 - 15 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa, (dispersos o a veces asociados a los carbonatos) (5 %); aparecen algunos vestigios de pizarra. La roca se encuentra atravesada por algunas vetas rellenas de fenocristales de cuarzo (200 μ), carbonatos (masivos) y a veces de algo de mineralización.

Zona III

De S.E. a N.O., esta zona abarca sucesivamente:

1º.- Una calicata (sección: 5 x 6 m.; profundidad: 4 m.) situada a unos 120 m. al N.O. del banco de "cuarcita" descrito en la Zona II (II - 3º) y casi a la misma altura estratigráfica de este. Está abierta en una masa de pizarras areniscosas, oscuras, duras en las que llaman la

atención pequeños pliegues resaltados por finas intercalaciones de areniscas, así como carbonatos diseminados o en capas alternantes. En el seno de la masa pizarrosa aparece un banco de cuarcita de dirección N. 35° O. En las escombreras se han encontrado: pizarras, pizarras areniscosas, areniscas y areniscas con estructuras de "gusanos" y de "cruzianas".

2º.- Afloramiento de pizarras areniscosas.

3º.- Escombreras conteniendo: fragmentos de filón de cuarzo de exudación, estéril o con débil mineralización de galena (recorta pizarras negras en las que abundan vetas de cuarzo); areniscas; pizarras areniscosas y pizarras negras a veces con siderita.

Así, de las observaciones macro y microscópicas se han distinguido los siguientes tipos de rocas:

III.1. Macroscópicamente

Punto 1

- "Cuarcita" (afloramiento).
 - Pizarra areniscosa, oscura, dura (afloramiento).
 - Arenisca de color gris oscuro con estructura de "gusanos" y de "cruzianas".
 - Arenisca.
 - Pizarra areniscosa.
 - Pizarra.
- } (escombreras, pero procediendo seguramente del afloramiento vecino)

Punto 2

- Pizarra areniscosa (afloramiento).

Punto 3

- Cuarzo de exudación.
 - Arenisca.
 - Pizarra areniscosa.
 - Pizarra.
- } (escombreras procedentes de la roca sana a poca profundidad).

III.2. Microscópicamente

Punto 1

III.2.1. Micropsammofilita (equivalente macroscópico: pizarra de las escombreras).

Con gran cantidad de óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (25%); sericita (55 %) y cuarzo (20 %) completan la composición. Su textura es casi totalmente empaquetada con alguna banda de arenisca, en la que los granos de cuarzo son por lo general homogéneos (25 - 40 μ) y subangulosos (70 μ).

III.2.2. Psammofilita bandeada, carbonatada (equivalente macroscópico: pizarra areniscosa de las escombreras).

Estructura bandeada, textura reticulada-empaquetada, y presencia de carbonatos. Se compone de: cuarzo (40 - 45 %), sericita (40 - 45 %), carbonatos (5 - 15 %) y óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (5 %). Los granos de cuarzo son subredondeados (50 - 75 μ) entre la sericita, mientras que en las bandas areniscosas son subangulosos (100 - 200 μ) y cementados entre sí.

III.2.3. Psammita carbonatada con vestigios de pizarra (equivalente macroscópico: arenisca de las escombreras).

Estructura masiva y textura reticulada-cuarcítica.

El cuarzo (60 %) aparece en granos: subangulosos (75 - 175 μ) en las zonas de textura cuarcítica, y subredondeados (35 - 50 μ) en las zonas con textura reticulada.

El cemento incluye: sericita (20 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (10 %) y carbonatos (10 %).

Punto 2

III.2.4. Micropsammofilita bandeada (equivalente macroscópico: pizarra areniscosa "in situ")

Posee estratificación cruzada puesta en evidencia por bandas de arenisca (textura cuarcítica) que a veces se cierran formando como bolsadas dentro del cemento sericítico (textura empaquetada). Se compone de: sericita (45 %), algo de clorita, cuarzo (35 %) en granos redondeados (15 - 35 μ ; 50 - 70 μ) y óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (20 %).

Punto 3

III.2.5. Micropsammofilita bandeada (equivalente macroscópico: pizarra areniscosa).

Estructura bandeada que se manifiesta por una sucesión de capas finas pizarroso-areniscosas; la textura es por lo general empaquetada, aunque a veces aparece reticulada.

El cuarzo (35 %) se presenta en granos (20 - 35 μ ; 35 - 50 μ) subredondeados en las zonas de textura reticulada, y subredondeados o redondeados en las de textura empaquetada; el cemento se compone de: sericita (50 %), algo de clorita y óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (15 %); estos últimos se alinean en las capas de sericita como cordones carbonosos que marcan la estratificación.

III.2.6. Psammofilita a micropsammofilita ligeramente carbonatada (equivalente macroscópico: arenisca).

Posee vestigios de pizarra y carbonatos, estructura masiva y textura reticulada, a veces cuarcítica.

Los granos de cuarzo (40 %), subangulosos (30 - 75 μ) y alargados según la estratificación, pueden aparecer reunidos entre sí o en el seno de un cemento compuesto de: sericita (40%), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (15 %), y carbonatos diseminados (en relación con óxidos-hidróxidos rojizos) (5 %). Se observa también: algo de clorita (pennina), plagioclasas (muy escasas), circón y turmalina.

En las vetas que recortan la roca, aparecen fenocristales de cuarzo (100 - 200 μ) y de carbonatos.

III.2.7. Psammita carbonatada (equivalente macroscópico: arenisca).

Contiene finas capas pizarrosas y carbonatos; estructura masiva; textura reticulada-cuarcítica, con alguna capa fina de sericita. Se compone de: cuarzo (65 %), sericita (10 %), algo de clorita y carbonatos diseminados (20 %) en relación con el conjunto óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (5 %).

Los granos de cuarzo (70 - 100 μ), se presentan habitualmente subangulosos en el seno del cemento (textura reticulada), sin embargo, a veces, se reúnen entre sí con formas angulosas (textura cuarcítica); las vetas que atraviesan la roca están rellenas por fenocristales de cuarzo (700 - 900 μ) que con formas angulosas se cementan entre sí.

Zona IV

De N.E. a S.O. aparecen:

- 1º.- Un pozo (de unos 20 m. de profundidad) al N. y una calicata (de poca profundidad) al S., abiertos en la cuarcita blanca constitutiva de los crestones de la cima del monte.
- 2º y 3º.- Escombreras con: arenisca, pizarra areniscosa y pizarra negra.

Las observaciones macro y microscópicas han permitido distinguir las rocas siguientes:

IV.1. Macroscópicamente

Punto 1

- Cuarcita blanca.

Punto 2

- Arenisca.
 - Pizarra areniscosa.
 - Pizarra negra.
- } (escombreras procedentes del zócalo a poca profundidad)

Punto 3

- Arenisca.
 - Pizarra areniscosa.
 - Pizarra negra.
- } (escombreras procedentes del zócalo a poca profundidad)

IV.2. Microscópicamente

Punto 2º

- IV.2.1. Micropsammofilita bandeada (equivalente macros-

cópico: pizarra areniscosa).

Está compuesta de finas capas areniscosas y pizarrosas que a veces forman pequeños pliegues, lo que le confiere una estructura bandeada; la textura es empaquetada y reticulada. Los granos de cuarzo (35 - 40 %) homogéneos y subangulosos (30 - 40 μ) se cementan entre sí o por medio de una pasta formada por sericita (45 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (15 - 20 %), algo de clorita y trazas de carbonatos en relación con óxidos-hidróxidos.

IV.2.2. Micropsammita (equivalente macroscópico: arenisca).

Contiene vestigios de pizarra y su estructura es alternante; en las bandas de pizarra se concentran los óxidos-hidróxidos-materia carbonosa que, al mismo tiempo, remarcan la estratificación y los micropliegues. La textura es de reticulada a empaquetada.

Se compone, además del conjunto óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (15 %) mencionado, de: cuarzo (60 %) con un tamaño homogéneo (20 - 30 μ) llegando a veces a 70 μ , sericita (25 %) y trazas de carbonatos en relación con los óxidos-hidróxidos.

Punto 3º

IV.2.3. Micropsammofilita bandeada ligeramente carbonatada (equivalente macroscópico: pizarra areniscosa).

Estructura bandeada, marcada por capas pizarrosas y areniscosas; la textura es empaquetada y cuarcítica.

El cuarzo (30 %) se presenta en granos homogéneos,

angulosos (15 - 40 μ) cementados entre sí (textura cuarcítica) o reunidos por: sericita (55 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (10 %) y carbonatos (5 %) relacionados con los óxidos-hidróxidos.

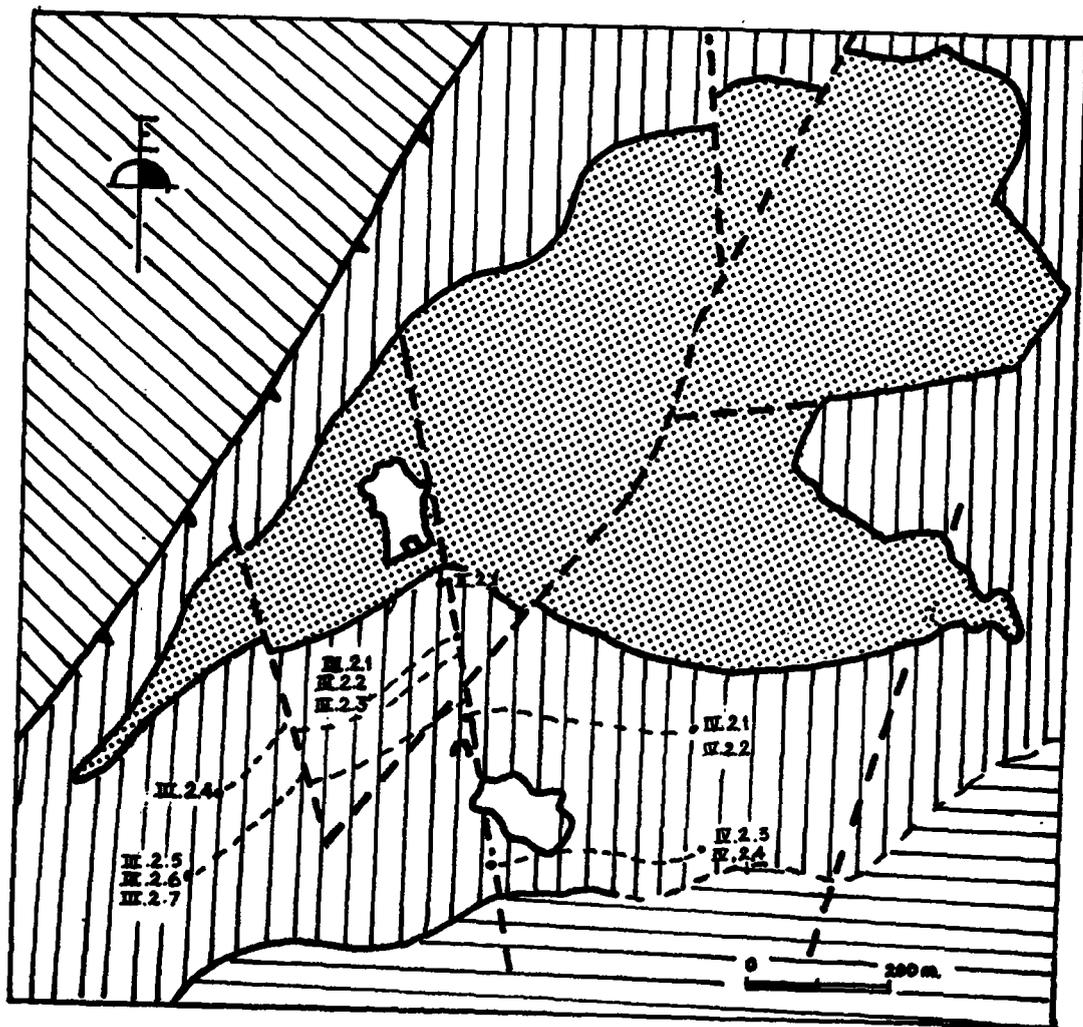
IV.2.4. Psammita a micropsammita con bandas pizarrosas (equivalente macroscópico: arenisca).

Con bandas de pizarras interestratificadas, por lo que su estructura es alternante, de masiva a pizarrosa; la textura cuarcítica predomina sobre la empaquetada.

El cuarzo (50 - 55 %) aparece en granos bastante homogéneos, subangulosos (35 - 50 μ) cementándose entre sí (textura cuarcítica) o irregulares variando de 35 a 100 μ (textura empaquetada). Contiene además: sericita (30 - 35 %), óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (10 - 20 %), algo de clorita y plagioclasas.

A partir del estudio litológico realizado en estas cuatro zonas, y teniendo en cuenta el factor tectónico (falla transversal, fig. 4), se pueden distinguir provisionalmente seis tipos petrográficos, que van desde el polo cuarcítico (tipo 1) hasta el pizarroso (tipo 6) y que se integran dentro de la secuencia virtual local (Lombard, 1.956) siguiente:

- 1.- Psammita (carbonatada) a Micropsammita (Muestras: I.2.2, III.2.7.) (Muestra: IV.2.2.).
- 2.- Psammita a Micropsammita carbonatada con vestigios de pizarra (Muestras: I.2.3., III.2.3.) (Muestra: II.2.2.).
- 3.- Psammita a Micropsammita con bandas pizarrosas (Muestras: II.2.1., IV.2.4.).
- 4.- Psammofilita a Micropsammofilita, a veces bandeada, más o menos carbonatada (Muestras: III.2.2., III.2.6.).



- TT CABALGAMIENTO
 - FALLAS
 - E.2.1 ESTACIONES DE MUESTREO
 - POZO PRINCIPAL (SAN MANUEL)
 - ∩ BOCA DE GALERIA
 - ESCOMBRERAS
 - CRETACICO SUPERIOR
 - FACIES ARENISCOZO-PIZARROSA
 - FACIES PSAMMOCUARCITICA
- } 0 } TREMADOCIENSE
c }

Fig. 4 Localización de las muestras analizadas (aspectos microscópicos y geoquímicos) durante la primera fase.

5.- Micropsammofilita bandeada, a veces carbonatada (Muestras: I.2.1., III.2.4., III.2.5., IV.2.1., IV. 2.3.).

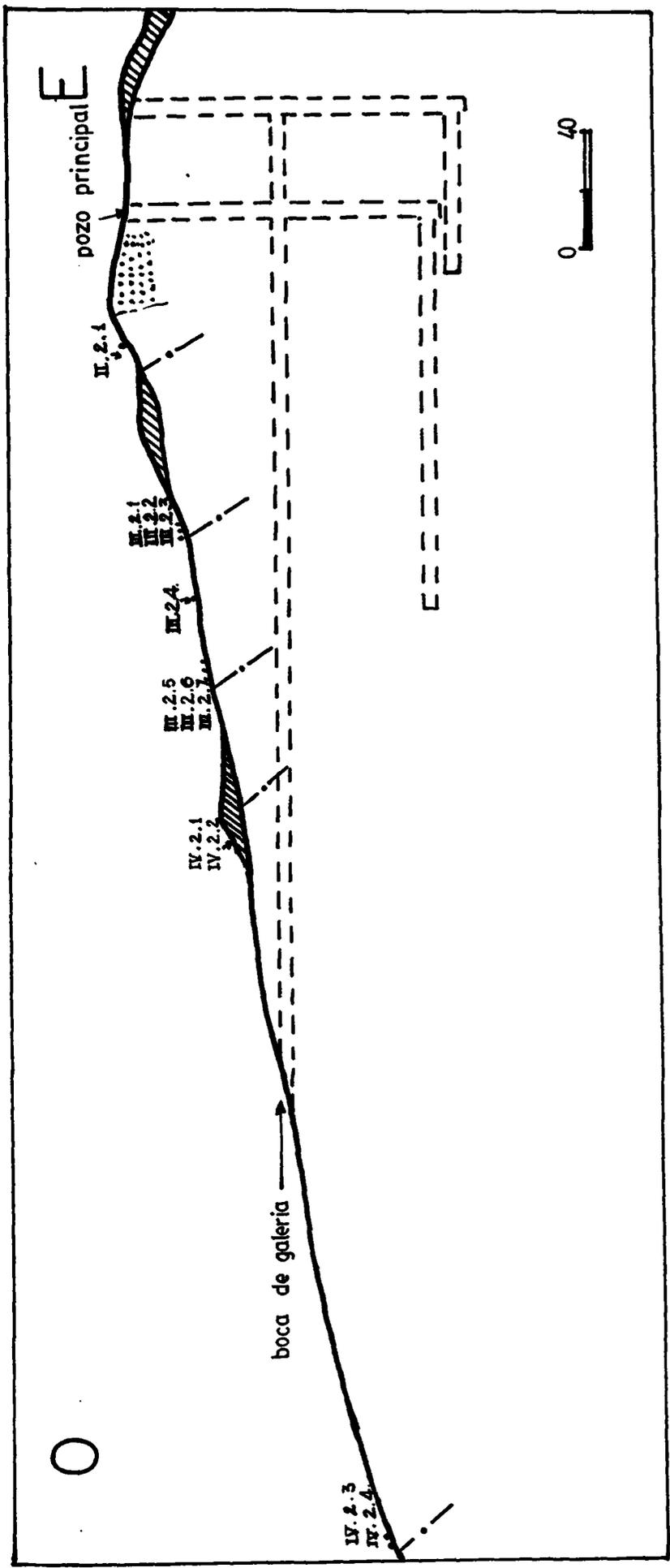
6.- Micropsammofilita (Muestra: III.2.1.).

Examinando la evolución sedimentológica a partir de este corte estratigráfico incompleto (fig. 5 y 6), vemos que:

- a) La sedimentación presenta una cierta ritmicidad, existiendo por lo menos cinco mega oseudorritmos (fig. 5 y 6).
- b) El carbonato parece más concentrado, relativamente, hacia el techo o en la zona de transición techo-base de ciertos pseudorritmos (tabla VI y fig. 6).
- c) La mineralización de galena, recogida en las escombreras de la Zona I (muestras I.2.1., fig. 1), va también asociada a una facies pizarrosa carbonatada, siendo, al parecer, la zona de transición techo-base de ciertos pseudorritmos, favorable a la concentración de galena.

Si esto sucede así, las pizarras negras carbonatadas con nódulos de galena recogidas en dichas escombreras podrían proceder de un nivel estratigráfico localizado en una de las zonas de transición entre los pseudorritmos: 2 - 3 ; 3 - 4 ò 4 - 5. (fig. 6)

Por otra parte, los contenidos en Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba de las mismas muestras estudiadas petrográficamente, indican que los saltos geoquímicos de una cierta importancia se localizan precisamente en las mismas zonas de transición evocadas anteriormente (fig. 6), confirmando así que las mineralizaciones primarias de Alameda, resultarían de un depósito síngenético sedimentario en ciertas capas preferenciales (control estratigráfico). En los afloramientos de cuarcitas marrones de la Zona II, 3° (fig. 1) próximas a la zona fallada (croquis 1) se ha observado un relleno de galena en las fracturas; como además las mayores explotaciones antiguas (Zonas I y II , fig. 1) se locali-



- BASE DE MEGARRITMOS
- II.2.1 MUESTRAS
- ESCOMBRERAS
- PSAMMOCUARCITA

Fig.-5 Posición estratigráfica aproximada de las muestras analizadas en un corte que pasa por la boca de galería y el pozo principal (primera fase)

DOCUMENTO SINTETICO (fig.-6) 1ª fase

CARBONATOS:  poco abundantes

 abundantes

SEUDORRITMOS: 

LIMITES DE SEUDO-
RITMOS: - - - - -

1, 2, ... 6 : VER SIGNIFICACION EN EL TEXTO pág.

MUESTRA	SERIE VIRTUAL LOCAL						DATOS GEOQUIMICOS (ppm)					
	1	2	3	4	5	6	Pb	Ag	Cu	Zn	Sb	Ba
II.2.1			●				34.5	0.5	26.4	79	8.0	27
III.2.1						●	73	0.5	27.6	134	15.6	37
III.2.2					●		14.5	1.0	24	164	20.0	22
III.2.3		●					12.5	0.4	10	300	8.0	22
III.2.4					●		78.5	0.8	37.4	101	7.4	50
III.2.5					●		13.0	0.7	29	88	6.7	36
III.2.6						●	9	0.6	20.6	77	17.8	39
III.2.7		●					8.5	0.6	20	86	6.7	35
IV.2.1						●	23.5	0.6	35	280	7.2	25
IV.2.2						●	12.	0.7	35	94	4.2	39
IV.2.3						●	66.5	0.7	24	660	8.2	44
IV.2.4						●	17.5	0.6	30.6	103	7.8	43
IV.2.4						●	14.5	0.7	31	126	7.9	43

AG.N. 78

zan también en esta misma zona, nos inclinamos a admitir que la mineralización primaria ha sufrido una removilización a la zona fracturada producida con posterioridad (control tectónico) (Monseur, Morcillo López, Gutierrez Maroto y Guijarro Galiano, 1.975).

En cuanto a los datos geoquímicos, el examen de las Tablas V y VII nos permite sacar las conclusiones provisionales siguientes:

- 1^ª.- De la comparación entre el fondo geoquímico de las psammo a micropsammofilitas de nuestra región y de las pizarras de la corteza terrestre se deduce que:
 - los valores medios en Pb, Ag y Sb son más elevados en las psammo a micropsammofilitas (34,07 frente a 20 p.p.m.; 0,64 frente a 0,05 - 0,1 p.p.m.; 8,15 frente a 1,5 - 3 p.p.m., respectivamente).
 - el valor medio en Cu es más elevado en las pizarras (45 - 57 frente a 23,1 p.p.m.).
 - el valor medio en Zn es del mismo orden de magnitud en los dos tipos de rocas (80 - 100 y 100,6 p.p.m.).
 - el valor medio en Ba es mucho más elevado en las pizarras (460 - 580 frente a 33,1 p.p.m.).

- 2^ª.- En las cuatro zonas, investigadas a gran escala, el valor medio en Pb, Ag, Cu, Zn y Ba es relativamente más elevado en las psammo a micropsammofilitas que en las "psammitas", mientras que para el Sb es ligeramente más elevado en estas últimas que en las primeras.

- 3^ª.- Respecto al fondo geoquímico regional, las "anomalías" subrayan la existencia de saltos geoquímicos y posiblemente de horizontes portadores, que se localizarán en la zona de transición techo-base deseudorritmos.

TABLA VII.- Distribución provisional de Pb,Ag,Cu,Zn,Sb y Ba (en p.p.m.) para las psammo a micropsammofilitas y "psammitas" de la región de "La Alameda" (corte estratigráfico incompleto).

Elementos		Psammo micropsammofilitas (tipos 4, 5, 6 de la serie virtual local)	"Psammitas" (tipos 1, 2, 3 de la serie virtual local)
Pb	Valor medio	34,07	12,4
	Límites inferior y superior	9- 73	8,5-14,5
	"Anomalías"	<u>75,5; 78,5; 115;</u> <u>4.500; 27.500</u>	34,5
Ag	Valor medio	0,64	0,43
	Límite inferior y superior	0,5 -0,8	0,3- 0,6
	"Anomalías"	<u>0,9; 1,7; 65; 192</u>	0,7; 1
Cu	Valor medio	23,1	22,3
	Límite inferior y superior	6,4 - 30,6	10 - 31
	"Anomalías"	<u>35; 37,4; 50,4; 96</u>	35
Zn	Valor medio	100,6	96,25
	Límite inferior y superior	77 - 134	79 - 126
	"Anomalías"	<u>250; 660; 1630; 1830;</u> <u>2250; 3850; 34200</u>	164; 300
Sb	Valor medio	8,15	8,36
	Límite inferior y superior	6,7 - 11,6	6,7 - 11,2
	"Anomalías"	<u>15,6; 17,8; 23,2; 61;</u> <u>3350</u>	20
Ba	Valor medio	33,1	29
	Límite inferior y superior	18 - 44	22 - 39
	"Anomalías"	<u>47; 50</u>	43

— Datos específicos de las muestras I.2.1 "mineralizadas" Zona I, escombreras, fig. 1

III.- 1.2. Segunda fase a: Confirmación y precisiones sobre las conclusiones provisionales sacadas de la primera fase (Cortes I y II).

En este capítulo, pretendemos confirmar o eliminar, a partir de dos cortes estratigráficos, I y II (fig. 7) algunas de las conclusiones provisionales sacadas de la primera fase; a saber:

Una cierta ritmicidad de la sedimentación y una concentración relativamente más abundante de carbonatos y elementos metalíferos en las zonas de transición entre seudorritmos.

En el corte I, se ha llevado a cabo una toma de muestras cada 15 metros para estudios petrográficos y geoquímicos.

Gracias a los resultados obtenidos en la primera fase y al estudio del corte I, sabemos que las bases y los techos de seudorritmos están respectivamente caracterizados por rocas areniscosas y pizarrosas. De este modo se han podido determinar macroscópicamente, en el corte II, cuatro megarritmos; sus bases están formadas por rocas francamente areniscosas de las que se han recogido muestras para precisar y completar la serie virtual local establecida provisionalmente durante la primera fase. (Tabla VIII, apéndice)

Sin embargo en las partes media y superior de cada megarritmo, constituidas por la formación pizarrosa, existen intercalaciones de tendencia areniscosa que podrían corresponder a bases de nuevas secuencias o seudorritmos dentro de cada megarritmo. En un solo caso que examinaremos más adelante, hemos asimilado un paquete de rocas areniscosas y pizarrosas a la base de un megarritmo.

En realidad, nuestro propósito durante el presente estudio no es definir el número exacto de seudorritmos a todas las escalas (megarritmo, ritmo de potencia media y microrritmo)

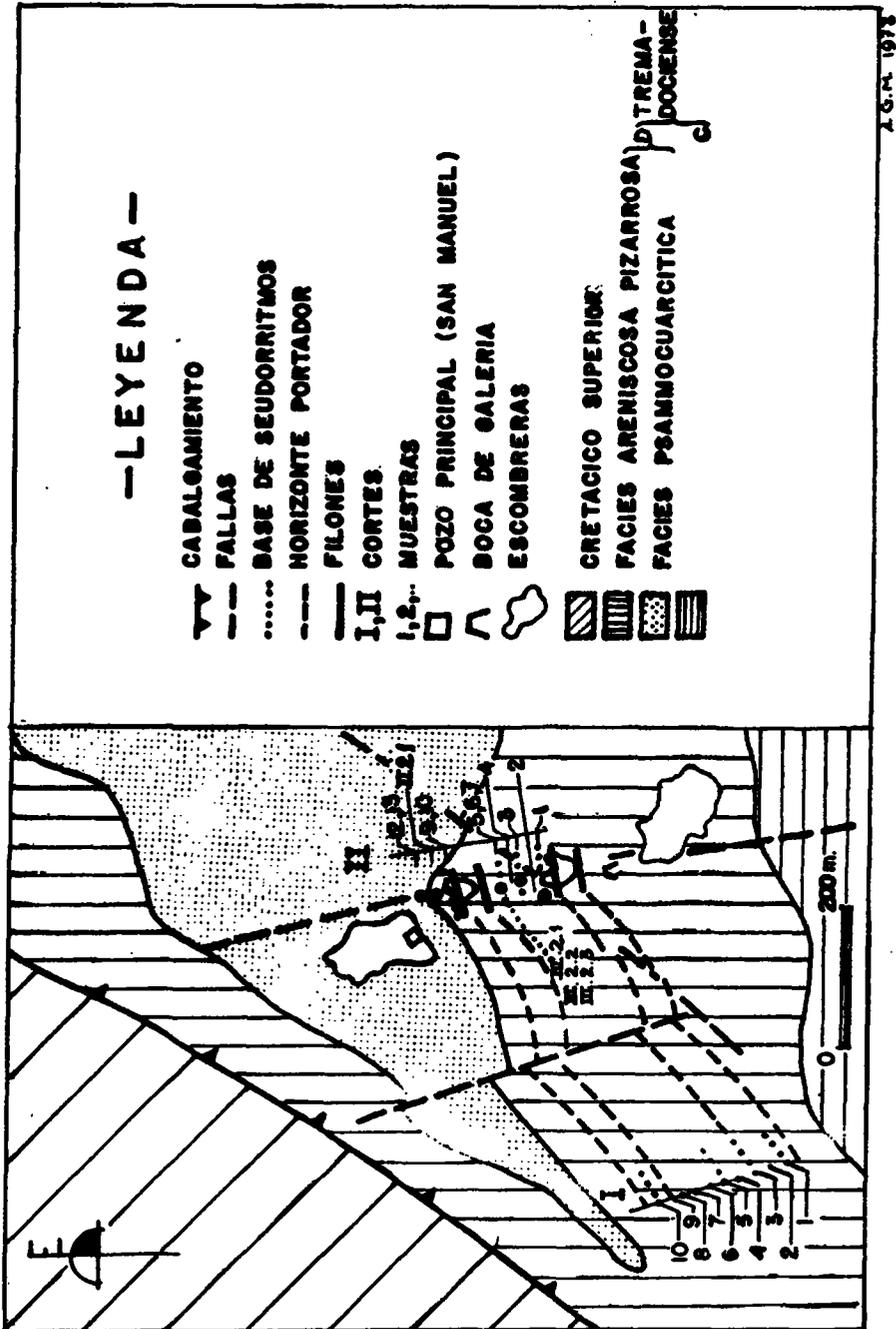


Fig. 7 Localización de los cortes (I y II, segunda fase a) en el cuadro geológico metalogénico local (datos geológicos: SCHMITZ (1971) y PALLARD (1974-75); datos sedimentológicos - metalogénicos: observaciones e interpretaciones nuestras).

sino precisar si la sedimentación presenta efectivamente una/cierta ritmicidad y si ésta tiene una incidencia sobre la localización de los elementos metalíferos (aspecto metalogénico); esta importante observación -válida también para los próximos cortes III, IV, V, VI (segunda fase b), justifica así perfectamente nuestra manera de actuar.

La mayoría de los afloramientos observados en este/corte II están localizados en las proximidades de la falla -- principal y de las escombreras. Por esta razón, y tratando -de evitar las posibles contaminaciones, no se ha llevado a ca bo una recogida sistemática de muestras.

Solamente se ha incorporado a la figura 9 los análisis siguientes establecidos durante la primera fase y correspondiendo a las muestras:

- a) II.2.1. (psammita con bandas pizarrosas) recogida "in situ" en la zona II (fig. 8) y perteneciendo al megarritmo superior del corte III. (fig. 1)
- b) III.2.1. (micropsammofilita) y III.2.3. (psammita carbonatada con vestigios de pizarras), recogidas en la zona - III (fig. 8). Equivalen estratigráficamente a la "cuarcita" blanca marrón, que constituye la base del tercer megarritmo reconocido en sentido ascendente.

Respecto al paquete de rocas areniscosas y pizarrosas que constituyen la base del megarritmo superior, hemos de mencionar - la presencia de Cruzianas en facies areniscosa y de tubos de gusanos (Skolithos) en facies areniscosa-pizarrosa; además, - en la base de la psammocuarcita superior existen también huellas de Cruzianas (fig. 9).

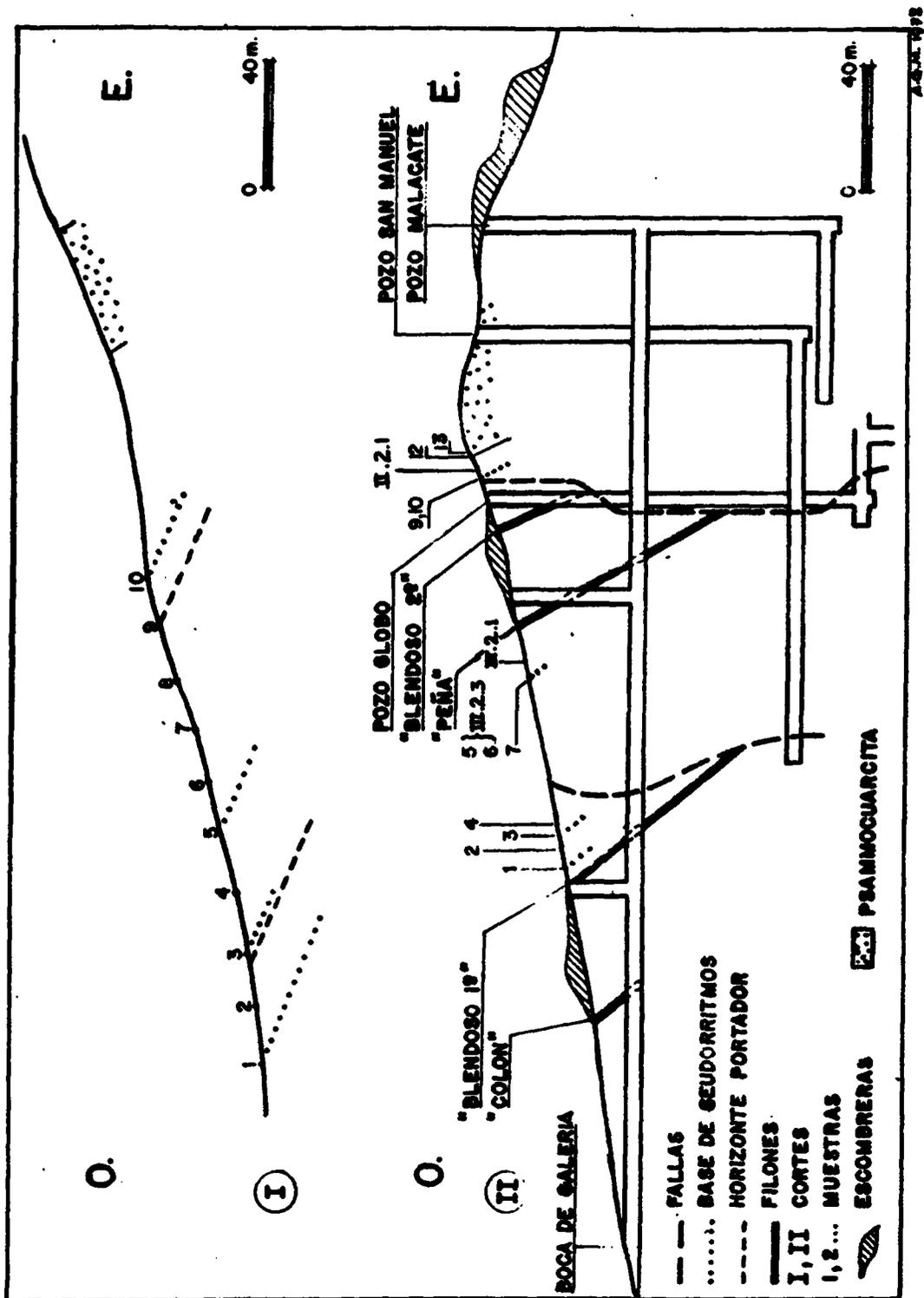
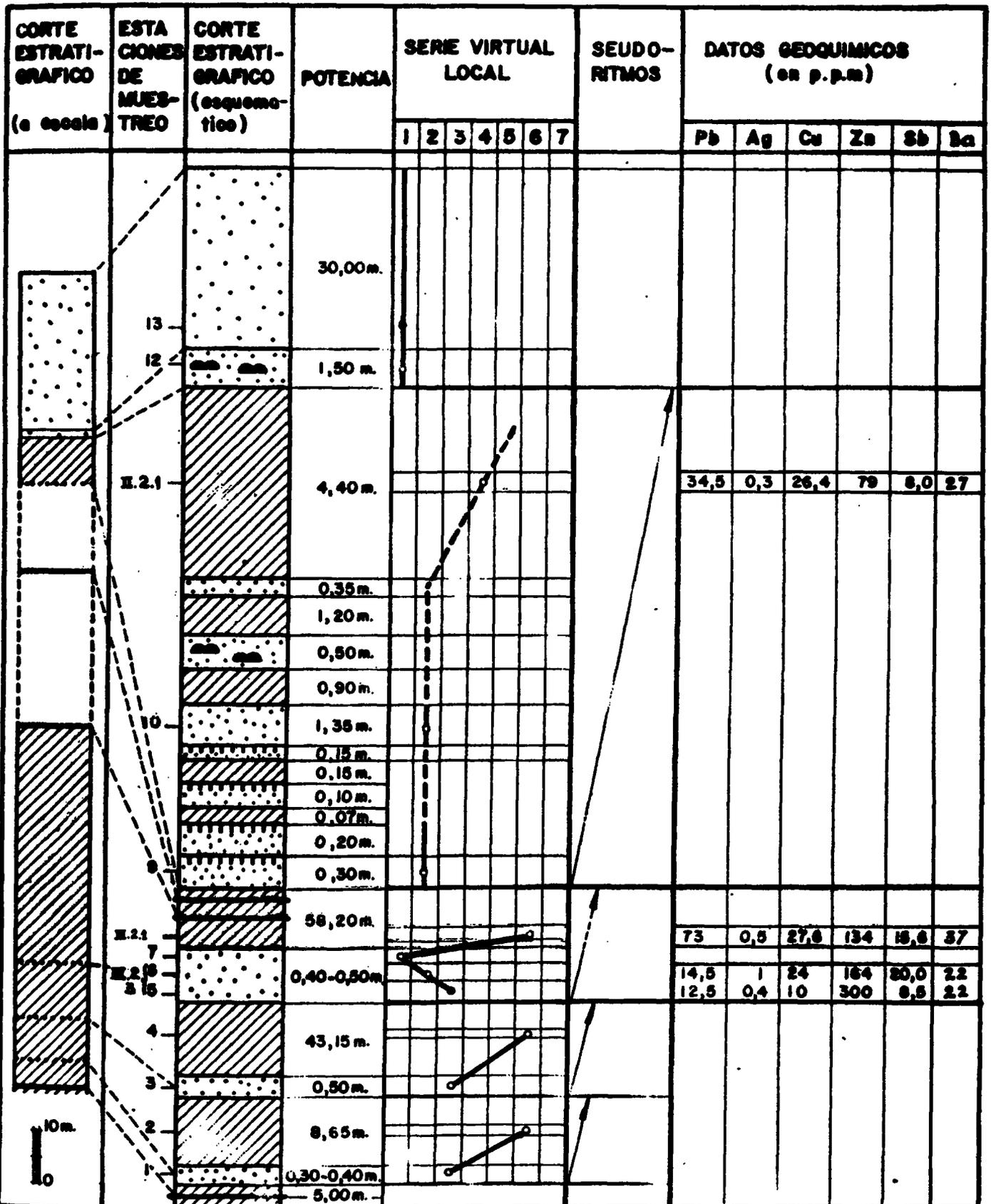


Fig. 8 Detalle de los cortes (I y II, segunda fase a) y esquema del criadero de Peñalcazar (Archivo de Minas, documentos inéditos).



ROCA ARENISCOSA ROCA PIZARROSA FILON

CRUZIANA SKOLITHOS

— SERIE VIRTUAL LOCAL —

- 1.- PSAMMOCUARCITA 2.- PSAMMITA 3.- PSAMMITA A MICROPSSAMMITA
- 4.- PSAMMITA CON BANDAS PIZARROSAS 5.- MICROPSSAMMITA A MICROPSSAMMOFILITA
- 6.- MICROPSSAMMOFILITA 7.- MICROPSSAMMOFILITA FINA

Fig. 9 DOCUMENTO SINTETICO (corte II, segunda fase a).

Aunque nuestra tesis no tiene objetivos paleontológicos, la noción de biofacies nos es importante para poder precisar las condiciones físico-químicas que reinaron en aquel medio ambiente.

Aunque sabemos que la facies de Cruziana y de Skolithos corresponde a una facies detrítica de poca profundidad, - nos parece sin embargo interesante añadir las informaciones -- complementarias siguientes en cuanto a las Cruzianas (Bilobites) y los Skolites.

Los bilobites son pistas sin trazado definido, sinuosas, que se cruzan irregularmente, y forman relieves sobre la/cara inferior de los bancos de cuarcitas paleozoicas principalmente en las cuarcitas que forman la base del Ordovícico, denominadas comúnmente "cuarcita armoricana" donde estas pistas se consideran como "fósiles guía". Reciben este nombre por presentar (la contrahuella en relieve), un doble resalte con un surco central. Las Cruzianas tienen los plexos laterales estriados oblicuamente, y parece que pueden ser debidas, al paso de/Trilobites, mientras que las Fraenas son lisas (MELENDEZ, 1970)

Según DESPARMET (1967), se ignora en la actualidad, / qué animales son responsables de los bilobites que, en concreto, no traducen una batimetría determinada.

En efecto, si HAUG (1911) consideraba los niveles de Cruziana como depósitos de playas, esta observación no parece/ compatible con la sedimentación del "tipo flysch", en la cual/ DESPARMET (1967) ha encontrado estos bilobites. Además, se han observado huellas actualmente, comparables a grandes profundidades (GUBLER, 1966). En este mismo sentido, MELENDEZ (1970)/

subraya que antes se pensaba que las pistas observadas en la -
facies "flysch" correspondían a biofacies neríticas, pero las/
exploraciones submarinas a grandes profundidades, han demostra
do la existencia en estos fondos batiales y abisales de huellas
y pistas análogas a las del "flysch".

Según DESPARMET (1967) se pueden utilizar las Cruziana
nas como criterios de "polaridad" (criterios para determinar -
el orden de superposición de los estratos) porque parece -aun-
que los autores no estén todos de acuerdo sobre este punto-, -
que en su terreno de investigación (los alrededores del "Monas
terio de Piedra", provincia de Zaragoza), estas huellas se pre
sentan siempre en relieve sobre la cara inferior de los estrato
s.

A este propósito, MELENDEZ (1970) señala que, por la
manera de originarse, las huellas y pistas en la superficie --
del fondo del mar, el vaciado o parte cóncava corresponderá a/
la cara superior del estrato, al rellenarse por los sedimentos
que formarán este estrato, inmediatamente superpuesto, aparece
rán en relieve en su cara inferior. De esta forma, la regla -
para distinguir las dos caras de un estrato sería:

- cara superior: huellas y pistas en vaciado o cóncavo.
- cara inferior: huellas y pistas en relieve (contrahuella).

Sin embargo, a la vista de algunas contrahuellas de/
Cruziana, observadas "in situ" en solamente dos afloramientos/
en la cima de la colina de Alameda, este criterio de polaridad
no ha sido reconocido válido.

En relación con la presencia de tubos de gusanos, -
(Skolithos), se sabe que existen animales bentónicos-cavícolas

que viven en galerías trazadas por ellos mismos en los sedimentos o en las rocas del fondo del mar.

En particular, dentro del tipo de los Anélidos, los gusanos Poliquetos se dividen convencionalmente en "errantes"/ y "sedentarios" o Tubícolas, según sean de vida libre o sedentaria, en cuyo caso se rodean de un tubo protector segregado por su epidermis, pero que propiamente no forma parte del animal. El tubo de habitación puede ser de naturaleza orgánica, gelatinosa o coriáceo, a veces con partículas minerales aglutinadas, pero en otros casos es calcáreo y se conserva fósil. Con cierta frecuencia se encuentran fósiles estos conductos, rellenos de sedimentos, en casi todos los terrenos (MELENDEZ, 1970).

Así pues, desde el Eocámbrico había, probablemente, gusanos pelágicos, y seguramente gusanos litorales: Anélidos y Phoronidienses. A ellos se les atribuye pistas sobre las arenas (que se han transformado en areniscas) y tubos. Estos últimos, conocidos bajo el nombre de Scolithus, son comparables a los tubos de arena aglomerados por las Hermelles actuales -- del género Sabellaria, Anélidos marinos tubícolas (Nérediens) / y que viven en mar muy poco profundo. También durante el Cámbrico inferior, dentro de los "biotopos de instalación", formados en la zona litoral, aparece la facies detrítica constituida por arenas depositadas en medio oxigenado donde vivían Anélidos tubícolas (o Phoronidienses); estos sedimentos se han transformado en areniscas con Scolithus (TERMIER, 1960), presentándose estos últimos también y en particular, en la cuarcita armoricana (base del Ordovícico).

Salvo raras excepciones, los gusanos Poliquetos son/

marinos y abundan en la zona litoral. Algunos soportan bien los cambios de salinidad del agua, habitando indistintamente, en aguas salobres o con salinidad superior a la normal. (MELENDEZ, 1970).

Dentro de los factores ambientales importantes (temperatura, luz solar, salinidad, oxígeno y anhídrido carbónico, etc.), la energía del agua, o turbulencia, es otro factor ecológico importante en los ambientes acuáticos, especialmente en las partes menos profundas de los océanos y lagos.

Un ambiente demasiado turbulento no es favorable si se transportan granos sedimentarios a lo largo del fondo, de tal manera que los organismos excavadores queden al descubierto.

Los sedimentos fangosos están colonizados generalmente por invertebrados excavadores que pueden penetrar fácilmente en esos sustratos blandos y acuosos en busca de resguardo y alimento, ya sean detritos orgánicos de grano fino o bacterias u otros microorganismos. Los sedimentos de granos más gruesos son más difíciles de excavar porque los granos están, en general, bien clasificados lo cual permite un empaquetamiento apretado, y el contenido de agua es menor. En consecuencia, tales sedimentos tienen, por lo general, menos organismos excavadores que los sedimentos de grano más fino y más fangoso (LA PORTE, 1974).

En la actualidad, el gusano arenícola marino Clymene-lla Torquata (Poliqueto) se encuentra comúnmente a lo largo de las costas orientales de América del Norte. Este gusano detritívoro, que se alimenta de los detritos o restos orgánicos que

se acumulan en el sustrato o sobre él, no es selectivo (consume el sustrato que suelta su materia orgánica, que contiene grandes cantidades de algas unicelulares, bacterias y otros microorganismos, junto con moléculas orgánicas y trozos de tejidos animales y vegetales en descomposición), construye un tubo de granos de arena cementados por mucosidad, que se prolonga desde la superficie del sedimento hasta varios centímetros de profundidad, y en cuyo extremo inferior vive él: cabeza abajo.

El agua contenida en los sedimentos, incluso a esta/escasa profundidad de centímetros, en general, no circula bien y, en consecuencia, el contenido de oxígeno y nutrientes es bajo (LAPORTE, 1974).

Naturalmente, si en las costas de las regiones templadas actúan los Anélidos (Hermelios, Serpulidos), se sabe también que existen cuevas, pistas y montículos en profundidades que sobrepasan los 5.000 metros, producidos probablemente por organismos todavía desconocidos (también los "ripple-marks", a 5.000 metros, tienen exactamente la misma morfología que los observados en las playas o a poca profundidad); respecto a la erosión biológica, la acción de las Holoturias y los Anélidos, es importante, incluso en las mayores profundidades.

En otras palabras, si antaño se consideraba que la vida estaba prácticamente limitada a la zona nerítica y que incluso estaba concentrada en sentido amplio en la zona de balanceo de las mareas (denominada intercotidal o intertidal), existen también numerosos animales bentónicos en las mayores profundidades (BELLAIR y POMEROL, 1968).

Finalmente, hay que señalar que, como los conductos trazados por animales bentónicos (donde se cobijan o donde viven "enterrados" en parte) han sido excavados desde la superficie superior del estrato hacia abajo, dirigiéndose siempre hacia la cara inferior, constituyen buenos criterios para determinar el orden de superposición de los materiales (MELENDEZ, - 1.970)

Sin embargo, en el caso concreto de los Skolithos, - localizados en la base del pseudorritmo superior de nuestro corte II, este criterio no se ha podido aplicar porque los tubos/ presentan paredes paralelas o secciones idénticas en todo el - espesor de las capas observadas.

Del examen de las muestras recogidas en los dos cortes, hemos podido reconocer siete tipos de rocas que se integran en una "serie virtual local".

Desde un polo areniscoso hacia un polo pizarroso, esta serie se define de la manera siguiente:

1º.- Psammocuarcita: roca masiva, con textura cuarcítica-puzzelítica, conteniendo 90-95% de granos de cuarzo con tamaño entre 70 y 210 μ (300-350 μ), de granulometría relativamente homogénea y presentando frecuentemente en los granos corona de crecimiento secundario. Aparecen vestigios intergranulares de sericita; no existen apenas óxidos e hidróxidos de hierro y se nota una ausencia de opacos (mineralización y materia carbonosa).

2º.- Psammita: roca masiva, de textura reticulada a cuarcítica, con 60-75% de granos heterógenos de cuarzo y tamaño/

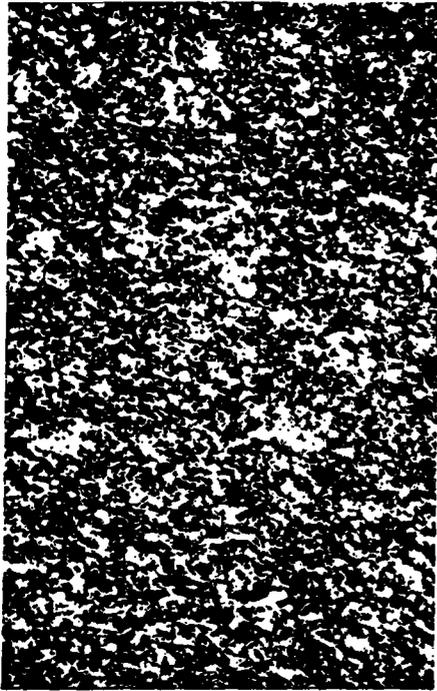
entre 70 y 175 μ (35-50 μ). A veces se observa algo de clorita y carbonato, así como laminillas de moscovita subrayando la estratificación. Los óxidos e hidróxidos de hierro son escasos (6%) o relativamente abundantes (15%,/psammita ferruginosa) y los opacos (mineralización y materia carbonosa) aparecen en relación con los óxidos-hidróxidos y los cordones de sericita (lam. II, D). Una psammita ferruginosa del corte II (muestra 6, Tab VIII ap.) contiene galena en sus fisuras.

3^o.- Psammita a micropsammita: roca masiva, con textura reticulada y un 60 a 65% de granos de cuarzo bastante homogéneos, con un tamaño entre 40 y 80 μ (a veces 25-35 μ y -100-110 μ). Contiene sericita intergranular, vestigios de laminillas de moscovita alargadas, gran cantidad de óxidos e hidróxidos de hierro (20%) y un porcentaje de un 7% de opacos (mineralización y materia orgánica) (lam. II C). Una psammita a micropsammita ferruginosa del corte II (muestra 3, Tab VIII ap.) contiene galena en sus fisuras.

4^o.- Psammita con bandas pizarrosas: roca con estructura bandeada y textura a la vez cuarcítica (granos de cuarzo de/100-140 μ) y reticulada (en las bandas pizarrosas, granos de cuarzo de 60-70 μ), con 55% de granos de cuarzo. Los óxidos e hidróxidos de hierro, relativamente abundantes (15%) aparecen en cordones junto a la sericita (30%); los pequeños granos de opacos (mineralización) se observan en las bandas pizarrosas.

5^o.- Micropsammita a micropsammofilita: roca masiva con textura reticulada; los granos de cuarzo (45%) son subangulo--

LAMINA II



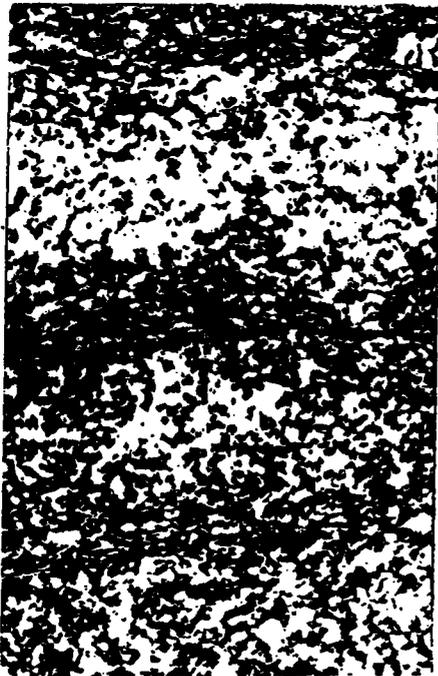
A

300 μ



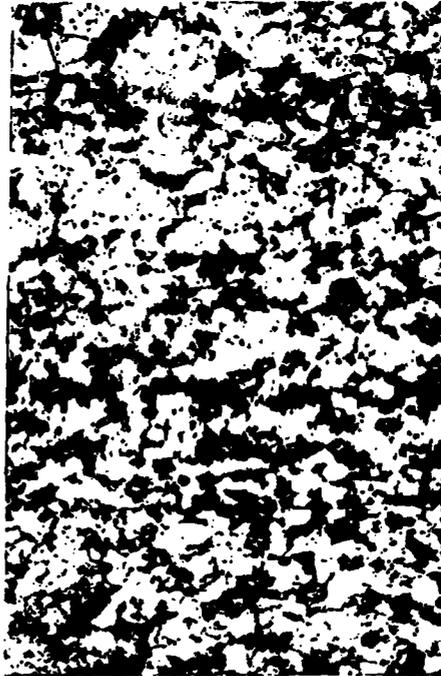
B

300 μ



C

300 μ



D

300 μ

A.- *Micropsammita* (muestra 2, corte I; L.D.-N.C); B.- *Micropsammita* algo bandeada (muestra 8, corte I, L.D.-L.N); C.- *Psammita* a *micropsammita* (muestra 1, corte I; L.D.-L.N); D.- *Psammita* (muestra 3, corte I; L.D.-L.N)

asos o subredondeados a veces cementados entre sí, y de un tamaño de 20-70 μ ; algo de clorita. Los óxidos-hidróxidos materia carbonosa, y asociados a la sericita, son abundantes (15-25%); los granos de opacos (mineralización), de hasta 100 μ de tamaño, están relativamente bien representados.

6º.- **Micropsammofilita:** roca pizarrosa, a veces algo bandeada (bandas areniscosas; granos de cuarzo de 35-50 μ), de textura empaquetada, con granos de cuarzo subredondeados (15-30%) relativamente homogéneos, de 20-50 μ (70-150 μ) de tamaño. El conjunto óxidos-hidróxidos-materia carbonosa, relativamente abundante (5-15%; 25%), marcan frecuentemente la estratificación, acumulándose como acordonados en la sericita; los pequeños granos de opacos (mineralización), más o menos bien representados, están relacionados con la materia carbonosa (lam. II, A y B).

7º.- **Micropsammofilita fina:** roca pizarrosa, con textura empaquetada y granos homogéneos, subredondeados (10-15%) de tamaño pequeño (15-20 μ). Los óxidos-hidróxidos-materia carbonosa (10-15%) se encuentran diseminados en la masa sericítica (75%), mientras que los pequeños granos de opacos (mineralización) aparecen alineados.

Hay que añadir que, por su escasa cantidad, han sido agrupados en un mismo porcentaje: cuarzo, turmalina, circon, albita, ... y análogamente para sericita, moscovita, clorita; análisis por difracción de rayos X nos han dado como componentes principales de los minerales de arcilla: sericita, illita, moscovita, clorita (pennina), y afrosiderita (bastante abundante).

- a veces, parece que una cierta proporción de carbonato (posiblemente siderita o ankerita) podría estar camuflada entre los óxidos-hidróxidos de hierro de color anaranjado,
- la mineralización (opacos), escasa o relativamente abundante, aparece siempre en pequeños granos o laminillas alargadas según la estratificación en las finas capas pizarroso carbonosas.

De todos estos datos, podemos poner de relieve la existencia, en la parte inferior-media de cada corte, de tres seudorritmos de potencias desiguales, indicadores además de que la sedimentación en esta región presenta variaciones laterales de facies; variaciones que confirmaremos en el próximo capítulo.

Per falta de afloramientos hacia el techo del corte I no hemos podido apreciar la evolución lateral del seudorritmo superior del corte II.

Contrariamente a las conclusiones emitidas al final de la primera fase, el carbonato no aparece ahora en las zonas de transición entre seudorritmos.

Los resultados de los análisis geoquímicos de las muestras recogidas en los dos cortes se reflejan en la Tabla/ IX , y de ellos podemos sacar las conclusiones provisionales siguientes:

1º. Comparando el fondo geoquímico de las micropsamofilitas de nuestra región y de las pizarras de la corteza terrestre, se deduce que:

- los valores medios en Pb, Ag y Sb son más elevados en las -

TABLA IX . Distribución provisional de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn y Sb (en p.p.m) en las micropsammofilitas y "psammitas" de la región de La Alameda (cortes I y II).

Elementos		Micropsammofilitas (tipos 6 y 7 de la serie virtual local).	"Psammitas" (tipos 2,3,4 y 5 de la serie virtual local)
Pb	Valor medio	36.7	31.9
	Límites inferior y superior.	15-73	12.5-55
	"Anomalías"	84, 174, 1408	-
Ag	Valor medio	0.3	0.3
	Límites inferior y superior	0.2-0.5	0.2-0.4
	"Anomalías"	0.7	.1
Cu	Valor medio	32.6	23
	Límites inferior y superior.	28-38	10-32
	"Anomalías"	40,46	40
Zn	Valor medio	102.75	109.75
	Límites inferior y superior.	75-134	79-140
	"Anomalías"	165, 169, 191	164, 300, 429
Sb	Valor medio	12.2	10.9
	Límites inferior y superior.	7-16	8-15
	"Anomalías"	17	20
Ba	Valor medio	67	27
	Límites inferior y superior.	37-84	22-37
	"Anomalías"	100	71, 72, 73

micropsammofilitas (respectivamente 36.7 frente a 20 p.p.m; 0.3 frente a 0.05-0.1 p.p.m; 12.2 frente a 1.5-3 p.p.m).

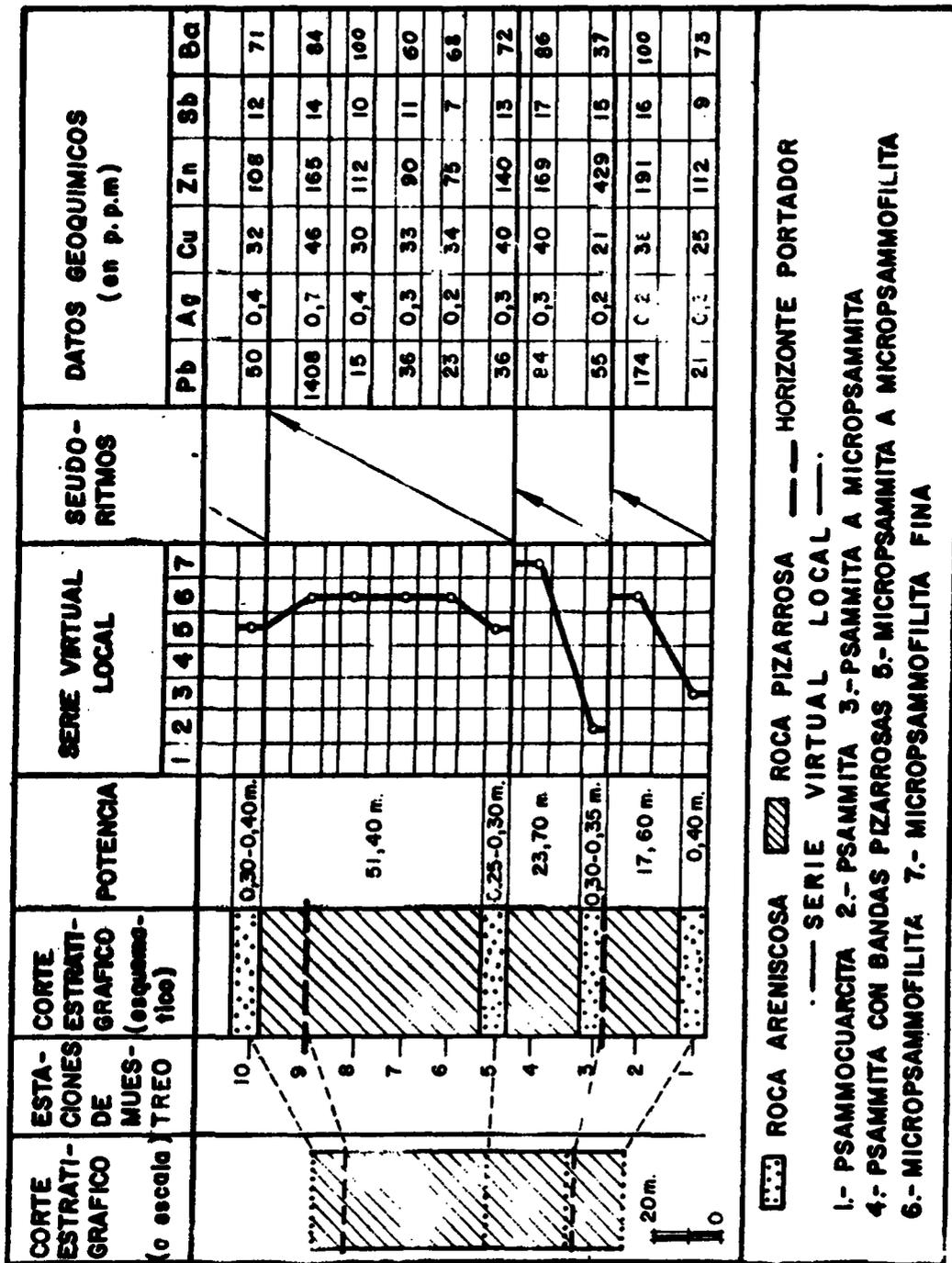
- el valor medio en Cu es más elevado en las pizarras (45-47/ frente a 32.6 p.p.m).
- el valor medio en Zn es del mismo orden de magnitud en los/ dos tipos de rocas (80-100 y 102.75 p.p.m).

2°. En la región investigada, el valor medio en Pb, Cu y Sb, es relativamente más elevado para las micropsammofilitas que/ para las "psammitas" mientras que el valor medio en Zn es rela- tivamente más elevado en las "psammitas" que en las micropsammo- filitas.

3°. Respecto al fondo geoquímico regional, las "anomalías" - subrayan la existencia de saltos geoquímicos y de dos horizon- tes portadores (fig. 10).

4°. Los dos horizontes portadores reconocidos en el corte I, (fig. 10), -a saber, el superior con "anomalías" en Pb y el - inferior con "anomalías" en Zn- corresponden lateralmente en/ el corte II al filón "Peña", rico en galena argentífera y al/ filón "Blendoso 1°" (fig. 11), respectivamente. Por falta de afloramientos hacia el techo del corte I, no hemos podido es- tablecer la correlación con el filón "Blendoso 2°" del corte/ II.

5°. Salto geoquímico y horizonte portador se localizan hacia el techo de un seudorritmo, o en la zona de transición techo- base de seudorritmo.



AGM. 1978

Fig -10 DOCUMENTO SINTETICO (Corte I, segunda fase a).

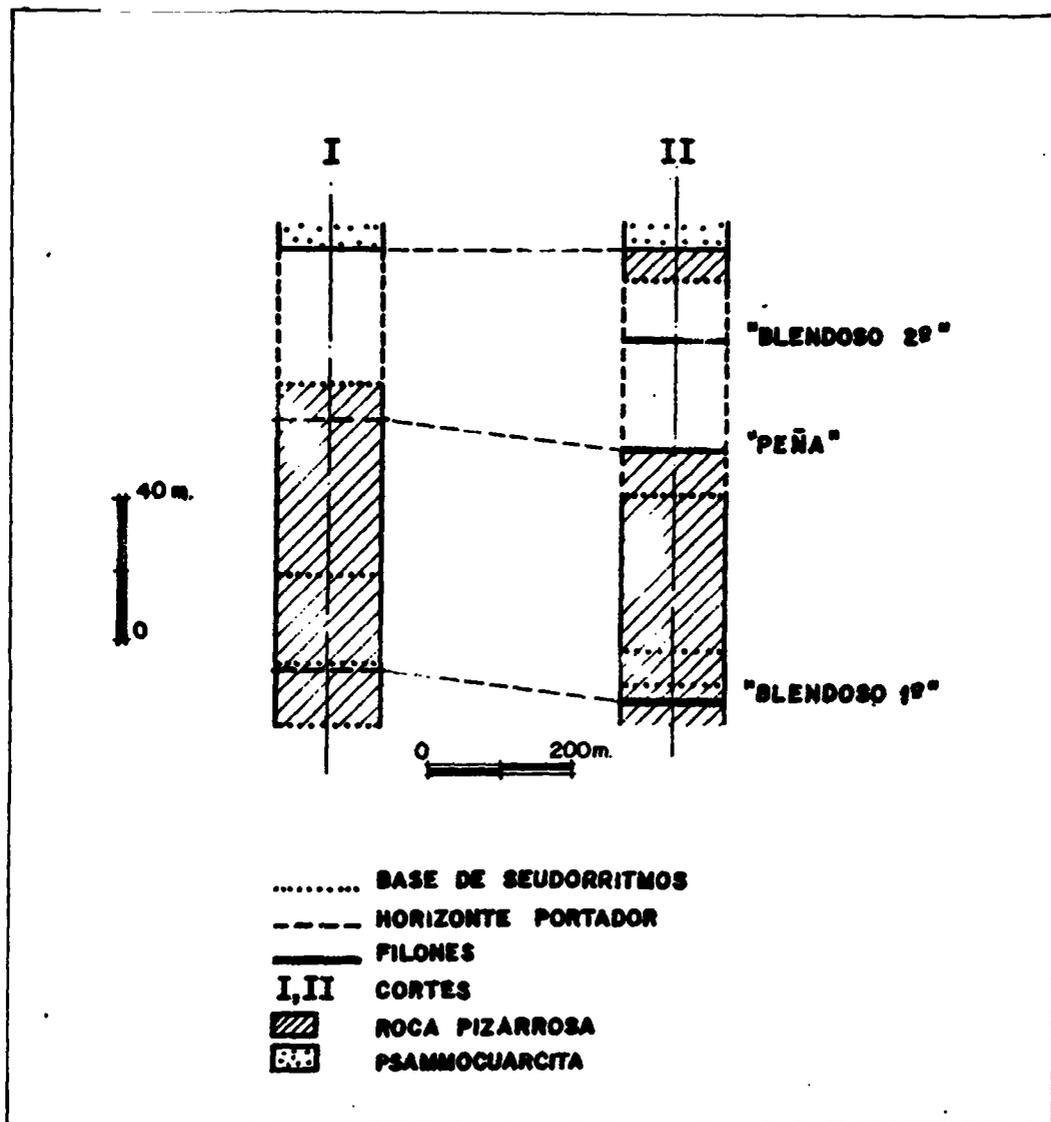


Fig. 11 Correlación estratigráfica entre los cortes I y II (segunda fase a).

III.- 1.3. Segunda fase "b": Estudio de las variaciones laterales de facies (Cortes III, IV, V y VI).

Gracias a las muestras recogidas en cuatro cortes - (III, IV, V y VI), más meridionales, respecto a los cortes I/II (fig. 12), nos proponemos estudiar en este capítulo las variaciones laterales de facies y su influencia en cuanto a la continuidad de los seudorritmos y de los horizontes portadores de la mineralización definidos en la segunda fase, apartado "a".

Hay que resaltar que, en ninguno de estos cortes, se ha podido muestrear, como en el corte II, hasta los crestones psammocuarcíticos, que marcan la cima del Monte del Estrepal, por la abundancia de vegetación con desarrollo relativamente/avanzado de suelos.

No obstante -teniendo en cuenta la tectónica regional y adoptando como horizonte de referencia la base del paquete de psammocuarcita que corona el Monte^(*) - hemos podido establecer una correlación estratigráfica entre los seis cortes estudiados cortes I y II, segunda fase "a"; cortes III a/VI, segunda fase "b", que aunque aproximada, resulta satisfactoria.

* Para los cortes I a V, que alcanzan estratigráficamente los crestones cuarcíticos superiores del Monte, (fig. 12), la base de este paquete de cuarcitas puede servir de nivel de referencia para definir la correlación entre estos cortes.

Sin embargo para el corte VI -que no alcanza estratigráficamente este importante paquete superior de psammocuarcitas debido al aspecto lenticular de este último- hemos tenido en cuenta el salto vertical de la falla que separa los cortes V/ y VI (según el trabajo de PALLARÓ, 1974-75), para poder establecer primero una correlación estratigráfica entre estos dos cortes y, posteriormente, con los otros cuatro.

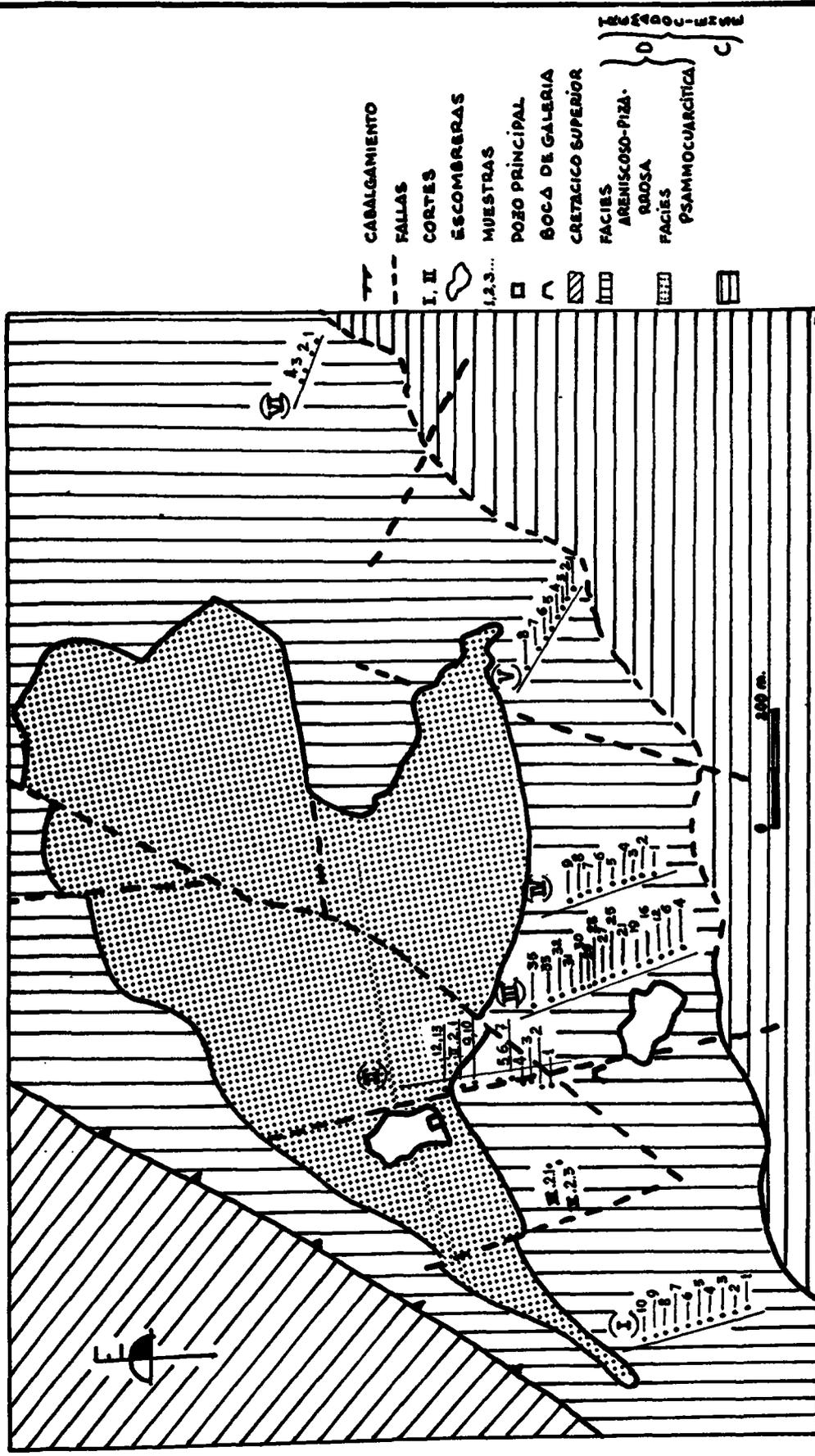


Fig.-12 Localización de los cortes estudiados (I y II, segunda fase a - III, IV, V y VI, segunda fase b) en el cuadro geológico-metalogénico local (datos geológicos: SCHMITZ (1971) y PALLARD (1974-75); datos sedimentológicos-metalogénicos: observaciones nuestras.

Damos en primer lugar las características principales de cada uno de estos (III, IV, V y VI) para poder sacar, / luego, conclusiones sedimentológicas y paleogeográficas a partir del conjunto de estas observaciones.

CORTE III

Se han llevado a cabo: una recogida de muestras cada 5-10 m. (a veces 3 m.^(*)) para un estudio sistemático de la litología (tabla X,ap)y otra recogida de rocas frescas, cada 20-22 m. (a veces 10 o 15 m.^(*)) para análisis geoquímicos.

Los resultados litológicos y geoquímicos son los siguientes:

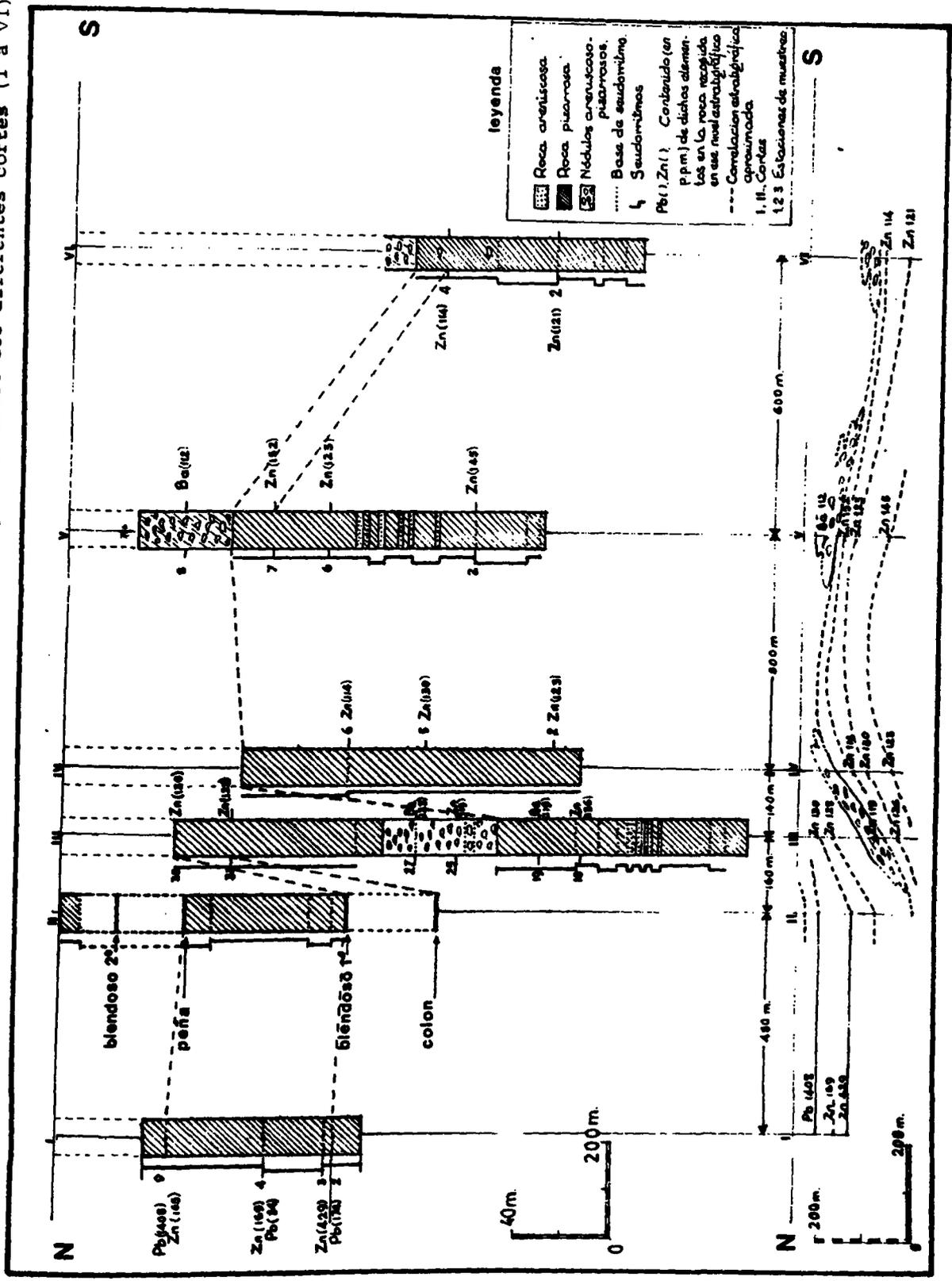
Litología:

La columna estratigráfica correspondiente a este corte consta de abajo hacia arriba, de tres partes distintas (Tabla X, apend., fig. 13)

- una parte inferior constituida por una alternancia de capas areniscosas (psammitas a micropsammitas frecuentemente / carbonotadas, psammitas a psammofilitas) en el seno de pizarras negras micáceas (psammo a micropsammofilitas, micre -- psammofilitas algo bandeadas, micropsammofilitas) o de pizarras arcillosas negras, ligeramente micáceas en lajas finas (micropsammofilitas) (11 seudorritmos por lo menos; potencia total; 95.80 m.) (lam. III, fotos: 2,3,5,6,7 y 8).
- una parte media formada de pizarras areniscosas lajeadas - (psammofilitas a micropsammofilitas, a veces algo bandeadas) con pequeños horizontes areniscosos intercalados (psammitas

(*) Según la frecuencia y el estado más o menos sano de los afloramientos.

Fig.-13 DOCUMENTO DE SINTESIS (La Alameda): correlación estratigráfica entre los diferentes cortes (I a VI).



a micropsammitas) y con nódulos en su seno formados por una alternancia de finas capas areniscosas y pizarrosas (potencia total: 53 m.) (lam. III, foto 4).

- una parte superior compuesta sucesivamente de muro a techo, de:

- una alternancia de pizarras areniscosas (micropsammofilitas) y de areniscas (micropsammitas), siendo estas últimas muy abundantes y presentando figuras de sedimentación ("ripple marks", estratificación cruzada) (potencia total 63 m.)

- un paquete de pizarras negras a verde oliva oscura con las finas (micropsammofilitas) y algo de arenisca (potencia total: 26 m.) (lam. III, foto 1).

Para simplificar, hemos asimilado esta parte superior a un solo megaseudorritmo.

Datos geoquímicos:

Respecto al valor medio de los diferentes elementos observados en los dos tipos de rocas (pizarrosas y "areniscosas"), hay que mencionar (Tabla XI) como ligeras "anomalías":

- El Pb (56 p.p.m), el Zn (136 p.p.m) y el Ba (118 p.p.m) en una psammo a micropsammofilita perteneciente alseudorritmo núm. 10 (en sentido estratigráfico ascendente) de la parte inferior de la columna estratigráfica.
- El Ba (119p.p.m) en una psammo a micropsammofilita perteneciendo alseudorritmo núm. 11 (en el sentido estratigráfico ascendente) de la parte inferior.
- El Ba (123 p.p.m) en una psammita a micropsammita de la parte media.
- El Cu (41 p.p.m) y el Zn (128, 130 p.p.m) en micropsammofilitas de la parte superior de la columna estratigráfica.

TABLA XI. Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb/ y Ba (en p.p.m) en las psammo y micropsammofilitas - psammitas y micropsammitas (Corte III).

Elementos		Psammo y micro-psammofilitas	Psammitas y micropsammitas
Pb	Valor medio	23.5	21.3
	Límites inferior y superior	19-27	15-28
	Anomalías	56	-
Ag	Valor medio	0.3	0.1
	Límites inferior y superior	0.2-0.4	0.1-0.2
	Anomalías	-	-
Cu	Valor medio	31.3	23
	Límites inferior y superior	24-37	7-35
	Anomalías	41	-
Zn	Valor medio	100,9	99
	Límites inferior y superior	79-119	97-101
	Anomalías	128, 130, 136	-
Sb	Valor medio	10.6	9.7
	Límites inferior y superior	7-13	7-14
	Anomalías	-	-
Ba	Valor medio	94.1	70
	Límites inferior y superior	69-112	43-97
	Anomalías	118,119	123

CORTE IV

En este corte se han recogido muestras en 9 estaciones, distantes entre sí de 25 a 30 metros, y los resultados/ de nuestros estudios son los siguientes (fig.12 , tabla XII, ap.)

Litología:

Este corte refleja una litología bastante homogénea caracterizada por pizarras negro-verdosas, micáceas, arcillosas e areniscosas en lajas gruesas o pizarras negras en lajas finas (parte inferior). Dentro de este paquete de micropsamofilitas existen solamente hacia la parte superior algunas intercalaciones de psammitas a psamofilitas consideradas como/ zona de transición entre dos megaseudorritmos (fig.13).

Datos geoquímicos:

Como ligeras "anomalías" -respecto al valor medio - de los diferentes elementos observados en los dos tipos de rocas ("pizarrosas y "areniscosas")- hay que anotar (Tabla XIII):

- El Cu (39 p.p.m) y el Zn (123 p.p.m) en una micropsamofilita fina del megaseudorritmo inferior.
- El Zn (130 p.p.m) y el Ba (115 p.p.m) en una psamofilita - hacia el techo del megaseudorritmo inferior.

CORTE V

A partir de muestras recogidas en 8 estaciones distantes entre sí de 25-30 metros y de observaciones macroscópicas de campo, hemos sacado los resultados siguientes (fig.12, Tabla XIV, apéndice):

Litología:

De abajo hacia arriba, dos partes distintas apare--

TABLA XIII . Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m) en las psammo-micropsammofilitas y "psammitas" (Corte IV).

Elementos		Psammo y micro-psammofilitas.	Psammitas a Psammofilitas Micropsammitas a Micropsammofilitas ("Psammitas").
Pb	Valor medio	21.3	21.5
	Límites inferior y superior	13-32	18-25
	Anomalías	-	-
Ag	Valor medio	0.3	0.4
	Límites inferior y superior	0.2-0.4	0.3-0.5
	Anomalías	-	-
Cu	Valor medio	31.8	34
	Límites inferior y superior	25-36	33-35
	Anomalías	39	-
Zn	Valor medio	95.2	110
	Límites inferior y superior	84-108	106-114
	Anomalías	123,130	-
Sb	Valor medio	10	10
	Límites inferior y superior	7-12	9-11
	Anomalías	-	-
Ba	Valor medio	89.2	106.5
	Límites inferior y superior	75-110	101-112
	Anomalías	115	-

cen en este corte (Tabla XIV, fig. 13),

- una parte inferior formada sucesivamente de muro a techo -- por :
 - un paquete de pizarras de color negro o verde oliva oscuro, algo micáceas, presentándose en lajas finas (psammo a micropsammofilitas) y con intercalaciones más o menos potentes (0.30 - 3 m.) de areniscas duras blanquecinas (psammitas, micropsammitas) (6 seudorritmos) (potencia total;
 - una alternancia de pizarras (micropsammofilitas) con areniscas (micropsammitas) o pizarras areniscosas (micropsammitas a micropsammofilitas) en las que el espesor de unas y otras varía a lo largo del paquete; estructuras de "ripple-marks" se presentan en las areniscas. Para simplificar, hemos asimilado este paquete (potencia total; 63.5 m) a un solo megaseudorritmo.
- una parte superior constituida por pizarras areniscosas (micropsammofilitas) con nódulos (formados de una alternancia de finas capas areniscosas y pizarrosas) en su seno (potencia parcial; 40 m.).

Datos geoquímicos:

Respecto al valor medio, de los diferentes elementos, observado en los dos tipos de rocas ("pizarrosas" y "areniscosas"), hay que subrayar (Tabla XV), como ligeras anomalías:

- El Cu (41 p.p.m) y el Zn (152 p.p.m) respectivamente en una micropsammita a micropsammofilita y en una micropsammita perteneciendo al último megaseudorritmo (en sentido estratigráfico ascendente) de la parte inferior de este corte.
- El Zn (145 p.p.m) en una psammofilita hacia el techo del segundo seudorritmo (en sentido estratigráfico ascendente)

TABLA XV . Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m) en las psammo-micropsammofilitas y "psammitas"^(*) (Corte V),

Elementos		Psammo y micro-psammofilitas	"Psammitas" ^(*)
Pb	Valor medio	22.8	17.5
	Límites inferior y superior	16-32	12-24
	Anomalías	-	-
Ag	Valor medio	0.3	0.3
	Límites inferior y superior	0.2-0.3	0.2-0.4
	Anomalías	-	-
Cu	Valor medio	33	28
	Límites inferior y superior	31-36	23-32
	Anomalías	-	41
Zn	Valor medio	98	94
	Límites inferior y superior	88-114	75-123
	Anomalías	145	152
Sb	Valor medio	8.5	8.5
	Límites inferior y superior	8-10	7-11
	Anomalías	-	-
Ba	Valor medio	119.5	96
	Límites inferior y superior	106-118	84-107
	Anomalías	-	-

(*) "Psammitas" = Psammita a psammofilita, micropsammita, micropsammita a micropsammofilita.

de la parte inferior del corte; en este mismo seudorritmo, / se ve un ligero aumento desde la base hacia el techo para los elementos: Pb, Zn, Sb y Ba.

CORTE VI

De la recogida de muestras en 4 estaciones (fig.12) distantes entre sí de 25-30 m. y de observaciones macroscópicas realizadas en el campo, podemos anotar los resultados siguientes, referente a este corte: (Tabla XIV, apéndice)

Litología:

Como en el corte anterior, dos partes distintas se/ presentan desde abajo hacia arriba:

- Una parte inferior compuesta sucesivamente de muro a techo:
 - Paquete de pizarras negras en lajas muy finas (micropsammofilitas) con intercalaciones areniscosas (potencia total: 91 m.) (5 seudorritmos).
 - Paquete de pizarras grisáceas (micropsammofilitas) con algo de estructura en belas (potencia: 7 m.)
 - Alternancia de capas areniscosas y pizarras areniscosas - (psammofilitas) con algunos nódulos (potencia total: 25 m.)
- Una parte superior formada de pizarras areniscosas con nódulos en su seno (formados éstos por la alternancia de finas - capas areniscosas y pizarrosas) (potencia parcial: 35 m.)

Datos Geoquímicos:

Hay que señalar únicamente ligeras anomalías respecto al valor medio de los diferentes elementos, establecidas en las psamo y micropsammofilitas: (Tabla XVI)

TABLA XVI . Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m) en las psammo y micropsammofilitas (Corte VI)

Elementos		Psammo y micropsammofilitas
Pb	Valor medio	17.5
	Límites inferior y superior.	10-24
	Anomalías	-
Ag	Valor medio	0.2
	Límites inferior y superior.	0.2
	Anomalías.	-
Cu	Valor medio	34.5
	Límites inferior y superior.	33-37
	Anomalías.	-
Zn	Valor medio	101.3
	Límites inferior y superior.	84-114
	Anomalías	121
Sb	Valor medio	9
	Límites inferior y superior.	8-10
	Anomalías	-
Ba	Valor medio	74.7
	Límites inferior y superior.	69-84
	Anomalías	94

- Zn (121 p.p.m) en una micrepsammofilita hacia la zona de transición del tercero y cuartoseudorritmo de la parte inferior (en sentido estratigráfico ascendente).
- Ba (94 p.p.m) en una psammofilita con algunos nódulos areniscoso-pizarrosos en la zona de transición parte inferior-parte superior.

En resumen, de las observaciones realizadas, en estos cuatro cortes, se pueden sacar las siguientes conclusiones

Litología-Sedimentología:

- 1º. La parte inferior de cada corte, formada generalmente -- por una alternancia de pizarras y areniscas (cortes III, V y VI) y en ciertos lugares (corte IV) con pizarras predominantes, participa de una estructura en altafondo, (fig. 13). Los pseudorritmos constitutivos de este último, aparecen con potencias desiguales y ciertas capas areniscosas, bases de estos pseudorritmos, son lenticulares; importantes variaciones laterales de facies afectan pues a esta primera fase sedimentaria por lo que la dificultad, para establecer correlaciones estratigráficas y geológicas químicas es notable.
- 2º. La parte media del corte III y la superior de los cortes V y VI, se compone de pizarras con nódulos areniscoso-pizarrosos, constituyendo, a nuestro juicio, parte de lentejones importantes, formados en aguas agitadas que han favorecido el desarrollo de nódulos sobre los flancos -- del altafondo precitado; el aspecto lenticular de estas concentraciones nodulares se justifica basándose no solo en su modo propio de formación, sino también en las características sedimentológicas generales de ciertas for-

maciones tremadecienses del zócalo de la Cordillera Ibérica.

- 3º. La parte superior del corte III se compone, de muro a techo, de una alternancia de pizarras areniscosas y areniscas y de pizarras negras en lajas finas, correspondiendo a un medio sedimentario poco profundo ligeramente agitado en un principio ("ripple marks", estratificación cruzada, ...) y luego más tranquilo.
- 4º. Basándonos en el corte III - donde las observaciones microscópicas son más numerosas - se nota que el carbonato - bastante frecuente -, se concentra específicamente en las psammitas y micropsammitas; mientras que las psammitas y micropsammitas, examinadas en los cuatro cortes (III, IV, V y VI), están desprovistas del mismo.

Datos Geoquímicos:

- 1º. En los sedimentos que participan de la estructura de alt@fonde, se ha observado lo siguiente: (Tablas XVII y XVIII)
- La única "anomalía" en Pb (56 p.p.m) aparece en una psammo a micropsammita hacia el techo de un pseudorritmo del corte III.
 - Una "anomalía" en Cu se observa en una micropsammita fina (39 p.p.m) del corte IV y otra (41 p.p.m) en una micropsammita a micropsammita del corte V.
 - El Zn presenta "anomalías" (121, 123, 128, 130, 136, 145 p.p.m) en las psammo y micropsammitas de los cuatro cortes y solamente una "anomalía" (152 p.p.m) en una micropsammita del corte V.
- Aunque las variaciones laterales de facies dificultan/ las correlaciones estratigráficas y geoquímicas, hemos

TABLA.XVII Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba - (en p.p.m) en las psammo y micropsammofilitas de la región de "La Alameda" - Documento de síntesis (Cortes I-II, III, IV, V y VI).

C O R T E S						
Elementos		I-II	III	IV	V	VI
Pb	Valor medio	36.7	23.6	21.3	22.8	17.5
	Límite inferior y superior	15-73	19-27	13-32	16-32	10-24
	Anomalías	84,174,1408	56	-	-	-
Ag	Valor medio	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
	Límite inferior y superior	0.2-0.5	0.2-0.4	0.2-0.4	0.2-0.3	0.2
	Anomalías	0.7	-	-	-	-
Cu	Valor medio	32.6	31.3	31.8	33	34.5
	Límite inferior y superior	28-38	24-37	25-36	31-36	33-37
	Anomalías	40,46	41	39	-	-
Zn	Valor medio	102.8	100.9	95.2	98	101.3
	Límite inferior y superior	75-134	79-119	84-108	88-114	84-114
	Anomalías	165,169,191	128,130,136	123,130	145	121
Sb	Valor medio	12.2	10.6	10	8.5	9
	Límite inferior y superior	7-16	7-13	7-12	8-10	8-10
	Anomalías	17	-	-	-	-
Ba	Valor medio	67	94.1	89.1	111.5	74.7
	Límite inferior y superior	37-84	69-112	75-110	106-118	69-84
	Anomalías	100	118,119	115	-	94

TABLA XVIII. Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en p.p.m.) en las "psammitas"(*) de la región de "La Alameda"- Documento de síntesis (Cortes I-II, III, IV y V).

		C O R T E S			
Elementos		I-II	III	IV	V
Pb	Valor medio	31.9	21.3	21.5	17.5
	Límite inferior y superior	12.5-55	15-28	18-25	12-24
	Anomalías	-	-	-	-
Ag	Valor medio	0.3	0.1	0.4	0.3
	Límite inferior y superior	0.2-0.4	0.1.-0.2	0.3-0.5	0.2-0.4
	Anomalías	1	-	-	-
Cu	Valor medio	23	23	34	28
	Límite inferior y superior	10-32	7-35	33-35	23-32
	Anomalías	40	-	-	41
Zn	Valor medio	109.8	99	110	94
	Límite inferior y superior	79-140	97-101	106-114	75-123
	Anomalías	164,300.429	-	-	152
Sb	Valor medio	10.9	9.7	10	8.5
	Límite inferior y superior	8-15	7-14	9-11	7-11
	Anomalías	20	-	-	-
Ba	Valor medio	27	70	106.5	96
	Límite inferior y superior	22-37	43-97	101-112	84-107
	Anomalías	71,72,73	123	-	-

(*) "Psammitas" = Psammita a psammofilita, micropsammita, micropsammita a micropsammofilita.

indicado esquemáticamente en la fig. 13 , una cierta correlación entre estas "anomalías" del Zn, teniendo en cuenta la disposición geométrica de la superficie superior del altafondo.

- El Ba ofrece "anomalías" en las psammo y micropsammofilias de los cortes III (118, 119 p.p.m), IV (115 p.p.m) y en el VI (94 p.p.m).

2º. En los lentejones de "pizarras areniscosas" con nódulos/areniscoso-pizarrosos que ocupan los flancos del altafondo, la única "anomalía" que aparece es en Ba (123 p.p.m) en el corte III.

3º. En las pizarras negras en lajas finas (micropsammofilias) de la parte superior del corte III, se han observado dos "anomalías": una de Zn (130 p.p.m) y otra de Zn - (128 p.p.m) - Cu (41 p.p.m).

III.- 1.4. Conclusiones

Litología-Sedimentología:

Del conjunto de nuestras observaciones realizadas en los seis cortes del Monte del Estrepaí, podemos poner de relieve la presencia de: un altafondo recubierto en sus flancos por importantes lentejones de pizarras areniscosas que contienen nódulos areniscoso-pizarrosos y la presencia de un bisel sedimentario al norte de este altafondo (fig. 13)

Las diferentes rocas observadas se integran en una serie virtual local que - desde un polo areniscoso hacia un polo pizarroso -, podemos definir:

1. Psammocuarcita (90 - 95% cuarzo)

1.- Pizarra arcillosa compacta: MICROPSEMMITA (L.D.-M.C.)

2.- Pizarra arcillosa compacta con algo más de cuarzo en su matriz: MICROPSEMMITA (L.D.-M.C.)

3.- Pizarra arcillosa sus capas orientadas y aumentando el tamaño de grano: PSAMMITA a MICROPSAMMITA (L.D.-M.C.)

4.- MICROPSAMMITA con textura reticulada y restos de "conglomerados" carbonosos (L.D.-M.C.)

5.- PSAMMITA a MICROPSAMMITA con vetas de cuarzo y cristales de carbonato (L.D.-M.C.)

6.- PSAMMITA a MICROPSAMMITA: Detalle de cuarzos aislados por cristales de mica y sericita. (L.D.-M.C.)

7.- PSAMMITA CARBONATADA, si bien el carbonato intergranular respecto del cuarzo. (L.D.-M.C.)

8.- PSAMMITA CARBONATADA con óxidos hidroxidados y carbonatos rellenando una fisura (L.D.-M.C.)

- | | |
|---|---|
| <p>2. Psammita (55-80% Cuarzo; 60-175μ (25-50μ, 220-240μ))</p> <p>3. Psammita a micropsammita (45-75% Cuarzo; 20-80μ y 100-200μ)</p> <p>4. Psammita con bandas pizarrosas (55% Cuarzo; 100-140μ)</p> <p>5. Psammita a psammofilita (40-50% Cuarzo, 70-100μ (200μ))
 Micropsammita a micropsammofilita (40- % Cuarzo;
 20-70μ (100μ))</p> <p>6. Psammofilita (30-45% Cuarzo; (20-50μ), 70-110μ (150μ))
 Psammofilita a micropsammofilita (20-45% Cuarzo;
 (5-30μ), 40-70μ (100-200μ))</p> <p>7. Micropsammofilita (15-40% Cuarzo; 15-50μ (70-150μ))</p> <p>8. Micropsammofilita fina (10-15% Cuarzo; 15-20μ (50μ))</p> | <p>} A veces; carbona
 tada y/o con --
 vestigios de pi
 zarras</p> <p>} A veces; bande
 da y/o con car
 bonatos más o me
 nos abundante.</p> |
|---|---|

Se observan en las dos estructuras paleogeográficas/precitadas (altafondo y bisel sedimentario), seudorritmos (o alternancias litológicas), en número y potencia desiguales de un corte a otro, atestiguando variaciones laterales de facies lo que dificulta las correlaciones estratigráficas finas.

El carbonato aparece solo con una cierta frecuencia en la parte inferior del corte III donde se concentra específicamente en las psammitas y micropsammitas que forman las bases de seudorritmos. Sin embargo, el carbonato se presenta también, aunque esporádicamente y en cantidad más o menos abundante, en psammita a micropsammita y en psammofilita a micropsammofilita cerca del corte I (muestras III. 2.7 y III. 2.6, respectivamente, fig. 5) y entre los cortes I-II (muestras - III. 2.3 y III. 2.2., fig. 5); en psammofilita a micropsammofilita cerca del corte IV (muestra IV. 2.3, fig. 5). Sin embargo, en las psammofilitas y micropsammofilitas examinadas en los dos últimos cortes (V y VI), hay ausencia de carbonato.

Así pues, de acuerdo con las variaciones laterales/ de facies, la distribución del carbonato en los sedimentos es irregular y por otra parte, contrariamente a las conclusiones emitidas al final de la primera fase, el carbonato no aparece

sistemáticamente en las zonas de transición de los pseudorritmos.

Datos Geoquímicos:

Comparando el conjunto de los datos geoquímicos recogidos en los diferentes cortes, se ve una clara distribución de las "anomalías" de los elementos Pb, Ag, Zn, Sb y Ba en función de las dos estructuras paleogeográficas definidas anteriormente, a saber, bisel sedimentario y altafondo. En efecto, (Tablas XVII y XVIII).

- 1º. El valor medio del Pb y del Sb en las psammo y micropsammofilitas, así como en las "Psammitas" de los cortes I-II y del bisel de sedimentación es superior al de estos/dos elementos en los mismos tipos de rocas en los otros/cortes.
- 2º. Las "anomalías" en Pb se observan únicamente en las psamme y micropsammofilitas de los cortes I y III; sin embargo, las "anomalías" más "elevadas" se localizan en el corte I (bisel sedimentario).
- 3º. Las únicas anomalías en Ag y en Sb aparecen;

- Para la plata en una micropsammofilita algo bandeada (0.7 p.p.m) (techo de pseudorritmo, corte I) y en una psammita carbonatada con vestigios de pizarras (1 p.p.m) (base de pseudorritmo, corte II).

- Para el antimonio en una micropsammofilita (17 p.p.m) (techo de pseudorritmo, corte I) y en una psammita carbonatada con vestigios de pizarras (20 p.p.m) (base de pseudorritmo, corte II) .

Bisel de sedimentación

- 4º. Dentro de las "anomalías" del Zn observadas en las psammo y micropsammofilitas, así como en las "psammitas" de los diferentes cortes, las más elevadas pertenecen a los cortes I y II (bisel sedimentario)
- 5º. El valor medio del Ba en las psammo y micropsammofilitas así como en las "psammitas" de los cortes I-II (bisel de sedimentación) es inferior al valor medio de este elemento en los mismos tipos de rocas pertenecientes a los otros cortes (altafondo).
- 6º. Respecto al Cu, su distribución es más anárquica: su valor medio máximo, en los dos tipos de rocas (psammo-micropsammofilita y "psammita") aparece en ciertas partes/ del altafondo mientras que la "anomalía" más "fuerte" - (46 p.p.m) se presenta en una micropsammofilita algo bandeada (techo deseudorritmo, corte I) del bisel sedimentario.

En resumen, y de acuerdo con lo expuesto por algunos autores (Bernard, 1953; Routhier, 1963 ; Nicolini, 1970; ...), las condiciones físico-químicas, han sido relativamente más reductoras en el bisel de sedimentación favoreciendo así una mejor "concentración " en Pb, Ag, Zn y Sb ("trampa sedimentaria"), mientras que en el altafondo las condiciones/ más oxidantes han permitido una cierta "concentración " en Ba

III - 2. METALOGENIA.

III - 2.1. Historia del criadero (datos bibliográficos)

Las minas o criaderos de plomo argentífero situados en los términos de Peñalcázar y "La Alameda", en el extremo - S.E. de la provincia de Soria, próximo a su límite con la de Zaragoza, fueron explotadas en tres épocas diferentes, 1843 - 1877, 1915-1916 y 1943-1947. Siguiendo a ROMERO (1934), podemos sintetizar:

- Los filones que constituyen el criadero, se hallan en cajados en las pizarras y cuarcitas de las zonas inferiores - del terreno silúrico, teniendo igual dirección aquéllos que éstas. Los filones asoman generalmente en las cuarcitas y su relleno es cuarzoso.

- Las pizarras son arcillosas y silíceas: algunas un poco micáceas. Presentan color pardo oscuro; y en fractura reciente color verdoso debido a la clorita que contienen.

Las cuarcitas asoman a lo largo de la cumbre, principalmente en el extremo septentrional de la zona silúrica, constituyendo los grandes riscos y crestones que dominan en aquella parte de la cordillera.

En las capas de pizarras que alternan con ellas, se han descubierto algunos restos de Cruzianas, C. Ximenci, C. Cordieri, C. Goldfussi, C. Bronni y con ellas diversos trozos de Scolythus.

En ciertas partes, las cuarcitas toman tonalidades/rojas pronunciadas.

La inclinación de las capas, tanto de pizarra como/ de cuarcita, se acentúa en el contacto de los criaderos, llegando a ser de unos 60° con buzamiento al E. como los filones que contienen.

La faja silúrica que comprende este criadero, se ha lla recubierta en las inmediaciones de las minas por el cretácico, lo que -a juicio del Sr. Palacios (1890), que ha estudiado detenidamente esta provincia -constituye una excepción/ pues lo general es que sea el Triásico el que descansa sobre/ el Silúrico. En cuanto a los filones que se encuentran en esta formación, cuatro son los principales mencionados por PALACIOS (1890), que de O. a E. se denominan: "Colon", "Blendoso 1°", "Peña" (el más importante) y "Blendoso 2°". Los dos primeros distan entre sí 60 metros; del "Blendoso 1°" al "Peña", hay 70 metros y otros 55 entre éste y "Blendoso 1°"; todas estas distancias, medidas horizontalmente.

La dirección general y media de estos filones es de N. 17° O + S. 17° E. y la inclinación en los tres primeros es sensiblemente igual, variando de 45° a 50°. "Blendoso 2°" se aproxima más a la vertical. Todos buzan al E.

Existen además de los citados, otros dos filones - ("Romano" y otro) situados más al E., pero que hasta la fecha no han mostrado tener importancia, en los someros reconocimientos realizados.

La potencia de los cuatro filones principales es variable, presentando lentejones o zonas de bonanza y otras de/ casi esterilidad. Puede tomarse como término medio unos 25 a 30 centímetros.

El filón "Peña" es el que presenta mayor espesor y/ mejor calidad de mineral, por lo que su reconocimiento y explotación fueron más intensos que en los otros filones en los - que la galena viene asociada a la blenda. (ROMERO, 1934).

Hay que añadir la presencia de dos fallas Norte-Sur interrumpiendo la continuidad de los filones "Blendoso 1º" y/ "Peña" (fig.8 p.65) Respecto a la falla que afecta a este último, su salto vertical sería aproximadamente de 70 metros y su relleno consistía (en una zona fallada de 1,50 a 2 metros de/ espesor a 100 metros de profundidad), en fragmentos de cuarci ta, gredas ferruginosas y abundantes trozos sueltos de galena de grano fino.

También es de interés haber notar que los antiguos/ mineros tenían conocimiento de la presencia de una falla/ de dirección Este-Oeste que afectaba a las diferentes labores (falla mencionada en el mapa de Schmitz, 1971), así como que/ al Sur del pozo "Globo" (fig. 8) existía un filón Este-Oeste que, según la tradición, daba calcopirita pura^(*).

Considerando el mineral procedente del filon "Peña" que ha rendido la mayor parte de la producción de estas minas, puede decirse que es una galena de grano fino, con poca blenda y algo de óxido y pintas de hierro, siendo la ganga cuarzo- sa.

En cuanto al porcentaje, se nos indica, que una mues tra del filón "Peña" da la siguiente composición:

Pb - 72,12%	Fe - 1,82%
Zn - 8,48%	Ag - 600 gr. por tonelada de - mineral.

^(*) Archivo de minas, documentos inéditos.

El mineral del filón "Colón", tiene cierta semejanza con el del "Peña", mientras que el procedente de los "Blendoso 1º" y "Blendoso 2º", aunque no se poseen análisis, se sabe que su contenido en blenda era más elevado, llegando a igualar y aún superar al de la galena.

La plata, según datos estadísticos, se concreta en 600 gr. por tonelada de mineral, si bien en ocasiones este -- porcentaje se ha visto duplicado, llegando a 1200 gr. (ROMERO 1934).

III - 2.2. Tipo de mineralización (datos bibliográficos)

Dentro de los yacimientos de plomo-zinc de España, los criaderos de Peñalcázar son considerados como filones Norte-Sur, encajados en cuarcitas y pizarras del Silúrico, de potencia reducida (5-9 cms.), de longitud y profundidad en torno a los 200 y 150 m. respectivamente, y de paragénesis sencilla (galena, blenda, cuarzo); la mena se caracteriza geoquímicamente por la presencia de plata. Estos yacimientos, según ciertos autores (IGME, 1972), pertenecerían al "Tipo D" o "Coeur d'Aléne" (Idaho, Estados Unidos), representado por filones de cobertera o de zócalo removilizado, más o menos complejos, situados en las proximidades de grandes fallas y sin relación o con relación dudosa con el plutonismo; la mena - generalmente, rica en Ag y en el seno de la cual la proporción de plomo es casi similar a la del zinc - abarca la paragénesis siguiente: galena, blenda, pirita, cuarzo, calcopirita, fluorita y baritina .

El distrito metalífero de "Coeur d'Aléne" posee una

extensión de 40 Km. en dirección Este-Oeste, por 24 Km. en la Norte-Sur, y se encuentra extremadamente plegado y dislocado/ por numerosas e importantes fallas (hasta 30 Km. de longitud) de gran salto vertical y horizontal (hasta 5 Km.). Las rocas encajantes precámbricas (cuarcitas sericiticas, pizarras, calizas impuras) contienen intrusiones monzoníticas, de probable edad cretácica, ligadas al batolito de Idaho; los filones complejos hidrotermales (potencia: 3 a 12 m.; longitud: 600 m; profundidad: 1500 m.), a veces bajo la forma de chimeneas, -- van asociados a las fallas.

Además de los minerales principales galena, blenda, pirita, la paragénesis de estos filones peri-plutónicos, comprende: tetraedrita, calcopirita, pirrotina, magnetita, arsenopirita. En pequeña cantidad se observan: bornita, calcosina, estibina, boulangerita, bournonita, gersdorffita y scheelita. Las gangas consisten en siderita, ankerita, cuarzo, baritina y algunos filones contienen oro y plata (freibergita, l..)

La ley de la mena varía de 3 a 14% Pb, de 75 a 200/ gr. de plata por tonelada de mena y se puede contar con una ley acumulada de 10% de plomo y zinc (RAGUIN, 1961; ROUTHIER, 1963).

III.- 2.2. Estudio de la mineralización.

A partir de la historia de la mina, se sabe que el mineral o mena principal que se ha explotado y el que en realidad interesaba era la galena, como se puede apreciar cuando se dice que el filón importante es el "Peña" ya que tiene un/ 72,12% de Pb y poco de Zn y a este respecto son considerados/

como inferiores, económicamente, cuando la blenda se encuentra en un 50% frente a la galena.

Además, de las escasas muestras que aún hoy hemos podido encontrar en superficie, podemos deducir que la galena con su importante contenido en plata, ha sido el centro de la explotación y que la presencia de otros minerales o ha pasado inadvertida, o no se han nombrado por no ser de interés minero.

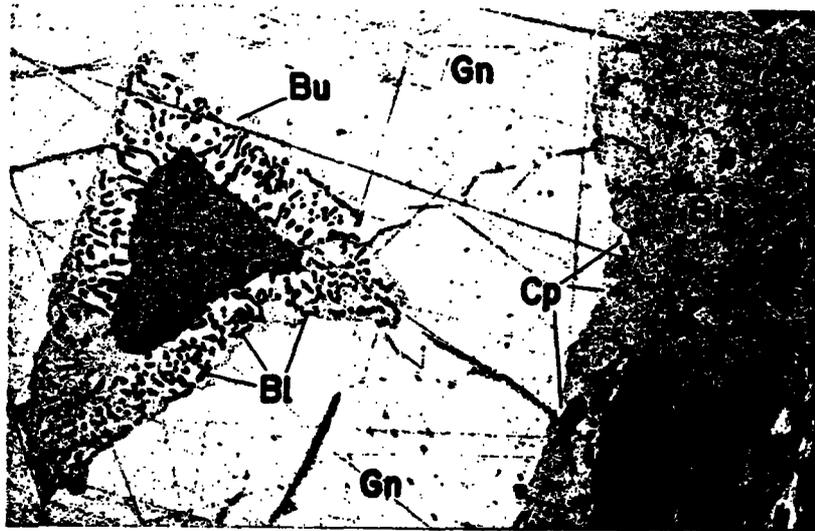
Con motivo de integrar la paragénesis dentro de un modelo genético, hemos llevado a cabo un muestreo de minerales, principalmente en las mismas escombreras, así como en superficie a partir de pequeños filoncillos "in situ", de galena que atraviesan algunas psammitas y micropsammitas ferruginosas del corte II.

Del conjunto de nuestras observaciones macro y microscópicas, se pueden distinguir los tipos siguientes de mineralización:

1º. Singenético.

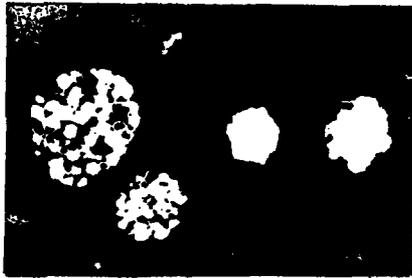
Este tipo se observa en láminas delgadas, como opacos (sulfuros) -presentes o relativamente abundantes- en forma de laminillas o de pequeños granos alargados según la estratificación en las estrechas capas pizarrosas-carbonosas de las rocas, principalmente de las micropsammitas.

En las rocas pizarrosas o psammiticas se presentan localmente esferulas de pirita framboidal (lám. IV, B y C)



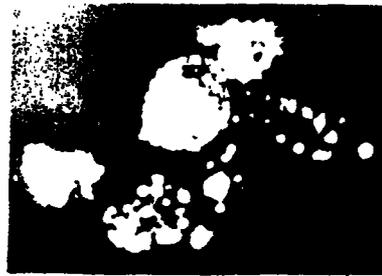
A

50 μ



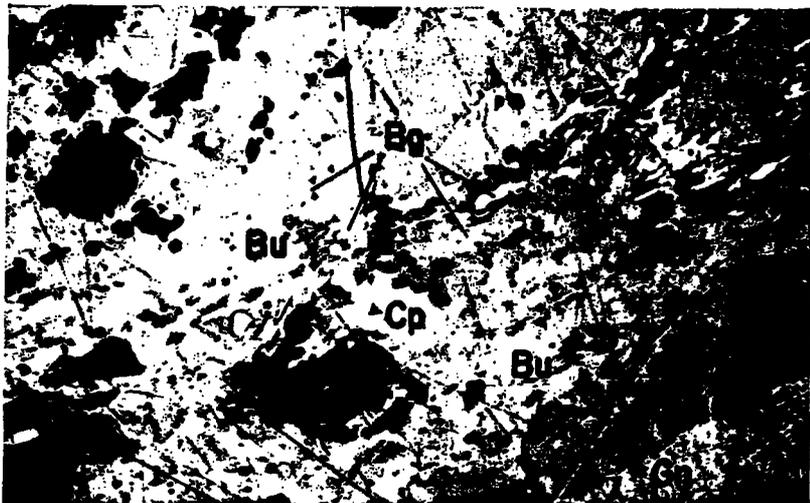
B

10 μ



C

10 μ



D

50 μ

A: Blenda y calcopirita en el interior de boumonita, que está en contacto con la galena. B, C: Pirita framboidad (L.D. L.N., inmersión). D: Agujas subparalelas de boulangierita entremezcladas con boumonita (N.C.)
 Gn = galena; Bl = blenda; Bg = boulangierita; Bu = boumonita; Cp = calcopirita; Te = tetraedrita.

2º. Singenético-diagenético.

Corresponde este tipo a escasos y pequeños granos subredondeados de pirita, y a nódulos de galena (2-4 mm. x 5-9 mm) a veces rodeados de carbonatos, más o menos orientados según la estratificación en el seno de micropsammofilita de estructura pseudobrechoidal (presencia de fragmentos angulosos de roca pizarrosa o areniscosa-pizarrosa). Además, la galena -que contiene microscópicas manchas diseminadas de bournonita y -- que va acompañada de un poco de cuarzo y carbonatos-, aparece también en fisuras y microgeodas. Se han reconocido igualmente trazas de covellina y azurita. (lam. V,3; lam VI, 1 y 2)

3º. Diagenético-epigenético.

La mineralización, perteneciente a este tercer tipo, se encuentra asociada al cemento micropsammofilitico de brechas/sedimentarias constituidas por fragmentos de rocas areniscosas claras (psammocuarcita, psammita ...). La paragénesis se compone de: galena, blenda (variedad clara), calcopirita, bournonita, boulangerita, freibergita-tetraedrita, pirita, covellina; la galena contiene microscópicas manchas diseminadas de bournonita y a veces de boulangerita. (lam. V,4; lam. VI,4,5,6 y 7; lam. IV, D)

En sección pulida, los minerales bournonita, freibergita-tetraedrita y boulangerita ofrecen las características siguientes.^(*)

(*) Para $\lambda = 546$ nm los poderes de reflexión de los dos primeros/minerales son respectivamente: bournonita 35-39% y tetraedrita freibergita 30%

Para $\lambda = 550$ nm el poder de reflexión de la boulangerita varía entre 37.5 y 41.58 (Uytenbogaardt y Burke, 1971).

Tipos de mineralización de "Peñalcazar" (macroscópicas)



1. Píedra de biaceta clara con algo de galena (mineralización con poca concentración mineral).
1 cm



2. Galena y biaceta (poca galena) mineralización de (mineralización epigenética).



MODULO DE GALENA
1 cm

3. Módulos de galena más o menos orientados según la estructura en el seno de una matriz (mineralización sinobrechosa) (mineralización supergénica - epigenética).



4. Brecha sedimentaria a tipo cono de mineralización. Los fragmentos de brecha sin mineralización (mineralización sinobrechosa) (mineralización supergénica - epigenética).

La bournonita presenta un color verde azulado que resalta más al estar en contacto con la galena; las maclas, típicas de este mineral, aparecen claramente; su bireflectancia es muy débil y la anisotropía distinta, pasando de verdoso a marrón rosado en unos granos y de verde azulado a amarillento verdoso en otros.

El poder de reflexión medio para este mineral presenta valores que oscilan entre 31.9 a 34.3, llegando en algunas zonas muy sanas a 37.7 (para $\lambda = 542$ nm).

Análisis puntuales llevados a cabo en el microscopio electrónico de barrido con Edax incorporado, sobre varias preparaciones, han dado la composición: S-Sb-Cu-Pb, confirmando así nuestra determinación mineralógica.

En una preparación - de interés especial - se observa claramente: (Lam. IV,A ; lam. VI,8)

- blenda y calcopirita en el interior de la bournonita que está en contacto con la galena;
- bournonita constituyendo una corona de reacción ("reaction/rim") entre la freibergita y la galena y orientada por los planos de exfoliación de la galena (forma triangular).
- blenda con textura "myrmekítica" dentro de la bournonita; - el cinc procede de la red de la freibergita durante su reacción con la galena.

La freibergita, o variedad argentífera de la tetradrita, aparece isótropa y de color beige resaltando sobre el verde claro de la bournonita. En los puntos que se han podido medir, el poder de reflexión presenta los valores máximos/

desde: 27.8 a 28.5% (para $\lambda = 542$ nm). Los análisis puntuales llevados a cabo con el Edax (microscopio electrónico) han confirmado, efectivamente, la presencia de S, Cu, Fe, Sb y Ag.

Sin embargo, no podemos asegurar que todos los pequeños granos de tetraedrita sean argentíferos; esta es la razón por la que mencionamos el término general tetraedrita (freibergita) en la paragénesis de la fig. 14.

La boulangierita, es de color blanco, con birreflextancia y anisotropía fuertes; se encuentra en pequeñas laminillas en el interior de la galena o en agujas subparalelas entremezcladas con la bournonita (lam. IV, D); su poder de reflexión varía entre 36.2 y 41% (para $\lambda = 542$ nm) y sus análisis químicos puntuales han revelado la presencia de Sb, S y Pb.

Respecto al orden de cristalización, la bournonita es posterior a la blenda, calcopirita y freibergita, habiéndola englobado en su crecimiento. Además aunque las pequeñas manchas de bournonita y boulangierita del interior de la galena son contemporáneas con ella, la mayor parte de la bournonita reemplaza a la galena (lam. VI).

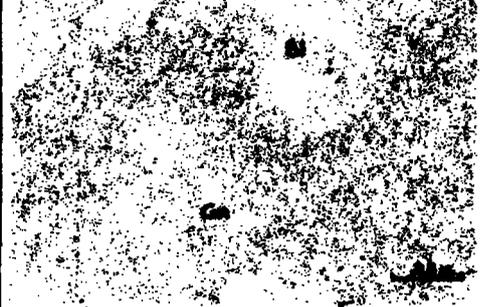
4º. Epigenético.

Este último tipo -el más interesante desde el punto de vista económico- corresponde a una mineralización, más o menos compleja, localizada en:

- fisuras sencillas o anastomosadas, de anchura variable (1-15 mm) y con acumulación local del mineral.
- filoncillos (espesor: 15-20 mm) o filones (espesor mínimo :



1. Nódulo de galena entre la pizarra carbonosa y cristales de carbonato a su alrededor. (S.P. con L.N. zona I.)



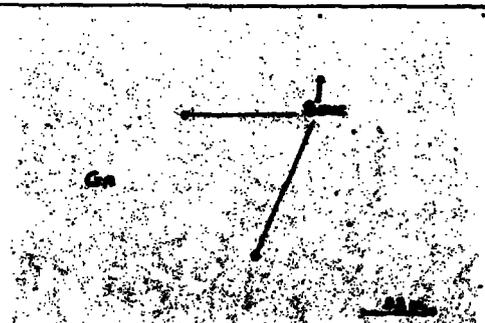
2. Blenda y galena en contacto (la blenda acc. paralela). (S.P. con H.C.)



3-6 y 7 Aspectos de la mineralización: Boumonita en contacto con la Galena (foto 5, 7), cuarzo y calcopirita en el interior de la Boumonita, pequeñas manchas de pirrotita. Todos estos minerales se entremezclan normalmente. (S.P.; L.N.)



2.



5. Galena con manchas de Boumonita en su interior. (S.P. L.N. zona II, subzona 2º)



6. Blenda y galena, y calcopirita que rellena las fisuras de la blenda. (S.P. luz natural)



7. Blenda y calcopirita en el interior de la Boumonita; Corona de boumonita orientada por los planos de exfoliación de la galena (forma triangular); blenda con textura "normalizada" situada en la corona de boumonita. (S.P.; L.N.)



8. Blenda y calcopirita en el interior de la Boumonita; Corona de boumonita orientada por los planos de exfoliación de la galena (forma triangular); blenda con textura "normalizada" situada en la corona de boumonita. (S.P.; L.N.)

30-35 mm) a veces brechificados interiormente.

- el cemento de brechas tectónicas formadas de fragmentos de rocas cuarcíticas; en las fisuras de estos últimos aparece solamente una débil mineralización. (lam. V, 1-2)

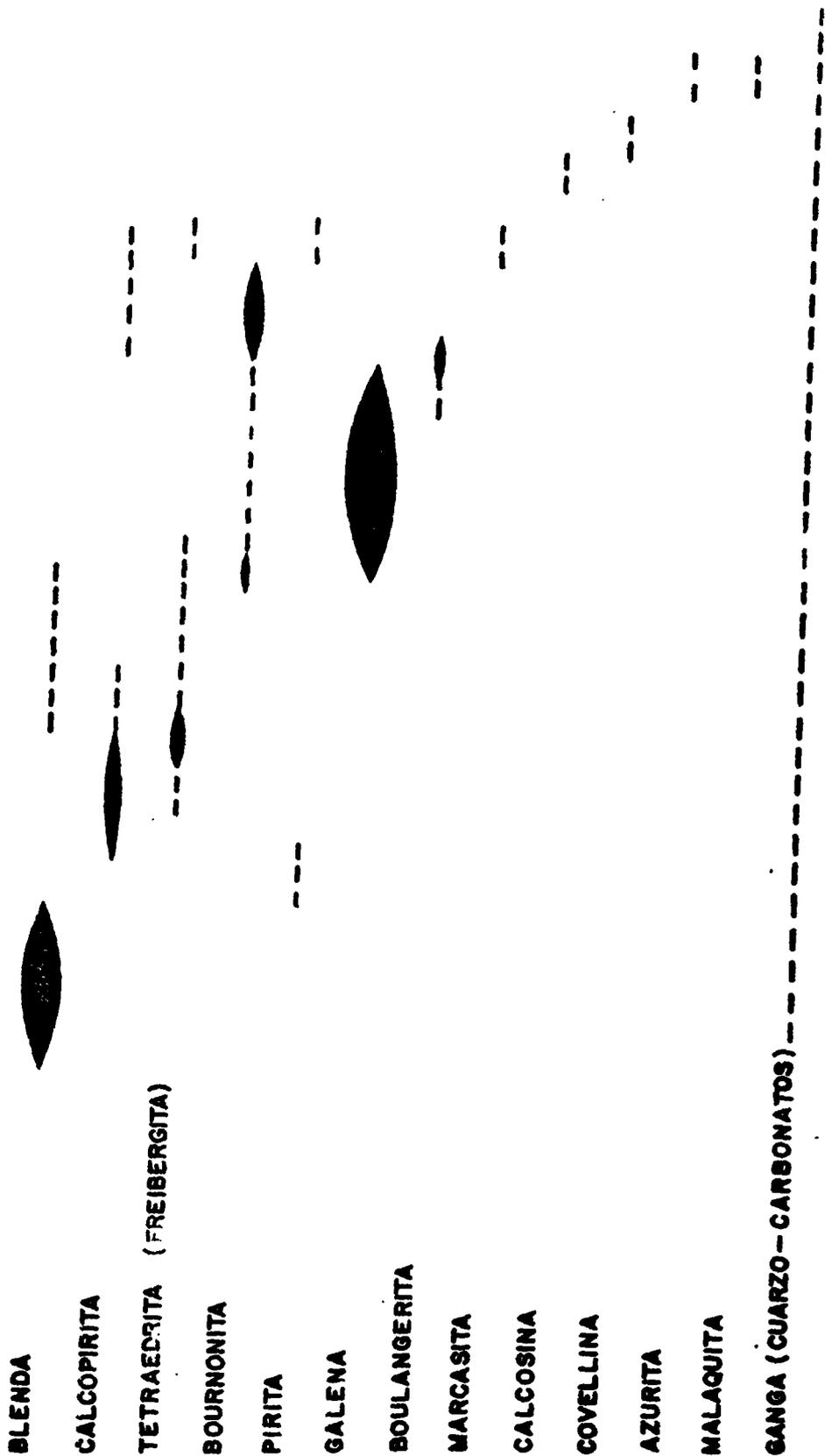
Filones y fisuras atraviesan rocas principalmente areniscas -cuarcíticas; la ganga acompañante (cuarzo-carbonatos^(*)) es reducida mientras los productos ferruginosos de alteración alcanzan a veces una cierta importancia.

Las estructuras sedimentarias (¿trazas de corrientes?) observadas sobre rocas cuarcíticas han sido, en ciertos lugares, parcialmente mineralizadas en galena y blenda. En un solo punto, cerca del corte I, hemos anotado en las escombreras muestras de fragmentos de filón con cuarzo de exudación, estéril o con débil mineralización de galena, recortando pizarras negras, atravesadas de vetas de cuarzo.

La paragénesis más completa de esta mineralización epigenética - que seguramente corresponde a uno de los dos filones "Blendoso" - abarca: blenda, galena (con pequeñas manchas de bournonita y boulangerita en su interior), calcopirita, bournonita, tetraedrita (freibergita), pirita, calcosina, covellina, azurita, malaquita y una ganga de cuarzo-carbonatos poco abundante; el orden de cristalización aparece en la fig. 14

(*) Hemos establecido con certeza la presencia de siderita (bien representada) y de calcita, pero podrían existir otros carbonatos camuflados (ankerita, dolomita, ...).

Fig. 14 PARAGENESIS Y ORDEN DE CRISTALIZACION EN EL CRIADERO DE PEÑALCAZAR.



En resumen: se deduce claramente que la mineralización primaria sinsedimentaria ha sufrido una evolución diagenética progresiva dando lugar a una acumulación de productos minerales que más tarde han sido removilizados a fracturas tectónicas, gracias a un fenómeno de secreción lateral bien desarrollado en todos los niveles litológicos de la Serie Ibérica

Aunque, en el contexto geológico de "La Alameda" el cuarzo de exudación sea poco abundante en afloramiento respecto a otras regiones más meridionales, localizadas también en el nivel litológico D del Tremadociense, pensamos que un mismo fenómeno de secreción lateral, relacionado con la tectónica, se ha manifestado en esta franja estratigráfica.

Sin embargo la exudación más o menos importante de cuarzo no estuvo siempre acompañada de una migración de minerales puesto que se necesita además la existencia previa de horizontes portadores en una facies micropsammofilitica dentro de un marco paleogeográfico apropiado.

III.- 2.4. Conclusiones:

Del conjunto de nuestros estudios microscópicos y geoquímicos sobre las rocas sedimentarias de la región de "La Alameda", de las observaciones microscópicas sobre la mineralización y del cuadro geológico-metalogénico regional, podemos sintetizar el proceso o génesis de la mineralización en los puntos siguientes:

- A. En esta zona de Alameda - Peñalcázar - que geológicamente consta de dos estructuras paleogeográficas bien diferenciadas: bisel sedimentario y altafonde - la mineralización

primaria es singenética sedimentaria.

Su depósito ha tenido lugar de un modo diferencial según/ un cierto número de horizontes portadores - cuatro al menos - perteneciendo específicamente al bisel sedimentario (trampa sedimentaria) y en medio físico-químico apropiado (reductor). Este depósito se realiza en forma de laminillas o pequeños granos de sulfuros que se orientan paralelamente a la estratificación y que van alojados en las finas capas arcilloso-carbonosas de los sedimentos primitivos que forman posteriormente las rocas regionales.

En la actualidad, las rocas que contienen estos horizontes portadores se sitúan a techo o en la zona de transición techo-base, de pseudorritmos.

B. Durante la evolución diagenética, la mineralización primaria es progresivamente removilizada y pre-concentrada en/ estos mismos sedimentos que sufren, localmente, una cierta brechificación relacionada con movimientos tectónicos/ que han afectado al "altafondo".

Posteriormente una nueva removilización debida a un fenómeno de secreción lateral concentra la mineralización en fracturas con dirección N-S, y de posible edad hercínica.

Finalmente, debido a la reactivación de ciertas fallas hercínicas o a la producción de fallas alpinas - que en particular interrumpen la continuidad de los filones - "Blendoso 1º" y "Peña" (pag.103) - la mineralización sufre una alteración supergénica clásica.

Así pues, la mineralización, originalmente sinsedimentaria, en el criadero de "La Alameda-Peñalcázar" está controlada en su génesis evolutiva por factores litoestratigráfico-paleogeográfico-tectónicos y fenómenos de secreción lateral.

Esta hipótesis genética, que excluye cualquier tipo de relación con fenómenos de plutonismo, nos hace disentir de la opinión de aquellos autores que consideran estos criaderos como pertenecientes al modelo "Coeur d'Alé-ne" . (IGME, 1972).



Fig. - 16 Vista general de las minas de Panalaxar.
Las escambrenas subrayan el control tectónico.



Fig. 16 Vista general de la antigua mina "La Pedraza"
Al fondo: Depresión alargada (150m) entre crestones de cuarcita,
orientada según la dirección general de las filonas de cuar.
En primer término: Pisos y escambrenas principales.

IV.- ESTUDIO DEL FENOMENO DE EXUDACION

A lo largo del recorrido de las diferentes capas -- del Cámbrico, (Horizontes A y B, ("partim"), y del Tremadoc, / (Horizontes B ("partim"), C y D), hemos observado con relativa frecuencia(*) filones de cuarze blanco lechoso y generalmente estériles, a veces mineralizados, (Tablas de mapas II y III ap) de 1 a 100cm. de potencia; 0,5-7m. de longitud(**), sin relación genética con una fuente magmática aflorante.

Aunque pueden encontrarse en areniscas y cuarcitas, estos "filones" aparecen principalmente asociados a pizarras, habiéndose comprobado que sólo existe mineralización, precisamente cuando se alojan en pizarras negras. (lam. VII)

También se nota, gracias a un trabajo detallado de campo que nos ha conducido a elaborar dos mapas sintéticos - (mapas II y III apen.), que la mayoría de los indicios minerales y antiguos trabajos mineros relacionados con estos filones, se concentraban preferentemente en el horizonte estratigráfico D del Tremadoc; esta es la razón de desarrollar nuestros estudios del fenómeno "filoniano" en las regiones de "La Pedraza", "Embid" y "Pardos". (fig.2; mapa I ap) Pensamos que el origen de los "filones", así como de la mineralización asociada puede explicarse por una "exudación" de la sílice y de los

(*) Estos filones mejor representados en los horizontes C-D, - que en el B aparecen también en el horizonte A. Sin embargo/ como este último ha sido menos estudiado, por contener pocos - indicios minerales, no podemos dar con objetividad la frecuencia relativa con que se presentan en este horizonte.

(**) La potencia y longitud pueden alcanzar respectivamente 2,5 m. y 24 m., en casos excepcionales, mientras que la densidad/ local mínima es de 2 ó 3 por metro. (lam. VII, 2,3 y 4)



1. Filon de cuarzo de exudación en una matriz negra en su parte superior (punto E de Embid-Pedraza)



2. Detalle de filon de cuarzo de exudación con laminaciones de pizarra negra en su interior y con mineralización (punto E de Embid-Pedraza)



3. Laminación de cuarzo de exudación entre pizarra gráfita. (Calicata realizada en las crestas de "La Pedraza" entre los puntos 9, 10)



4. Densidad de los "filones" de cuarzo de exudación: 8 vetas en 4.70 m. (Pardos punto 16)



5. Aspecto típico de un filon de cuarzo de exudación mineralizado entre pizarras arcillosas ("La Pedraza" escombros)

1.5 cm



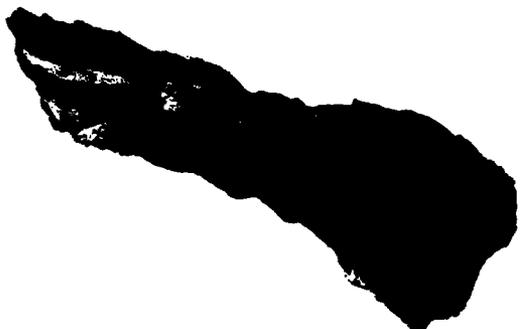
6. Micropliegues y veta de cuarzo de exudación en pizarra arcillosa con intercalaciones de arenisca ("La Pedraza")

1 cm



7. Bandas marcadas con algo de pizarra negra en su interior y vetas de cuarzo. (filón 20 "La Pedraza")

8. Pizarra con estructura en forma de "bandas" como se ve en más arenisca ("La Pedraza")



elementos metalíferos a partir de las rocas encajantes; es lo que intentaremos demostrar en este capítulo.

En las tres regiones consideradas la dirección predominante de los "filones de cuarzo" de exudación, que recorren frecuentemente las charnelas de los pliegues, es la misma (fig. 17); la mineralización aparece en "bolsas" en el seno/ de los filones, que a su vez presentan una estructura lenticular, tanto en extensión longitudinal como en profundidad.

También en estas regiones, las acciones tectónicas/ han sido importantes, como lo demuestran la presencia de plegamientos bastante acusados (macro y micropliegues); de dos pizarrosidades (con ángulo de 40-45 grados entre ellas) y de fallas (lan. I y fig. 18).

Aunque es raro observar en afloramiento una mineralización interesante desde el punto de vista económico, sin embargo ateniéndonos a las escombreras examinadas en los alrededores de las antiguas explotaciones, en profundidad es mucho más rica. Paralelamente a esta observación se nota que la facies propicia del cuarzo para contener mineralización, a saber, presencia de vestigios de pizarras negras en su interior, tiene un mejor desarrollo en profundidad. Por tanto los indicios minerales en superficie no indican necesariamente la riqueza efectiva de la mineralización en profundidad.

Mientras que la región de "Pardos" se caracteriza -- por la presencia casi exclusiva de pizarras, entre "La Pedraza" y "Embid" aparecen crestones de cuarcita blanca intercalados entre pizarras, que en ciertos lugares se agrupan en paquetes que corresponden a determinadas estructuras paleogeoes

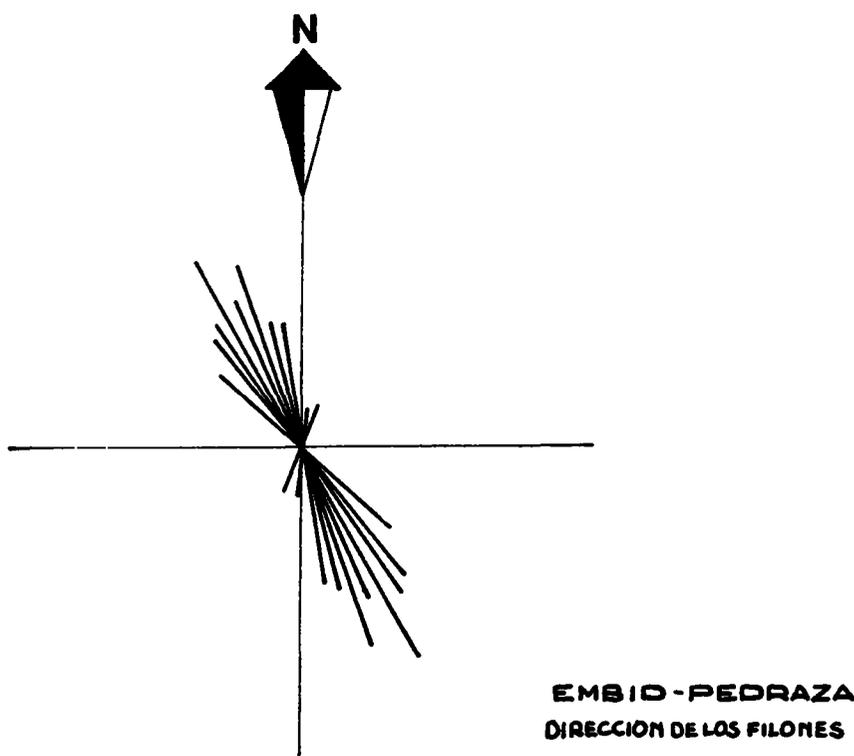
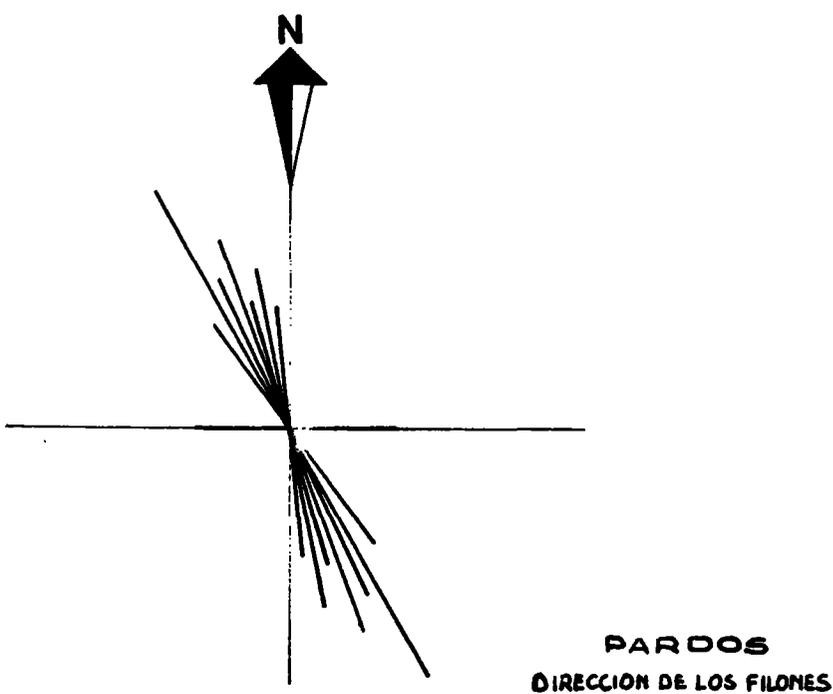
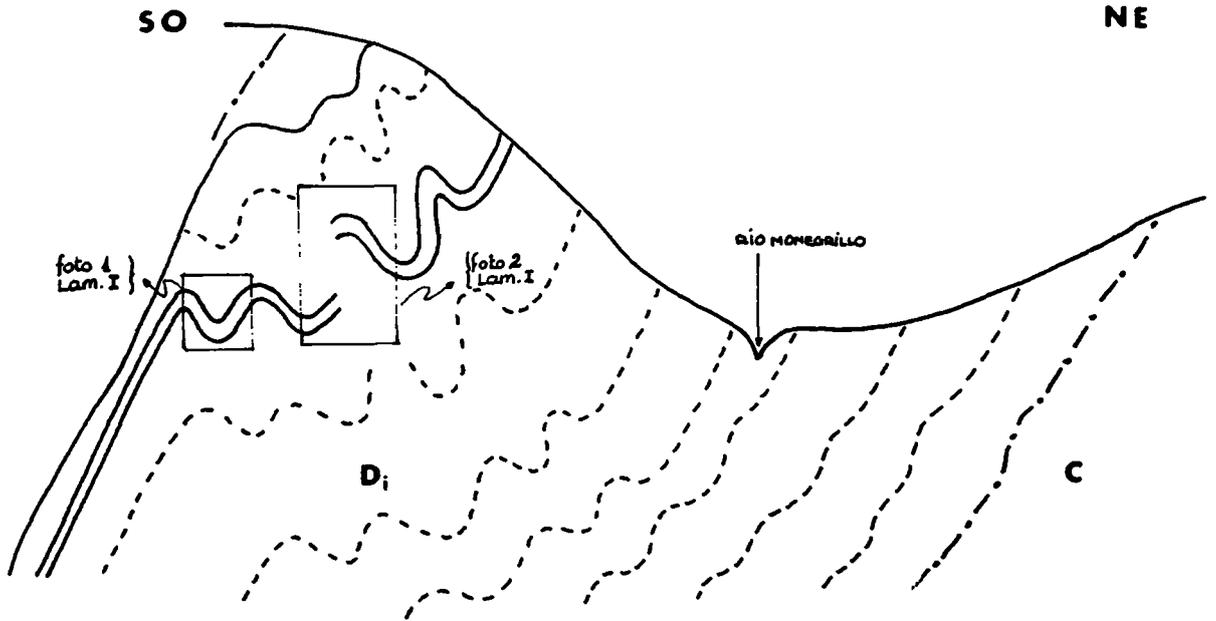


Fig.- 17

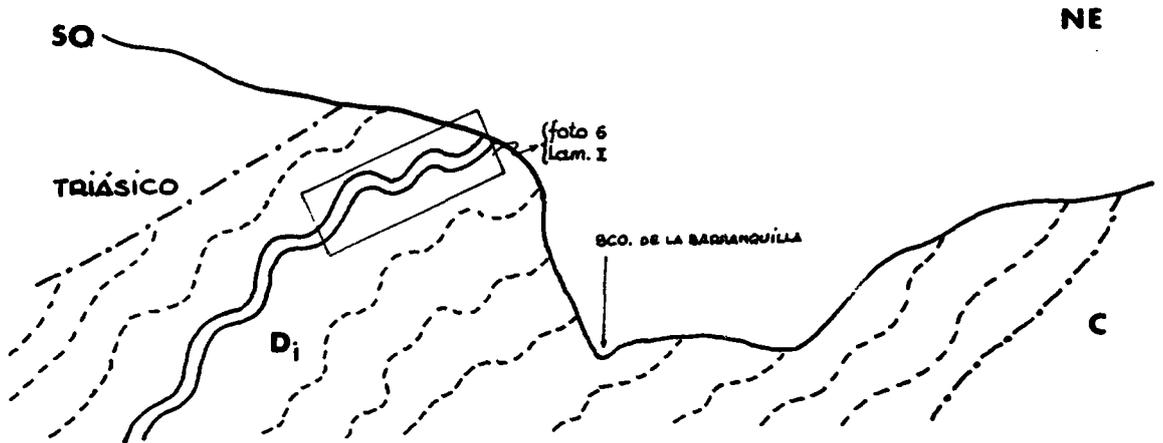
ESTRUCTURA TECTONICA EN EMBID

(CORTE TRANSVERSAL)



ESTRUCTURA TECTONICA EN PARDOS

(CORTE TRANSVERSAL)



AG.M.-78

Fig.-18

tratigráficas; variaciones laterales de facies afectan pues - al horizonte estratigráfico D, y veremos posteriormente su importancia en Metalogenia.

El cuarzo de exudación presenta diferentes textu-- ras y deformaciones, relacionadas con las fases tectónicas -- que han afectado a la región. Se han estudiado microscópicamente con detalle, en "La Pedraza" las fases evolutivas del - fenómeno de secreción lateral del cuarzo y paralelamente la - migración progresiva de la mineralización; el mecanismo de exu dación ha sido comprobado en "Embid" y "Pardos".

Para confirmar geoquímicamente el control estratigrá fico de las mineralizaciones del horizonte D, se han tomado - muestras de pizarras sanas o con un grado de alteración peque ña, según varios cortes, perpendiculares a la estratificación, en las tres regiones consideradas. Con el fin de apreciar, po siblemente, una cierta evolución del fondo geoquímico con el - tiempo, se ha añadido un breve estudio del mismo tipo en algu nos lugares de los horizontes inferiores A, B, C por haberse/ desarrollado también en ellos el fenómeno de la exudación del cuarzo con débiles mineralizaciones.

Desde el punto de vista de la geoquímica, debemos - hacer notar que nuestro deseo en principio, era realizar una/ malla para encuadrar las anomalías de "Embid", "La Pedraza" y "Pardos"; pero las dificultades de tipo económico principal-- mente, y las de tiempo en segundo lugar, nos hicieron desis-- tir, limitándonos a una comprobación por medio de dos o tres/ cortes en cada zona de los fondos geoquímicos existentes en - las mismas.

No obstante con los datos recogidos podemos establecer ciertas conclusiones positivas.

Mediante microscopía de luz reflejada, se han definido para las antiguas minas de "La Pedraza", "Embid" y "Pardos": paragénesis, orden de cristalización, abundancia de los minerales constitutivos, estructura y textura de la mineralización.

En las conclusiones se presenta una interpretación/global del fenómeno de exudación basado en: la naturaleza del sedimento original, los cambios verticales y laterales de facies (paleogeografía), el fondo geoquímico local y regional, - las removilizaciones diagenéticas y las acciones tectónicas, / así como en los aspectos físico-químicos que justifican la -- concentración de la sílice y de los metales asociados.

IV - 1. ANTIGUA MINA DE LA PEDRAZA

IV - 1.1. Situación

Dentro de la unidad D2 o en el límite estratigráfico D2/D3, entre el barranco de Las Corzas al Sur y el barranco de la Casa, al Norte, aparecen (Cfr. mapa I ap.),

· Cuatro antiguos pozos de explotación (puntos 2, 9a, 9b y - 10), uno de los cuales (punto 9a) alcanza una profundidad/ de más de 90 m. (lo que nos subraya la importancia que pudo tener esta mina de "La Pedraza" en la que, según informaciones orales recogidas, la explotación cesó a principios de siglo por las dificultades de evacuar el agua de las labores, siendo en la actualidad el nivel de la misma superior a 72 m.)

Además existe una depresión de unos 150 m. perfectamente visible entre los "crestones" de cuarcita (fig.16 y 16') que se orienta según la dirección general de los filones de cuarzo de exudación y desemboca en los pozos 9a y 9b, haciéndonos pensar que es el resultado de antiguas labores mineras. Este dato, de ser así, viene a confirmar una vez más la importancia alcanzada en su tiempo por la mina de "La Pedraza".

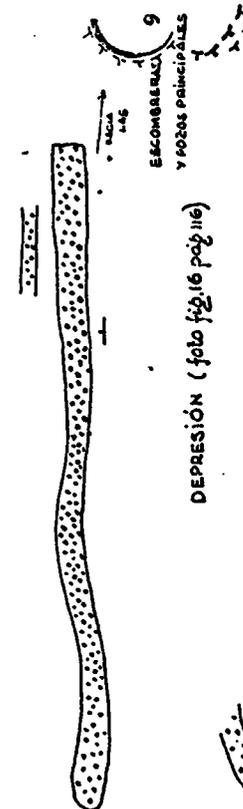
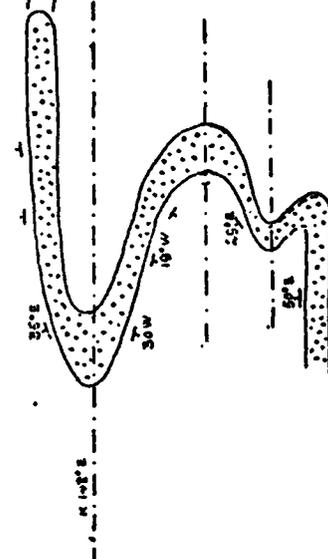
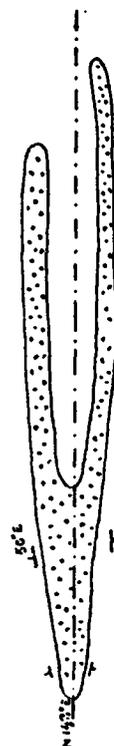
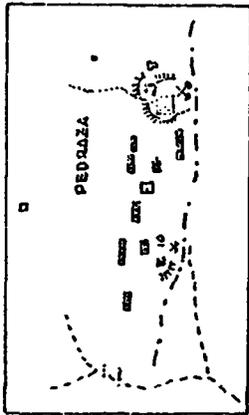
En los alrededores de estos pozos hay escombreras relativamente importantes, ricas en fragmentos de "filones" de cuarzo limitados frecuentemente por pizarras negras. Se pone de manifiesto que la "facies" propicia del cuarzo para contener mineralización (calcopirita, blenda, galena) es aquella que tiene vestigios de pizarras negras en su interior; a veces estos vestigios han sido fuertemente triturados, dando así nacimiento a una auténtica brecha tectónica.

Debido a la abundancia de muestras en las escombreras, hemos elegido - dentro del área total investigada (27 km².) - esta antigua mina (en el término de Bubierca, prov. - Zaragoza) para el estudio detallado de las facies litológicas y del cuarzo de exudación.

- Seis indicios mineralizados (puntos 5, 6, 7, 8, 13 y 14 mapa III ap) a veces con escombreras (punto 6) de una cierta importancia. (fig. 19,C)

En esta región predomina el cuarzo de exudación con facies propicia y, dentro de la paragénesis, la calcopirita es el mineral más abundante, presentando a veces una ley buena a escala de la muestra.

INTERPRETACION DE LOS CRESTONES DE CUARCITA DE LA PEDRAZA



DEPRESION (foto fig. 16 pag. 116)



fig. 16'

Coincidiendo con los estudios de Pallard (1974-75), (fig. 19-A), consideramos que los crestones de "La Pedraza",/ materializan un altafondo (fig.19-B); y a nuestro juicio, los/ crestones de cuarcita del punto 27 (mapa III ap)prolongación - de los de La Pedraza, podrían constituir un nuevo altafondo - equivalente al anterior. La importancia de estas estructuras paleogeográficas las veremos en la parte metalogénica.

IV - 1.2. Estudio de la facies.

Tomadas 15 muestras de rocas distintas, recogidas en las escombreras y que debían localizarse, según la disposición de las labores de la antigua mina, en el interior de una masa alargada subparalela a la estratificación (fig. 16) de unos/ 50 a 60 m. de anchura, las hemos agrupado según unas mismas/ características y una evolución dentro de estas rocas.

Así hemos obtenido al menos tres facies distintas, - pudiendo de esta forma tener una cierta idea de la litología/ local en los alrededores de la mina y precisar la facies pro- picia para el desarrollo del fenómeno de exudación acompañado de mineralización.

IV - 1.2.1. Primera facies

Se caracteriza de una manera sintética por una piz- rra arcilloso-areniscosa, negra-azulada, ofreciendo un débil/ plegamiento y marcas de sedimentación ("ripple marks") que -- evoluciona con alternancias e intercalaciones de areniscas -- dentro de la pizarra sin apenas presentar fenómeno de exuda- ción.

El porcentaje de cuarzo - con textura empaquetada a

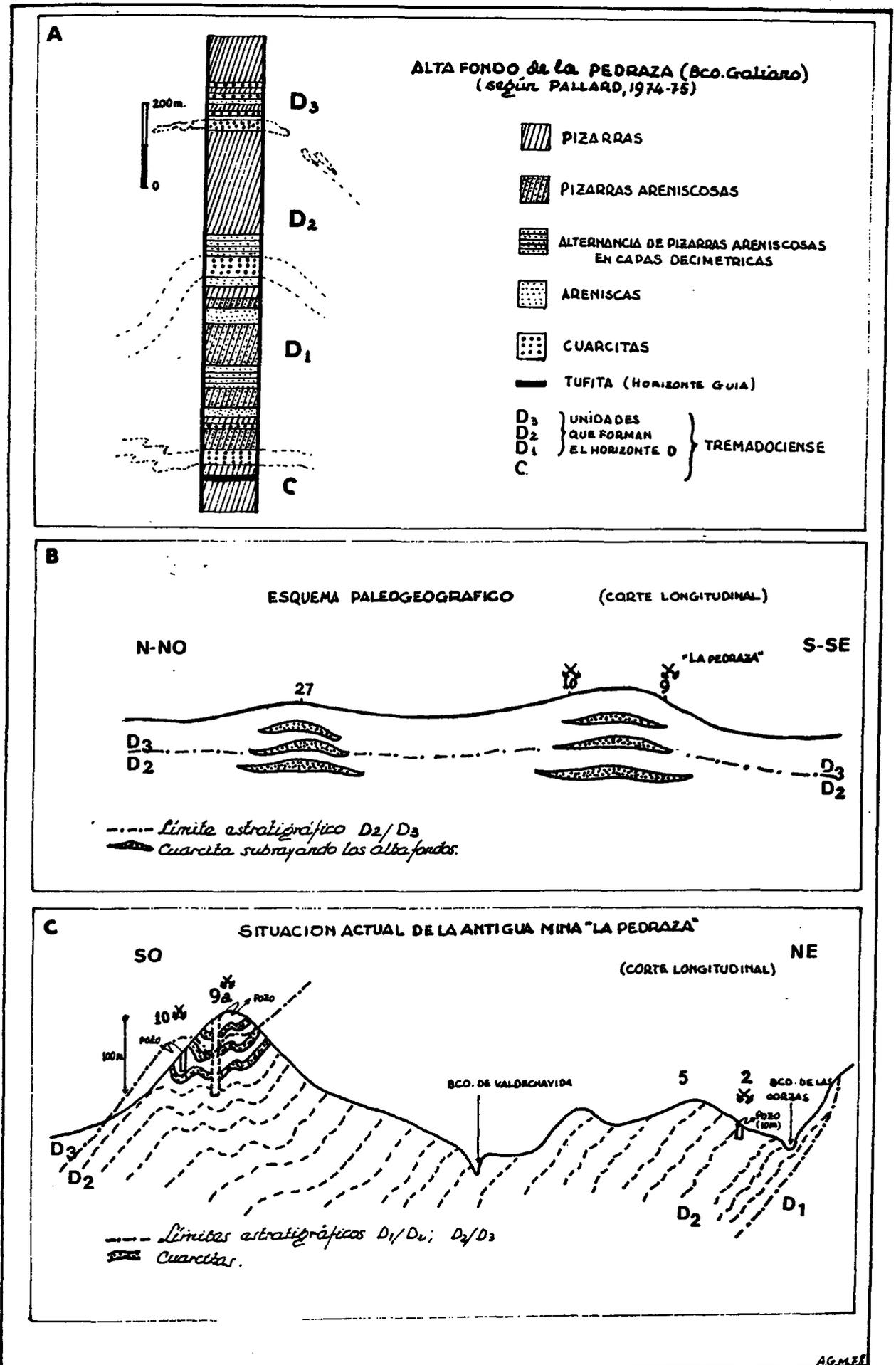


Fig.-19

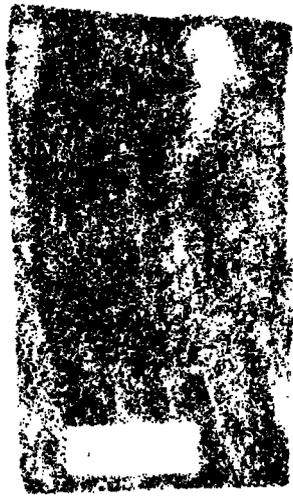
LAMINA VIII

PRIMERA FACIES "LA PEDRAJA"



1 cm

1. Pizarra negra compacta con una veta de cuarzo (muestra macroscópica.)



1 cm

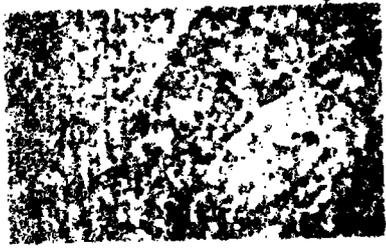
2. Pizarra negra compacta (muestra macroscópica.)



1 cm

3. Pizarra arenosa negra compacta. (muestra macroscópica.)

1. Veta de cuarzo delgado dentro de la matriz arenosa (Detalle de la foto 1 - L.D. N.C.)
Micropannófilita - sub-tipo a.



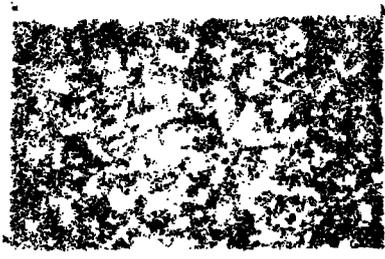
30 μ

2. Matriz arenosa de la pizarra negra. (Detalle de la foto 2 - L.D. N.C.)
Micropannófilita - sub-tipo a.



30 μ

3. Pizarra a micropannófilita. (Detalle microscópico de la muestra. foto 3 - L.D. N.C.)
Sub-tipo b.



30 μ

reticulada-cuarcítica - va desde 10% en la pizarra a un 60% en la "pizarra" muy areniscosa; esta última presenta en realidad alternancias de capas areniscosas que al ser abundantes dan un mayor porcentaje total de cuarzo.

La matriz arcillosa varía también desde un extremo/ arcilloso (75-85%) mostrando, en este caso, una textura empaquetada compacta sin apenas cuarzo y a un 25-35% en las de estructura altermante ya que las capas de arenisca son más abundantes.

El carbonato se presenta a veces, aunque debido a la matriz pizarrosa de cristales muy finos y pequeños no se puede distinguir su presencia al microscopio normalmente.

Los opacos, identificables como mineralización, se encuentran aislados entre la pizarra y en relación, más bien, con la materia carbonosa.

Dentro de esta facies podemos distinguir los sub-tipos siguientes:

a) Micropsammofilita.

Pizarra arcillosa negra, homogénea y compacta. Alguna vez presenta pequeñas vetas de arenisca que suelen ser transversales a la pizarrosidad y compuestas por granos de cuarzo detrítico de tamaño un poco mayor al que presenta el resto de la pizarra. Su estructura es claramente pizarrosa presentando una textura empaquetada donde la matriz arcillosa (sericita, clorita, cristales de moscovita, etc.) llega a alcanzar el 75-85%, mientras que el cuarzo, inte--

grado por granos detríticos, homogéneos y subredondeados o redondeados, solo alcanza del 10 al 15%. Su tamaño viene a ser/ de 10 a 40 μ de diámetro siendo escasos los que llegan a tener 100 μ . (lam. VIII, 1, 1 bis; 2, 2 bis)

En esta matriz arcillosa, con textura tan empaquetada y compacta, no se ha distinguido carbonato y los opacos juntamente con los óxidos y materia carbonosa, (esta última asociada normalmente a la sericita y paralela a la pizarrosidad remarcada, juntamente con algunos cristales de clorita y muscovita, la textura fluidal de la pizarrosidad) varían entre un 5 a un 10%. Finalmente respecto a la mineralización se puede apreciar, con luz indirecta, pequeños granos de sulfuro distribuidos entre la pizarra y junto a la materia carbonosa.

- b) Pizarra areniscosa con huellas de sedimentación ("ripple/marks"). Toma un color a veces grisáceo sobre el negro. Difiere de la anterior únicamente en el porcentaje de cuarzo y matriz arcillosa así como en no presentar una pizarrosidad clara. (lam. VIII, 3, 3 bis)

Tiene estructura pizarrosa con textura normalmente empaquetada que a veces, y, en algunas zonas, tiende a hacerse reticulada por la mayor abundancia de cuarzo en granos detríticos, subangulosos o subredondeados que no llegan a cementarse entre sí. La proporción de matriz arcillosa varía entre el 45 y 60%, mientras que el cuarzo lo hace entre un 35 y un 45%. El tamaño de este es bastante homogéneo variando entre 40 y 70 micras.

No se aprecia presencia de carbonatos y los óxidos, /

hidróxidos, opacos y materia carbonosa se encuentran diseminados (5-10%) pudiéndose distinguir, con luz indirecta, / pequeños granos de opacos (sulfuros) entre la pizarra y - en relación con materia orgánica.

- c) Pizarra muy areniscosa en la que alternan, a veces, capas de pizarras y areniscas, apreciándose en algunas macroscópicamente contactos netos entre estas capas y pequeñas discordancias a escala centimétrica.

Presentan una estructura alternante con textura empaquetada y masiva. Esta última está formada por una matriz de cristales de cuarzo subangulosos y a veces angulosos que se cementan entre sí, dando con frecuencia extinción ondulante algunos de ellos. No son, por lo mismo, muy homogéneos variando su diámetro medio de 60 a 140 μ y el porcentaje de cuarzo total de 45 a 60%. La textura empaquetada la forma una matriz arcillosa (sericita, clorita) que pasa con frecuencia a reticulada variando su porcentaje entre 25 y 35%.

El carbonato se encuentra diseminado e intergranular en la textura más areniscosa, o bien en pequeñas vetas que atraviesan la preparación oblicuamente a la alternancia de capas. Su abundancia varía desde un 5 a un 15%

Los opacos, materia carbonosa, óxidos e hidróxidos / (estos últimos muy escasos) se distribuyen diseminados en las matrices. La materia carbonosa se concentra en los horizontes de sericita en forma fluídala o acordonada. Junto a esta materia carbonosa se pueden apreciar, con luz -

indirecta, granos de opacos (sulfuros). Esta mineralización se encuentra diseminada entre la pizarra e, a veces, junto al carbonato de recristalización en vetas, (opacos, materia carbonosa y óxidos de 5 a 10%). (lam. XVII, 6 y 7)

IV - 1.2.2. Segunda facies.

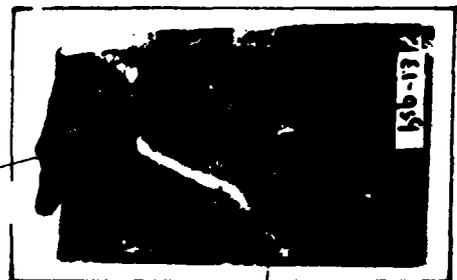
Está constituida casi exclusivamente por componentes areniscosos ("arenisca cuarzosa" - "cuarcita") y ofrece marcas de sedimentación. (lam. VII, 7; lam. IX)

La "arenisca cuarzosa", de color gris claro, engloba restos de pizarras negras carbonosas que en muchos casos quedan reducidos a pequeños acordonamientos de materia carbonosa y a sericita intergranular, presentando una textura reticulada y masiva. Evolucionan a una arenisca de tipo cuarcita/dura, compacta que, manteniendo algo de pizarra, no muestra estratificación en esta última. (lam. IX, 1 y 7)

El porcentaje de cuarzo viene a ser de 55-80% mientras que la matriz arcillosa no llega normalmente al 13-40%. El diámetro medio del cuarzo detrítico no se puede definir ya que normalmente no son cristales homogéneos y nos varían desde 70-100 μ a 900 y 1500 μ . El carbonato es muy variable; desde su ausencia hasta un 15% en alguna preparación. La presencia de mineral no se acusa casi nada y de encontrarse algo va asociado a la materia carbonosa, que también es escasa. Esta facies presenta con frecuencia "filones" milimétricos y a veces centimétricos de cuarzo de exudación con cristales alargados de gran tamaño que se colocan, ya perpendiculares a las paredes de estas vetas, ya paralelamente a la estratificación -



2.- Contacto "arenisca-vena de cuarzo: En la vena de cuarzo, cerca del contacto, cristales de carbonato (Ca) que son los uricos que retienen algo de mineralización (Mi)
 2.bis.- La misma con luz natural apreciándose mejor al carbonato.



1.- "Arenisca" con algunas vetas de cuarzo y algún resto de puzarra (muestra macroscópica)
 Psammita ligeramente carbonatada con vestigios de puzarra, subtipo a)



3.- Matriz (textura de reticulada o localmente cuarcítica) de la psammita. (L.O, N.C.)

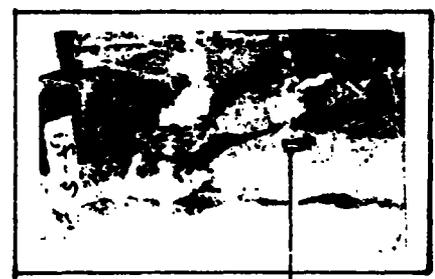


PEDRAZA
 Pap 8

4.- "Arenisca" con abundantes vetas de cuarzo de oxidación (muestra macroscópica)



5.- Contacto entre "arenisca" (psammita) con matriz de textura reticulada con: cuarzos semimentados cordones carbonosos (subtipo a) y vetas de cuarzo de oxidación (ferrocrítales) (L.O, N.C.)



7.- "Arenisca" con restos de puzarra y alguna veta de cuarzo (muestra macroscópica)



8.- Contacto entre "arenisca" (psammita, subtipo a) y ferrocrítales de cuarzo de oxidación alargados según una misma dirección y ramificándose a una pared de una veta que están rellenando. (L.O, N.C.)

6.- Nuevo contacto arenisca-"len". El crecimiento de los "arocrístales de cuarzo se realiza ramificándose a una pared de la veta. (L.O, N.C.)



según sus ejes mayores, presentando, en algunos casos, una -- orientación marcada. (lam. IX, 1, 4, 6 y 8)

En resumen, esta facies la podemos definir como una arenisca cuarzosa o cuarcita con algún resto de pizarra y presencia de carbonatos.

Sintetizando un poco los diferentes datos obtenidos en cuanto al porcentaje así como en cuanto a la textura y estructura, podemos distinguir los sub-tipos siguientes:

- a) Roca gris oscura con vetas de cuarzo, compacta y dura que engloba apenas algo de pizarra negra. Presenta una estructura masiva y textura cuarcítica en general, aunque a veces llegue a ser reticulada en algunas zonas donde se -- aprecian restos de pizarra.

El cuarzo (77-80%) se presenta en cristales aletriomorfos, subangulosos, no homogéneos en cuanto al tamaño -- aunque predominan los de 70-100 y 200 μ , siendo de 900 a/ 1500 los que forman las vetas. Se cementan entre sí y a/ veces presentan extinción ondulante. Hay, en algunas preparaciones, cristales de cuarzo con tendencia a desarro--llar una dirección: son cristales algo alargados que se -- colocan paralelos entre sí y posiblemente paralelos a la/ estratificación, a la vez que guardan un paralelismo cla--ro con la pizarrosidad allí donde queda algún resto de ésta. (lam. IX, 5, 7 y 8)

La materia arcillosa (sericita, clorita, moscovita, ...) es muy escasa, no llegando al 15%. Se reduce su pre

sencia a algunos restos de pizarra y a zonas con textura/reticulada que presenta estos minerales entre los granos de cuarzo . Los bordes y contactos de las pizarras - con el cuarzo, así como las vetas del mismo con el resto/ de la matriz suelen ir marcados por la presencia de penni na.

El carbonato, de tipo calcita, se reduce a un 2-5%, y se presenta en fenocristales juntamente con los de cuarzo que forman vetas; con frecuencia también se encuentra/ intergranular. (lam. IX, 2 y 2 bis)

Finalmente los opacos, la materia carbonosa y los óxidos e hidróxidos son muy escasos en esta facies (3-5%), sin apenas apreciarse con una luz indirecta opacos (mineralización) entre la matriz.

- b) Viene a ser similar a la anterior, únicamente que al variar el tanto por ciento del cuarzo y la sericita presenta, dentro de la estructura masiva , una textura más reticulada. El cuarzo, entre un 65-70%, es más homogéneo entre sí (50-70 y 100 μ), manteniendo el resto de las características: alotriomorfo, subanguloso, cementado entre sí ... La clorita, sericita ..., se mantiene por debajo/ del 15%, mientras que el carbonato, que llega a tener entre un 12 y un 15%, va diseminado e intergranular en la - textura reticulada o bien en vetas formando fenocristales de hasta 2.000 micras.
- c) Es el paso más inmediato a la pizarra areniscosa, pues - aunque sigue presentando una estructura cuarcítica, sin - embargo, la textura es ya francamente reticulada. El cuar

zo (60 %) se presenta más bien detrítico sin deformaciones y sin apenas cementarse entre sí, siendo su tamaño -- bastante homogéneo (70-140 micras), y con formas alotriomorfas y cristales subredondeados. Se da alguna veta de cuarzo con cristales de hasta 1500 micras. La materia arcillosa es más abundante (entre un 30 y un 35%) mientras -- que el carbonato no existe o se halla presente en cantidades inferiores al 1%.

Los opacos, materia carbonosa y óxidos e hidróxidos han aumentado con la sericita, principalmente la materia carbonosa, llegando a un 5-10% . Esta se ajusta en cordones a la matriz pizarrosa y sericita, pudiéndose distinguir, con luz indirecta, presencia de algunos sulfuros -- asociados a esta materia carbonosa principalmente.

IV - 1.2.3. Tercera facies.

Se caracteriza por una pizarra negra macroscópicamente hojosa o finamente estratificada muy arcillosa con matriz/ de sericita, clorita, pennina (unos difractogramas de rayos X nos han revelado la presencia de illita, clorita, moscovita y ausencia de montmorillonita y caolinita), y presencia escasa/ de granos de cuarzo de un diámetro que varía entre 15 y 35 μ .; los opacos (óxidos-hidróxidos de hierro, sulfuros) y materia/ carbonosa alcanzan 10-15 %. Además de las marcas de sedimentación, los plegamientos son más acusados debido a la mayor - plasticidad del material. (lam. VII, 6, 8)

La exudación del cuarzo está bien desarrollada, de/ tal modo que se pueden apreciar macroscópicamente: pizarras - negras carbonosas con filoncillos de cuarzo y vetas de cuarzo de 10 a 30 cm. de potencia con finas capas de pizarra en su interior, paralelas entre sí y a las paredes. (lam. VII, 1, 2, 5)

Tanto macroscópica como microscópicamente, la mine-- ralización de galena, blenda y calcopirita se encuentra casi/ exclusivamente en relación con esta tercera facies , situándo se: en el cuarzo, en el contacto pizarra-cuarzo o no lejos de él, o finalmente en la misma pizarra en estado diseminado y - en relación con la materia carbonosa. (lam. XVII, 6, 7)

Hay que anotar que la micropsammofilita de la prime ra facies (subtipo a), con porcentaje en cuarzo más elevado - que lo observado en la tercera facies, no presenta el fenóme no de exudación y no lleva mineralización apreciable concen-- trada, aunque sí contiene pequeñas manchas de sulfuro asocia-- das a la materia carbonosa.

La tercera facies, con desarrollo importante del fenómeno de exudación, es pues necesaria para conducir a "filones" mineralizados.

IV.- 1.3. Estudio detallado de las generaciones del cuarzo - de exudación y sus relaciones con la mineralización

Para este estudio minucioso en láminas delgadas, se han tomado - en relación con la tercera facies (facies propicia o portadora) - muestras de cuarzo y de pizarra con cuarzo, presentando, - por lo general; ambos, contactos bastante netos. A veces este contacto se da por medio de una o dos filas de - cristales de carbonato y en la zona pizarrosa es frecuente observar una evolución a modo de paso desde la matriz compacta/ pizarrosa al cuarzo de exudación. En casi todas las preparaciones, hemos podido observar las generaciones de cuarzo siguientes:

- 1^ª. Fenocristales (750-1500 μ .) enormemente alargados y paralelos al contacto pizarra-"filón" de cuarzo.
- 2^ª. Cristales de tamaño medio (200-500 μ .) a pequeño (70-100 μ .) que presentan a veces: deformaciones -alargamientos- deslizamientos localizados o trituración-fracturación.
- 3^ª. Microcristales, con extinción ondulante, cementados entre sí y colocándose normalmente como paso intermedio entre - la pizarra y los cristales medianos o los fenocristales;/ sin embargo estos microcristales no siempre existen, o a veces van directamente en contacto con los;
- 4^ª. Cristales alargados rellenando vetas o fisuras y que se - colocan perpendicularmente a sus paredes de contacto.

En bastantes preparaciones hemos podido observar el paso sucesivo entre las diferentes generaciones de cuarzo.

Así en la fig. 20 , la pizarra carbonosa, en filamentos, marca el contacto neto con una zona de microcristales de cuarzo pasando luego a una zona de cristales medios con una cierta orientación y, finalmente a fenocristales alargados con algún cristal de carbonato.

Más significativa todavía es la fig. 21 donde, en unos centímetros, podemos observar desde la pizarra al cuarzo de exudación las siguientes fases o pasos:

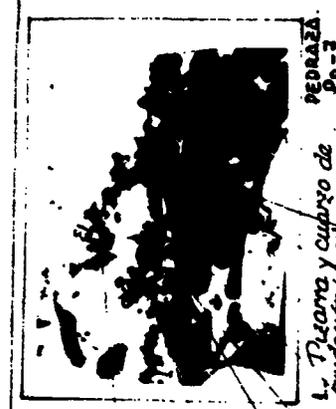
1. Pizarra con matriz arcillosa compacta, casi desprovista de cuarzo, que alberga algó de cuarzo detrítico formando una fina veta de arenisca.
2. Pizarra igual que la anterior, pero con filamentos carbonosos marcando el contacto neto con la siguiente zona.
3. Microcristales de cuarzo que se cementan entre sí pero que siguen teniendo sericita dispersa; un filamento carbonoso/ señala la separación neta con la zona siguiente.
4. Cuarzo de tamaño medio, fracturados, con mineralización intergranular relativamente abundante.

No hay paso neto a la siguiente zona, sino que los cristales fracturados de tamaño medio se van ordenando y pasan a:

5. Fenocristales de cuarzo con una cierta orientación paralela a la pizarrosidad y que llegan a albergar ocasionalmente algo de mineralización intergranular. (lam. X)



2.- Disposición intragranular de la mineralización en el cuarzo recrystalizado (L.D., N.C.)



1.- Textura y cuerpo de cuarcita (muestras macroscópicas) p-7



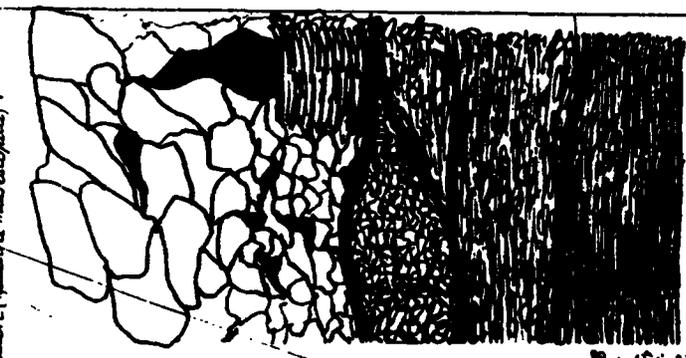
3 y 3 bis.- Ferrocianuros deformados con mineral entre ellos (L.D.: abis L.N., S.N.C.)



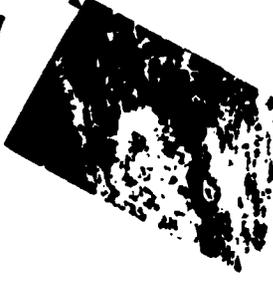
5.- Engrosamiento, interpenetración y fisura de la mineralización (M) en relación con cristales de cuarzo antiguo deformados (L.D., N.C.)



8 bis.- Detalle del cuerpo y estructura de los cristales de cuarzo que sirven de soporte a los filamentos de mica, carbonos y algo de mica. (L.D., N.C.)



8.- Esquema evolutivo de las diferentes generaciones de cuarzo a partir de la pizarra. Se observa un cuarzo alargado como de desarrollo, narrado a la 'resaca' y por donde se realiza la liberación (impulsos)



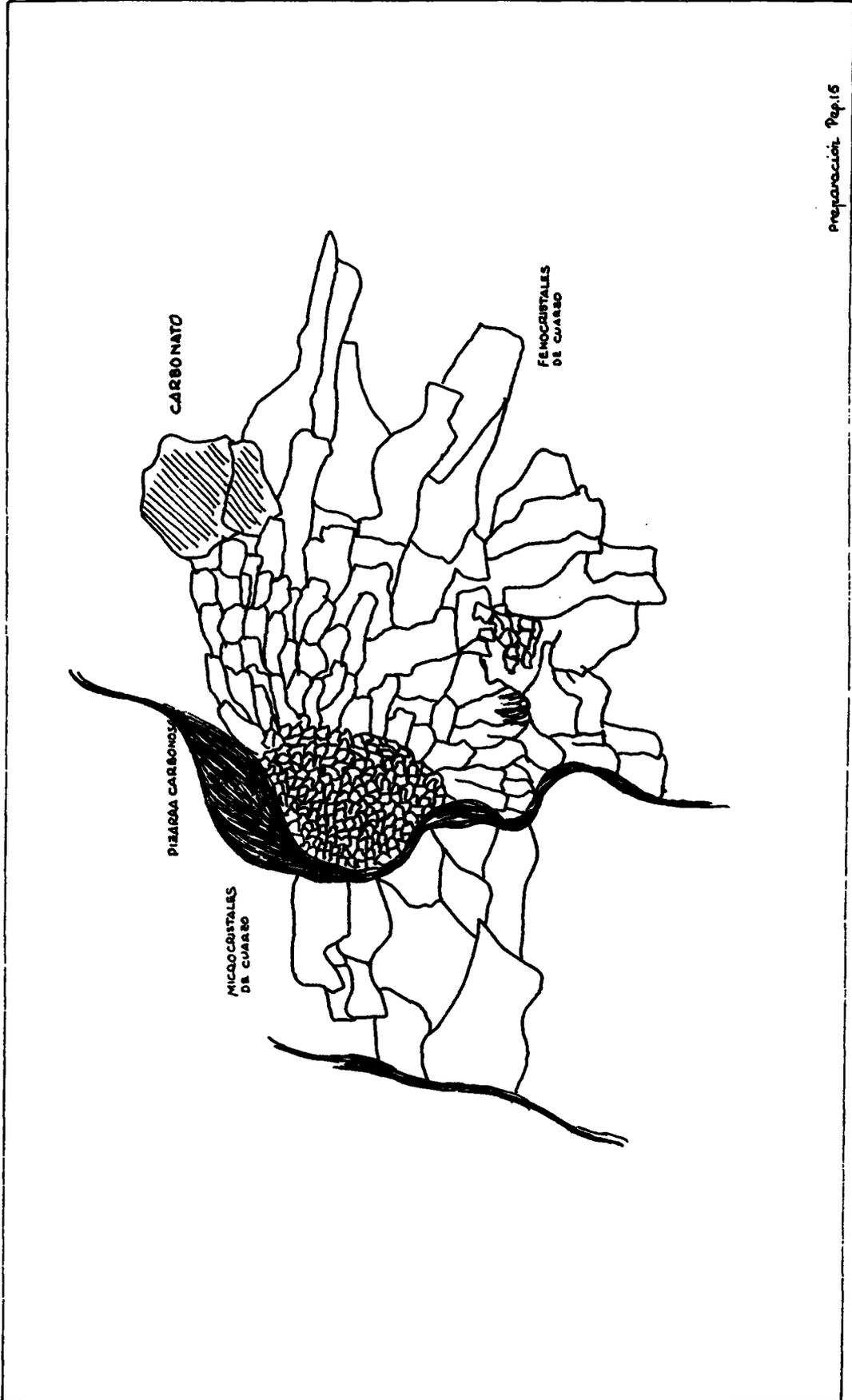
6.- Contacto entre microcristales de cuarzo y pizarra carbonosa contenido opacos (L.D., N.C.)



7.- Contacto neto entre cuarzo de cuarcita y pizarra (L.D., N.C.)

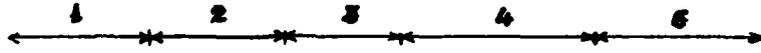


4.- Paso sucesivo entre las diferentes generaciones de cuarzo a partir de la pizarra. En particular se observa la zona de cuarzo medio deformado y 'recrystalizado' con mineralización (M) de granular que pasa hacia las 'zonas de cristales' (impulsos y L.D., N.C.)



Preparación: Pep.15

Fig. 20



Pp-7

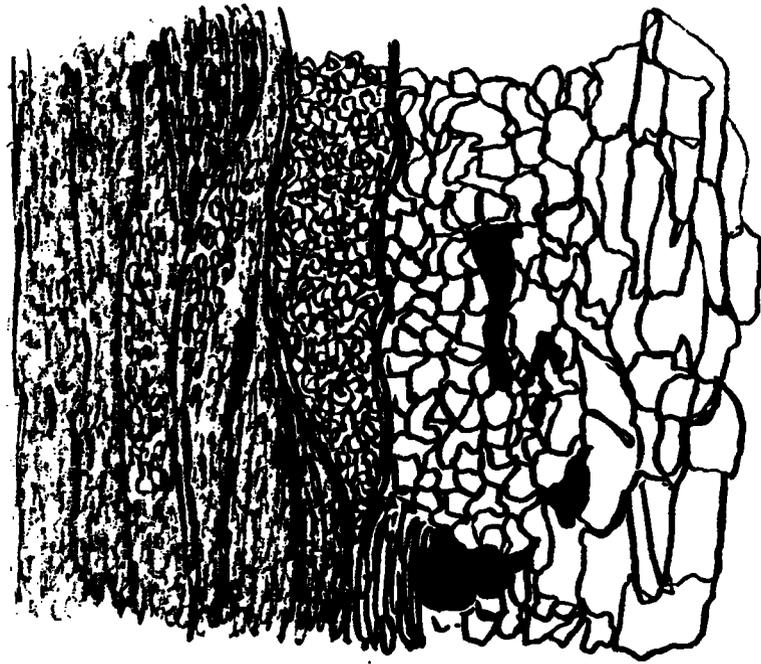
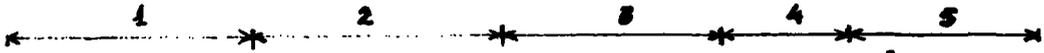


Fig.-21



Pap 6

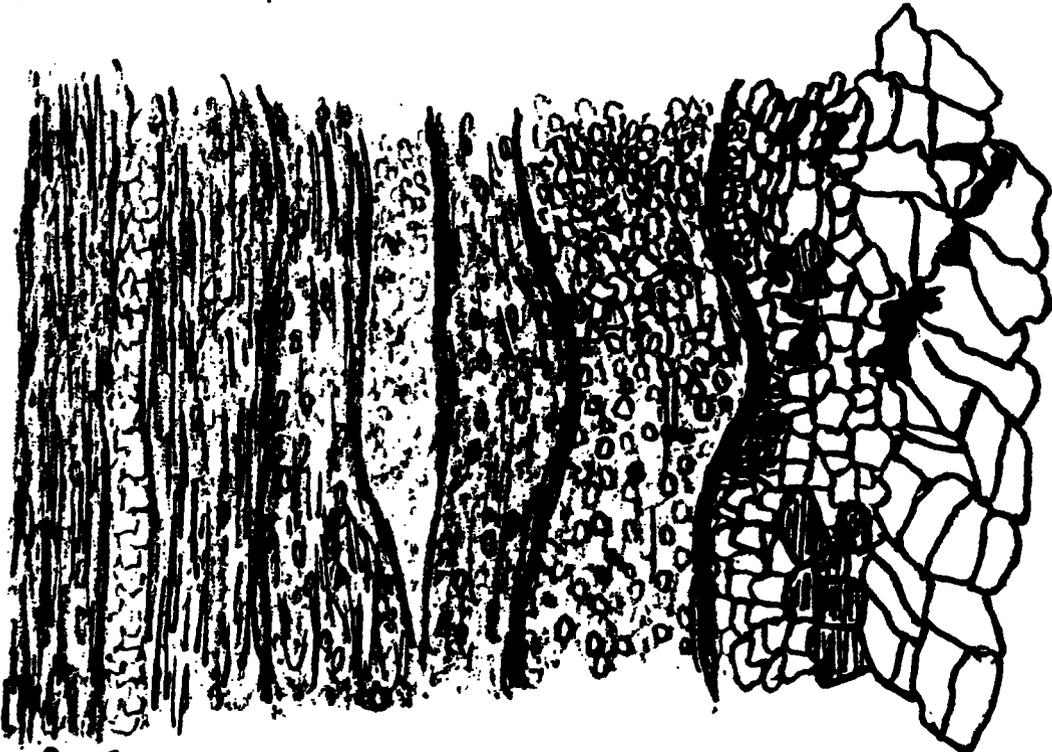
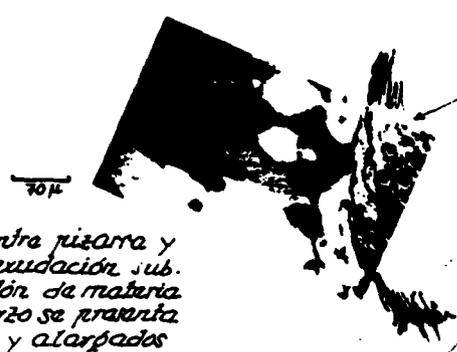


Fig.-22



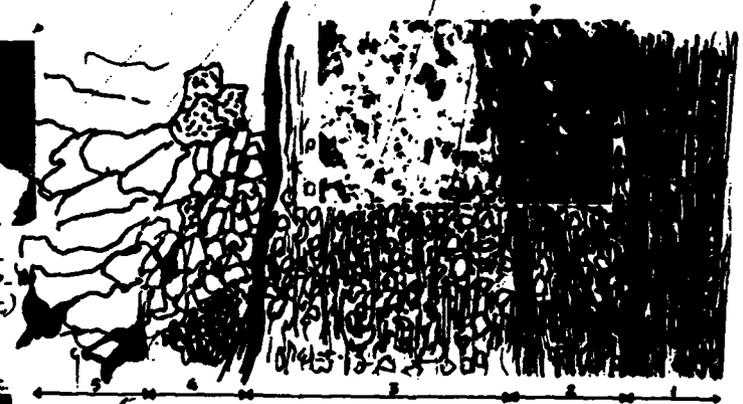
2.- Contacto neta entre pizarra y veta de cuarzo de exudación sub-rayado por un cordón de materia carbonosa. El cuarzo se presenta en granos medianos y alargados (L.D., N.C.)



1.- Pizarra y filón de cuarzo de exudación (muestra macroscópica)



3.- Fenocristales alargados y algo deformados. La foto los sitúa claramente dentro del crepúsculo evolutivo. (L.D., N.C.)



4.- Paso evolutivo de la pizarra al cuarzo de exudación por medio de microcristales y cristales detríticos cementados entre sí. (La evolución llega hasta foto 3 con fenocristales)



5, 5 bis.- Paso claro y progresivo de la mineralización (Mi) desde la pizarra (a la derecha) al cuarzo de exudación. La pizarra es rica en cordones de materia carbonosa. La mineralización se introduce primero en microfisuras de los fenocristales, pasando a acumularse en los intersticios (L.D., L.N., N.C.)



6, 6 bis.- Mineralización disseminada en fisuras y situada hacia la periferia de los fenocristales (L.D., L.N., N.C.)



7.- Microcristales de transición entre la pizarra (roca ancajante) y la veta de cuarzo. (L.D., N.C.)



8.- Fenocristales algo deformados asociados a granos de carbonatos (L.D., N.C.)

9, 9 bis.- Mineralización (N) en relación con el cuarzo de exudación de grano medio. Se encuentra o bien disseminada en microfisuras afectando a los granos o bien acumulada entre éstos. (L.D., L.N., N.C.)

En la fig. 21 apreciamos otro modo de paso entre pizarra y cuarzo de exudación. La pizarra con los filamentos carbonosos está en contacto neto, unida a un cuarzo alargado/ como de deslizamiento, pero muy local y paralelo a la pizarrosidad por donde "parece haber salido" la mineralización durante la fase 4 y que se prolonga hasta la 5.

Más significativo si cabe, es el proceso observado/ en el croquis de la fig. 22.

Aquí, por ser mayor la cantidad de pizarra negra arcillosa, se ha podido seguir, en diferentes puntos, las distintas fases evolutivas descritas anteriormente y con idéntica significación: (lam. XI, 4, 5 y 5 bis)

1. La matriz arcillosa compacta ha sufrido una pizarrosidad/ marcada por sericita, moscovita y materia carbonosa; el cuarzo detrítico de tamaño muy pequeño (15-30 μ) apenas se aprecia.
2. En la segunda fase, la matriz arcillosa, con filamentos carbonosos, presenta más abundancia de cuarzos detríticos de modo que llegan a veces a concentrarse formando pequeñas vetas de arenisca. El contacto con la zona siguiente es neto y está marcado por filamentos o acordonamientos carbonosos.
3. Aquí, el cuarzo detrítico -asociado a la escasa sericita- aparece con una microtextura reticulada y los filamentos/ carbonosos intermedios han desaparecido.

Por medio de un filamento de materia carbonosa aparece un contacto neto con:

4. Cuarzo de recristalización de tamaño pequeño y mediano. Los cuarzos, alotriomorfos en general, se presentan en/

algunas partes hipidiomorfos con una cierta alineación -- del eje mayor, paralela a la pizarrosidad, pero que se man tiene a lo largo de todo el contacto.

A medida que nos alejamos del contacto, los cristales medios aparecen alotriomorfos y como "fracturados"; - algunos carbonatos secundarios se encuentran entre ellos/ albergando algo de mineralización.

5. Finalmente, por medio de un contacto bastante neto se llega a los fenocristales; algunos de ellos resultan de una/ recristalización de cristales más pequeños y presentan a/ veces extinción ondulante. No hay ordenación paralela de estos fenocristales sino que acusan una cierta perpendicularidad respecto al contacto, albergando también algo de mineralización.

Además de la presencia de pequeños granos de sulfuros diseminados en la pizarra negra, pero asociados a cordones carbonosos, existen relaciones estrechas entre la mineralización y las diferentes generaciones de cuarzo de exudación que hemos precisado. Se pueden resumir así nuestras observaciones: La mineralización se encuentra normalmente (diseminada en las microfisuras o acumulada intergranularmente) en relación con el cuarzo deformado o triturado de tamaño medio. También se observa en la materia carbonosa en el contacto de/ la pizarra con este mismo cuarzo de tamaño medio, que se presenta o bien con deformaciones alargadas o bien como afectado de fracturación. (lam.XI, 5,5 bis; 6,6 bis; lam.X, 3,3 bis, 5 y 8 bis).

Es más raro que la mineralización se encuentre relacionada con el cuarzo que ha sufrido alargamiento por deslizamiento aunque la mineralización esté muy próxima a él.



1.- Pizarra arcillo-carbonosa con vetas de cuarzo de exudación y de carbonatos. (muestra macroscópica)

PEDRAZA Pp 6

1 cm.



70 μ.

2.- Mineralización intergranular en relación con el cuarzo medio triturado y algo entre los feldospatos alargados. (L.O, N.C.)



Mi

70 μ.

3.- Cuarzo "triturado" entre pizarra con mineralización intergranular (L.O, N.C.)



70 μ.

4.- Detalle de la mineralización asociada a un resto de pizarra que se encuentra en el cuarzo de exudación. (L.O, N.C.)



1 cm.

PEDRAZA Pp 15

5.- Filoncillos de cuarzo de exudación con cordones carbonosos y resaca pizarrosas. (muestra macroscópica)



70 μ.

6.- Contacto neto entre feldospatos de cuarzo (e) y la matriz pizarrosa (b). Presencia de microcristales de mica recristalizados (a) y de microcristales de exudación (d) (L.O, N.C.)



70 μ.

7.- Cuarzo rellenando una fisura en la pizarra, creciendo perpendicularmente a las fibredas. (L.O, N.C.)



70 μ.

8.- Cuarzo deformado alargado paralelo a la pizarrosidad. (L.O, N.C.)



70 μ.

9.- Cuarzo "triturado" albergando la mineralización (Mi) un cordón carbonoso subraya al contacto neta entre la pizarra (destruía) y el cuarzo de exudación.

Los fenocristales enormemente alargados y paralelos/ al contacto pizarra-filón de cuarzo contienen a veces una mineralización diseminada en sus microfisuras o concentrada intergranularmente.

Los cristales alargados que rellenan vetas o fisuras y que se colocan perpendicularmente a las paredes de contacto, no tienen casi relación con la mineralización. Se puede añadir que, generalmente, en el cuarzo de exudación no existe materia carbonosa sino únicamente opacos (sulfuros); sin embargo, cuando en los filones de cuarzo quedan englobados vestigios de pizarras (foto 4 - lámina XII), la mineralización queda junto a ellos sin migrar hacia el interior y sin presentar los pasos intermedios anteriormente mencionados.

En resumen, se puede decir que gracias a numerosas - observaciones microscópicas (croquis y fotografías^(*)), hemos podido, basándonos en las diferentes generaciones de cuarzo de exudación, ilustrar y evidenciar el mecanismo físico de migración progresiva de la sílice (y secundariamente de los carbonatos), así como de los elementos metálicos asociados, a partir/ de ciertos horizontes de pizarras arcillosas, negras, ricas en materia carbonosa, formadas en medio reductor, y donde precipitaron en particular los sulfuros en forma diseminada.

Las relaciones entre las generaciones de cuarzo y la tectónica regional, así como el aspecto químico de esta migración serán examinados ampliamente en las conclusiones, al final de este capítulo.

(*) Ponemos, al concluir este apartado, algunas láminas más, en las que se puede observar y confirmar la evolución y migración. Se han entresacado las más interesantes. (lam. XIII y XIV)



DEORAZA
Pep 18-2

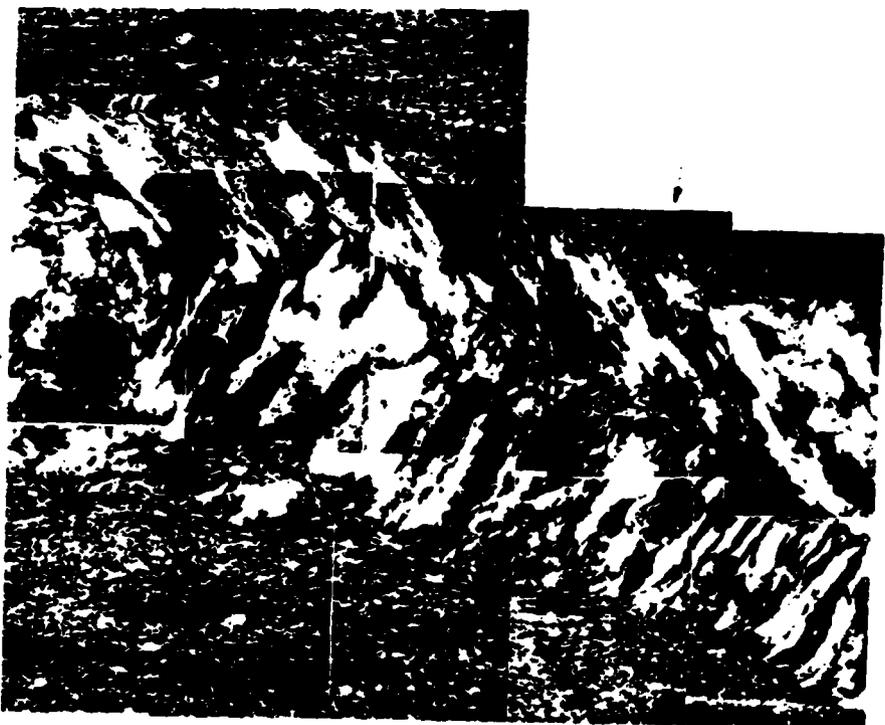
1. Pizarra arcillosa con vetas deformadas de cuarzo y carbonato desarrollándose indistintamente unas y otras. (macroscópica)



2. Veta de carbonato entre la pizarra. Dispuesta paralelamente a la pizarrosidad y al filoncillo de cuarzo que aparece en foto 4. (L.D., N.C.)



3. Cuarzo de exudación alargado rellenando una veta y colocándose perpendicular a la pizarrosidad. (L.D., N.C.)



4. Filoncillo de cuarzo de exudación con cristales deformados y alargados oblicuamente a la pizarrosidad, en los contactos pizarra-filon se encuentra resina.

1cm

70µ

70µ

70µ



10 μ

2. Cuarzo deformado y orientado por presiones en los micropliegues. Ilustra a la vez algo de resaca-rueda. (L.D., N.C.)



10 μ

7. Veta de cuarzo entre pizarras, con cristales perpendiculares a las naves y a la pizarrosidad. (L.D., N.C.)



10 μ

3. Contacto neta pero irregular entre pizarra y microcristales alargados de cuarzo de orientación. Sobre este contacto se acumulan cuados e huecos de cuarzo que se extienden en "condemas" por la pizarra. (L.D., N.C.)



10 μ

4. Microcristales debríticos recrystalizados en zona de trituración (micropliegues) y orientados según la textura folial. (L.D., N.C.)



10 μ

5. Cuarzo de resbalamiento con estructura ondulante.



10 μ

6. Fenocristales de cuarzo con algo de orientación (situado ya casi en medio del "folion"). (L.D., N.C.)



1 cm.

1. Pizarra entre cuar. Pap 12 de exfoliación mostrada micropliegues (muestra madre-rueda).



10 μ

8. Microcristales debríticos recrystalizados en zona de trituración (micropliegues) con una orientación según la textura folial. (L.D., N.C.)



10 μ

9. Microcristales debríticos recrystalizados con clasticos y subnave de la channel de un micropliegue. (L.D., N.C.)

CUADRO RESUMEN

Facies y sub-tipos	Estructura	Textura	COMPOSICION				Tamaño del cuarzo (μ)	Mineralización	Definición microscópica	Fenómeno de exudación
			S %	Ca %	D-H-MC M %					
<u>Primera</u> a)	Pizarrosa.	Empaquetada.	10-15	-	5-10	10-40 μ (100 μ) Granos homogéneos subrodados a rodados.		Micropsammofilita.		
			35-45	-	5-10	40-70 μ Granos homogéneos, subangulosos o subrodados.	+	Psamo a micropsammofilita.	Muy exceso.	
			45-60	5-15	5-10	60-140 μ Granos poco homogéneos subangulosos a angulosos.	+	Psammita carbonatada a psammofilita bandeada carbonatada.		
<u>Segunda</u> a)	Masiva	Cuarcítica (reticulada)	77-80	2-5	3-5	70-100 μ y 200 μ. Granos subangulosos - no homogéneos.	(+)	Psamocuarcita a psammita ligeramente carbonatada con vestigios de pizarra.		
			65-70	12-15	5	50-70 y 100 μ Granos subangulosos, relativamente homogéneos.	(+)	Psammita carbonatada.	Presente.	
			60	+	5-10	70-140 μ. Granos bastante homogéneos, subrodados.	+	Psammita		
<u>Tercera</u>	Pizarrosa	Empaquetada.	5	+	15-10	15-35 μ.	++	Micropsammofilita.	Abundante.	
			80-85	+						

IV - 1.4. Datos geoquímicos

Ya se ha comprobado en la zona de Alameda (capítulo III) que las pizarras arcillosas negras tenían un fondo geoquímico más elevado en Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba que las otras rocas más areniscosas y que - como consecuencia - estas pizarras juegan un papel importante en la concentración mineral.

Con motivo de hallar el fondo geoquímico de estos - (que sufren variaciones de facies, tanto vertical como horizontalmente) y de poner de relieve la existencia de horizontes - portadores, hemos implantado tres perfiles (I, II y III) (figura 23⁰⁾), más o menos perpendiculares a la estratificación; se ha completado el muestreo con algunas tomas en puntos determinados y característicos (I' y II')

IV - 1.4.1. Perfil I y datos geoquímicos locales (I')

El primer perfil (I) se ha implantado:

- cerca de los antiguos pozos principales, por ser donde se ha apreciado la facies propicia en las escombreras, y
- en la depresión entre los dos crestones principales de cuarcita ya que es aquí donde se observan las manifestaciones de la mineralización, el fenómeno de exudación y la facies peculiar de pizarra negra arcillosa.

Este perfil consta de 20 estaciones con una distancia de unos 15 metros entre ellas. Su implantación va desde el último crestón de cuarcita (a techo estratigráficamente) - que se aprecia en la zona de la mina hasta la falda inferior, en contacto con un viñado* (Descripción y geoquímica en Tabla XIX)

*Según la estratigrafía regional establecida por SCHMITZ (1971) el perfil va desde el muro del nivel D3 a la mitad aproximadamente del nivel D2, quedando los pozos de la mina a techo del D2 y a muro del D3 (Mapa III ap)

⁰⁾ Perfil III, se ha implantado al E. de los puntos mineralizados 1, 2 del Mapa III Apéndice.

Distribucion de los crestones de cuarcita en la Pedraza

(Croquis realizado sobre foto aérea)

y perfiles geoquímicos Fig. - 23

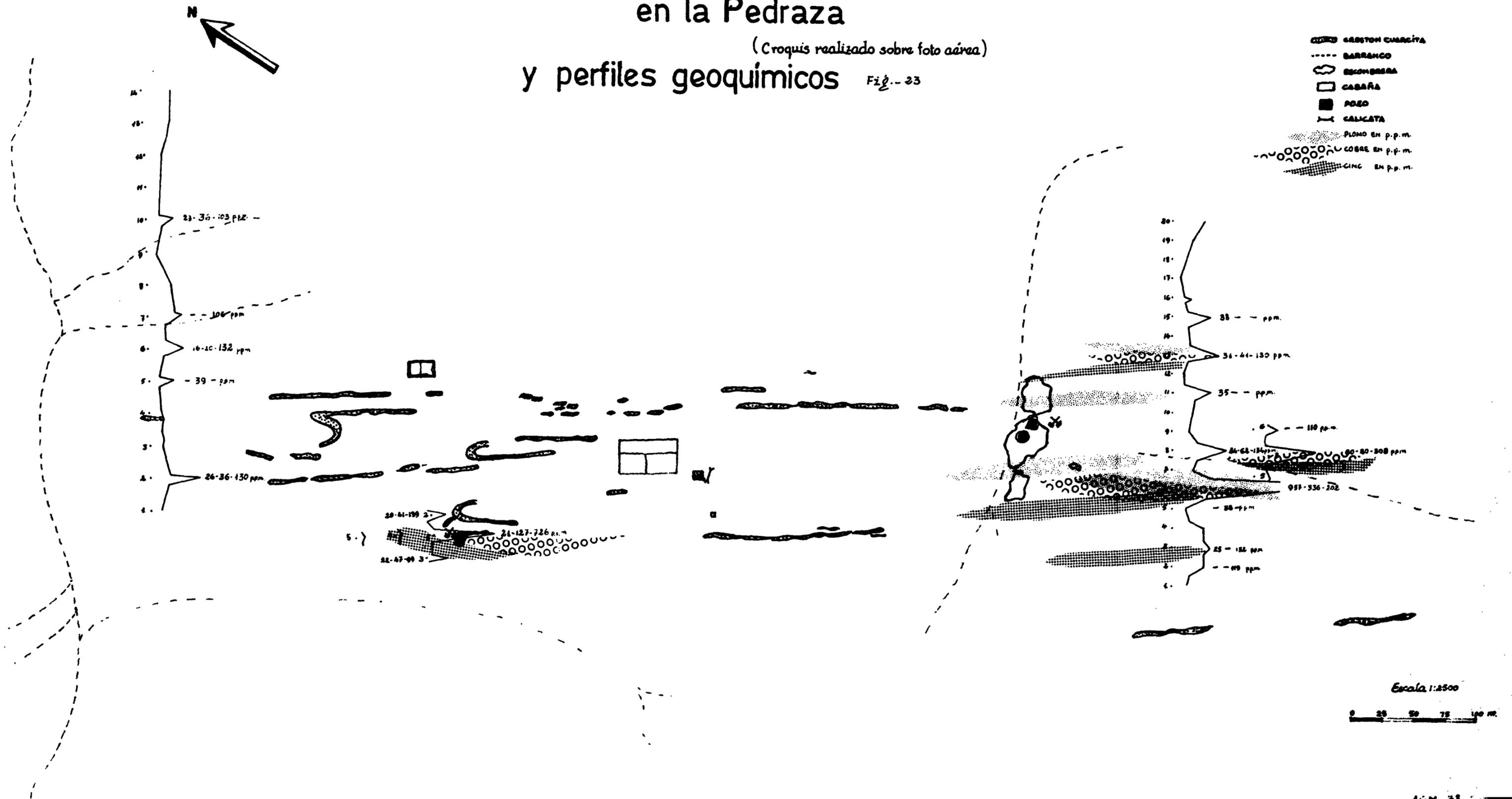


Tabla XX Descripción macroscópica (PERFIL I de "LA PEDRAZA" (BUBIERCA))

muestré	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacta	en lasjas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	Pizama	verdosa	+	finas	escaso	presencia		16	32	90	0.3		110
2	Pizama	verdosa	+	finas	escaso	"	intercalaciones areniscas	14	34	119	0.4		62
3	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"		25	33	132	0.3		72
4	Pizama	gris oscura	+	finas	escaso	—	grano más fino que 1,2,3	23	34	92	0.4		50
5	Pizama	gris verdosa	+	finas	escaso	presencia		41	38	51	0.3		82
6	Pizama	negro-azulado	+	finas	abundante	—	junto a vea de cuarzo mize- dralizado	957	336	203	0.3		29
7	Pizama	gris verdosa	+	finas	escaso	presencia		17	34	110	0.3		46
8	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"		34	62	134	0.3		50
9	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"	algo areniscosa con el grano de mica algo mayor.	29	23	73	0.3		51
10	Pizama	gris verdosa	+	finas	escaso	"		18	20	92	0.3		54
11	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"		35	33	106	0.3		66
12	Pizama	verdosa	+	finas	escaso	"		11	24	84	0.2		57
13	Pizama	verdosa	+	finas	escaso	"		31	41	130	0.3		51
14	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"		17	34	101	0.4		85
15	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"		38	35	99	0.3		72
16	Pizama	verdosa	+	finas	medio	"	aumenta un poco la mica res- pecto a las anteriores.	29	36	110	0.3		69
17	Pizama areniscosa	verdosa	+	finas	abundante	"		9	20	79	0.2		85
18	Pizama	gris verdosa	+	finas	escaso	"	grano bastante grueso.	18	34	84	0.3		29
19	Pizama	verdosa clara		finas	escaso	"		19	31	84	0.3		50
20	Pizama areniscosa	verdosa		finas	abundante	"		26	31	97	0.4		81

Los fondos en p.p.m. que hemos obtenido, son los siguientes:

Pb: 19,5 - Cu: 30,5 - Zn: 90,1 - Ag: 0,3 - Sb: 7,5 - Ba: 61,1.
y las anomalías más significativas al Pb, Cu y Zn, resaltan - en la estación 6ª que presenta en superficie algo de cuarzo - de exudación; los valores obtenidos son:

Pb: 957 - Cu: 336 - Zn: 202.

En la 8ª estación aparecen unos valores más pequeños, pero - aún sobresalientes, respecto al fondo, en cuanto a Pb, Cu y - Zn;

Pb: 34 - Cu: 62 - Zn: 134.

En el resto del perfil, se aprecian algunos pequeños picos - que pueden corresponder a uno o dos elementos simultáneamente:

- ligera anomalía en Ba (110 ppm) en la 1ª estación.
- ligeras anomalías en Zn en la 2ª (119 ppm) y la 3ª (132 ppm)
- ligera anomalía en Cu (38 ppm) en la 5ª.
- ligeras anomalías en Cu (41 ppm) y Zn (130 ppm) en la 13ª.
- ligeras anomalías en Pb en la 11ª (35 ppm) y la 15ª (38 ppm)

Para completar los datos obtenidos en el perfil I, / se han tomado algunas muestras al Sur de este último, a lo largo de una pequeña vaguada (figura 23) (datos geoquímicos locales I').

En la 3ª estación y en la 4ª - las más alineadas con las escombreras y las más próximas -, aparecen respectivamente, anomalías en Pb (60 ppm) - Zn (308 ppm) - Ba (97ppm) y Cu (41 ppm).

Además la 3ª estación está dispuesta espacialmente / en la prolongación de la 8ª del perfil I donde se ha señalado

una pequeña anomalía en Pb 34 ppm) - Cu (62 ppm) - Zn (134 ppm).

Por lo tanto, de las informaciones sacadas del perfil I y de los datos geoquímicos locales (I'), podemos decir/que:

- entre los dos crestos principales de cuarcita (desde la 1ª a la 9ª estación del perfil I) - donde las explotaciones mineras fueron más intensas - existen por lo menos 2 horizontes portadores^(*) de riqueza desigual.
- en la parte septentrional del perfil I, aparecen por lo menos 3 horizontes portadores de débil riqueza.

IV - 1.4.2. Perfil II y datos geoquímicos locales (II')

Se ha llevado a cabo el segundo perfil (II) a unos/750 m. al N.O. del primero. (fig. 23)

El lugar no presenta indicios de mineralización y - la exudación, poco desarrollada, aparece tanto entre las pizarras como en las cuarcitas que forman los crestos. Se ha tratado de cubrir con este perfil los mismos horizontes teóricos - salvo cambios laterales de facies - que en el perfil I/ y para ello nos ha servido la foto aérea donde los crestos/ de cuarcita siguen una alineación perfecta marcando el rumbo/ de la estratificación.

El muestreo lo hemos reducido a 14 estaciones con - una distancia de 25 m. aproximadamente entre ellas. (Descripción y datos geoquímicos en Tabla XX)

Los fondos (en ppm) obtenidos, son los siguientes;

(*) Debido a la existencia de pliegues, es posible que un mismo horizonte portador se repita en superficie.

Tabla XX Descripción macroscópica (PERFIL II de "LA PEDRAZA" (SUBIERCA))

Número de muestra	color	Estructura		contenido en mica	estratificación	observaciones	Elementos químicos					
		compacta	esqueletos				Cu	Zn	Al	Si	Fe	
1 Pizarra	negro-azulado	+	finas	escaso	presencia	grano fino	16	35	99	0.2		21
2 Pizarra	verdosa-oscuro	+		escaso	"	algo areniscosa; grano mayor que	26	36	130	0.3		34
3 Pizarra	verdosa-oscuro	+	finas	escaso	"	algo areniscosa; como 2	9	33	40	0.2		54
4 Pizarra	verdosa-oscuro	+		escaso	"	algo areniscosa; como 2	9	36	57	0.3		57
5 Pizarra	verdosa-oscuro	-		escaso	"	semejante a las anteriores	7	39	51	0.3		47
6 Pizarra areniscosa	verdosa	-		abundante	"		16	20	132	0.2		58
7 Pizarra	gris verdosa	+		escaso	"		21	35	106	0.2		73
8 Pizarra	verdosa-oscuro	+	finas	escaso	"		23	30	95	0.3		58
9 Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso	"	—	41	20	106	0.2		54
10 Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso	"		23	36	103	0.3		75
11 Pizarra	verdosa-clara	-	finas	abundante	marcada.	algo areniscosa	14	14	75	0.2		57
12 Pizarra	negro-azulado	-		escaso	presencia	se fragmenta en bloques	15	33	88	0.3		60
13 Pizarra	verdosa-clara	-	finas	medio.	"	algo areniscosa	23	37	84	0.2		60
14 Pizarra	verdosa-clara	-	finas.	escaso	"	algo areniscosa	24	24	95	0.2		68

Pb: 16,9 - Cu: 30,5 - Zn: 83,2 - Ag: 0,2 - Sb: 7,5 - Ba: 55,4

El valor del Cu se mantiene respecto al fondo anterior (perfil I), mientras que los valores de los otros elementos han bajado.

Salvo una ligera anomalía en Cu (39 ppm) en la 5ª estación y otras pequeñas en Zn en la 2ª (130 ppm) y 6ª (132 ppm) no existen saltos significativos.

Para completar el estudio geoquímico de esta zona, - se han tomado entre los perfiles I y II - al N.O. de un antiguo pozo donde existen pizarras negras con cuarzo de exudación - 5 muestras sobre pizarra negra o gris oscura, según un eje paralelo a la estratificación y dos laterales, una a cada lado de/ este eje.

Los fondos (en ppm) que hemos obtenido son:

Pb: 17,6 - Cu: 29 - Zn: 80,6 - Ag: 0,3 - Sb: 7,4 - Ba: 72,8

Respecto al fondo anterior (perfil I), los valores - de los elementos Pb, Cu, Zn, Ag, y Sb, han bajado, mientras que el valor medio del Ba ha subido (72,8 ppm) en vez de 61,1 ppm)

Sin embargo, hay unos valores relativamente significativos respecto al Cu (127 ppm) y Zn (726 ppm) en la primera/ estación, valores que, aunque disminuyendo, todavía pueden ser significativos en la 2ª para el Cu (41 ppm) y Zn (189 ppm), y/ en la 3ª para el Cu (47 ppm); estas estaciones están colocadas lateralmente a unos 10 m. (figura 23). Esto nos marcaría - una franja de unos 20 m. aproximadamente, franja que al alejar se horizontalmente vuelve a presentar, más o menos, los valores del fondo, a los 40 m. del pozo que se ha realizado en este lugar.

En resumen, en los perfiles I, II y datos geoquímicos locales I', II', podemos deducir que:

los horizontes portadores, caracterizados por anomalías geoquímicas significativas, son poco numerosos, de potencia relativamente reducida, discontinuos lateralmente y localizados en pequeñas cuencas dentro de los biseles de sedimentación en los alrededores de un altafondo materializado por depósitos francamente areniscosos.

Hay que resaltar, desde ahora, la analogía del contexto paleogeográfico de Alameda y de La Pedraza y más adelante - esta importante conclusión nos ayudará a comprender la génesis y localización de las mineralizaciones en el seno del zócalo.

IV - 1.4.3. Perfil III

Dado que en la prospección de la región se han encontrado bastantes puntos con indicios de mineralización (Ver - pag. 29) en la franja situada al Este de "La Pedraza", entre/ el Barranco de Galiano y el de Las Corzas, se ha realizado un perfil hacia la parte S.O. de la mina (punto 2, mapa III ap) si tuado en la base del horizontes estratigráfico D2. Con este perfil III y el I, se cubre casi por completo el horizonte D2/ y parte del D3.

Así pues, se han situado las estaciones, - en número de 11 con distancia intermedia de unos 20 m. -, al E. de los puntos mineralizados (1, 2 Mapa III ap) y a unos 100 m. del Barranco de Las Corzas, no lejos del Monte San Gregorio.

La descripción macroscópica de campo, juntamente con los datos geoquímicos obtenidos en el análisis de este perfil,

quedan recogidos en la tabla XXI, en la que la numeración de las estaciones aumenta en el sentido de base a techo del horizonte D2.

Los fondos (en p.p.m) que se han obtenido son:

Pb: 14,1 - Cu: 32,5 - Zn: 77,1 - Ag: 0,5 - Sb: 6 - Ba: 19,3

Los valores de Pb, Zn, Sb y Ba han bajado respecto a los fondos anteriores (perfiles I, II - datos geoquímicos locales I', II'), mientras que los valores de Ag y Cu, han subido/ (Tabla XXII). Las anomalías más significativas respecto al Cu y Zn, resaltan respectivamente, en la 4ª (Cu: 69,4 ppm) y 7ª - (Pb: 96,8 ppm - Zn: 190,3 ppm) estaciones.

En el resto del perfil, se aprecian algunos pequeños picos referidos a uno o dos elementos simultáneamente:

- ligera anomalía en Cu (41,7 ppm) en la 1ª estación.
- ligera anomalía en Zn (125,4 ppm) en la 5ª estación.
- ligeras anomalías en Cu (44,9 ppm) y Zn (128,7) en la 6ª estación.

Aunque los datos recogidos sean insuficientes para - sacar conclusiones definitivas, se pueda pensar que existen por lo menos dos horizontes portadores hacia la base del horizonte estratigráfico D2, justificando así la presencia de las antiguas explotaciones en esta franja (mapa III ap.).

IV - 1.5. Estudio de la mineralización asociada al cuarzo de exudación.

El estudio con el microscopio mineralográfico, ayuda

Tabla XXI Descripción macroscópica (PERFIL III de "LA PEDRAZA" (BUEIERCA))

muestras	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacta	en lájas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	Pizarra arenúscosa	verdosa	+		medio	presencia	se fragmenta en bloques	17.2	41.7	112.2	0.5	7	19
2	Pizarra arenúscosa	verdosa	+		medio	"		10.1	36.4	71.5	0.5	4	18
2'	Pizarra arenúscosa	gris oscura	+		escaso	"		4.3	19.6	7.7	0.3	3	29
3	Pizarra	verdosa	+	finas	escaso	"		17.4	37.3	66.0	0.5	6	26
4	Pizarra arenúscosa	verde	+		escaso	"	se fragmenta en bloques	17.4	69.4	107.8	0.6	7	10
5	Pizarra	verdosa-oscuro	+		medio	"	se fragmenta en bloques	15.0	36.8	125.4	0.6	4	15
6	Pizarra	gris-verdosa	+	finas	escaso	"	—	17.2	44.9	123.7	0.7	9	13
7	Pizarra arenúscosa	verdosa-oscuro	+		escaso	"	se fragmenta en bloques	96.8	34.2	190.3	0.7	7	20
8	Pizarra arenúscosa	verdosa-oscuro	+		escaso	"		13.5	30.1	90.2	0.5	7	18
9	Pizarra arenúscosa	verdosa-oscuro	+		escaso	"		17.3	30.6	107.8	0.7	5	19
10	Pizarra arenúscosa	verdosa-oscuro	+	finas	abundante	presencia	las cristales de mica están bien desarrolladas.	12.1	35.0	53.9	0.6	8	26

TABLA XXII. Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en ppm) en las pizarras de la región de "La Pedraza" - Documento de síntesis (Perfiles I, II, III - Datos geoquímicos locales I', II').

Elementos		Perfil I	Datos geoquímicos locales I'	Datos geoquímicos locales II'	Perfil II	Perfil III
Pb	Valor medio	19,5	15,4	17,6	16,9	14,1
	Límites inferior y superior	9-31	11-22	7-22	7-26	4,3-17,4
	Anomalías	34,35,38,957	60	-	-	96,8
Ag	Valor medio	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6
	Límites inferior y superior	0.2-0.4	0.2-0.4	0.1-0.5	0.2-0.3	0.3-0.7
	Anomalías	-	-	-	-	-
Cu	Valor medio	30,5	24,6	29	30,5	32,5
	Límites inferior y superior	20-36	17-33	26-32	14-37	19.6-37.3
	Anomalías	38,41,62,336	41	41, 47, 127	39	41,7-44,9 69,4
Zn	Valor medio	90,1	85,4	80,6	83,2	77,1
	Límites inferior y superior	51-110	51-110	66-99	40-106	7,7-112,2
	Anomalías	119,130,132,134,202	308	189,726	130,132	125,4-128,7 190,3
Sb	Valor medio	7,5	9	7,4	7,5	6,0
	Límites inferior y superior	7-8	8-10	6-8	7-8	3-9
	Anomalías	-	-	-	-	-
Ba	Valor medio	61,1	76,4	72,8	55,4	19,3
	Límites inferior y superior	29-85	62-84	69-75	21-75	10-29
	Anomalías	110	97	-	-	-

do - cuando ha sido necesario - por el poder de reflexión de - ciertos minerales, nos ha llevado a poder determinar la paragénesis y el orden de cristalización .

CALCOPIRITA

Macroscópicamente se ha encontrado en todas las muestras recogidas en los diferentes puntos de la zona. En particular se presenta abundante en las escombreras principales de/ la mina "La Pedraza" (punto 9, Mapa III ap) y bien representada en los puntos 2, 6, 8, 13 y 14 (mapa III ap.)

Microscópicamente se presenta a veces en grandes manchas aisladas entre el cuarzo de exudación; en este caso suele ir albergada intergranular entre los fenocristales, quedando - limitado el grano de calcopirita por la cara del fenocristal.

Sin embargo, normalmente va asociada con la blenda y galena.

Se da con mucha frecuencia la exsolución de la calcopirita en la blenda y la calcopirita es reemplazada por blenda y galena.

En varias preparaciones, la calcopirita se presenta/ entremezclada con galena por contactos ameboides entre ambas.-

La calcopirita:

- aparece también en pequeñas manchas en la galena.
- reemplaza a la blenda y galena.
- atenaza a la blenda o se observa en las fisuras de este último sulfuro. (lam. XVII, 1, 2, 3, 4, 5)

Su abundancia en las preparaciones estudiadas es de/



1.- Fenómeno de resolución de la calcoquirita en la blenda. (La Pedraza)



2.- Calcoquirita y blenda, esta última reemplazando a la Calcoquirita (La Pedraza)



3.- Mezcla de los sulfuros: Calcoquirita, blanda y galena, sobre ésta última (La Pedraza)



4.- Fenómeno de resolución de calcoquirita en blanda. Mezcla de los sulfuros blanda, calcoquirita y galena, con resolución de la calcoquirita en la blanda. (La Pedraza)



5.- Asociación de los tres sulfuros (Bl, C, G) con fracturación posterior de todos. (Pedraza)



6.- Mineralización sin genética de sulfuros dentro de una microcristalofilita (facies propiada) asociada a cordones carbonosos (L.D. observación con luz indirecta)



7.- Lámina de la foto 6 con agujas cruzadas. Se aprecian los cordones carbonosos y la situación de la mineralización.

30,55% respecto a la mena y del 10,8% frente al total (cuarzo de exudación+ mena).

BLENDA

Macroscópicamente, no se encuentra en todos los indicios de calcopirita; sin embargo es más abundante ésta en las escombreras principales (punto 9, Mapa III ap.)

Microscópicamente, reemplaza a veces a la calcopirita aunque puede ser anterior o contemporánea; en particular, - el fenómeno de exsolución de calcopirita en la blenda es bien representado. (lam. XVII, 1, 2)

Es reemplazada por la galena y aparece en pequeños - granos dentro de la galena, así como rellenando fisuras de la piritita. (lam. XVII, 3, 4)

Su abundancia en las preparaciones estudiadas es de un 44% respecto a la mena y de un 18% frente al total (cuarzo de exudación+ mineralización).

Bien entendido que ese 44% proviene casi exclusivamente de muestras recogidas en las escombreras principales (punto 9, mapa III ap) ya que en las muestras de otros puntos, como la del punto 10, no hemos encontrado blenda.

GALENA

Macroscópicamente, está bien representada, aunque es muy inferior a los dos sulfuros anteriores. Su localización - en indicios se puede situar en las escombreras principales (punto 9, y en los puntos 7 y 10 (Mapa III ap.)

Microscópicamente, se encuentra a veces en grandes manchas con contornos ameboides en el interior del cuarzo de exudación. Lo normal de estas manchas cuando no tienen estos contornos es que presenten exfoliación según (111).

También la galena:

- reemplaza a la calcopirita y a la blenda o aparece en las fisuras de estos dos sulfuros.
- abraza a la blenda o se presenta en pequeños corpúsculos en esta última.
- se encuentra entremezclada con blenda y calcopirita por contactos ameboides^(*) (lam. XVII, 3, 4)

Su abundancia en las preparaciones estudiadas es de 18% respecto a la mineralización y de 4,3% frente al total (cuarzo de exudación+ mena).

PIRITA

Microscópicamente podemos distinguir diferentes localizaciones:

- en las pizarras negras ya en el contacto de los "filones" de cuarzo, dándose de un modo muy diseminado en pequeños cristales y asociada normalmente a restos de materias carbonosas; ya diseminada en forma framboidal.
- en el cuarzo de exudación, bajo la forma de pequeños granos o cubos diseminados, cuantitativamente poco importantes, o de numerosos y pequeños granos, localizados en fisuras y asociados a blenda.

*Para esta galena, con contornos ameboides, su poder de reflexión nos ha variado al girar la platina del microscopio desde 38 a 46,0% y más frecuentemente de 38,2 a 44%, mientras que la galena no presentando esta textura nos han dado un poder de reflexión entre 42,8 - 43,2% ($\lambda = 542 \text{ nm}$).

- en relación con la calcopirita, la blenda y los óxidos e hidróxidos de hierro. En este caso, la pirita:
- aparece en pequeños granos en el seno de la blenda o en asociación con los óxidos-hidróxidos de hierro.
- se presenta en forma "arborescente" o en pequeños granos posteriores a la blenda, calcopirita y galena (pirita cuantitativamente poco importante).
- se dispone en granos o cubos perfectos, localmente en forma/rectangular, dentro de la calcopirita; en este caso, la pirita ha sufrido alteraciones supergénicas que se manifiestan - frecuentemente por óxidos-hidróxidos de hierro a su alrededor marcando los huecos que se aprecian hoy en los cristales de/calcopirita.

En alguna zona, donde su abundancia es mayor o presenta cristales de mayor tamaño, se puede apreciar un relleno de/blenda, calcopirita y galena en las fisuras de la pirita.

Su abundancia en las preparaciones estudiadas, sin contar la diseminación en pizarra es de 2,8 % respecto a la mena y de 0,9% frente al total (cuarzo de exudación + mineralización).

CALCOSINA, COVELLINA, ÓXIDOS-HIDROXIDOS DE HIERRO

Como minerales supergénicos, macroscópicamente los óxidos-hidróxidos de hierro resultantes de la alteración meterica de la calcopirita, son más abundantes que la calcosina y/la covellina.

No obstante se aprecia microscópicamente el enriquecimiento incipiente de calcopirita por cristales plumosos de covellina que crecen hacia afuera a partir de pequeñas grietas

o fracturas, o bien por reemplazos más extensos de calcosina-covellina, a partir de granos de calcopirita. Su abundancia/ viene a ser de 1,5% para la covellina y de 0,6% para la calco_sina respecto a la mena. Se encuentran también, con relativa abundancia y en relación directa con los sulfuros, los óxidos hidróxidos de hierro (goethita, limonita, ...) que se pueden/ expresar en un 2,5% respecto a la mineralización.

Teniendo en cuenta la relación de los diferentes mi_nerales entre sí, el orden de cristalización de la mineraliza_ción puede resumirse en la fig. 24, B

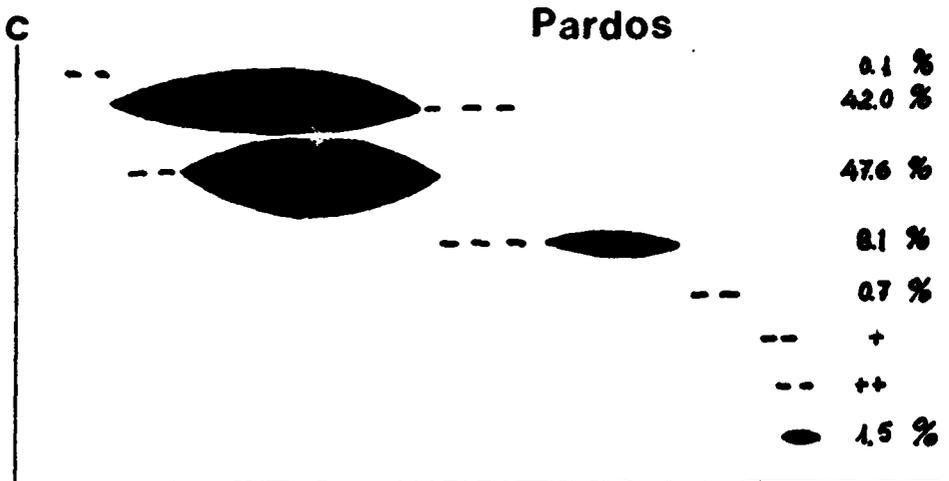
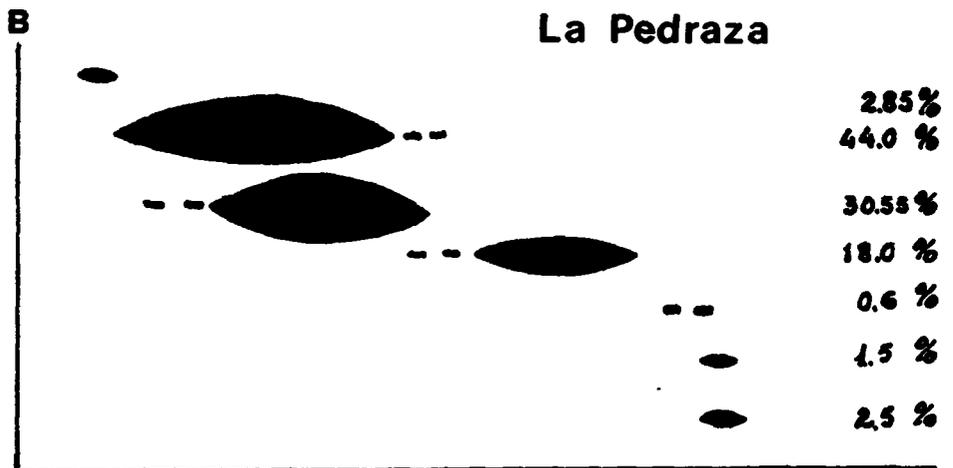
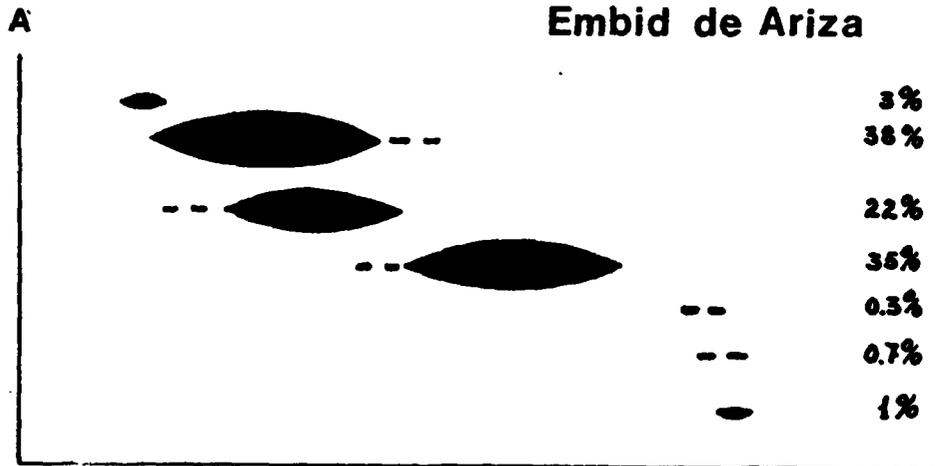
IV - 2. REGION DE EMBID DE ARIZA

IV - 2.1. Situación

Durante el recorrido de todo el horizonte D, desde/ la mina "La Pedraza", en el término de Bubierca, hasta el tér_mino de Cihuela (unos 10 km. aproximadamente, según la carta/ geográfica), se han cartografiado todos los filones de cuarzo de exudación y los indicios mineralizados (Cfr. mapaIII ap.) No obstante la zona donde se acumulan más indicios, queda situa_da a la margen derecha del río Monegrillo, frente al pueblo de Embid de Ariza. Estos indicios -relativamente abundantes- no han constituido una explotación como la apreciada en "La Pedra_za", limitándose la misma a:

- tres antiguos pozos (puntos 58, 64 y 65, mapaIIIa) cuya pro_fundidad máxima alcanza los 7 metros con escombreras media_namente importantes. En el cuarzo de exudación, con facies propicia, recogido en ellas, se ha observado calcopirita, - cobre gris y malaquita (punto 58) y calcopirita, blenda, ga_lena, pirita, malaquita en el punto 65, siendo la calcopiri_ta más abundante en este último.

PARAGENESIS COMPARATIVAS (Fig. 24)



- seis indicios (puntos 49, 55, 56, 59, 60 y 64) mineralizados generalmente acompañados de escombreras medianas a escasas - (mineralización débil de calcopirita predominante, pirita, malaquita y cobre gris como accesorios) y de cuarzo de exudación con facies propicia.

En esta extensión de unos 2 km. de longitud por 0,7 km. de ancho, se ha podido comprobar el fenómeno de la exudación en una facies de pizarra negra arcillosa que coincide con la portadora (facies tercera) descrita anteriormente en "La Pedraza".

Estratigráficamente nos encontramos en un D indiferenciado (SCMIGHT, 1971) que es el resultado del acuñaamiento progresivo de los tres horizontes que se distinguían en "La Pedraza". (Cfr. mapa I ap.)

IV - 2.2. Estudio de las facies

Se han apreciado claramente la facies primera de "La Pedraza", negra azulada o gris verdosa, según la alteración - que evoluciona a una pizarra areniscosa, aumentado el bandeado y los microhorizontes de arenisca.

Las facies primera y segunda se ven con frecuencia y en realidad con más difusión que la tercera.

A los lados de los filones de exudación, la pizarra se hace más carbonosa, más compacta y en lajas finas, (facies tercera). Esta misma facies se nos presenta en diferentes y abundantes muestras recogidas en varios puntos (49, 55, 56, 58, 64, 65, mapa I ap.) donde el cuarzo de exudación -perteneiente a filones mineralizados- se encaja en estas pizarras llegando

a asimilar restos de las mismas en su interior. (lam. IV)

Microscópicamente, se han identificado estas tres -- mismas facies que coinciden con los descritos en "La Hedraza".

IV - 2.3. Estudio detallado de las generaciones del cuarzo de exudación y de sus relaciones con la mineralización

El cuarzo de exudación se expresa bastante bien en toda la zona, alcanzando a veces potencias por encima de los 100 cm., pero careciendo en estos casos de mineralización.

No es raro que junto a un "filón", relativamente potente y estéril, se encuentre en uno de sus flancos, otro filón de 10-15 cm. con lajas finas de pizarra carbonosa y con indicios minerales en su interior (Mapa III, 2 ap.) Así se puede apreciar que la región considerada fue afectada, en una época geológica determinada, por lo menos, por dos movimientos tectónicos importantes distinguiéndose por el relleno de dos generaciones de cuarzo; una de cuarzo homogéneo estéril y otra de cuarzo heterogéneo mineralizado.

En realidad, en las muestras del cuarzo heterogéneo de exudación estudiado (puntos 49, 55, 56, 64 y 65), se aprecian hasta tres generaciones de cuarzo, aunque no se encuentren las tres siempre juntas en la misma preparación.

1 - Fenocristales (750-1500 μ . y de 2000 a 4000 μ .).

Se presentan con formas hipidiomorfas frecuentemente. En ocasiones la mineralización se localiza hacia la periferia de los fenocristales. No obstante no es normal que la mineralización vaya con esta generación y cuando lo hace se sitúa habitualmente intergranular o rellenando fisuras de los cristales de cuarzo.

2. Cristales de tamaño medio (150-200 μ . - 300-500 μ .).

No son homogéneos y se alternan o entremezclan diversos -- tamaños. In esta generación identificamos cuarzos "deformados" y cuarzos "triturados", ya definidos anteriormente/ en "La Pedraza". (lam. XV)

Suelen situarse en el contacto con los fenocristales con los que se cementan normalmente y sirven de paso entre unos y otros, no siendo neto dicho paso. Sufren deformaciones/ y alargamientos con respecto a un eje de modo que quedan orientados paralela o subparalelamente a los restos de pizarras, asimilados por el cuarzo de exudación que constituye "el filón".

La mineralización, cuando existe, se sitúa en estos cristales quedando albergada normalmente en los triturados y pasando hacia los deformados por medio de fisuras.

3. Microcristales (o cristales de tamaño entre 50 y 100 μ .)

Son alotriomorfos; se cementan entre sí; van en los contactos de los vestigios de pizarras y de los cuarzos medios y triturados como paso intermedio, aunque no es raro tampoco que vayan directamente entre fenocristales y restos pizarrosos.

La mineralización no se expresa directamente en estos cristales, sino en relación con los contactos y restos pizarrosos -microcristales-, colocándose ya acumulada en la materia orgánica o carbonosa (cordones), ya entre los cristales que la dejan "caminar" hasta los triturados.

IV - 2.4. Datos geoquímicos

IV - 2.4.1. Perfil I y datos geoquímicos locales (I')

El perfil I consta de 12 estaciones (1, 2, 3, 15, 14



1.- Filón de cuarzo de exudación que ha asimilado restos de pizarra. (muestra macroscópica)



2.- En relación con vestigios de pizarra: contacto entre ferocristales de cuarzo - algo alargados - y granos triturados de tamaño medio. La mineralización (Mi) se presenta a la vez diseminada en microfisuras de los ferocristales y acumulada entre los granos triturados. (L.D, N.C)



3.- Contacto neta e irregular entre pizarra y veta de cuarzo (L.D, N.C.)



4.- Cuarzo de exudación con restos de pizarra (muestra macroscópica)



5.- En relación con vestigios de pizarra: contacto neta entre ferocristales de cuarzo y granos de cuarzo "triturado". Los ferocristales se han desarrollado con una cierta orientación y la mineralización (Mi) está asociada a óxidos e hidróxidos de hierro y a los granos de cuarzo "triturado" (L.D, N.C)

5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11) y se ha implantado casi a techo del horizonte estratigráfico D indiferenciado (SCHMITZ, 1971) y más o menos perpendicularmente a la estratificación (fig. 25 B y C) Está situado a unos 20 m. hacia el Norte del punto 49 (mapa III, ap) y la distancia media entre estaciones es de unos 20 m. excepto en las proximidades del filón donde se ha hecho más densa la recogida.

Sobre este perfil y próximo al filón mineralizado, se han tomado otras 5 muestras (12, 13, 14, 16 y 17, (fig. 25 B), en este caso casi paralelas a él (datos geoquímicos locales I').

La descripción macroscópica de campo juntamente con los datos geoquímicos, quedan recogidos en la tabla XXIII.

Como se puede apreciar el perfil I nos refleja unos fondos de valor medio obtenidos en p.p.m. de: (Tabla XXV)

Pb: 15,3 - Ag: 0,6 - Cu: 27,1 - Zn: 80,9 - Sb: 11,2 - Ba: 60,5

Ante estos datos es de resaltar los valores significativos referentes:

- al Cu (51 ppm) en la estación 1ª.
- al Pb en las estaciones 3ª (45 ppm) y 15ª (42,5 ppm).
- al Ba en las estaciones 8ª (101 ppm), 9ª (126 ppm) y 10ª (123 ppm).

En el resto del perfil se aprecian algunos pequeños picos referentes:

- al Cu (38 ppm) en la estación 5ª.
- al Zn en las estaciones 2ª (149,1 ppm), 3ª (139,1 ppm), 14ª (139,1 ppm), y 6ª (135,8 ppm).

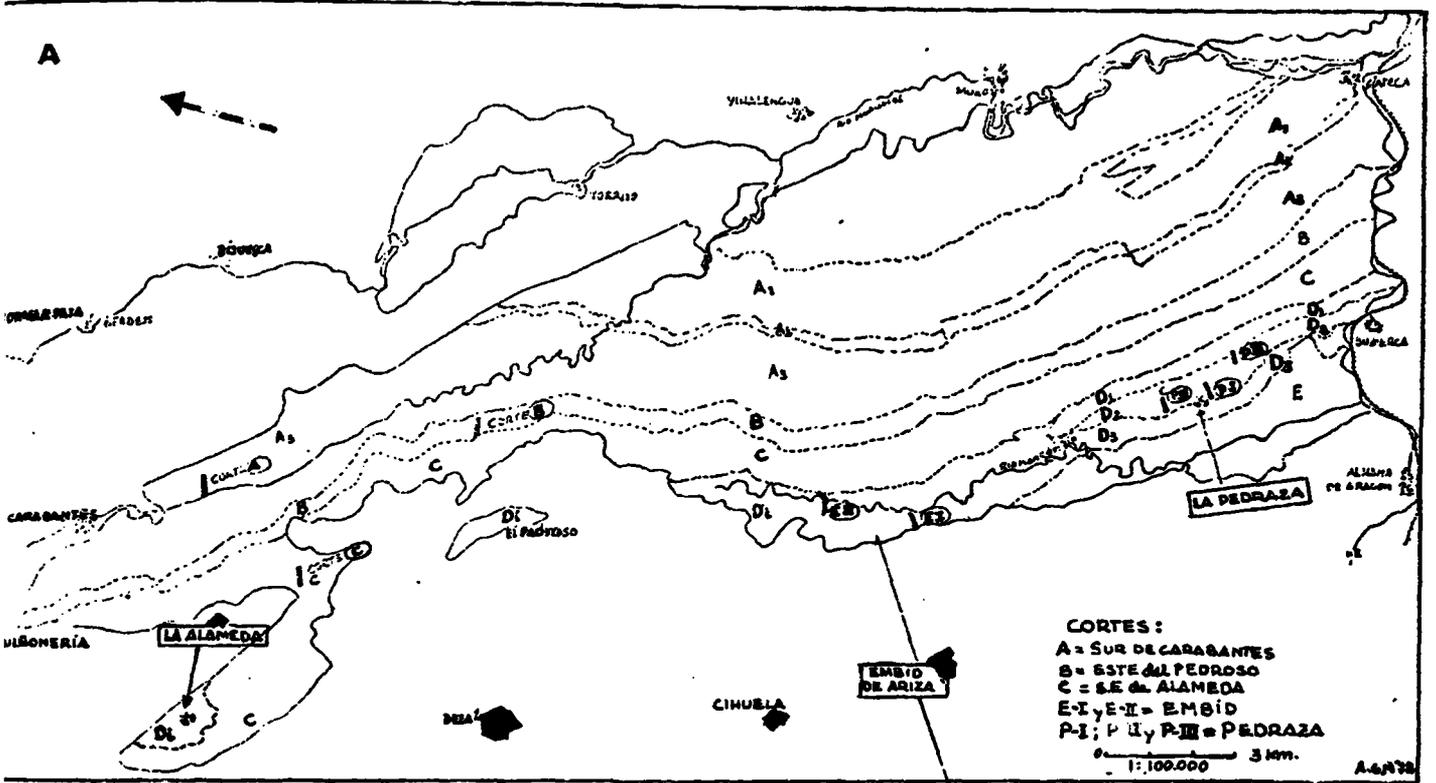


fig. - 25

A.-SITUACION DE LOS CORTES TOMADOS PARA LA GEOQUIMICA, EN LA PARTE NORTE.
 B, C.- SITUACION Y DETALLE DE LOS CORTES DE EMBIO.

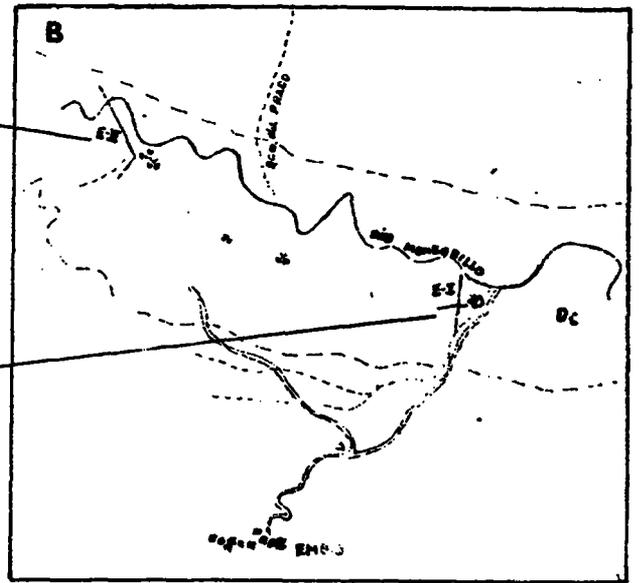
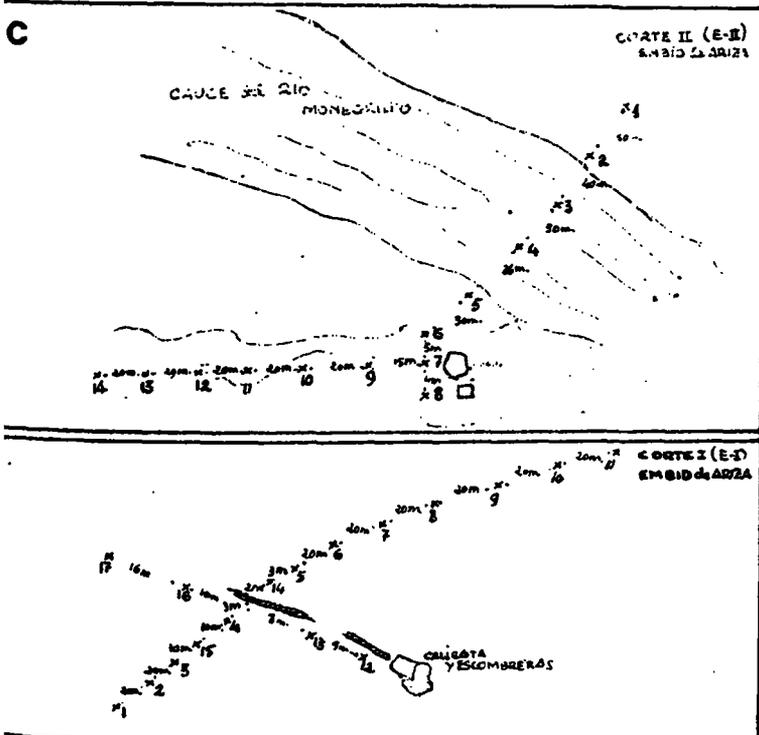


Tabla xxiii Descripción macroscópica (PERFIL I (E-I) de EMBID de ARIZA)

mue- tra	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacta	en lajas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	Pizarra	Gris verdosa	+	finas	escaso	—	—	10.5	5	82.5	0.9	9	40
2	Pizarra	Gris	+		escaso			10.0	31.0	149.1	0.6	14	45
3	Pizarra	Gris	+		escaso			45.0	25.5	139.1	0.6	12	56
4	Pizarra	Gris oscura	+	muy finas				45.0	264.0	169.9	0.5	11	70
5	Pizarra	Gris oscura	+				se fragmenta en bloques	15.0	20.0	87.5	0.5	7	70
6	Pizarra	Gris	+				con peguerras intercalaciones areniscas.	22.5	38.0	135.8	0.7	11	92
7	Pizarra areniscosa	Gris clara	+		—	—	dura	7.5	13.7	45.8	0.5	12	51
8	Pizarra	verde	+		escaso	—	contiene mucho hierro	27.5	27.5	84.9	0.7	12	101
9	Pizarra	verde	+		escaso		con mucho hierro	10.0	30.5	94.1	0.6	9	126
10	Pizarra	verde	+		escaso		con mucho hierro	15.0	32.2	110.0	0.7	10	123
11	Pizarra areniscosa	verdosa	+	—	medio	pruancia	intercalaciones areniscas	17.5	26.7	76.6	0.6	10	83
12	Pizarra	Gris oscura	+	muy finas	escaso	—	semjante a la 4	92.5	1875.0	1678.1	0.5	8	55
13	Pizarra	Gris oscura	+	finas	escaso		" "	37.5	231.0	199.9	0.8	10	65
14	Pizarra	Gris verdosa	+		escaso		—	17.5	31.5	139.1	0.7	15	56
15	Pizarra	Gris oscura	+	—	medio			42.5	27.0	65.8	0.4	13	52
16	Pizarra	Gris oscura	+	finas	escaso			15.0	42.0	126.6	0.7	14	91
17	Pizarra	Gris oscura	+	finas	medio		de grano fino	35.0	21.2	85.0	0.5	8	65

Como es lógico, los valores mayores respecto al Pb, Zn, Cu se dan junto al filón (datos geoquímicos locales I'), - en particular en las estaciones 12^a (Pb: 92,5 ppm - Cu:1875 ppm Zn: 1678 ppm), 13^a (Pb: 37,5 ppm - Cu: 231 ppm - Zn: 199,9 ppm) y 4^a (Pb: 45 ppm - Cu: 264 ppm - Zn: 169,9 ppm); en las estaciones 16^a y 17^a se nota todavía valores significativos referente al Cu: 42 ppm - Zn: 126,6 ppm (16^a). y al Pb: 35 ppm (17^a) respectivamente.

Sin embargo, estos valores disminuyen bastante rápidamente desde la 12^a hasta la 17^a estación, confirmando así - como en "La Pedraza" - la débil extensión longitudinal de los horizontes portadores.

IV - 2.4.2. Perfil II

Este perfil, que se encuentra a unos 2 km. al Norte/ del perfil anterior, y que se ha instalado hacia la base del horizonte estratigráfico D indiferenciado (SCHMITZ 1971), consta de 14 estaciones. Se ha implantado cerca de los puntos 65, 66: antiguas labores con pozos de escasa profundidad y que se sitúan en la misma cuenca del río, margen derecha.

La distancia media entre estaciones es de unos 20 m. aunque para salvar el cauce del río se hayan tomado aquí distancias hasta de 50 m. (estas estaciones se disponen oblicuamente a la estratificación en el cauce del río y casi perpendicular en las demás) (figura 25).

La descripción macroscópica de campo, juntamente con los datos geoquímicos quedan recogidos en la tabla XXIV.

Tabla xxiv Descripción macroscópica (PERFIL II (E-II) de EMBUDO de ARIZA)

mue- tra	tipo de roca	color	especto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacta	en lasjas				Pb	Cu	Zn	Al ₂ O ₃	Sb	Ba
1	Pizarra	negra-azulada.	+	finas	escaso	marcada	de grano fino	17.5	29	113.3	0.7	15	32
2	Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso		algo areniscosa	25	58.5	133.3	0.7	13	47
3	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	marcada	de grano fino (1)	20	45.5	150.8	0.6	12	60
4	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	marcada	de grano fino (1)	17.5	39.0	116.6	0.7	13	49
5	Pizarra areniscosa	gris oscura	+		escaso		se fragmenta en bloques	12.5	48.2	114.9	0.6	9	57
6	Pizarra areniscosa	gris oscura	+		escaso		semejante a la 2	27.5	35.2	111.6	0.6	11	48
7	Pizarra areniscosa	gris oscura	+		escaso		semejante a la 2 pero grano algo más grueso.	32.5	29.2	103.3	0.7	11	45
8	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	marcada	de grano fino	22.5	32.7	134.9	0.7	7	58
9	Pizarra	negra-azulada	+	muy finas	abundante	muy marcada	grano algo mayor	30.0	43.2	88.3	0.8	12	55
10	Pizarra	negra-azulada	+	muy finas	abundante	" "	como la 9 pero grano fino	12.5	29.7	55.8	0.7	8	57
11	Pizarra	negra-azulada	+	" "	abundante	" "	" "	15.0	37.2	100.8	0.7	12	44
12	Pizarra	gris oscura	+	—	escaso	Presencia	como la 2; se fragmenta en bloques.	17.5	43.2	112.4	0.9	13	61
13	Pizarra	negra-azulada	+	muy finas	abundante	—	como la 10.	10.0	46.5	100.5	0.9	10	62
14	Pizarra	gris verdosa	+	muy finas	escaso	marcada	—	22.5	42.2	99.1	0.6	13	84

TABLA XXV. Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en ppm) en las pizarras de la región de Embudo de Ariza - Documento de síntesis (Perfiles I y II - Datos geoquímicos/ locales I').

Elementos		Perfil I	Datos geoquímicos locales I'	Perfil II
Pb	Valor medio	15.3	otro valor 15	20.2
	Límites inferior y superior	7.5-27.5		10-32.5
	Anomalías	42.5-45	35-37.5-45 92.5	-
Ag	Valor medio	0.6	0.6	0.7
	Límites inferior y superior	0.4-0.9	0.5-0.8	0.6-0.9
	Anomalías	-	-	-
Cu	Valor medio	27.1	otro valor 21.2	35.6
	Límites inferior y superior	18.7-32.2		29.2-39
	Anomalías	38-51	42-231-264 1875	40.2-43.2-43.2 44.2-45.5-46.5
Zn	Valor medio	80.9	otro valor 85	101.5
	Límites inferior y superior	45.8-110		55.8-116.6
	Anomalías	135.8-139.1 139.1-149.1	126.6-169.9- 199.9-1678.1	133.3-134.9 150.8
Sb	Valor medio	11.2	10.2	11.4
	Límites inferior y superior	7-15	8-14	7-15
	Anomalías	-	-	-
Ba	Valor medio	60.5	69.2	54.2
	Límites inferior y superior	40-92	55-91	32-84
	Anomalías	101-123-126	-	-

Los valores medios obtenidos en p.p.m para los diferentes elementos, son del orden de (Tabla XXV).

Pb: 20,2 - Ag: 0,7 - Cu: 35,6 - Zn: 101,5 - Sb: 11,4 - Ba: 54,2

En este perfil se aprecian únicamente varios pequeños picos refiriéndose:

- al Cu: en las estaciones 1ª (39 ppm), 2ª (38,5 ppm), 3ª (45,5 ppm) 4ª (39 ppm), 5ª (40,2 ppm), 9ª (43,2 ppm), 12ª (43,2 ppm), 13ª (40,5 ppm) y 14ª (44,2 ppm).

- al Zn en las estaciones 2ª (133,3 ppm), 3ª (150,8 ppm) y 8ª/ (134,9 ppm)

pero ningún valor significativo.

Así pues, respecto al perfil anterior, que presentaba algunos horizontes portadores discontinuos y localizados hacia el techo del horizonte estratigráfico D indiferenciado; este perfil II implantado estratigráficamente hacia la base del mismo horizonte, corresponde a una zona todavía más pobre en minerales. Se deduce pues, la importancia de las nociones de facies y de horizontes portadores (o anomalías geoquímicas significativas) como elementos preconcentradores de la mineralización.

V - 2.5. Estudio de la mineralización asociada del cuarzo de exudación.

El estudio con el microscopio mineralográfico, nos ha permitido establecer la paragénesis de minerales que van asociados al cuarzo de exudación, así como el orden de cristalización.

CALCOPIRITA

Se encuentra en todos los puntos mineralizados (mapa III ap.) en algunos sola y en otros en pequeña cantidad frente a

la blenda y galena. (punto 65, Mapa III ap.)

Microscópicamente, se presenta aislada en manchas relativamente grandes, enmarcada con frecuencia por óxidos-hidróxidos de hierro (limonita, ...) y otras veces, en huecos dentro del cuarzo.

Se da muy abundante la exsolución en la blenda, es reemplazada por la galena y en ocasiones, aunque escasas, por la blenda.

La calcopirita aparece también en pequeñas manchas, dentro de la galena, en fisuras de la blenda y reemplazando a esta última. Su abundancia en las preparaciones estudiadas es de 22% respecto a la mena.

BLENDA

Macroscópicamente, se ha encontrado diseminada en el cuarzo de exudación y en relación con calcopirita-galena. (puntos 65, 56 y 59).

Microscópicamente, va asociada con calcopirita y con galena, pero menos frecuentemente con esta última, donde aparece a veces en su interior bajo la forma de pequeñas manchas irregulares.

Es reemplazada por la galena en alguna ocasión y reemplaza raramente a la galena, o aparece en los huecos situados en esta última. Su abundancia en las secciones estudiadas es de 38% respecto a la mineralización.

GALENA

En ciertas muestras de cuarzo de exudación va en rela

ción con calcopirita y blenda; en otras, se ha observado ausencia de galena.

Microscópicamente, se presenta: en "grandes" manchas, a veces con contornos "ameboides", aislada en el cuarzo o dis--
puesta integradamente en pequeños granos en el interior de -
la blenda y de la calcopirita; en fisuras en la pirita.

Su distribución porcentual es muy desigual, desde la/
ausencia total en muchos puntos, a su abundancia en otros. Co-
mo valor medio, podemos adoptar 35% respecto a la mena.

PIRITA

Al microscopio, la identificamos aislada en cubos per-
fectos, muy pequeños y escasos, dentro del cuarzo de exudación,
o bien en cubos perfectos de tamaño mayor y alterados frecuente-
mente en óxidos-hidróxidos de hierro, al interior de la calcopi-
rita.

Su abundancia en las preparaciones estudiadas es de -
3% respecto a la mena.

GALCOSINA, COVELLINA, ÓXIDOS-HIDRÓXIDOS DE HIERRO

Como alteración supergénica se ha apreciado la calco-
sina (0,3%) y la covellina (0,7%), a partir de la calcopirita y/
los óxidos-hidróxidos de hierro (1%), a partir de los sulfuros.

De estos datos podemos concluir que el orden de cris-
talización de la mineralización se ha dado según el diagrama de
la fig. 24, A. pág. 158.

IV - 3. REGION DE PARDOS

IV - 3.1. Situación

La tercera zona donde se ha estudiado el cuarzo de exudación ha sido hacia el S.E. del Zócalo, en la sierra de Pardos. Según JOSOPAIT (1972) en esta zona el horizonte D es también in diferenciado en su mayoría, llegando a distinguir en algunos puntos el D1. Los límites de este horizonte D indiferenciado son/ claros: La base limita con el horizonte C por medio de una cuar cita ferruginosa de unos 3 m. de potencia y marcada por el ba-- rranco de la Barranquilla; a techo con el Trias.

Una prospección del terreno y cartografía de los fil^o nes de exudación, nos llevó a distinguir dos zonas: A y B (Croquis del Mapa II ap) para el estudio de la región. Esta división nos viene dada por el plegamiento de los horizontes del zócalo/ en un gran anticlinal (JOSOPAIT 1972) que tiene su eje NNO-SSE, precisamente al S.E. de la Sierra de Pardos.

De estas dos ramas del anticlinal - tras las prospec-- ción del terreno - se prescindió de la curvada hacia Acered por la ausencia casi exclusiva de indicios minerales y facies propi^o cia mientras que limitábamos la comprendida entre Pardos, fuente de la Hiedra y Bco. de la Barranquilla para su estudio, ya - que los indicios en el cuarzo de exudación, las antiguas labo-- res en algunos puntos y la facies propicia de pizarras negras - arcillosas, hacían albergar esperanzas de encontrar de nuevo -- los factores indispensables para la concentración mineral, como lo hemos visto en las regiones anteriores.

En toda esta extensión el cuarzo de exudación es muy/ abundante, al igual que en el horizonte C. La facies predomi-- nante es pizarroso-areniscosa y los bancos cuarcítico-areniscosos

no se van con la potencia ni frecuencia que en las otras regiones; sin embargo, las intercalaciones de arenisca de 5-10 cm. - son mucho más frecuentes.

Respecto a los indicios minerales localizados en el horizonte D de la zona B, podemos decir lo siguiente:

En el área situada al S-SE y que comprende los puntos 2, 3, 4, 7 y 9 (Mapa II ap) se ha observado:

- dos antiguos pozos de explotación (puntos 2 y 4), de los que el 4 tiene una profundidad de 11 m. y un nivel de agua de 6,5 m.
- tres indicios muy débilmente mineralizados (puntos 3, 7 y 9), a veces con escombreras escasas.

En este área predomina el cuarzo de exudación con facies propicia; sin embargo, salvo en las escombreras del punto 4 - donde la calcopirita presenta a veces una ley buena, a escala de la muestra, - los otros indicios son poco importantes.

En el área localizada al N-NO y comprendiendo los puntos 21, 22, 35, 36, 58, 59 y 60 (Mapa II ap) se puede destacar:

- un antiguo pozo de explotación (punto 59) de 22,5 m. de profundidad con un nivel de agua de 21 m. y con escombreras medianamente representadas.
- seis indicios muy débilmente mineralizados (puntos 21, 22, 35, 36, 58 y 60), a veces con escombreras escasas.

Salvo en las escombreras del punto 59 -donde la calcopirita presenta, a veces, una ley buena a escala de la muestra- los otros indicios son poco importantes aunque en el área considerada predomina el cuarzo de exudación de facies propicia.

IV - 3.2. Estudio de las facies

Se han vuelto a distinguir una serie de facies que, en general, coinciden con las de "La Pedraza" y "Embú".

Sin embargo, aquí hay una mayor tendencia a la homogeneidad y la presencia de clorita se hace mucho más patente.

Nos hemos limitado casi exclusivamente al estudio o comprobación de la 3ª facies, arcilloso-carbonosa, por ser la que está en relación con el cuarzo de exudación y con la mineralización. No obstante en bastantes preparaciones de los puntos con indicios, hemos encontrado la facies 1ª; pizarra arcillosa/compacta (micropsammofilita) evolucionando a una pizarra areniscosa con textura bandeada; la 2ª alterna con la 1ª y que se refleja sobre todo en las intercalaciones abundantes que tienen lugar a lo largo del horizonte D indiferenciado.

Entre las pizarras de esta zona, reconocidas ampliamente a lo largo de los cinco Km recorridos en Pardos, se observan "pizarras" areniscosas duras, que resaltan en el terreno al ser más resistentes a la alteración.

La facies 3ª -que ha sido estudiada en múltiples preparaciones- se encuentra normalmente en los flancos de los filones con potencias variables (10-15 y hasta 50-100 cm.) y en el interior del filón como restos asimilados por el cuarzo de exudación.

IV - 3.3. Estudio detallado de las generaciones del cuarzo de exudación y de sus relaciones con la mineralización.

Las generaciones de cuarzo que hemos apreciado coinciden con las estudiadas en las regiones anteriores:

1. Fenocristales (1500 a 4000 μ). Son cristales con formas hipidiomorfas en los que, a veces, se aprecia la mineralización localizada hacia su periferia. No es raro tampoco ver fenocristales como impregnados de pequeñas vénulas o hilos de mineral que se introducen en el cristal desde el borde hacia el interior del mismo.

Sin embargo, en general, la escasa mineralización de este tipo de cuarzo aparece intergranular.

2. Cristales de tamaño medio (250-400 μ). Con heterogeneidad/ en el tamaño. Se identifican con los ya descritos anteriormente, distinguiendo: deformados, con alargamiento de uno de los ejes y muestras de deslizamiento entre ellos -siendo aquí muy abundantes (700x70 μ)- y "tritutados" que van juntamente o próximos a los anteriores y se caracterizan por albergar la mineralización intergranularmente. (lam. XVI)

Con frecuencia se aprecia la tendencia al paralelismo u orientación de los cristales deformados respecto a los restos de pizarra.

Esta generación está normalmente en relación con los vestigios pizarrosos por un lado -en contacto neto con cordones carbonosos o por medio de clorita- y con los fenocristales por otro.

3. Microcristales (o cristales de tamaño entre 50 y 80 μ). No es muy significativa esta generación y está sustituida con frecuencia -en su papel de intermediaria del contacto entre vestigios de pizarra y cuarzos medios triturados- por la clorita.

Esto no excluye, aunque sí limita, su presencia teniendo relación entre el contacto pizarra-cuarzo (fenocristales medios) y la mineralización.

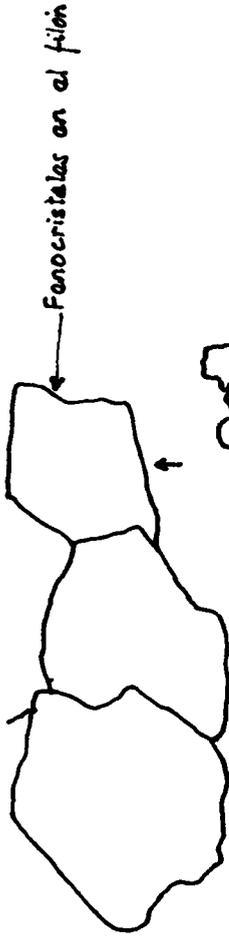


Macrosopica

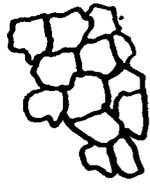
PARDOS

1 cm.

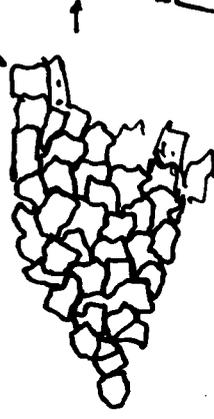
1.- Filón de cuarzo de evudación y pizarra negra arcillosa como en bracha (muestr. macroscópica.)



Fenocristales en el filón



Cuarzo triturado sin orientación (a veces con alar. gamientas o de. formaciones)



Materia carbonosa.



2. Cuarzo "triturado" con mineralización irregular, irregular abundante y e. mostrados este cuarzo al paso a al deformado por reabalamien. to.

Mineralización en relación con pizarra o cuarzo deformado o triturado.

10 μ.

3.- Se aprecia mejor el cuarzo deformado por tábala. miento y la mineralización que va en relación con el cuarzo medio "triturado" que se observa. tra en contacto con la pizarra. Esta se presenta con matriz compacta y con ausencia casi absoluta de cuarzo.

IV - 3.4. Datos geoquímicos

Como en las regiones anteriores, planteado el problema de la imposibilidad de realizar un estudio geoquímico detallado, se han efectuado perfiles para hallar el fondo y ciertas anomalías geoquímicas significativas en esta zona.

Se han implantado tres de 27, 26 y 29 estaciones respectivamente, cuya situación se puede apreciar en la figura 26.

IV - 3.4.1. Perfil I

Se encuentra en la parte más al Sur de la región estudiada, muy próximo a la charnela del anticlinal y no lejos de un antiguo pozo de explotación. Las estaciones en número de 26 se encuentran a unos 20-25 m. de distancia entre sí.

La descripción macroscópica de campo, juntamente con los datos geoquímicos en p.p.m. quedan recogidos en la tabla XXVI

Como se puede apreciar con este corte abarcamos todo el horizonte D indiferenciado y los valores medios obtenidos, en p.p.m, son (Tabla XXVIII)

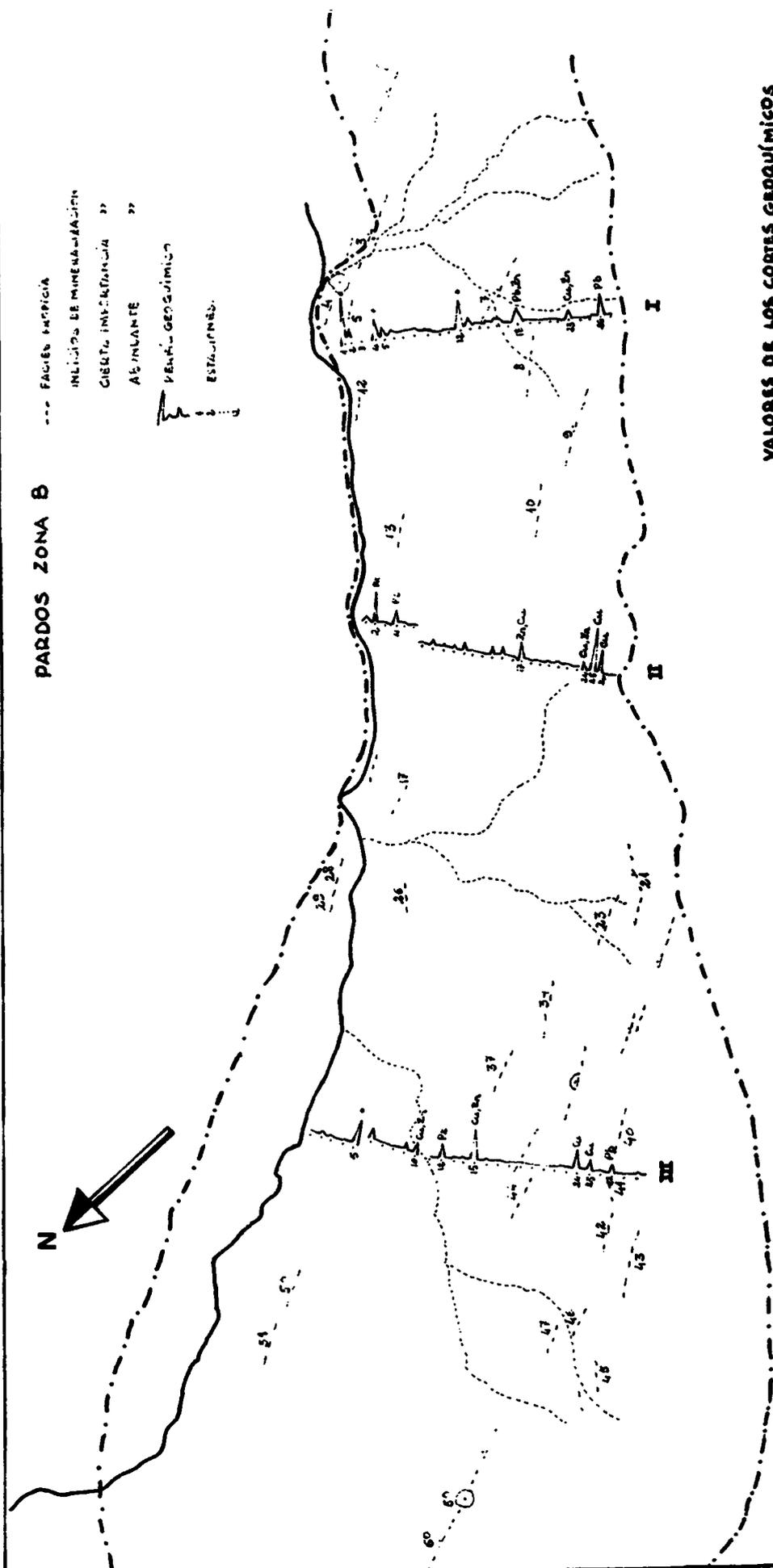
Pb: 28,4 - Ag: 0,3 - Cu: 29,9 - Zn: 93 - Sb: < 10 - Ba: 54.

Algunos valores significativos han sido observados respecto:

- al Pb en las estaciones: 1ª (183 ppm), 4ª (62 ppm), 12ª (123/ ppm), 18ª (59 ppm) y 26ª (101 ppm).
- al Cu en las estaciones: 1ª (321 ppm), 2ª (63 ppm), 12ª (60 - ppm), 16ª (59 ppm) y 23ª (56 ppm).
- al Zn en las estaciones: 1ª (781 ppm), 4ª (191 ppm), 12ª (209 ppm) y 23ª (205 ppm).
- al Ba en la 1ª estación (115 ppm).
- al Ag en la 1ª estación (0,8 ppm).

PARDOS ZONA B

- FACIES METAFÓSA
- INCLUIDOS DE MINERALIZACIÓN
- CIERTA INCLUIDANZA 27
- AS INCLANDE 27
- PERFIL GEOQUÍMICO
- ESTACIONES



VALORES DE LOS CORTES GEOQUÍMICOS

I		II		III	
Pb	Cu	Zn	Pb	Cu	Zn
2	105	36	140	1	188
4	51	26	138	2	68
17	18	48	164	4	63
34	38	41	141	5	41
45	8	3353	68	12	123
46	6	105	30	13	59
48	17	41	101	43	35
49	34	26	106	46	101

fig.-26

mue- stra	tipo de roca	color	efecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			com- pacto	en lajas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	Pizarra	gris verdosa	+	-	escaso	-	-	183	321	781	0.8		115
2	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	"	-	grano fino	44	63	161	0.3		79
3	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	"	-	"	-	-	-	-		-
4	Pizarra-arenisca	gris verdosa	+	-	"	presencia	intercalaciones areniscas	62	53	191	0.5		51
5	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	"	-	intercalaciones areniscas	41	41	136	0.4		57
6	Pizarra	gris oscura	+	-	"	-	grano fino	30	38	121	0.3		57
7	Pizarra	gris oscura	+	-	"	-	"	39	45	121	0.3		48
8	Pizarra	gris oscura	+	finas	"	-	"	39	52	123	0.2		42
9	Pizarra	gris oscura	+	finas	"	-	"	42	47	147	0.3		47
10	Pizarra	gris oscura	+	finas	"	-	"	31	38	125	0.1		54
11	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	mediano	-	-	26	46	143	0.4		35
12	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	"	-	-	123	60	209	0.4		66
13	Pizarra	gris verdosa	+	-	escaso	-	-	50	40	145	0.3		51
14	Pizarra	gris verdosa	+	-	escaso	-	-	26	40	99	0.3		54
15	Pizarra-arenisca	verdosa	+	-	-	presencia	se fragmenta en bloques	33	42	128	0.3		41
16	Pizarra-arenisca	gris verdosa	+	-	escaso	-	grano muy fino	38	59	64	0.3		44
17	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	-	-	dura fragmentándose en bloques	19	26	106	0.1		57
18	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	-	-	"	59	41	152	0.3		47
19	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	escaso	-	grano fino como la 2	24	38	119	0.1		53
20	Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso	-	grano fino como la 8	21	44	75	0.3		60
21	Pizarra	gris oscura	+	finas	"	-	"	17	29	92	0.4		48
22	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	-	-	dura fragmentándose en bloques	17	34	81	0.3		60
23	Pizarra-arenisca	gris clara	+	-	escaso	-	grano fino como la 2	33	56	205	0.4		31
24	Pizarra	gris oscura	+	-	"	-	grano fino como la 8	16	39	88	0.3		65
25	Pizarra-arenisca	gris oscura	+	-	"	-	-	14	6	35	0.4		97
26	Pizarra-arenisca	gris clara	+	finas	"	-	-	101	21	106	0.4		75
27	Pizarra-arenisca	gris clara	+	finas	"	-	-	17	41	40	0.3		73

mientras en el resto del perfil se aprecian pequeños picos refiriéndose:

- al Pb en la estación 13ª (50 ppm).
- al Cu en las estaciones: 4ª (53 ppm), 5ª (41 ppm), 7ª (45 ppm) 8ª (52 ppm), 9ª (47 ppm), 11ª (46 ppm), 13ª (40 ppm), 15ª (42 ppm), 18ª (41 ppm), 20ª (44 ppm) y 27ª (41 ppm).
- al Zn en las estaciones: 2ª (161 ppm), 5ª (136 ppm), 9ª (147 ppm), 11ª (143 ppm), 13ª (145 ppm), 15ª (128 ppm) y 19ª (152 ppm).
- al Ba en la 25ª estación (97 ppm).

Así existen por lo menos algunos horizontes portadores [1ª (Pb: 183 ppm, Cu: 321 ppm, Zn: 781 ppm, Ba: 115 ppm, - Ag: 0,8 ppm) - 2ª (Cu: 63 ppm) - 3ª (Pb: 62 ppm, Zn: 191 ppm) 12ª (Pb: 123 ppm, Zn: 209 ppm) - 16ª (Cu: 59 ppm.) - 18ª (Pb : 59 ppm) - 23ª (Cu: 56 ppm, Zn: 205 ppm) - 26ª (Pb: 101 ppm)] pudiendo repetirse algunos de ellos debido al plegamiento de las capas.

IV - 3.4.2. Perfil II

Está implantado a unos 700 m. al Norte del anterior, con 26 estaciones, a una distancia aproximada de unos 20 m. cada una.

La descripción macroscópica juntamente con los datos geoquímicos, aparecen en la tabla XXVI y los valores medios obtenidos (Tabla XXVIII) son:

Pb: 20,1 - Ag: 0,7 - Cu: 31,5 - Zn: 93,1 - Sb: 15,1 - Ba: 49.

Algunos valores significativos han sido observados respecto:

- al Pb en las estaciones: 2ª (105 ppm), 3ª (51 ppm) y 23ª (38 ppm).
- al Cu en las estaciones: 24ª (2332 ppm) y 25ª (105 ppm).

Tabla xxvii

Descripción macroscópica (PERFIL II de PARDOS (PROV. ZARAGOZA))

mue- tra	tipo de roca	color	especto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacto	en lajas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	pisarra	negra-azulada	+	finas	medio		se fragmenta en bloques	42	102	0.7	32	43	
2	pisarra-arenic.	gris verdosa	+	finas	escaso			36	140	0.7	20	26	
2bis	" "	negra-azulada	+	finas	medio			36	85	0.6	16	43	
3	pisarra	negra-azulada	+	finas	abundante			36	138	0.7	16	46	
4	pisarra-arenicosa	gris oscura	+	-	medio		disminuye el contenido en cuarzo	26	112	0.6	16	34	
5	pisarra	negra-azulada	+	finas	medio		tiene cuarzo de oxidación	41	103	0.7	16	53	
6	pisarra	negra-azulada	+	finas	abundante			36	130	0.7	16	47	
7	pisarra	negra-azulada	+	finas	abundante		semejante a la atación &	47	103	0.7	14	47	
8	pisarra	negra-azulada	+	finas	escaso		grano fino	44	106	0.8	16	49	
9	pisarra	negra-azulada	+	finas	medio		fragmentación en "barritas"	47	110	0.8	16	62	
10	pisarra	gris verdosa	+	finas	abundante		algo arenicosa	51	109	1.0	18	60	
11	pisarra	negra-azulada	+	finas	escaso		como la 9 fragmenta en "barritas"	33	83	0.7	16	59	
12	pisarra	negra-azulada	+	finas	medio			32	103	0.8	16	46	
13	pisarra	negra-azulada	+	finas	escaso			37	89	0.7	14	51	
14	pisarra-arenicosa	verdosa	+	-	abundante			47	114	0.8	16	51	
15	pisarra-arenicosa	gris verdosa	+	-	escaso			40	87	0.7	14	62	
16	pisarra-arenicosa	negra-azulada	+	finas	medio			48	154	0.7	16	46	
17	pisarra	gris verdosa	+	finas	escaso		algo arenicosa	37	117	0.8	12	46	
18	pisarra	negra-azulada	+	finas	medio			40	122	0.8	12	38	
19	pisarra	negra-azulada	+	muuy finas	escaso			42	141	0.8	14	65	
20	pisarra	gris verdosa	+	-	" "			20	131	0.8	18	29	
21	pisarra	negra-azulada	+	finas	" "			30	73	0.6	14	59	
22	pisarra	negra-azulada	+	finas	" "		fragmentación en "barritas"	39	112	0.6	16	66	
23	pisarra	gris verdosa	+	finas	" "			41	141	0.7	16	44	
24	pisarra-arenicosa	negra-azulada	+	-	" "		dura; fragmenta en bloques; cuarzo de oxidación con calcopirita.	8	2352	4.1	18	49	
25	pisarra-arenicosa	verdosa	+	-	abundante	presencia	se fragmenta en bloques	6	105	0.5	12	51	
26	pisarra	gris verdosa	+	-	medio			11	33	0.5	10	51	

- al Sb: en la 1ª estación (32 ppm).

mientras en el resto del perfil se aprecian pequeños picos y referidos a:

- la Ag. en las estaciones 10ª (1,0 ppm) y 24ª (1,1 ppm).

- al Cu en las estaciones: 1ª (42 ppm), 5ª (41 ppm), 7ª (47 ppm) 8ª (44 ppm), 9ª (47 ppm), 10ª (51 ppm), 14ª (47 ppm), 15ª (40 ppm), 16ª (48 ppm), 18ª (40 ppm), 19ª (42 ppm) y 23ª (41 ppm)

- al Zn en las estaciones: 2ª (140 ppm), 3ª (138 ppm), 6ª (130/ ppm), 16ª (154 ppm), 19ª (141 ppm), 20ª (131 ppm) y 23ª (141/ ppm).

- al Sb en la 2ª estación (20 ppm).

Así existen por lo menos algunos horizontes portadores: [1ª (Sb: 32 ppm) - 2ª (Pb: 105 ppm) - 3ª (Pb: 51 ppm) - / 23ª (Pb: 38 ppm) - 24ª (Pb: 2332 ppm) - 25ª (Cu: 105 ppm)], pudiendo repetirse algunos de ellos debido al plegamiento de las capas.

IV - 3.4.3. Perfil III

Está implantado a unos 800 m. al Norte del segundo, - con 29 estaciones situadas a unos 25 m. cada una.

La descripción macroscópica y los fondos geoquímicos/ vienen dados en la tabla XXIX y los valores medios (en ppm) - (Tabla XXVIII) son:

Pb: 19,9 - Ag: 0,7 - Cu: 33,7 - Zn: 95,5 - Sb: 14,7 - Ba: 62.

Algunos valores significativos han sido observados respecto:

- Al Pb en las estaciones: 5ª (42 ppm) y 12ª (40 ppm).

- Al Cu en la 15ª estación (67 ppm).

- Al Ba en la 13ª estación (144 ppm).

TABLE XXXIII. Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en ppm) en las pizarras de la región de "Pardos" - Documento de síntesis (perfiles I, II y III).

Elementos		P E R F I L S		
		I	II	III
Pb	Valor medio	28,4	20,1	19,9
	Límites inferior y superior	14-44	6-33	7-31
	Anomalías	50,59,62,101,123,183	38,51,105	34,34,34,40,42
Ag	Valor medio	0,3	0,7	0,7
	Límites inferior y superior	0.1-0.5	0.5-0.6	0.5-0.9
	Anomalías	0.8	1-1.1	-
Cu	Valor medio	29,9	31,5	33,7
	Límites inferior y superior	6-39	11-39	3-39,5
	Anomalías	40,40,41,41,41,42,44,45,46,47,52,53,56,59,60,63,321	40,40,41,41,42,42,44,47,47,47,48,51,105,2332.	40,40,41,42,42,42,51,51,67.
Zn	Valor medio	93	93,1	95,5
	Límites inferior y superior.	35-125	30-122	34-120
	Anomalías	128,136,143,145,147,152,161,191,205,209,781	130,131,138,140,141,141,154	126,135,157
Sb	Valor medio		15,1	14,7
	Límites inferior y superior	<10	10-18	10-18
	Anomalías		20,32	20
Ba	Valor medio	54	49	62,4
	Límites inferior y superior	31-79	26-66	41-87
	Anomalías	97,115	-	104,144

Tabla XXIX Descripción macroscópica (PERFIL III de PARDOS (PROV. ZARAGOZA))

mue- stra	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	ANÁLISIS GEOQUÍMICO					
			compacta	en lascas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
1	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso		con mucho manganeso y grano muy fino	22.5	4.2	100	0.6	12	47
2	Pizarra	gris verdosa	+	finas	medio		con manganeso	30	3.7	118	0.7	16	44
3	Pizarra	"	+	finas	"		bastante alterada	2.1	3.7	107	0.8	14	62
4	Pizarra	"	+	finas	"		semejante a la 2	2.7	3.6	92	0.7	16	60
5	Pizarra arenisca	gris oscura	+	"	escaso		Dura.	4.2	5.1	135	0.8	20	73
6	Pizarra	negra-azulada	+	"	"		se fragmenta en "barras"	2.7	4.0	120	0.7	18	60
7	Pizarra	"	+	"	"		"	2.5	39.5	101	0.7	16	54
8	Pizarra	"	+	"	"		"	3.4	5.5	92	0.7	14	41
9	Pizarra	"	+	"	"		"	2.1	4.2	106	0.8	16	51
10	Pizarra	"	+	"	"		"	1.9	4.2	126	0.7	16	43
11	Pizarra	gris verdosa	+	-	"		grano un poco mayor que 6	3.4	3.2	103	0.7	14	66
12	Pizarra	"	+	-	"		-	4.0	3.8	104	0.7	14	81
13	Pizarra	"	+	-	"		algo arenisca	3.1	3.9	105	0.7	14	144
14	Pizarra	"	+	-	"		"	1.6	2.3	87	0.6	12	46
15	Pizarra	"	+	finas	medio		semejante a la 2	1.7	6.7	167	0.9	16	53
16	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso		se fragmenta en "barras"	1.8	3.7	105	0.6	12	62
17	Pizarra	"	+	"	escaso		"	1.4	3.8	104	0.7	10	66
18	Pizarra	"	+	"	"		"	2.5	4.0	101	0.7	18	68
19	Pizarra	gris verdosa	+	"	"		con manganeso	1.5	5.8	99	0.7	18	84
20	Pizarra	"	+	"	"		algo arenisca	2.1	3.9	104	0.7	16	66
21	Pizarra	"	+	"	medio		presencia de manganeso	1.0	3.2	58	0.7	16	76
22	Pizarra	verdosa	+	"	escaso		"	7	2.7	47	0.6	12	66
23	Pizarra	"	+	"	"		"	7	3	34	0.6	14	69
24	Pizarra	"	+	"	"		"	2.7	5.1	100	0.8	18	69
25	Pizarra	negra-azulada	+	"	medio		se fragmenta en "barras" (6)	1.7	4.1	101	0.7	18	104
26	Pizarra arenisca	verdosa	+	finas	abundante	presencia	"	2.9	3.4	96	0.6	16	57
27	Pizarra	negra-azulada	+	"	escaso		se fragmenta en "barras" (6)	3.4	3.8	106	0.6	12	87
28	Pizarra	verdosa	+	"	escaso		como la 22.	1.3	3.7	96	0.5	12	73
29	Pizarra arenisca	gris verdosa	+	-	muy abundante		-	1.8	3.4	98	0.6	12	63

mientras en el resto del perfil se aprecian pequeños picos refiriéndose:

- Al Pb en las estaciones: 8^a (34 ppm), 11^a (34 ppm) y 27^a (34/ ppm).
- Al Cu en las estaciones: 1^a (42 ppm), 5^a (51 ppm), 6^a (40 ppm) 9^a (42 ppm), 10^a (42 ppm), 18^a (40 ppm), 24^a (51 ppm) y 25^a - (41 ppm).
- Al Zn en las estaciones: 5^a (135 ppm), 10^a (126 ppm) y 15^a (157 ppm).
- Al Sb en la 5^a (20 ppm) estación.
- Al Ba en la 25^a estación (144 ppm).

Cómo en los perfiles I y II existen también algunos horizontes portadores [5^a (Pb: 42 ppm) - 12^a (Pb: 40 ppm) - 13^a (Ba: 144 ppm) - 15^a (Cu: 67 ppm)], pudiendo alguno de ellos repetirse debido al plegamiento de las capas.

Considerando el conjunto de los tres perfiles, se pueden destacar las conclusiones siguientes:

- Al N.O. del punto 4 (Mapa II, B ap) es donde se observan las anomalías geoquímicas más "elevadas" para el Pb (183 ppm) y el Zn (781 ppm), no solamente en el perfil I, sino en toda la zona B.
- Los indicios minerales 3 y 4 (Mapa II, B ap) parecen integrarse al Norte en una estrecha franja algo discontinua, que presenta un cierto contenido en:

Zn: 120 - 191 (781) ppm entre los perfiles I y III.
Pb: 42 - 105 (183) ppm entre los perfiles I y III.
Cu: 40 - 51 ppm. en el perfil III y 41-63 (321) ppm en el I.
- Los indicios minerales 7 y 9 (Mapa II, B ap) parecen estar más o/

menos relacionados con dos estrechas franjas discontinuas indicando una cierta ley en cobre, cinc y plomo.

La franja localizada al N.E. se caracteriza por:

Cu: 41-67 ppm. }
Zn: 152-157 ppm. } Entre los perfiles I y III.

In la franja situada al S.O. aparecen los valores siguientes.

Cu: 41 - 105 (2332) ppm. entre los perfiles I y III.

Zn: 141 - 205 ppm. entre los perfiles I y II.

Pb: 34 - 101 ppm. entre los perfiles I y III.

IV - 3.5. Estudio de la mineralización asociada al cuarzo de exudación.

La utilización del microscopio mineralográfico, nos ha permitido establecer la paragénesis de minerales asociados al cuarzo de exudación, así como su orden de cristalización.

CALCOPIRITA

Se encuentra con frecuencia sola en el cuarzo de exudación, presentándose en pequeñas y numerosas manchas intergranulares o bien localizada en fisuras, donde puede alcanzar un tamaño algo mayor. Además, la calcopirita:

- aparece en pequeñas manchas en el seno de la galena y en vetas que se introducen en la blenda.
- rodea y reemplaza a la blenda.
- engloba cubos perfectos de pirita o rellena las fisuras de este sulfuro.

Y no es raro observar el fenómeno de exsolución de calcopirita/ en blenda.

Su abundancia en las preparaciones estudiadas es del orden de 47,6' respecto a la mena.

BLENDA

Se presenta generalmente en manchas bien desarrolladas o, a veces, en pequeños glóbulos en el seno de la galena. Es reemplazada por calcopirita-galena y su abundancia en las preparaciones estudiadas es del 42' respecto a la mineralización.

GALENA

Atenaza y reemplaza a la blenda y a la calcopirita; - también se encuentra en manchas de diferentes tamaños, con textura "ameboide" en el seno de ambas. La exfoliación según (111) suele estar bien representada. Su abundancia en las preparaciones estudiadas es del 8,1'.

PIRITA

Se presenta en el cuarzo de exudación en cubos perfectos, pequeños y escasos, o con aspecto "filiforme" en torno a los contornos de los granos o rellenando fisuras.

Aparece también con formas alargadas y bien desarrolladas por los bordes de la calcopirita, y más frecuentemente como pequeños cubos perfectos o granos irregulares, más o menos limonitizados, en su interior. Su abundancia en las preparaciones/ estudiadas se reduce al 0,1%' respecto a la mena.

MARCASITA

Aparece en granos irregulares y aislados en el cuarzo de exudación; en cordones alargados adheridos a los cristales de calcopirita y galena; en los huecos de la calcopirita, asociada al cuarzo de exudación. Su abundancia en las preparaciones/ estudiadas solo llega al 0,7%.

CALCOSINA, COVELLINA, ÓXIDOS-HIDRÓXIDOS DE HIERRO

Los óxidos-hidróxidos de hierro se presentan, a veces, con relativa abundancia (1,5%) en relación con la calcopirita, ésta última se altera raramente a calcosina (+)-covellina (++).

En resumen, el orden de cristalización y el tanto por ciento de los diferentes minerales constitutivos se encuentran/ en la fig. 24, C pág. 153.

IV - 4. DATOS GEOQUÍMICOS REFERIDOS A ALGUNAS PIZARRAS DE LOS HORIZONTES ESTRATIGRAFICOS A, B Y C DE LOS ALREDEDORES DE CABABANTES-ALANEDA Y RELACIONADAS CON EL FENOMENO DE EXUDACION DEL CUARZO.

Como ya hemos dicho al principio de este estudio, el fenómeno de exudación del cuarzo se manifiesta en todos los horizontes (A, B, C, D) de la Serie Ibérica; sin embargo, el horizonte D es el más interesante por los indicios minerales que presenta.

Sentado esto, queremos -reconociendo lo amplio de este estudio y lo que queda por hacer en él- tener una primera idea de los fondos geoquímicos y de la presencia o ausencia de horizontes portadores dentro de algunas pizarras de los horizon

tes estratigráficos A, B, C para poder luego establecer, en las conclusiones, una comparación con los resultados obtenidos en el horizonte D de La Alameda, Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos.

Para ésto, siguiendo la estratigrafía regional establecida por SCHMITZ (1971), hemos implantado en la parte Norte, [entre los términos de La Alameda, Carabantes y Deza (Soria)] tres perfiles cubriendo parcialmente cada uno de los horizontes A, B y C. (Cfr. fig. 25, A pág. 163).

IV - 4.1. Horizonte A.

En el capítulo primero, hemos hecho mención a una prospección realizada en una parte del horizonte A a lo largo de 3 km. siguiendo el arroyo Vegas y río Caraban desde el sur de Carabantes. Se caracteriza esta región por crestones de arenisca y cuarcita entre pizarras areniscosas verde-parduscas. En los crestones de cuarcita y arenisca se aprecian "filones" de cuarzo de exudación con manchas de malaquita y azurita, a veces, -- granos de calcopirita.

En este marco se ha implantado el perfil A sobre la margen izquierda del arroyo tomando las estaciones de abajo hacia arriba estratigráficamente. La distancia media es de unos 20 metros, si bien entre la 6ª y 10ª solo median unos 35 a 40 m. en total.

Se han tomado diez estaciones y su estudio lo hemos reducido a una descripción macroscópica de las mismas y a unos análisis geoquímicos. (Tabla XXX').

Dentro de las muestras recogidas debemos distinguir -

Tabla XXX

Descripción macroscópica (PERFIL en el horizonte A (SUR CARABANTES))

mue- tra	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			completa	en láminas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Ba
A-I 1	Pizarra arenisca	verdosa-clara	+	finas	escaso	presencia		16	21.4	111.1	0.7	10	10
2	Pizarra arenisca	verdosa muy clara	+	finas	escaso	presencia	disminuye la granica respecto a la 1s.	9.1	35.5	113.3	0.6	9	28
3	Pizarra arenisca	verdosa-clara	+	finas	escaso	presencia	como la 1.	8.2	28.0	139.7	0.6	10	31
4	Pizarra	verdosa muy clara	+	muy finas	escaso	presencia	suave al tacto	7.0	4.9	93.5	0.7	9	35
5	Pizarra arenisca	verdosa	+	finas	medio	presencia		6.3	2.6	62.7	0.6	13	39
A-II 6	Pizarra	verde-blancuquina	+		muy escaso	no se aprecia	algo arenisca con cuarzo de arredador	4.1	90.6	9.9	0.3	6	33
7	Pizarra	verde-blancuquina	+	finas	"	marcada	" " " grano muy fino	5.2	90.5	12.1	0.4	3	29
8	Pizarra	verde-blancuquina	+	finas	"	"	restos de cuarzo de arredador.	4.0	87.7	132.0	0.3	7	19
9	Pizarra	verde-blancuquina	+	finas	"	"		5.6	1600.0	8.8	0.4	9	15
10	Pizarra	verde-blancuquina	+	finas	"	"	" grano muy fino "	42.7	763.4	8.8	0.4	11	19

dos tipos de pizarras:

- pizarras areniscosas, de color gris verdoso, correspondiendo a las 5 primeras estaciones A (I), Tablas XXX y XXXIII
- pizarras de grano muy fino y color blanquecino con un ligero tinte verdoso, donde se sitúan las 5 últimas A (I'), Tablas XXX y XXXIII. Desgraciadamente estas pizarras han sufrido una fuerte contaminación debida a la presencia, en su interior, de vetas de cuarzo de exudación ligeramente mineralizado, no pudiéndose sacar por lo tanto, ninguna conclusión geoquímica.

En cuanto a los datos recogidos en la primera parte del perfil, los fondos (en p.p.m.) que hemos obtenido para las pizarras del primer tipo, son los siguientes:

Pb: 9,3 - Ag: 0,64 - Cu: 18,5 - Zn: 95,2 - Sb: 10,2 - Ba: 29,4
y el único pequeño pico que se aprecia corresponde al Zn en la 3ª estación (139,7 p.p.m.).

IV - 4.2. Horizonte B

Se ha situado el perfil frente al Pedroso, al S.E. de La Alameda y al N. del Barranco de las Cañadas.

Se caracteriza esta región por pizarras areniscosas negras grisáceas, que se alteran dando tonos verdes parduzcos oscuros. La mica es relativamente abundante, y al quedar orientada, marca una cierta estratificación. Se presenta en lajas finas, y a veces, la pizarrosidad secundaria origina la fracturación en "barritas". Junto a esta pizarra, no muy abundante, se encuentran las cuarcitas de Barrera, caracterizadas por un color rojizo-ferroso y con algunas vetas de cuarzo, este último, hacia el contacto del horizonte C, se manifiesta en filones abundantes, con potencias de 1,5 a 2 m., sin mineralización.

Se han tomado 3 muestras en el perfil separadas de 15 a 20 m., siguiendo la numeración, de abajo a arriba, según la estratigrafía (Tabla XXXI).

Los valores medios obtenidos (en p.p.m.) Tabla XXXIII son los siguientes:

Tabla XXXI Descripción macroscópica (PERFIL en el horizonte B (frontera "Pedrosa"))

mue- stra	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacta	en lájas				Pb	Cu	Zn	Ag	Sb	Be
1	Pizarra areniscosa	gris oscura	+	finas	medio	presencia		15.1	9.4	113.3	0.6	8	59
2	Pizarra	negro-azulado	+	finas	medio	presencia	algo arenisca	23.9	29.3	114.4	0.7	8	41
3	Pizarra areniscosa	verdosa	-	finas	abundante	marcada	finas y regulares vifor- calaciones areniscas	18.6	20.2	104.5	0.5	6	48
4	Pizarra areniscosa	verdosa oscura	-	finas	escaso	presencia		15.2	3.3	133.1	0.8	10	94
5	Pizarra areniscosa	verdosa oscura	-	finas	escaso	"		14.3	57.8	104.5	0.7	10	81
6	Pizarra	gris oscura	-	finas	muy abundante	"		35.7	27.7	130.9	0.8	8	39
7	Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso	"	se fragmenta en "barras"	29.3	39.3	91.3	0.7	12	56
7	Pizarra	gris oscura	+	finas	escaso	"	se fragmenta en "barras"	13.2	24.5	48.4	0.5	14	31
(4) 7	7' están sobre la misma horizontal que respecto a la capa que se les tomó, encontrándose desplazadas unas veinte metros.												

Pb: 18,6 - Ag: 0,7 - Cu: 24 - Zn: 96 - Sb: 9,5 - Ba: 56,1.

Se han observados valores significativos para el Pb - en la 6ª estación (35,7 ppm) y para el Cu en la 5ª (57,8 ppm),/ mientras que en el resto del perfil sólo se aprecian pequeños - picos para el Cu en la 7ª estación y para el Zn en la 4ª (133,1 ppm) y en la 6ª (130,9 ppm).

IV - 4.3. Horizonte C

Se ha situado el perfil, compuesto de 10 estaciones dis tantes unos 20 m. al E. de La Alameda antes de la confluencia del Arroyo del Valle con la canada del Hocinar. Se caracteriza aquí el horizonte C por unas pizarras areniscosas bastante hom gúneas, de color negro a verde oscuro o grisáceo cuando se en-- cuentran alteradas. Su contenido en mica es de escaso a medio. Se presentan en lajas fijas o en barritas. En esta zona el cuarzo de exudación se aprecia disperso en pequeñas vetas y sólo en la prolongación lateral de las estaciones 4 y 5 se ha visto un filón de cuarzo de unos 30 a 35 cm. que ha sido reconocido con una calicata. La descripción macroscópica y datos geoquímicos que dan recogidos en la Tabla XXXII.

Los valores medios obtenidos (Tabla XXXIII) son:

Pb: 17,4 - Ag: 0,6 - Cu: 33,1 - Zn: 88,6 - Sb: 7,4 Ba: 29,1.

se ha observado un valor significativo para el Zn en la 8ª es tación (205,7 ppm), mientras que en el resto del perfil se apre cian solamente dos pequeños picos correspondientes al Cu en la/ 4ª estación (44,3 ppm) y al Zn en la 5ª (132 ppm).

Así, comparando los resultados obtenidos en los hori- zontes B y C, se puede decir que existen algunos horizontes por tadores con una cierta riqueza en Pb-Cu y Zn, respectivamente.

Tabla XXXII Descripción macroscópica (PERFIL en el horizonte C (S.E de ALAMEDA))

mue- stra	tipo de roca	color	aspecto		contenido en mica	estratificación	observaciones	DATOS GEOQUÍMICOS					
			compacto	en láminas				Pb	Cu	Zn	Mg	St	Ba
1	Pizarra areniscosa	gris oscura	+	finas	escaso			16.3	27.3	79.2	0.6	7	34
2	Pizarra	gris verdosa	+	finas	escaso	presencia		10	36.3	81.4	0.6	6	48
3	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	"	grano muy fino	9.5	25.7	61.6	0.6	6	25
4	Pizarra	verdosa-oscuro	+	finas	escaso	"		20.8	44.3	64.9	0.6	10	34
5	Pizarra	verdosa-oscuro	+	finas	escaso	"		21.7	34	132.0	0.6	6	19
6	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	"		13.2	33.6	93.5	0.5	5	33
7	Pizarra	negra-azulada	+	finas	escaso	"	se fragmenta en "bomas"	26.9	36.5	108.9	0.7	12	23
8	Pizarra areniscosa	gris oscura	+	finas	medio	"		14	55.0	205.7	0.6	7	21
9	Pizarra areniscosa	gris oscura	+	finas	medio	"	como la 8	16.5	37.0	105.6	0.5	9	26
10	Pizarra areniscosa	gris oscura	+	finas	medio	"	"	25.3	32.3	113.3	0.7	6	28

TABLA XXXIII Distribución de los elementos Pb, Ag, Cu, Zn, Sb y Ba (en ppm) en algunas pizarras de los horizontes estratigráficos A, B, y C en los alrededores de la Alameda - Documento de síntesis (Perfiles A_I, A_{II}, B y C)

Elementos		A _I	A _{II}	B	C
Pb	Valor medio	9,3	4,7	18,6	17,4
	Límites inferior y superior	6,3-16	4-5,6	13,2-29,8	9,5-26,9
	Anomalías	-	42,7	35,7	-
Ag	Valor medio	0,6	0,4	0,7	0,6
	Límites inferior y superior	0,6-0,7	0,3-0,4	0,5-0,8	0,5-0,7
	Anomalías	-	-	-	-
Cu	Valor medio	18,5	89,6	24	33,1
	Límites inferior y superior	2,6-35,5	87,7-90,6	9,4-33	25,7-37
	Anomalías	-	763,4-1600	39,3-57,8	44,3
Zn	Valor medio	95,2	9,9	96	88,6
	Límites inferior y superior	62,7-113,3	8,8-12,1	48,4-114,4	61,6-113,3
	Anomalías	139,7	132	130,9-133,1	132-205,7
Sb	Valor medio	10,2	7,2	9,5	7,4
	Límites inferior y superior	9-13	3-11	6-14	5-12
	Anomalías	-	-	-	-
	Valor medio	29,4	22,2	56,1	29,1
	Límites inferior y superior	10-39	15-33	31-94	19-48
	Anomalías	-	-	-	-

IV - 5. CONCLUSIONES

IV - 5.1. Facies - Paleogeografía ± Geoquímica - Mineralización

- 1º. La facies propicia para la preconcentración de la mineralización y el desarrollo del fenómeno de exudación con ella/relacionado, consiste en una micropsammofilita rica en materia orgánica.

- 2º. a) En La Pedraza, los horizontes portadores, caracterizados por anomalías geoquímicas significativas, son poco numerosos, de potencia relativamente reducida y discontinuos. Se localizan en pequeñas cuencas, dentro de los biseles de sedimentación existentes en los alrededores de un altafondo materializado por depósitos francamente areniscosos.

- b) En Embid de Ariza y Pardos, se confirma, como en La Pedraza, la débil extensión longitudinal de los horizontes portadores.

- 3º. Examinando el valor medio del fondo geoquímico y la riqueza relativa ("Anomalía"/valor medio) de los horizontes portadores en las pizarras de las diferentes regiones consideradas, se puede deducir lo siguiente: (Tablas XXXIV y XXXV)
 - a) Pb: Los valores medios más elevados de Pb se observan/ principalmente en Pardos y, a veces, en Embid, mientras que el más bajo se presenta en el horizonte A. Los horizontes portadores relativamente ricos en Pb aparecen no solamente en Pardos y Embid, sino también en La Pedraza y, a veces, en el horizonte B; sin embargo, los más ricos se sitúan en La Pedraza y Pardos.

TABLA XXXIV-IMPORTANCIA DE LA RAZON "ANOMALIA" (riqueza relativa del horizonte portador) EN LAS PIZARRAS DE LOS LUGARES ESTUDIADOS VALDR MEDIO

Horizontes estratigráficos	D indiferenciado										D2 - D3			D2			D indiferenciado			A		B		C	
	LA ALAMEDA					EMBIÓ DE ARIZA					BUBIERCA (La PEDRAZA)			PARDOS			CARABANTES			S.E. ALAMEDA		S.E. ALAMEDA			
	I-II (7)*	III (11)	IV (7)	V (4)	VI (4)	I (12)	I' (5)	II (14)	I (20)	I' (6)	II' (5)	III (11)	I (26)	II (26)	III (29)	A1 (5)	A2 (5)	B (8)	C (10)	S.E. ALAMEDA	S.E. ALAMEDA				
Pb	38.3 (1) ^{***}							49.0 (1)	3.8 (1)		6.8 (1)	6.4 (1); 4.3 (1)	5.2 (1)												
	4.7 (1)	2.3 (1)				2.9 (4)	2.9 (1)	4.9 (1)				8.5 (1)	2.5 (1); 1.8 (1)												
Ag	2.3 (1)					2.7 (1)	2.4 (1)	4.7 (2)				4.7													
Cu	4.4 (1)																								
	1.2 (1)	1.3 (1)	1.2 (1)			1.8 (4)	1.5 (1)	11.0 (1)	4.3 (1)		2.1 (1)	10.7 (1)	3.5 (1)												
Zn	1.8 (1)					1.4 (1)	1.1 (1)	2.0 (1)	1.6 (1)	4.2 (1)	4.3 (1)	1.9 (1); 1.8 (1)	1.6 (1); 1.5 (1)												
	1.6 (2)	4.2 (2)	4.2 (1)	4.4 (1)		1.6 (1)	1.3 (2)	4.3 (1)	4.6 (1)	4.2 (1)	1.2 (1)	1.7 (2); 1.5 (1)	1.4 (1); 1.3 (1)	1.9 (1)	1.6 (1)	1.5 (1)	1.4 (1)	1.3 (1)							
Sb	1.3 (1)																								
	1.6 (2)	4.2 (1)	4.2 (1)	4.1 (1)		1.6 (1)	1.3 (2)	2.2 (1)	3.6 (1)	9.0 (1)		8.3 (1)													
Ba	4.4 (1)																								
		4.2 (2)	4.2 (1)	4.2 (1)	4.2 (1)	2.0 (2)	4.6 (1)	1.8 (1)	1.5 (1)	4.2 (1)		2.1 (1)	2.1 (1)	2.4 (1)	1.6 (2)	1.5 (1)	1.4 (1)	1.3 (1)							

* () Número total de estaciones (en las pizarras)
 ** () Número de estaciones presentando esta razón.
 *** (A II Cor. A) indicamos las pizarras de la parte superior de este perfil (estaciones 6 a 10) en las que no consideramos ningún valor por haber sufrido una fuerte contaminación debido a vetas de cuarzo de oxidación.

b) Ag: Los valores medios más elevados en Ag se presentan en Pardos y Embid, mientras que los valores más bajos/ se dan en La Pedraza; en los horizontes A, B y C los valores son relativamente elevados; los horizontes portadores relativamente ricos en Ag se localizan en Pardos.

c) Cu: Para el Cu los valores medios más elevados aparecen en Embid, Pardos y en el horizonte C, mientras el/ más bajo está en el horizonte B. Los horizontes portadores relativamente ricos en Cu se observan en Embid,/ La Pedraza, Pardos y en el horizonte B, pero los más "ricos" los hemos encontrado en La Pedraza y Pardos.

Hay que anotar -y tendremos oportunidad de subrayar este punto importante en las conclusiones generales- que en el horizonte B, a pesar de su bajo valor medio en Cu se presentan horizontes portadores relativamente ricos en este elemento, puesto que su coeficiente de enriquecimiento respecto al fondo geoquímico regional, es elevado; esta es la razón de que preconcentraciones locales en Cu (no necesariamente con una ley alta), se hayan observado en el horizonte estratigráfico B.

d) Zn: En Embid, Pardos y en los horizontes A y B, es donde observamos los valores medios más elevados para el/ Zn; sin embargo, los horizontes portadores, relativamente ricos, se encuentran sobre todo, en la Pedraza,/ Pardos y localmente, en el horizonte C.

e) Sb: Los valores medios más altos en Sb aparecen en Par

TABLA XXXV .- Abundancia relativa de los diferentes elementos (Pb, Ag, Cu, Zn, Sb, Ba) en las pizarras de las diferentes regiones estudiadas.

Elementos		Pb	Ag	Cu	Zn	Sb	Ba
Horizontes estratigráficos.	Lugares						
D	ALAMEDA	+ + +	((+))	(+)	+	((+))	((+))
	EMBLD	.	+	+	+	+	((+))
	FEDICAZA	+ +	+	+ +	+ +	+	((+))
	PARDOS	+ +	((+))	+ +	+ +	((+))	((+))
C	ESTE ALAMEDA	+	+	(+)	.		
B	SURESTE ALAMEDA	+	+	.	(+)		
A	SIN CARBATES	.	.	.	(+)		

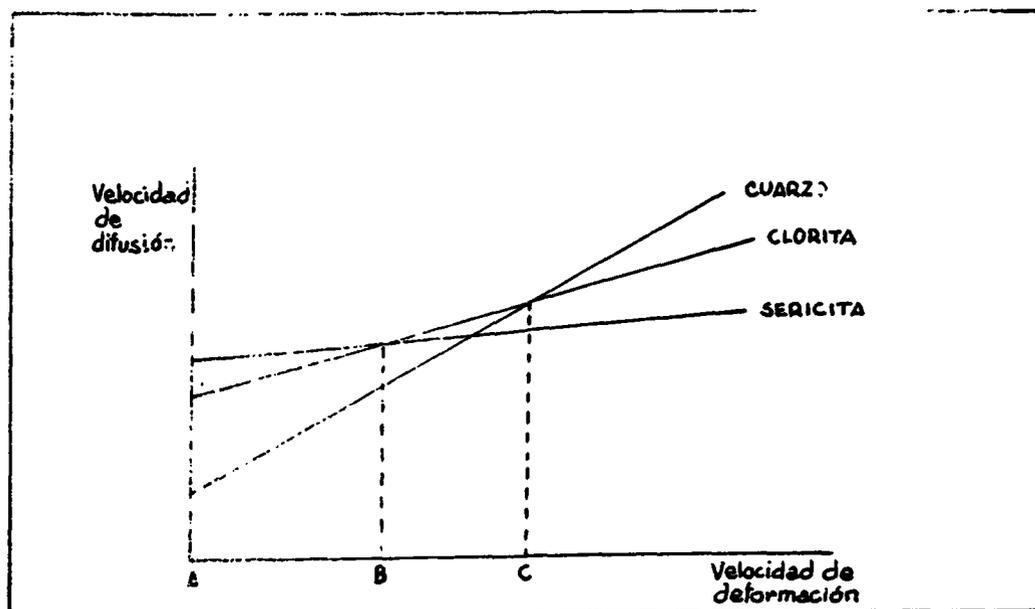


Fig.-27. Diagrama representando las velocidades de difusión de los diferentes constituyentes de las vetas en función del tamaño de la fisura, es decir en función en la velocidad de deformación (MICHOT, J., 1958)

dos y Embid; sin embargo, los únicos horizontes portadores relativamente ricos, se encuentran en Pardos.

- f) Ba: Sus valores medios más altos se han detectado en La Pedraza y los más bajos en los horizontes A y C; sin embargo, aparecen horizontes portadores, relativamente ricos, no solamente en La Pedraza, sino en Embid y Pardos.

En resumen, podemos deducir lo siguiente (Tablas XXXIV y XXXV).

- 1º. El horizonte estratigráfico A no contiene prácticamente horizontes portadores.
 - 2º. El horizonte B presenta algunos horizontes portadores, relativamente ricos en Pb y Cu.
 - 3º. En el horizonte C existen algunos horizontes portadores relativamente ricos en Zn.
 - 4º. Dentro del horizonte D, los horizontes portadores relativamente ricos en los diferentes elementos, se sitúan así:
 - Para Pb-Cu-Zn, en Embid, Pedraza y Pardos, pero solamente con un coeficiente de enriquecimiento elevado en Pedraza y Pardos.
 - Para Ag-Sb en Pardos.
 - Para Ba en las tres regiones estudiadas.
- 4º. En Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos, la paragénesis y el orden de cristalización de la mineralización son prácticamente idénticos, habiéndose producido en todos ellos el fenómeno de exsolución de calcopirita en blenda.

En cuanto a la abundancia relativa de los minerales principales observados en las preparaciones, es de destacar lo siguiente:

- a) galena: disminuye en importancia desde Embid de Ariza (35%) hasta Pardos (8,1%), alcanzando 18% en La Pedraza.
- b) blenda: de 38% en Embid de Ariza, pasa respectivamente a 44% en La Pedraza y 42% en Pardos.
- c) calcopirita: aumenta en importancia desde Embid (22%) hasta Pardos (47,6%), alcanzando 30,55% en La Pedraza.

Comparando estos resultados microscópicos con los geoquímicos, se ve que:

- hay concordancia entre estos dos tipos de resultados respecto al Cu y Zn sin poder diferenciar geoquímicamente las regiones de La Pedraza y Pardos.
- hay aparente discrepancia entre estos dos tipos de resultados respecto al Pb. Geoquímicamente es más abundante en La Pedraza y en Pardos que en Embid.

Sin embargo, hemos de tener en cuenta que el porcentaje empleado en el mineral de cada elemento está tomado en relación con el total de la mena de cada región y que por tanto, es relativo. Así pues, no existe tal discrepancia, pudiendo darse una mayor proporcionalidad relativa pero manteniéndose o disminuyendo el fondo geoquímico o viceversa.

Antes de proseguir, conviene señalar que en los filones de exudación, se observa una paragénesis mineral que presenta "sucesiones" (orden de cristalización) como las de los filones hidrotermales. Sin embargo, la presencia de estas "sucesiones" no indica necesariamente una pluralidad de fases de mineralización, sino más bien una evolución bastante continua del re-

lleno de los filones, durante una misma deformación, yendo ligada a la capacidad de disolución de la roca encajante y en función de la intensidad de las deformaciones o de otros factores/físico-químicos. También se puede considerar que el plegamiento responsable del filón de exudación tuvo lugar en varias etapas:

La primera de ellas pudo movilizar elementos de la roca encajante hacia el filón y, simultáneamente, esta roca encajante sufrir una serie de modificaciones como endurecimiento o neoformación de minerales.

En una etapa posterior, no necesariamente, se han difundido los mismos elementos, ya porque fueron "estabilizados" en la primera etapa, ya porque han sido sensibilizados.

Los fenómenos de neoformación y corrosión observados en las rocas que contienen los filones de exudación confirman este punto de vista.

Otro punto oscuro sería el de las temperaturas más bajas que las que se podrían imaginar. Teniendo en cuenta el grado geotérmico, debemos suponer que los sedimentos subyacentes no estarían aún totalmente depositados en el momento de la formación de ciertos filones (NICOLINI, 1970).

Respecto a la textura de exsolución de calcopirita en blenda, debemos indicar, siguiendo a ROUTHIER (1963) que: si las soluciones sólidas constituyen, en principio, buenos termómetros geológicos y, si la temperatura de exsolución (en nuestro caso: 375-400° C) da un límite inferior de temperatura para el depósito de la paragénesis considerada, sin embargo, hay que subrayar que para algunas soluciones sólidas la temperatura de exsolución

varía con la concentración del material disuelto. Esto explica los diversos resultados obtenidos por varios autores.

Además, toda observación de laboratorio, debe tener en cuenta el contexto geológico general estudiado; por ejemplo, si la asociación pirrotina-pentlandita, que se observa en los yacimientos de sulfuros de Ni-Cu relacionados con rocas básicas, da una temperatura de exsolución de 425-450° C, ésta última no es general ni se aplica a la asociación observada en las pizarras de "Anjou" (región francesa).

Así pues, teniendo en cuenta el contexto geológico general estudiado, la presencia del fenómeno de exsolución de calcopirita en la blenda en nuestras preparaciones microscópicas, no constituye un argumento para rechazar el fenómeno de secreción lateral como elemento de concentración epigenética de la mineralización.

IV - 5.2. Condiciones físico-químicas (exudación).

Un "filón" de exudación (o de secreción lateral) se ha formado a partir de una capa consolidada sometida a acciones tectónicas en las que los huecos creados en la roca provocan una aspiración del material que forma la capa. El relleno de estos huecos se ha realizado gracias a soluciones que toman sus elementos de los sedimentos vecinos y de este modo la composición del "filón" es análoga a la de la roca encajante.

En particular, la mineralización está presente sólo en aquel filón en el que la roca encajante contiene una mineralización diseminada.

En un medio determinado -por ejemplo epizonal en el -

que se han engendrado las rocas encajantes- las sustancias que participan en la migración, dependen, según J. MICHOT (1958),/ no solo de la composición mineralógica o química de estas rocas, sino también del estado de tensión al que estaban sometidas. La formación de las vetas de exudación y su estructura interna dependen de la velocidad de difusión de los elementos/ que las constituyen y ésta última está en relación con la depresión creada en la roca y estrechamente dependiente de la velocidad de deformación que ha afectado a la roca encajante. (fig. 27, pag. 197)

La tendencia a la deformación de la roca encajante es tá en relación estrecha con su composición mineralógica; su modo de deformación dependerá igualmente, de la naturaleza de las rocas encajantes ya que el límite de rotura es alcanzado más pronto en las partes cuarcíticas de los sedimentos que en las/ partes arcillosas. Se observa, en efecto, que las fisuras son ligeramente más anchas en las capas cuarcíticas que en las capas arcillosas, pareciendo que la rotura se ha producido más pronto en las primeras que en las segundas.

La difusión, que se da en la roca en vías de deformación, resulta de una serie de zonas, fisuras o vetas en las que la presión es mínima. RAMBERG (1952), indica que la energía libre de un mineral que se desarrolla en estas zonas es más baja que la que se desarrollaría en la parte compacta del material^(*)

^(*) La variación de la energía libre de una fase en función de la/ presión se expresa por la ecuación: $(\partial F / \partial p)_{T,x} = V$, en la cual V es el volumen molar de la fase considerada, mientras que la -- temperatura y la concentración, permanecen constantes.

En consecuencia, tan pronto como se aprecie la existencia de una heterogeneidad de presión en el seno de la roca, / los minerales que la constituyen o algunos de ellos, se desintegran lentamente y sus constituyentes migran a las zonas donde la presión es mínima y por tanto, la recristalización puede desarrollarse.

En cuanto al mecanismo de la difusión, aún imperfectamente conocido, citamos a STILLWELL (TURNER, 1948) que lo atribuye a tres posibles factores:

- disolución de ciertos constituyentes y migración en forma de soluciones.
- difusión al estado sólido.
- intervención de la fuerza de cristalización.

SANDER (1930) y ESKOLA (1939), piensan que la difusión sería el resultado, no solo de la deformación mecánica, sino también de un proceso químico que la explica, por medio de soluciones y de migraciones iónicas de los líquidos intergranulares. RAMBERG (1952), por otra parte, insiste sobre todo en la acción de la difusión iónica en los intersticios intergranulares o en el interior de las estructuras cristalinas y de sus imperfecciones.

No existen criterios petrográficos que permitan decir de manera absoluta, que la difusión se realiza al estado sólido / y no a través de una solución que disuelva los elementos y los reprecipite después de la migración. Sin embargo, la mayoría de los autores piensan que la difusión en forma de soluciones es con mucho, la más importante (MICHOT, J. 1958).

J. MICHOT (1958), estudia las vetas de seritica y so-

bretodo de cuarzo-clorita localizadas en los "quartzophyllades" del Salmiense superior (Tremadoc) de Bélgica. Para justificar/ su formación, así como la estructura zonada (cuarzo en el centro y finas capas de clorita en contacto con la roca encajante), -- construye un diagrama representando las velocidades de difusión de los diferentes constituyentes de las vetas en función de la/ velocidad de deformación. Es esta velocidad de deformación la/ que , según el autor, determina -a temperatura constante, (ca-- racterística del medio)- las condiciones del proceso de difu-- sión. Según MICHOT (diagrama fig.27,p.419), para velocidades de de formación débiles entre A y B, se difundirá la sericita; para - velocidades más elevadas, entre B y C, será la clorita y, final^{mente}, para velocidades de deformación más elevadas, superiores a C, será el cuarzo el que se difunda.

En la región de Pardos, el cuarzo de exudación contie^{ne} a veces, abundante clorita que va en el contacto con las pizarras negras encajantes o en el centro de los "filones". Una/ mineralización más o menos abundante, acompaña a esta clorita. En este caso particular, siguiendo a J. MICHOT (1958), habría - que admitir una difusión sucesiva de: clorita, mineralización,/ cuarzo. Sin embargo, esta teoría no puede aplicarse a todas -- las muestras recogidas en Pardos, ni tampoco en las regiones de Embid de Ariza y La Pedraza, donde -a pesar de no existir clori^{ta} en el seno del cuarzo de exudación como consecuencia lógica/ de su ausencia en las pizarras encajantes- la mineralización -- aparece localizada principalmente, como también en Pardos, en - la generación de cuarzo de tamaño medio, deformado o triturado/ y parcialmente en los fenocristales de cuarzo, alargado, mien-- tras que los microcristales de cuarzo en contacto con las piza-- rras encajantes son estériles.

Así pues, debemos proponer un modelo diferente del de J. MICHOT (1958), relacionando la migración progresiva de la sílice y de los elementos metálicos, con una sucesión de movimientos tectónicos, de importancia variable, según los lugares considerados, y asociados a la 1ª, 2ª ó 3ª de las fases tectónicas hercínicas que -como hemos subrayado en el primer capítulo de este estudio- han afectado al zócalo de esta cordillera.

Aunque se han reconocido tres generaciones en el cuarzo de exudación que constituye los "filones", no podemos asegurar que cada una de ellas corresponda, respectivamente, a cada una de las tres fases tectónicas hercínicas evocadas; estas generaciones podrían, por ejemplo, integrarse perfectamente dentro de una sola fase caracterizada por una serie de movimientos tectónicos de menor amplitud.

Sin embargo, sabemos: que las rocas paleozoicas de esta región han sufrido plegamientos a diferentes escalas; que se han desarrollado diferentes tipos de pizarrosidad (Tabla II ap) y que la deformación, responsable de la exudación, se ha producido en varias etapas (tres generaciones de cuarzo).

En consecuencia, el esquema genético que vamos a proponer es perfectamente válido, con independencia de sus relaciones estrictas con una o varias de las fases tectónicas hercínicas precisadas.

Durante la primera etapa (fig. 28 a), con motivo de un movimiento de distensión, se produce una fisura o fractura, / más o menos ancha, que recorta uno o varios horizontes portadores; la migración lateral de sílice y metales en solución, a par

(*) Para simplificar, hemos indicado en nuestro esquema gráfico (fig. 28), un solo horizonte portador.

ETAPAS EVOLUTIVAS DEL FENOMENO DE EXUDACION CON MIGRACION PROGRESIVA DE LA MINERALIZACION

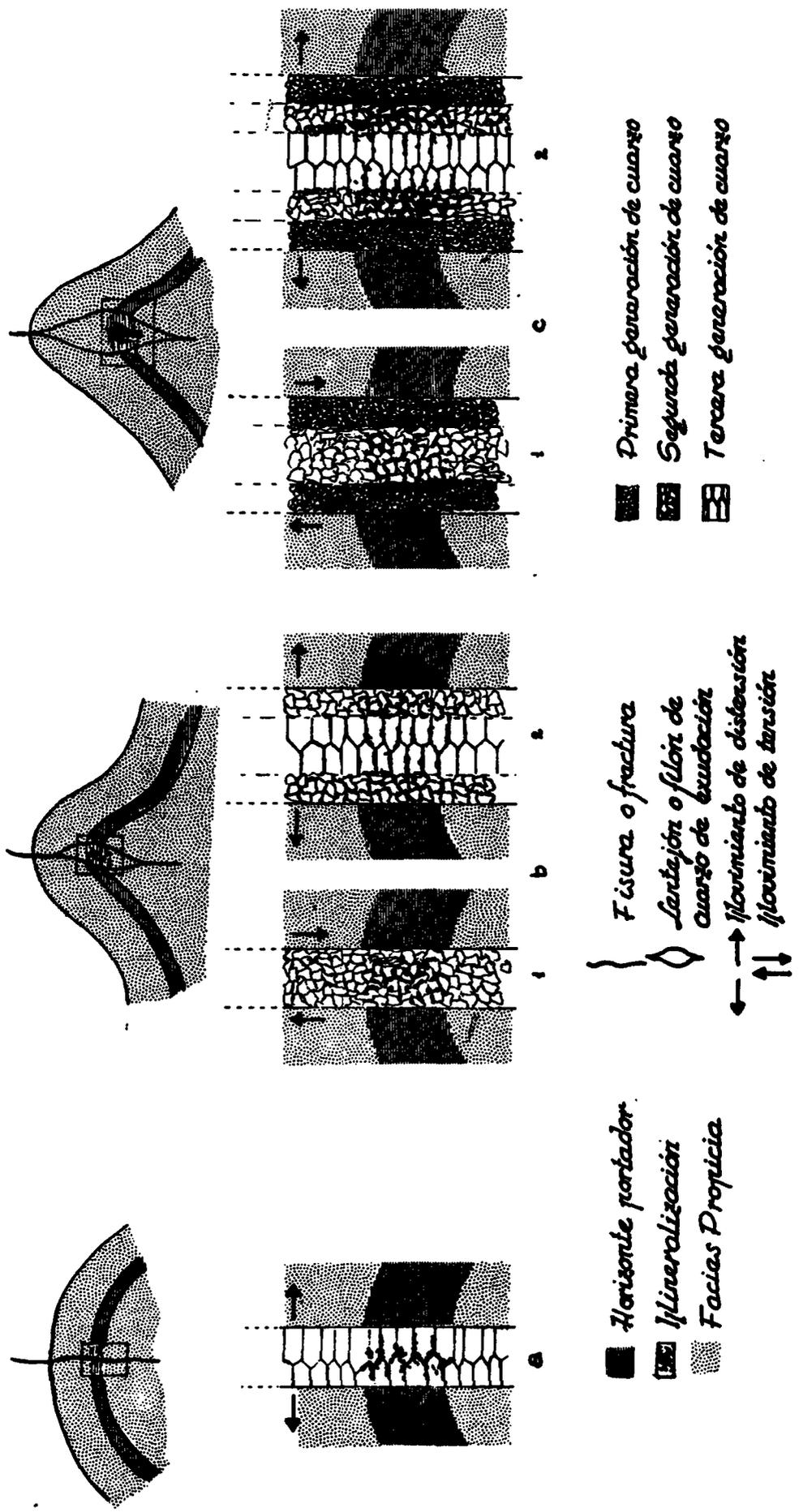


Fig. 28

tir de las rocas encajantes mineralizadas, conduce durante la -
cristalización a que el "hueco" se rellene con cuarzo abundante
y pequeños granos de sulfuros.

La segunda etapa (fig. 28 b) comprende un movimiento^(*)
de fricción (fig. 28 b₁), seguido de un movimiento de distensión,
(fig. 28 b₂). Durante el primero, el cuarzo anterior sufre una -
primera trituración que facilitará una mayor introducción y des-
plazamiento hacia el centro de la veta de la sílice y los meta-
les solubilizados durante el segundo movimiento. Se sabe en e-
fecto que las acciones cataclásticas - al reducir el tamaño de/
los granos de cuarzo y al iniciar la esquistosidad - facilitan/
el movimiento de las soluciones intersticiales y aumentan la efi-
cacia de la disolución, difusión y reacción química (TURNER y -
VERHOOGFN, 1963). También la reducción de tamaño aumenta el área
total de las superficies reaccionantes y renueva las superficies
de contacto (BARTH, 1967). Por otra parte, hay que añadir que/
un aumento de presión sobre una roca, provoca siempre una solu-
bilidad de los minerales en sus puntos de contacto que por con-
siguiente, son los más deformados.

(*) El número de movimientos tectónicos dentro de la segunda y ter-
cera etapas, es evidentemente teórico, puesto que, por ejemplo,
la segunda etapa podría implicar un movimiento de tensión, se-
guido de otro de distensión (caso adoptado aquí), o bien uno de
distensión comprendido entre dos de tensión. Por su parte, la/
tercera etapa abarcaría un movimiento de tensión seguido de una
distensión, o un solo movimiento de distensión; en un caso o en
otro, el proceso evolutivo conducirá finalmente a las tres gene-
raciones de cuarzo evocadas anteriormente.

Si se aplica la ecuación de Clapeyron

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T}{\Delta H} (V' - V) \quad (\text{relación entre la presión y la temperatura de reacción en un sistema cerrado})$$

a la puesta en solución de un mineral deformado, V representará el volumen de la solución. Pero como la solución desaparece del lugar de la reacción, su volumen puede ser despreciado y la ecuación anterior se reduce a:

$$\frac{dT}{dP} = -\frac{TV}{\Delta H}$$

lo que significa que las partes deformadas de los minerales se solubilizarán, precipitando después en los lugares desprovistos de deformación (sólido \rightarrow fluido \rightarrow sólido o sólido \rightarrow solución \rightarrow sólido).

En otras palabras, las superficies de contacto de los minerales sometidos a deformaciones sufren una solubilización/ y ésta materia disuelta recristalizará sobre superficies de minerales no deformados, dando así nuevos cristales a partir de los originales intensamente deformados (BARTH, 1967).

En el caso concreto de nuestros granos de cuarzo, el resultado final de la recristalización se traducirá en cristales cuyo eje C va a tener tendencia a orientarse paralelamente a la presión aplicada (NICHOT, P, 1957). El resultado final de la combinación de los dos movimientos de la segunda etapa de nuestro esquema, es que los pequeños granos de sulfuros se localizan en el cuarzo triturado y en el cuarzo de relleno, recristalizado.

La concentración de sulfuros es ahora mayor que durante la primera etapa, debido a un segundo aporte desde la roca/encajante.

En la tercera etapa (fig. 28 C), se da nuevamente movimiento de fricción C_1 , seguido del de distensión C_2 . Durante el primero, el cuarzo triturado y el de relleno sufren una/nueva trituración, formándose respectivamente microcristales y cristales de tamaño medio; durante el segundo, se desarrollan/fenocristales de cuarzo con una cierta orientación. En relación con estos dos últimos movimientos, los pequeños granos de sulfuros, se sitúan tanto en el cuarzo, recientemente triturado, como en el nuevo de relleno.

Nuevamente se produce un tercer aporte de sulfuros - desde las rocas encajantes y la localización de la mineralización se justifica como anteriormente.

Mediante este esquema, se explican a la vez: la formación de las tres generaciones ("facies") de cuarzo; la migración progresiva de los sulfuros a partir de la roca encajante, por los aportes sucesivos, y la localización preferencial de la mineralización en la 2ª y 3ª generación de cuarzo. La difusión de los diferentes elementos, (cuarzo, sulfuros y accesoriamente carbonatos y clorita), a partir de la roca encajante hacia los "filones", se ha realizado gracias a fenómenos mecánicos y químicos simultáneos. A este respecto, SANDER (1930), considera deformación y cristalización simultáneas como el resultado/combinado de dos tipos de movimientos diferentes que actúan a la vez: movimientos directos que suponen deslizamiento, rotación u otros movimientos diferenciales en los cristales; y movimientos indirectos de naturaleza química que incluyen el transporte de materiales por disolución, difusión y redeposición o/por migración de los mismos fluidos intersticiales en la medida que estos movimientos estén relacionados con el proceso de/deformación.

SANDER (1930) y ESKOLA (1939) resaltan por igual el juego de las actividades mecánicas y químicas en el proceso de la diferenciación metamórfica^(*), pero asignan un papel auxiliar al factor mecánico. A juicio de Eskola, la solubilidad relativamente elevada de cuarzo, albita y calcita, es la propiedad -- esencial que facilita la segregación de estos minerales en venas y capas durante el metamorfismo de baja temperatura.

Hay que subrayar que, en la actualidad, la diferenciación metamórfica ha adquirido estado propio entre los procesos reconocidos de metamorfismo de las rocas, y los autores consideran esta diferenciación como el resultado de una migración -diferencial, a cortas distancias, de las rocas que componen el sistema metamórfico, bajo la influencia de gradientes locales/ del potencial químico. Estos gradientes pueden estar determinados por factores tales como: diferencias de presión o de tensión no hidrostática entre las rocas y las fisuras abiertas; -diferencias en el tamaño y forma de los granos, es decir, en la energía de superficie; y exsolución de materiales extraños en/ cristales en vías de inversión.

(*) El término diferenciación metamórfica fue introducido por - STILLWELL (1918) en la literatura geológica para abarcar el -- conjunto de diversos procesos mediante los cuales se desarro-- llan durante el metamorfismo, asociaciones minerales diferentes a partir de una roca madre inicialmente uniforme.

El mismo autor aplica el término difusión metamórfica al proce-- so más general de migración de los componentes de una roca du-- rante el metamorfismo, aunque la segregación de los materiales migrados haya o no conducido a la formación de diferenciados - metamórficos definidos.

En particular, la secreción lateral -debida a gradientes de -- presiones mecánicas- resulta de una difusión metamórfica.

Además, los diferentes tipos de iones tienden a tener diferentes velocidades de migración, según sus condiciones de temperatura y presión, ya que por ejemplo, la velocidad de migración iónica está influenciada por factores como el tamaño de los iones; las concentraciones relativas en las soluciones intersticiales, influenciadas a su vez por las solubilidades relativas de los diversos minerales que intervienen y la velocidad con que varían sus potenciales químicos dependen de cualquiera de los factores variables que quedan citados.

Ejemplos corrientes de la diferenciación metamórfica son las venas de cuarzo - albita, en los esquistos pelíticos y cuarzo-feldespáticos de grado bajo; venas de epidotita (cuarzo - epidota) en las anfibolitas y esquistos verdes; y las venas de cuarzo-calcita en muchos tipos de esquistos de grado bajo (TURNER y VERHOOGEN, 1963).

BARTH (1967) menciona también que en las rocas fisuradas y en los sedimentos ligeramente compactados, así como en sus equivalentes de metamorfismo débil ("epizona" - donde la permeabilidad es suficiente para permitir la circulación de soluciones) el agua actúa como vehículo de la materia disuelta. Bajo ciertas condiciones, minerales de baja temperatura como cuarzo, calcita, clorita, zeolitas y otros, se depositan en lugares no sometidos a tensión: espacios abiertos o intergranularmente. También, según el mismo autor, bajo ciertas condiciones físico-químicas, el CO₂ puede ser menos soluble y puede reaparecer bajo forma de vetas de calcita-cuarzo que son abundantes en muchas pizarras de débil metamorfismo.

Según BARTH (1967), cavidades, fracturas abiertas o fisuras en una roca son necesarias para que se produzcan secrecio-

nes que se desarrollan gracias al relleno de estas cavidades comenzando desde los bordes de la fisura, progresando lentamente/hacia el centro.

El desarrollo de estas secreciones se explica fácilmente por medio de la dispersión, difusión y consolidación de especies químicas individuales en la roca sólida. Gracias a la deformación y a la ruptura de rocas en áreas orogénicas, se abren fracturas y se producen inmediatamente gradientes de presión mecánica que, a su vez, provocan los correspondientes en las actividades químicas. Partículas consolidadas y dispersadas en las rocas, migran hacia las fracturas y se reconsolidan luego bajo la forma de nuevos minerales.

Así, el mecanismo general que conduce al fenómeno de secreción lateral está relativamente bien descrito en la literatura. Sin embargo, los estudios detallados son raros y es precisamente uno de nuestros objetivos el precisar los aspectos físicos que conducen a la removilización progresiva de los elementos desde la roca encajante hacia el centro del "filón"; el esquema propuesto es uno de los resultados obtenidos.

A este respecto, hay que añadir lo siguiente: Generalmente, en el cuarzo de exudación no se da la materia carbonosa/sino únicamente los sulfuros. Sin embargo, cuando ciertos vestigios de pizarras negras se encuentran englobados en los "filones" de cuarzo, entonces la mineralización ha quedado, por lo menos parcialmente, junto a los mismos sin migrar hacia el interior.

Por otra parte, una mineralización de sulfuros solamente existe en un "filón" de cuarzo si aparecen vestigios de -

pizarras negras en su interior ("facies buena"; guía en prospección); pues estos vestigios son necesarios para permitir la concentración de los sulfuros. De aquí que propongamos dos posibilidades:

- o estos vestigios de pizarras estériles, conteniendo materias carbonosas y triturados por acciones tectónicas, han permitido la creación de un medio químico favorable a la precipitación de los elementos metálicos en solución (acción química).
- o estos mismos vestigios, previamente impregnados de una mineralización diseminada (y posiblemente también diseminada la materia orgánica) han liberado más o menos esta última gracias a los esfuerzos tectónicos sucesivos (acción mecánica), habiéndose desarrollado posteriormente los fenómenos químicos como en el primer caso.

Así, se puede explicar la presencia de la facies buena en el interior de un filón y la riqueza de éste último. Se comprende, en efecto, que un filón que ha asimilado a la vez, elementos metálicos fijados previamente en horizontes portadores y fragmentos de pizarras negras impregnados de mineralización diseminada, ofrecerá las mejores condiciones para una concentración en sulfuros.

Desde un punto de vista químico, los granos de cuarzo sometidos a presiones mecánicas, sufren una disolución en sus puntos de contacto y las propiedades químicas del agua intersticial o meteórica- (en la época del desarrollo de las fases tectónicas hercínicas principales, responsables del fenómeno de secreción) adquieren una gran importancia ya que han favorecido una alta movilidad de la sílice y de los elementos asociados.

Respecto al equilibrio del sistema sílice-agua-sílice solución silíceo, cuatro reglas han sido dadas por MILLOT (1964):

- 1- tan pronto como la concentración de las soluciones sobrepasa/ 20 mg./l., es posible la deposición de silicatos cristalizados.
- 2- el estado normal de la sílice en las aguas naturales es en solución verdadera y no en solución coloidal.
- 3- la solubilidad es independiente del pH hasta un pH=9 (fig.35) y aumenta en las soluciones alcalinas
- 4- la solubilidad es independiente de la presencia de los iones/ metálicos (para pH < 9) salvo para Al⁺⁺⁺ poco soluble.

Además se debe establecer una distinción entre sílice amorfa y cristalina.

La sílice amorfa, cuando la ley total en SiO₂ en el agua es inferior a 100-140 ppm. a 25°C (caso de las aguas naturales) es dispersada en equilibrio, en forma de monomoléculas de Si(OH)₄ y en solución verdadera y no coloidal. Esta solubilidad es prácticamente independiente del pH si éste es inferior a 9 (fig.35, p.237); para un pH > 9, el ácido Si(OH)₄ se disocia y la solubilidad verdadera de la sílice aumenta.

Si el contenido total en SiO₂ es superior a 140 ppm. a 25°C y con un pH < 9, el exceso de SiO₂ forma moléculas condensadas o polímeros al lado de monómeros de Si(OH)₄. Se trata entonces de soluciones coloidales, siendo el mecanismo reversible por disolución.

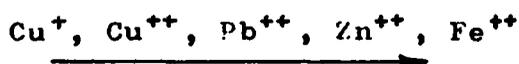
La sílice cristalina pasa al estado amorfo bajo la forma de gel. Para las formas como cuarzo, ópalo y calcedonia, la solubilidad es variable con la estructura y el grado de cristalinidad; sin embargo, es siempre muy inferior a la de la sílice

ce amorfa, es decir, de 7 a 30 ppm. (MILLOT, 1960). En la literatura (BFLAIR y POMEROL, 1968) se señala en efecto, que en un litro de agua pura y a temperatura ordinaria se disuelven (en gramos):

- cuarzo (0.07 a 0.0014 g.) y calcedonia (0.035 g.)

En cuanto a las propiedades químicas de los sulfuros y carbonatos asociados al cuarzo de exudación, se pueden resumir así los datos más significativos:

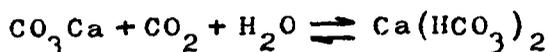
Se sabe que el crecimiento de solubilidad de algunos elementos que nos interesan en este trabajo se traduce de la manera siguiente (ROUTHIER, 1963),



Por otra parte, los productos de solubilidad a 25°C/ de los sulfuros de cobre, plomo, cinc, hierro y de los carbonatos de hierro y calcio corresponden a (CHARLOT, 1946; KRAUSKOPF, 1967 ...):

<u>Sulfuros</u>	<u>Carbonatos</u>
Cu ₂ S : 10 ⁻⁴⁶ ó 10 ⁻⁴⁸	FeCO ₃ : 10 ^{-10.5}
Cu S : 10 ^{-36.1} ó 10 ⁻⁴⁵	CaCO ₃ (calcita): 10 ^{-8.35}
Pb S : 10 ^{-27.5} ó 10 ⁻²⁹	CaCO ₃ (aragonita): 10 ^{-8.22}
Zn S : 10 ⁻²³ ó 10 ^{-23.8}	
Fe S : 10 ^{-17.2} ó 10 ⁻¹⁸	

Si en general la solubilidad aumenta con la temperatura, sin embargo, en la calcita no ocurre así debido al desprendimiento de gas carbónico. En efecto, la calcita se disuelve en forma de bicarbonato inestable:



Así todo factor que provoque la expulsión de CO₂ (ele

vación de la temperatura, disminución de la presión, absorción/aumento del pH) o del H₂O líquida, destruye el equilibrio en favor del primer miembro y conduce indirectamente a la precipitación de calcita.

Además la solubilidad de la calcita (en gramos) en un litro de agua, corresponde a las cifras siguientes (BELLAIR y POMFROL, 1968):

<u>Calcita</u>	{	0.013 (agua destilada)
		0.20 (agua del mar)
		hasta 2 g. (agua cargada de CO ₂)

También KRAUSKOPF (1967) precisa que la solubilidad de la calcita es de:

- 0.01 g./litro, para un pH = 9.9, en agua pura;
- 0.05 g./litro, para un pH = 8.4, en agua conteniendo 0.76 litros de CO₂ en un litro de agua (a 25°C y p. CO₂ = 1 atm.)

En resumen, del conjunto de los datos químicos presentados, podemos recoger las conclusiones siguientes:

1. El orden de solubilidad decreciente de los minerales que rellenan los "filones" de exudación es:
cuarzo, carbonatos, sulfuros y dentro de éstos últimos los de cobre son los menos solubles.
2. Para permitir la disolución de la sílice (a veces importante a juzgar por la potencia de ciertos "filones" de cuarzo) y facilitar su migración desde las rocas encajantes hacia las fracturas abiertas, las aguas - intersticiales o meteóricas - han tenido que presentar, en la época de formación/de los filones de exudación (Carbonífero superior), una naturaleza bastante alcalina.

3. En pH más o menos alcalino, los carbonatos han podido también disolverse y en cantidad variable, según el contenido/ de CO_2 disuelto en el agua.

Sin embargo, como las rocas encajantes son relativamente pobres en carbonatos, es lógico que la cantidad de éstos en los "filones" de exudación sea muy inferior a la cantidad de cuarzo.

4. Gracias a la materia orgánica liberada de los vestigios triturados de pizarras negras ("facies buena"), los metales Cu, Pb, Zn y Fe en soluciones han precipitado en medio reductor.

V.- BREVES CONSIDERACIONES SOBRE ALGUNAS MINERALIZACIONES DEL ZOCALO Y SIN RELACION SUPERFICIAL CON EL FENOMENO DE EXUDACION.

El objetivo fundamental de nuestro trabajo ha sido el estudio de las mineralizaciones localizadas en el horizonte D - (Tremadociense) de la Serie Ibérica y relacionadas con el fenómeno de exudación. Sin embargo, deseamos analizar brevemente / - a partir de algunas muestras recogidas para su estudio microscópico - algunas mineralizaciones situadas en los horizontes estratigráficos A₁ ["Mina" de la Carrascosa (Sb)] y B₁ [Leonor y Aragón (Sb, Pb, Zn, Cu, Ba, F, ...) y, Vilueña (Ba, Sb)], presentando un control tectónico y sin relación aparente con el proceso de exudación que hemos reconocido durante nuestra primera fase de prospección de la región.

Como estas últimas mineralizaciones - al igual que las de las regiones anteriores - no presentan ninguna relación/genética con una manifestación magmática, sería muy interesante realizar un estudio sedimentológico y geoquímico detallado en los alrededores de estas mineralizaciones de Sb y Ba para verificar si no se trata también de concentraciones minerales con control litoestratigráfico y tectónico.

En efecto, como en las zonas anteriormente consideradas de Peñalcázar (Pb, Ag, Cu, Zn), Embid de Ariza (Cu, Pb, Zn) La Pedraza (Cu, Pb, Zn) y Pardos (Cu, Pb, Zn) se han notado a veces, en las pizarras del horizonte D, ciertas "anomalías" de Sb y Ba, sería necesario comparar los fondos geoquímicos de Cu, Pb, Ag, Zn, Ba y Sb de estas dos áreas para ver si las diferencias paragenéticas observadas no pueden justificarse sobre bases paleogeográficas geoquímicas y tectónicas.

V - 1. Antiguas explotaciones de "Leonor y Aragón".

V - 1.1. Situación

Se encuentran al Sur del término de Ateca y en el límite con los términos de Castejón de las Armas y Carenas. Geográficamente se sitúan a unos 860 m. de altura al N.O. del pico Atalaya (938 m.)

Según testimonio verbal estas minas han estado en explotación hasta hace relativamente poco tiempo (década de los/cuarenta a los cincuenta), sacándose como mena principalmente/ el plomo.

Se aprecian, aún hoydía, restos de una fragua y un almacén en la mina "Aragón".

V - 1.2. Estudio macro y microscópico de la ganga, roca encajante y de la mineralización.

Estas minas tienen unas escombreras medias en cuanto a volumen se refiere, pero ricas en especies minerales. De la toma de muestras que hemos realizado, podemos entresacar que:

- la paragénesis consta, macroscópicamente, de baritina, fluorita, estibina, galena, calcopirita y blenda.

- la ganga está constituida por cuarzo, presentando una estructura zonada, característica de rellenos sucesivos y en la que participan algunas franjas muy estrechas de estibina.

En lámina delgada el cuarzo aparece en:

- fenocristales (400-800 μ) que se presentan como redondeados -

aunque cementados entre sí.

- granos medios (150-200 μ) cementándose entre sí, pero dejando claro y neto el contorno propio de cada uno.
- pequeños cristales (40-50 μ) que van o bien en fisuras o a lo largo de la preparación por zonas.
- microcristales (7-10 μ) que se localizan entre el cuarzo de tamaño medio y, a veces entre fenocristales como rellenando fisuras.

Normalmente se sitúan; los microcristales como rellenando fisuras, los granos medios a su lado y, finalmente, los fenocristales. Entre los granos medios y los fenocristales se introduce la mineralización poco abundante.

En ciertas preparaciones se ha apreciado la presencia de algunos cristales de carbonato y algo de materia carbonosa.

Las rocas encajantes se componen de: cuarcita ferruginosa con sales de antimonio y pizarra muy areniscosa, bastante micácea, con paso a una arenisca gris oscura que presenta vetas de cuarzo y en la que se aprecia óxidos-hidróxidos de hierro y escasa calcopirita.

Macroscópicamente la mineralización se presenta:

1. En la ganga cuarcítica ya descrita, en débil cantidad y en franjas muy estrechas (principalmente de estibina).
2. En lentejones zonados que se encajan en la pizarra areniscosa, colocándose desde la roca encajante hacia el centro:
 - carbonatos escasos y óxidos-hidróxidos de hierro (capa fina: 2mm.)
 - fluorita gris oscura con algo de estibina (capa de 8 mm./10 mm.).

- estibina con algo de galena (capa de 8-10 mm.)
- fluorita blanca incolora (capa de 12-25 mm.)
- a veces nódulos de blenda acaramelada (7-8 mm.)

En láminas delgadas se pueden apreciar:

- las tres generaciones de cuarzo descritas anteriormente:
 - fenocristales alargados, (a veces de 3.000 μ de largo)/ que son recortados por la mineralización.
 - granos medios (150-200 μ) escasos.
 - microcristales (5-7 μ) que o rellenan fisuras o más - bien se presentan como formando, en determinadas zonas, una matriz cuarzosa muy fina.
 - carbonato (calcita probablemente) que va en relación con la mineralización o bien en contacto con el cuarzo).
 - baritina que se encuentra a veces, entre la mineralización y junto a óxidos-hidróxidos de hierro, color naranja. En este tipo de roca se aprecian frecuentemente vestigios de pizarra formados por una matriz muy fina con sericita y cordones carbonosos así como pequeñas vetas rellenas - de granos de cuarzo de tamaño medio.
3. En brechas que albergan en su interior: trozos angulosos/ de una arenisca verdosa (10-20 mm.), fluorita violeta oscura a negra, algo de fluorita blanca; todos estos trozos es tán englobados parcialmente por una mineralización más o - menos abundante de estibina, galena y algo de blenda.

A veces, estas brechas aparecen en contacto neto , por medio de una fina capa de estibina, con una mena de baritina bastante pura; tampoco es raro que fragmentos de baritina/ se presenten en el seno de la misma brecha.

En láminas delgadas estas brechas ofrecen las características siguientes:

- los contactos, por medio de materia carbonosa, son netos entre los vestigios de pizarra y el cemento.
- el cemento se compone principalmente de cuarzo de tamaño/medio y de microcristales; en algunas preparaciones, estos últimos llegan a tener hasta un 50 y 60%
- el cuarzo de tamaño medio - que a veces rellena fisuras - va generalmente asociado a la mineralización aunque también aparecen opacos en los microcristales.
- el carbonato está muy bien expresado.

El estudio con luz reflejada de los minerales opacos/ encontrados, nos ha permitido completar la paragénesis ya expuesta macroscópicamente y establecer el orden de cristalización.

FSTIBINA

Presenta la misma textura ameboide que la galena y su anisotropía pasa de fuerte a algo más débil.

Aparece aislada en grandes "playas" que forman los -- lentejones zonados descritos ya macroscópicamente. Alguna vez/ se encuentra en contacto con la galena (raro), pero sin poder - determinar un orden de cristalización entre los dos.

Es frecuente, en alguna de las preparaciones, que se/ altere en sales de antimonio, características macroscópicamente por su color amarillo verdoso y un gris sucio casi translúcido/ microscópicamente, llegando, en ocasiones, a reemplazar casi totalmente a la estibina que se encuentra como una isla en el centro.

El porcentaje en las muestras estudiadas es de un - 17.3% si bien, creemos que no representa este porcentaje el total de lo macroscópico.

GALENA

Se encuentra en todas las preparaciones observadas, / presentando casi siempre una textura ameboide e introduciéndose intergranularmente en la roca encajante. En la zona de brechas pierde la textura ameboide y se encuentra más diseminada / o rellenando fisuras.

En los lentejones zonados descritos macroscópicamente y compuestos principalmente de estibina y algo de galena, ésta va normalmente con la estibina en la misma preparación pero se parada, como si se tratara de otro horizonte en la zonación.

BOURNONITA

Se ha identificado su presencia por sus propiedades / ópticas y gracias a análisis puntuales por medio del microscopio electrónico de barrido y EDAX.

Va asociada normalmente a la galena y en contacto - algunas veces con la estibina.

La bournonita aparece en pequeñas manchas verdosas - dentro de la galena o se sitúa, bajo la forma de reemplazo, en los bordes de grandes playas de galena.

El porcentaje estimable de la bournonita es de un 3.5% respecto a la mena.

GALENA "ESPECIAL" - BOULANGERITA

Damos el nombre de galena "especial" a un mineral - blanco, a veces con un matiz grisáceo, que - a pesar de presen

tar los característicos triángulos producidos por la exfoliación de la cara (111) - ofrece una anisotropía clara y distinta de gris oscuro (nicoses algo descruzados) a un gris más claro. Además su poder de reflexión varía de 36.4 a 39.6 y de 35.8 a 38.4 (para $\lambda = 542$ nm) es decir, claramente inferior al poder de reflexión de la galena "normal".^(*)

Por otra parte, en estas mismas preparaciones y en relación con esta galena "especial" se ha identificado la boulangierita,^(**) con sus características ópticas propias, pero con un poder de reflexión muy variable:

31.5 a 36.0; 33.8 a 37.6; 35.2 a 37.4; 33.6 a 37.1, bajando a veces a 29.8 - 35.9 (para $\lambda = 542$ nm).

Además se ha observado que a lo largo de un mismo grano de galena especial (de 5 a 10 mm. de tamaño) se han obtenido poderes de reflexión que varían desde un extremo al otro del grano con valores intermedios o superiores a los dados anteriormente para la boulangierita y la galena especial. De aquí la idea de que esta galena especial podría ser una galena antimonial sin poder precisar más actualmente.^(***)

(*) El poder de reflexión de la galena "normal" es de 43.8% (para $\lambda = 546$ nm) (UYTENBOGAARDT y BURKE, 1971).

(**) Unos análisis puntuales llevados a cabo con el EDAX (microscopio electrónico) en una de las preparaciones han confirmado efectivamente la presencia de S, Pb y Sb.

(***) En un futuro próximo, este mineral será objeto de un estudio a fondo respecto a la distribución de ciertos elementos dentro de su red cristalográfica.

BLIENDA

Macroscópicamente no se aprecia apenas. Sin embargo, en secciones pulidas va casi siempre asociada a la galena "especial".

No presenta nunca la textura ameboida y se encuentra a veces diseminada en granos pequeños en las zonas de brecha y/fractura de la roca encajante.

Reemplaza normalmente a la galena "especial" y alberga en su interior granos de boulangerita. Es reemplazada por la galena normal. Solo una vez se ha apreciado blenda al borde de la asociación galena "normal" - bournonita.

Su abundancia o porcentaje medio en las preparaciones es del orden de un 26% aproximadamente.

CALCOPIRITA

Se encuentra, aislada y escasa, en el seno de la roca encajante (arenisca gris oscura) que contiene en abundancia óxidos e hidróxidos de hierro. El porcentaje aproximado de la calcopirita, ya que solo se encuentra en dos preparaciones, puede cifrarse en 1%.

PIRITA

Va en la misma roca que la calcopirita, aunque sin guardar relación con este mineral. Se encuentra aislada en pequeños granos que van diseminados y en relación con restos, posiblemente carbonosos; a veces, aparece en granos un poco mayores y aislados en los huecos de la roca.

COVELINA

En algunos casos abundante, se presenta en las fisuras y grietas de la bournonita.

BARITINA

Se encuentra bien representada y - basándonos sobre - las muestras macroscópicas- pensamos que es posterior a los sulfuros primarios.

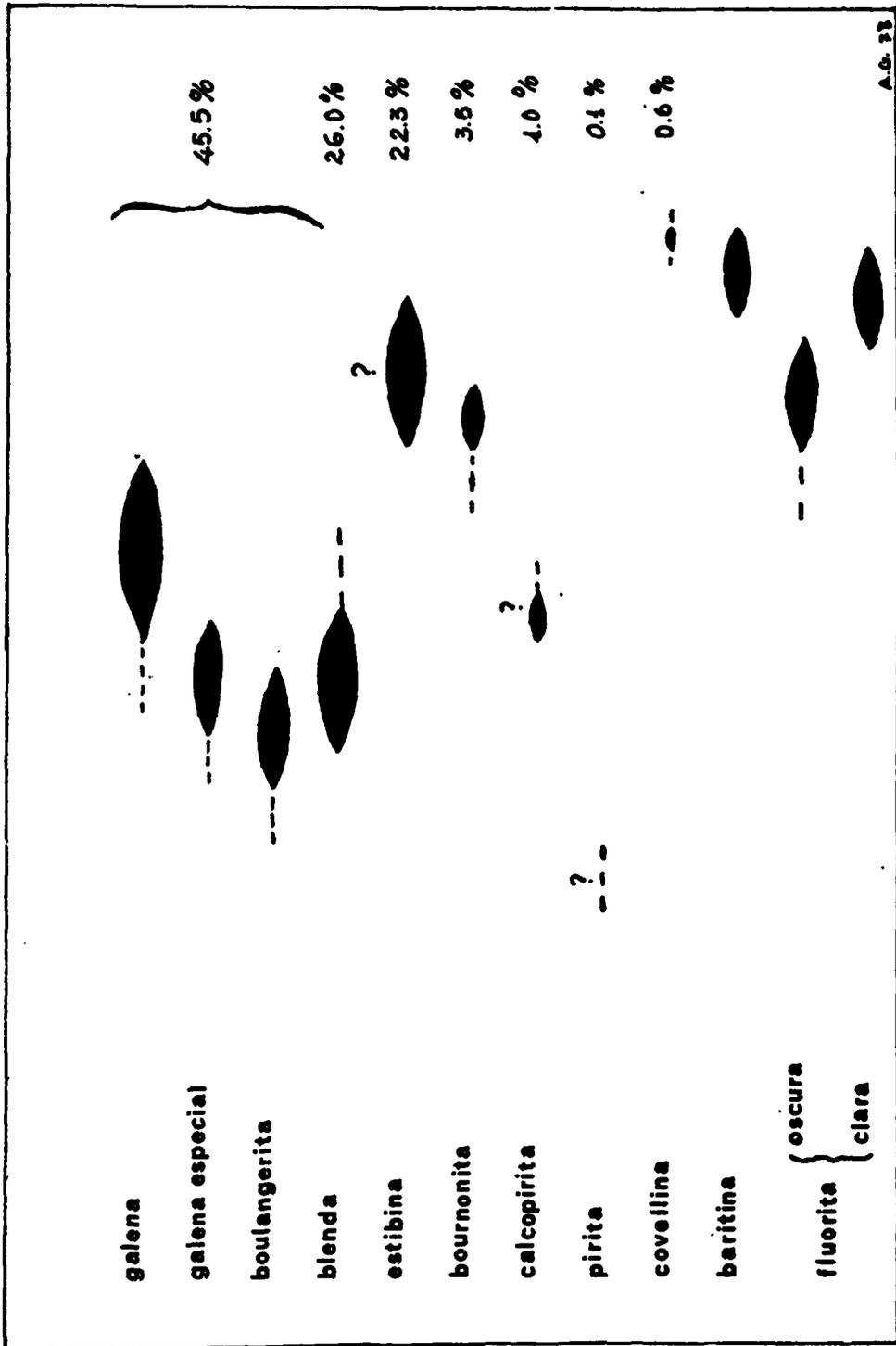
FLUORITA

Aparece en cantidad y respecto a su orden de cristalización - refiriéndonos a la descripción macroscópica de los lentes zonados - podemos decir que:

- la fluorita oscura es:
 - parcialmente contemporánea y parcialmente anterior a la estibina.
 - anterior a la galena.
- la fluorita blanca es:
 - posterior a la estibina y a la galena.
 - anterior a la blenda.

De esta descripción mineralógica de los fenómenos asociados, podemos resumir, provisionalmente, la paragénesis y orden de cristalización: (Fig.29)

Fig. 29 PARAGENESIS Y ORDEN DE CRISTALIZACION de "LEONOR y ARAGON"



V - 2. ANTIGUAS EXPLOTACIONES DE LA VILUEÑA

V - 2.1. Situación

En el término de La Vilueña, al O. del pueblo, situado en el horizonte estratigráfico B1 (JOSOPAIT, 1972) se encuentra, sobre un montículo culminándolo, un filón de unos 100 m. de longitud y con una potencia de hasta 1 m. , que ha sido explotado en su parte superior por medio de trinchera y pozo de poca profundidad. Arma este filón en pizarras areniscosas y su ganga es un cuarzo que no se presenta puro sino que a veces parece entremezclado con restos pizarrosos. La dirección del mismo se desvía de lo que normalmente estamos acostumbrados a ver ya que es de E-O y casi todos los filones de exudación los hemos visto con dirección predominantemente N-S.

V - 2.2. Estudio macro y microscópico de la ganga, roca encajante y de la mineralización.

Si bien es un punto más que nos va encuadrando el horizonte estratigráfico B1 por sus indicios minerales, sin embargo, carece de gran importancia. Sus escombreras, relativamente pequeñas, son de cuarzo, restos de pizarras verdosas con gran cantidad de arenisca y como mineralización apreciable se reduce a sales de antimonio (verdoso amarillo), núcleos no alterados aún de sulfuro, pero que se encuentran rodeados totalmente de las sales. Como ganga, además del cuarzo, se aprecian baritina abundante y algo de fluorita.

La pizarra de la roca encajante es muy areniscosa, generalmente con textura reticulada y raramente empaquetada.

El cuarzo de grano medio y pequeño predomina, mientras que los fenocristales son raros.

Los carbonatos, abundantes, aparecen diseminados, en vetas, o dispuestos intergranularmente entre los granos de cuarzo.

La baritina se sitúa en contacto neto con el cuarzo, o a través de algún cristal de carbonato.

En cuanto a la mineralización primaria (sulfuros) es escasa, siendo por el contrario muy abundantes los óxidos-hidróxidos de sales de antimono que se presentan casi translúcidos o de color amarillo-naranja y que aparecen diseminadas a lo largo de todas las preparaciones. La covellina, en gran cantidad, va siempre en medio de estas sales de antimonio o, en algún caso, como alteración de la calcosina.

Aunque de gran interés para futuros estudios, estos datos son actualmente insuficientes como para proponer una paragénesis completa y un orden de cristalización de la mineralización.

VI .- CONCLUSIONES GENERALES

VI - 1.- Facies - sindiagénesis -Diagénesis - Paleogeografía

Se sabe que, en las pizarras negras ("black shales") respecto a las normales, se da un enriquecimiento importante en : As, Cu, Ni, Pb, V, Zn,... y que el medio de las "black shales" tiende a favorecer la precipitación, adsorción o incorporación de estos metales en los complejos orgánicos.

En otras palabras, pizarras y barros negros - y en particular las micropsammofilitas cargadas de materias orgánicas de nuestra región de estudio - ofrecen condiciones particularmente favorables a la génesis de yacimientos estratiformes y a la formación de sulfuros de Cu, Pb, Zn etc... por vía diagenética.

Dentro de los diferentes medios actuales de los barrés negros hay que mencionar: estuarios, lagunas con marea y fondos de deltas donde la interacción de las mareas y de las aguas de los ríos pueden provocar una disminución en la velocidad de las corrientes (NICOLINI, 1970).

La diagénesis es el fenómeno que engloba todas las modificaciones -a excepción de las resultantes de la acción meteorológica actual - producidas en el seno de un sedimento desde el momento del depósito hasta el de su metamorfismo.

En realidad la diagénesis empieza en el momento del depósito y prosigue a veces mucho tiempo después de la emersión del sedimento, por el desplazamiento de las aguas intersticiales, o de las aguas en relación con el manto freático.

Se admiten ,habitualmente, cuatro procesos susceptibles de orientar la diagénesis :

- compactación (disminución del volumen con salida de agua;varía mucho según la composición inicial del sedimento).

- cementación (se da en particular en las rocas detríticas)
- recristalización:(con disolución de los elementos detríticos bajo la influencia del agua intersticial)
- metasomatismo:(modificaciones mineralógicas y químicas del sedimento por la acción de soluciones).

Como estos procesos van separados en el tiempo durante la diagénesis, se puede hablar de diagénesis precoz, ligada a las condiciones de sedimentación en la cuenca misma (fig. 30) y de diagénesis tardía dependiendo mucho más de la naturaleza mineralógica o físico-química de la litofacies (fig. 30).

Los resultados de la diagénesis - tanto precoz como tardía - conducen a tres tipos de fenómenos: neoformaciones completas de minerales, neoformaciones parciales o nutrición de los elementos detríticos y corrosión.

La diagénesis tardía se manifiesta generalmente después de la consolidación de la roca si bien "hereda" las características elaboradas durante el depósito en el medio sedimentario y, posiblemente, las modificaciones ocurridas durante la diagénesis precoz. El límite dia-epigénesis es difícil de establecer (NICOLINI, 1970).

FAIRBRIDGE (1967) ha definido las tres etapas siguientes (fig. 34.) de la diagenesis:

- sindiagénesis :(durante la fase de sedimentación; neoformación oxidante y más tarde reductora)
- anadiagénesis :(durante la fase de compactación y madurez; cementación, concreciones)
- epidiagénesis : caracterizada por la acción de las aguas meteóricas profundas (etapa preerosiva que se realiza en sentido contrario por pérdida de carga de sedimentos; deshidratación, recristalización). Sin embargo esta última etapa no está considerada por los autores como integrante de la -diagénesis.

En particular, respecto a la diagénesis de los sedimentos arcillosos se pueden resumir, de la siguiente manera, los estu -

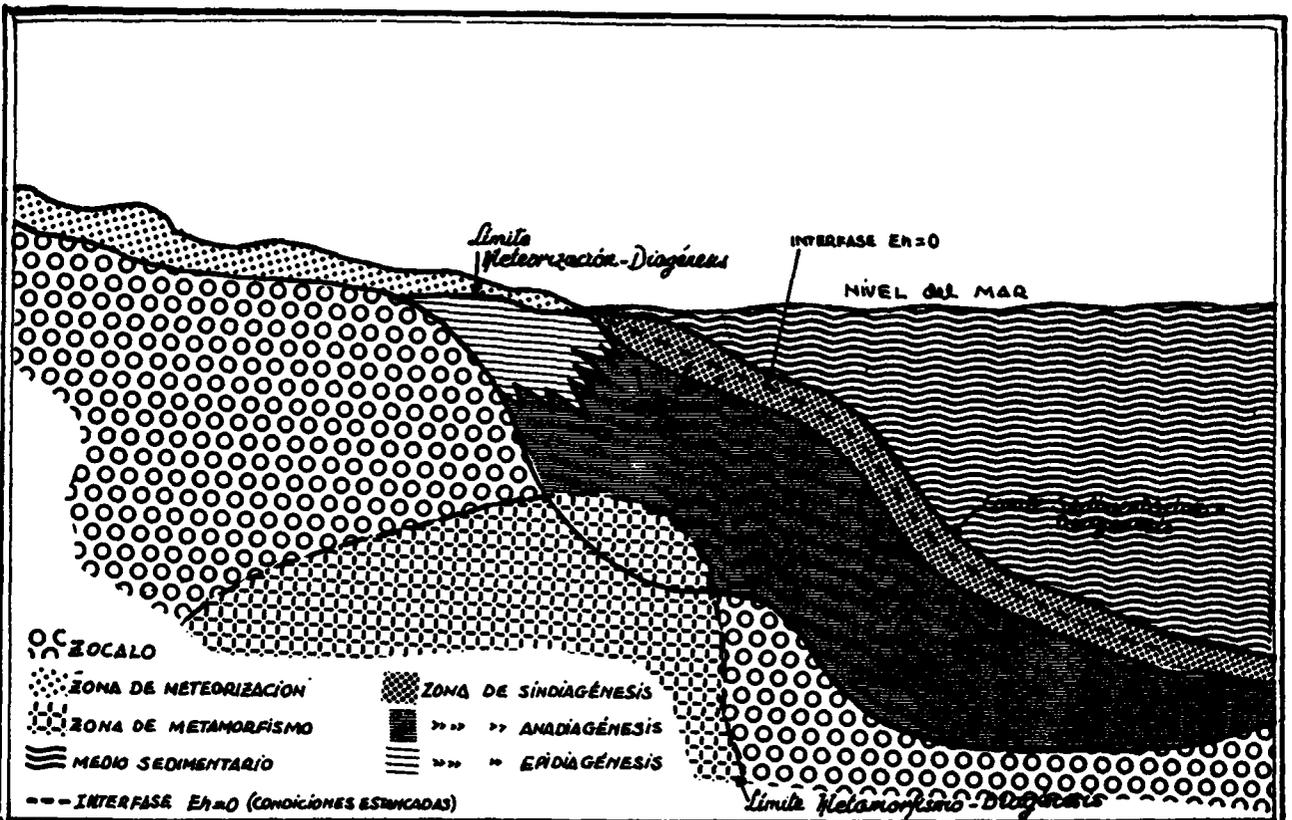


Fig. 31. LÍMITES Y ZONAS DE LA DIAGÉNESIS (Según FAIRBRIDGE, 1967 y DUNOYER DE SEGONZAC, 1969)

Fig. 32. VARIACIONES EN LA COMPOSICIÓN INICIAL Y MINERALES DE NEOFORMACIÓN durante la diagénesis de sedimentos arcillosos (Según MÜLLER, 1967)

		TIPO DE SEDIMENTO	MODIFICACIONES EN LA COMPOSICIÓN INICIAL DE LOS SEDIMENTOS ARCILLOSOS						MINERALES DE NEOFORMACIÓN											
			Ilita	Montmorillonita	Clorita	Caolinita	Dicthio volcánico	Feldespatos	Materia orgánica + orgánicas	Minerales de sílice	Gibbsita	Carbonatos	Ilita de mica (medio de agua dulce)	Alúmina de fangos	Serpentina	Neoforilita de arcillas volcánicas	Feldespatos volcánicos	Montmorillonita de arcillas volcánicas	Illita	Quartzo, calcanteno, opal, clorita
Alteración durante el transporte		Materia en suspensión																		
D I A G E N E S I S	FASE DE PRE-ENTERRAMIENTO	Barrido arcilloso																		
	FASE DE ENTERRAMIENTO A DIFERENCIA DE PROFUNDIDAD	- arcilla hinchada - arcilla compacta																		
ENTERRAMIENTO A GRAN PROFUNDIDAD		"Shale"																		
		"Arcillita"																		
META-MORFISMO		Dipetta																		

dios de MULLER(1967), (fig.- 32): Las arcillas y barros presentan al principio una porosidad de un 80 %. Esta última disminuye progresivamente y con rapidez hasta los 500 m. después, más lentamente; al mismo tiempo, las partículas arcillosas se orientan perpendicularmente a la presión. Por debajo de los 500 m. solo el tamaño de los granos, la composición de los minerales arcillosos y la temperatura parecen jugar un papel en la disminución de la porosidad. A esta profundidad el lodo arcilloso se transforma en "mudstone" (o un shale según el caso) con una porosidad aproximada de un 30 %; el volumen total del sedimento se hace menor del 50 %. A mayor profundidad la roca pasa a una arcillita con una porosidad de un 4 a un 5 %. Por debajo de 10km., se pasa a una pizarra producida por fenómenos de metamorfismo.

De las modificaciones en la composición inicial de los sedimentos arcillosos y de la presencia de los minerales de neoforación podemos subrayar los siguientes hechos, importantes para nuestro propósito:

- la formación de las concreciones carbonatadas, de los sulfuros y de la caolinita se produce durante una etapa de débil enterramiento.
- durante la etapa de enterramiento profundo la illita se desarrolla a partir de la montmorillonita y la clorita (illita) a expensas de la caolinita, liberando estos procesos una gran cantidad de sílice.
- las etapas más profundas de los medios de diagénesis se caracterizan por la presencia de una asociación illita-clorita, muy uniforme, que pasa ,en la zona de metamorfismo a la asociación sericita-clorita.

Así pues, si para TEODOROVICH (1961) y FAIRBRIDGE (1967) los sulfuros de los metales pesados son raros durante los procesos diagenéticos (tabla XXXVI), por el contrario, según MULLER(1967), los sulfuros pueden formarse durante una etapa de débil enterramiento (relpaldado esto por numerosas observaciones en el mundo);

Tabla...XXXVI PRINCIPALES MINERALES DE NEOFORMACIÓN (según TEODOROVICH, 1961, y FAIRBRIDGE, 1967)

Según estas autoras hay que añadir que los sulfuros de los metales pesados se consideran raros durante estos procesos. (C=común; R=raro)

MINERALES	FRECUENCIA	ETAPA NORMAL DE FORMACION.		
		SINDIAGENETICA	ANADIAGENETICA	EPIDIAGENETICA
Ankerita	R		+	+
Aragonito	C	+	+	+
Calcita	C	+	+	+
Cerussita	R		+	
Dolomita	C	+	+	+
Magnesita	R			+
Rodocrosita		+	+	
Siderita	C	+	+	
Estroncianita	R		+	
Witerita	R		+	+
Azurita	R		+	+
Malachita	R		+	+
Azufre	R	+		+
Blenda	R	+		+
Bornita	R	+		
Calcopirita	R	+		+
Galena	R	+		+
Marcasita	C	+		+
Pirita	C	+		+
Arkudrita	C		+	
Sarbitina	C	+		+
Catolita	C	+		+
Yeso	C	+		+
Calcedonia	C	+	+	+
Cuarzo	C		+	+
Opalo	C	+		+
Ortosa	C		+	+
Plagioclasa	C		+	+
Caolinita	C			+
Chamosita	R	+	+	
Clorita	C	+	+	
Glauconita	C	+	+	
Illita	C	+		
Montmorillonita	C	+		+
Moscovita	C			
Zircon	R		+	
Turmalina	R		+	
Zaolita (algunas)	C			+
Hemabita	C			+
Pirrolusita	C			
Limonita	C			+
Psilomelana	C	+		
Halita	C	+		+
Anatasa	R		+	+
Brookita	R		+	
Leucosano	C		+	+
Rutilo	R		+	+

se sabe además que ciertos minerales de neoformación constituyen, en efecto, verdaderas menas (pirita, baritina, siderita, fosfatos, etc,...).

En cuanto al aspecto paleogeográfico, sabemos que un alta-fondo, contemporaneo de la sedimentación, determina biseles de condensación * (BERNARD, 1958) en sus alrededores con diferencia ción lateral.

Además la importancia de las nociones de :ritmo, variaciones laterales de facies y horizontes portadores son muy bien conocidas en Metalogenia (ROUTHIER, 1963; MONSEUR, 1973, 74 y 75)

Por otra parte, la evolución diagenética de un material en medio oxigenado (fig. 34 b) que evoluciona hacia condiciones reductoras (fig. 34 a) con formación sucesiva de clorita (fig. 33) siderita y pirita (figs. 33 y 36) aparece como un fenómeno general en todo el sedimento.

En resumen, a partir de nuestros estudios sobre las facies singénesis, diagénesis y paleogeografía, hemos llegado a los resultados siguientes:

- la facies de las micropsammofilitas, cargada de materia orgánica, que se ha desarrollado en pequeñas cuencas en los alrededores de alta-fondos y que contiene ciertos horizontes portadores, ha permitido el desarrollo de un medio reductor favorable a la preconcentración de sulfuros. Sin embargo, las variaciones laterales de facies complican la continuidad de estos horizontes que:
- en La Alameda se sitúan a techo ó en la zona de transición

* Estos biseles por condensación se oponen a los biseles estratigráficos llamados de línea de orilla o biseles por reducción.

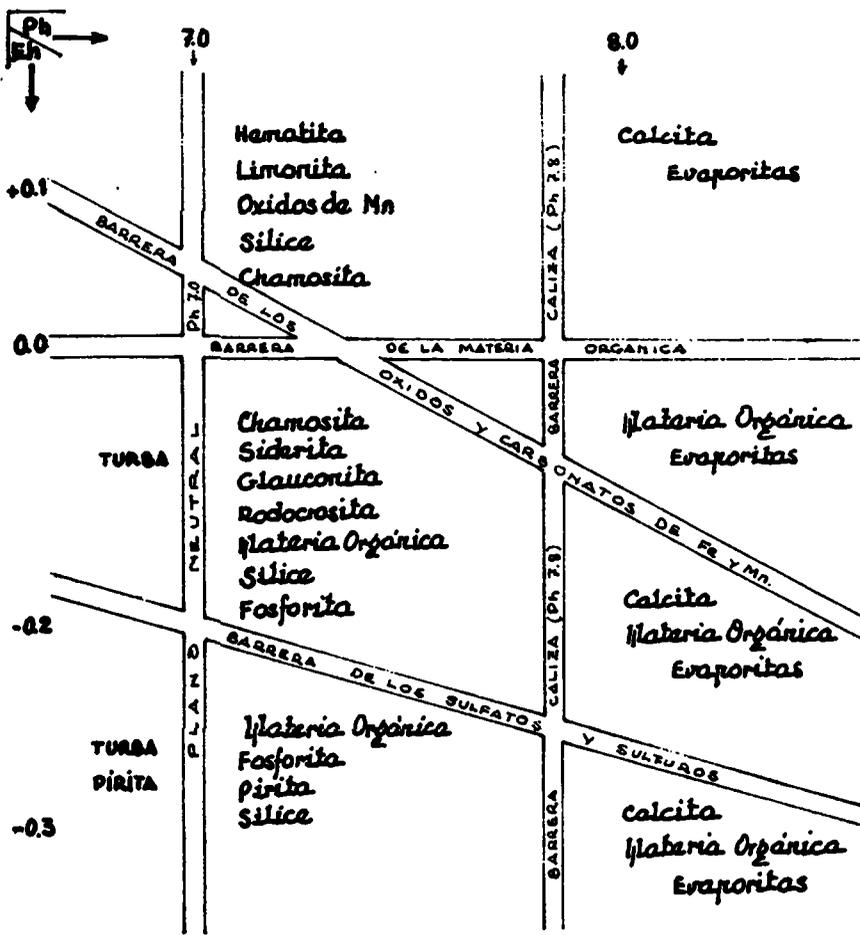


Fig 33.- Depósitos sedimentarios químicos y sus relaciones con el Eh y al Ph del medio (Según KRUMBEIN y GARRELS, 1952)

N.B. La "chamosita" frecuentemente considerada como una clorita ferruginosa, corresponde aquí a los silicatos de hierro sedimentarios (ROUTHIER, 1965)

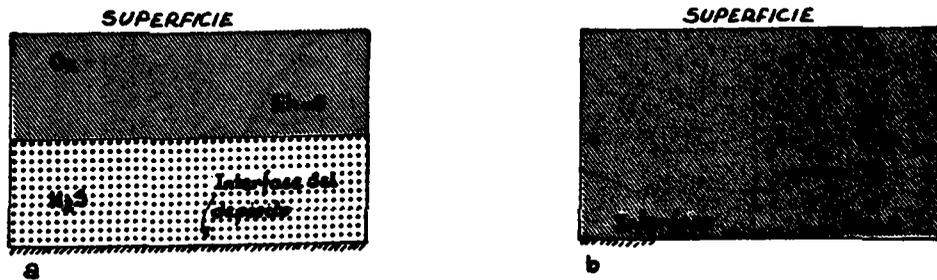


Fig 34.- Relación de la superficie $Eh=0$, con la interfase del depósito.

a.- condiciones estancadas (medio cerrado) b.- condiciones aireadas (medio normal con circulación abierta.) (Según KRUMBEIN y GARRELS 1952)

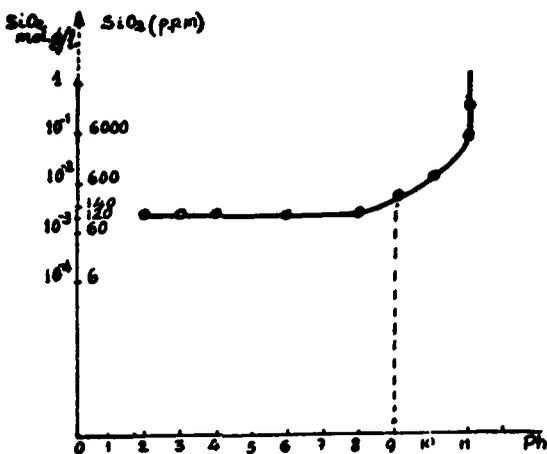


Fig 35.- Curva de solubilidad de la sílice en función del Ph. (Según KRAUSKOPF (1959) (ver MILLOT, 1960)

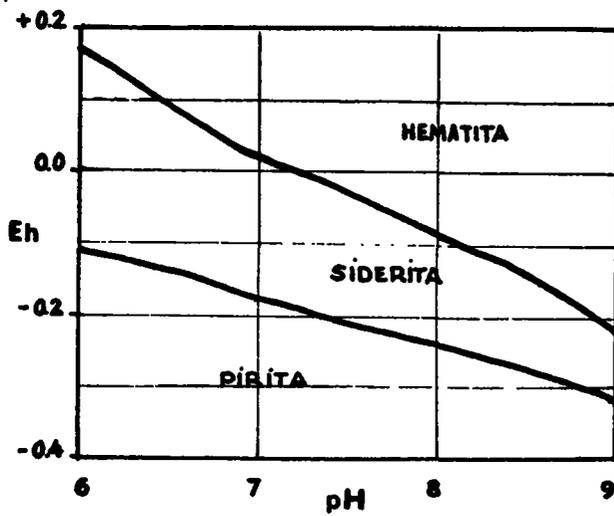


Fig. 36 Campos de estabilidad calculados para hematita, siderita y pirita (Según KRUMBEN y GARRELS, 1962)

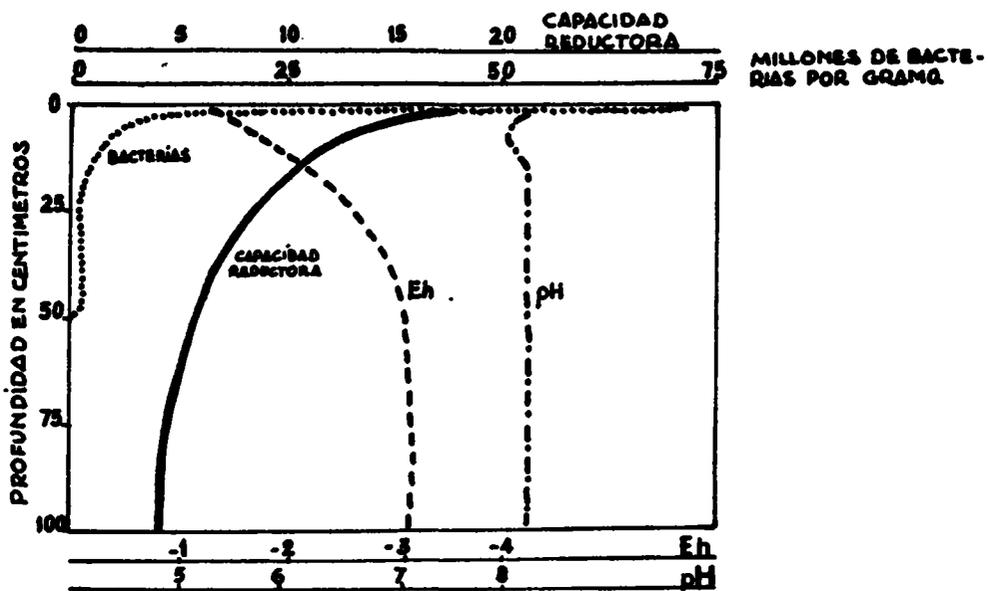


Fig. 37 Evolución de las condiciones de Eh-pH del medio sedimentario en el sedimento (medio reductor) (Sr. BUBENICEK, 1961)

techo-base de pseudorritmos localizados en un bisel de condensación; en las otras regiones (Embid de Ariza, La Pedraza, Pardos) la tectónica compleja hace que sea difícil observar la pseudorritmicidad.

- la existencia de un alta-fondo y de un bisel de condensación/ ha sido establecida de una manera detallada en La Alameda. Análogas estructuras paleogeográficas subrayadas, como en La Alameda, por potentes psammocuarzitas, aparecen también entre/ Embid de Ariza - La Pedraza y en La Pedraza misma.
- los fenómenos signenéticos y sin-diagenéticos son muy importantes y lo hemos expuesto de una manera detallada en la Antigua mina de La Alameda.
- la siderita y los diferentes sulfuros constituyen minerales de neoformación.
- la piritita framboidal, observada en diversos lugares, traduce una actividad de las bacterias anaerobias, generadoras de sulfuros.

VI - 2. GEOQUIMICA

De nuestros estudios geoquímicos, resumimos los siguientes puntos:

- 1º. Los horizontes portadores de potencia relativamente reducida, discontinuos lateralmente y caracterizados por anomalías geoquímicas significativas, son poco numerosos:
 - dos en La Alameda en un bisel de condensación (Horizonte D indiferenciado)
 - dos en La Pedraza en un bisel de condensación (Límite estratigráfico D_2/D_3)

- dos en La Pedraza hacia la base del horizonte D₂.

Además en Pardos (Horizonte D indiferenciado), los indicadores minerales parecen integrarse en tres estrechas franjas discontinuas que presentan un cierto contenido en: Cu Zn, una de ellas y en Cu-Pb-Zn las otras dos.

De este modo vemos y la geoquímica nos confirma el control litoestratigráfico de la mineralización.

2º. Examinando el valor medio del fondo geoquímico y la riqueza relativa "Anomalía" de los horizontes portadores en --
Valor medio

las pizarras de Alameda (Peñalcázar), respecto a las otras regiones examinadas, se puede decir lo siguiente (Tablas -

- a) Pb: En el área investigada, el valor medio más alto en Pb aparece en el bisel de condensación de Peñalcázar; - en este mismo bisel, se observan también horizontes portadores relativamente ricos en Pb.
- b) Ag: Aunque el valor medio en Ag sea bajo en el bisel sedimentario de Peñalcázar, aparecen no obstante, horizontes portadores ricos en ella. En Pardos existen también horizontes portadores ricos en Ag, el coeficiente/ de enriquecimiento en Ag puede ser localmente más elevado en esta región que en Peñalcázar.
- c) Cu: Aunque el valor medio en Cu no sea bajo en el bisel sedimentario de Peñalcázar, sin embargo no existen horizontes portadores relativamente ricos como los de La Pedraza, Pardos, horizonte estratigráfico B y a veces Embid.

- d) Zn: El valor medio más alto en Zn aparece en el bisel/sedimentario de Peñalcázar; sin embargo, a pesar de que en este mismo bisel se observan también horizontes portadores, el coeficiente de enriquecimiento en Zn es generalmente más elevado en La Pedraza, Pardos y en el horizonte C.
- e) Sb: Sus valores medios más altos aparecen respectivamente en Pardos y en bisel sedimentario de Peñalcázar existen también horizontes portadores relativamente ricos. Sin embargo, el coeficiente de enriquecimiento en Sb es localmente más elevado en Pardos.
- f) Ba: Los valores medios más altos en Ba aparecen en el/ alta-fondo de Peñalcázar; sin embargo, los horizontes portadores se localizan en Embid, La Pedraza y Pardos. Aquí se ve claramente que aunque las condiciones físico químicas sean favorables para el desarrollo de la barietina, en los alrededores del alta-fondo de Peñalcázar (medio oxigenado), el coeficiente de enriquecimiento en Ba es insuficiente como para poder conducir a la formación de horizontes portadores relativamente ricos en Ba.

En resumen, podemos concluir que:

19. En Peñalcázar, los horizontes portadores relativamente ricos en Pb-Ag-Zn, están todos localizados en el bisel condensador de los alrededores del alta-fondo; sin embargo, solamente Pb-Ag presentan un coeficiente de enriquecimiento elevado. En cuanto al alta-fondo, no contiene prácticamente horizontes portadores.

2º. Respecto al fenómeno de preconcentración de la mineralización primaria singenética - diagenética (horizonte portador), el considerar únicamente el fondo geoquímico regional para un elemento determinado es insuficiente.

Por el contrario, el coeficiente de enriquecimiento de este mismo elemento juega un papel muy importante y las trampas sedimentológicas-paleogeográficas pueden contribuir a aumentarle. Sin embargo, estas "trampas" no constituyen condiciones necesarias y suficientes.

VI - 3. TECTONICA - SECRECION LATERAL

De una manera general se llaman "niveles estructurales" los diferentes dominios de la corteza terrestre donde los mecanismos dominantes de la deformación se quedan idénticos.

Tres niveles estructurales han sido elegidos y delimitados para poder ajustarse fácilmente a las subdivisiones tectónicas comunes (fig. 38).

En el nivel estructural superior, el mecanismo dominante consiste en deformaciones en cizalla, sin pliegues y con producción de fallas. Sin embargo, estas últimas pueden aparecer todavía en los niveles medio e inferior por razones litológicas (fig. 39).

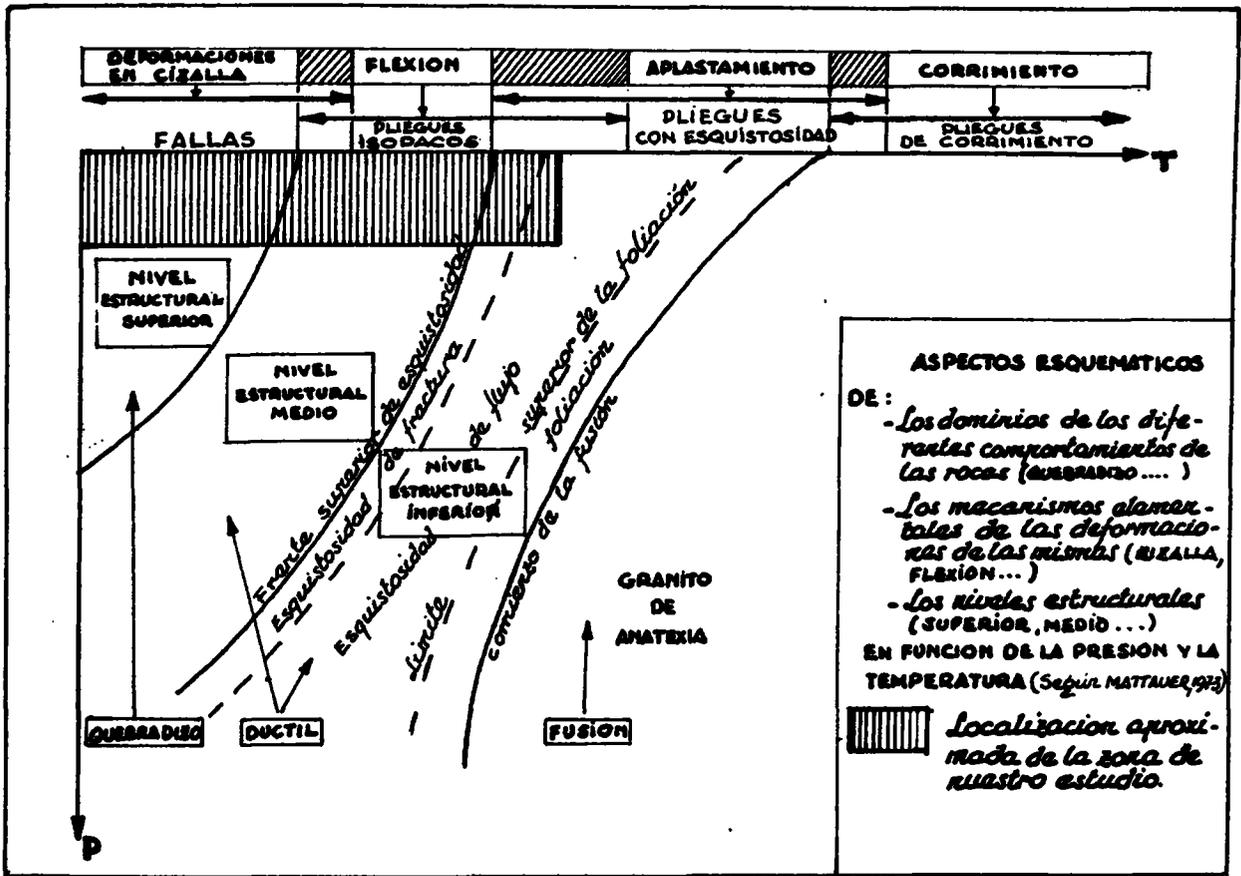


Fig.- 38

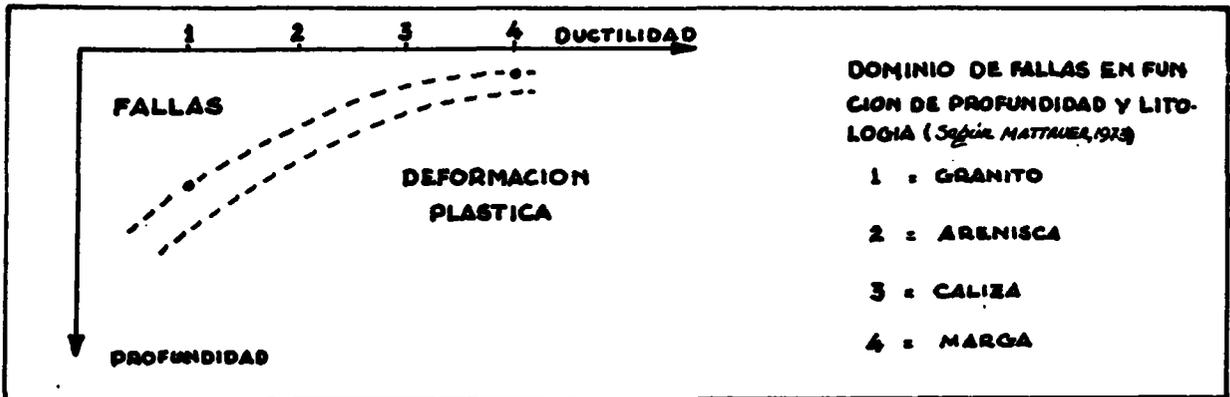


Fig.- 39

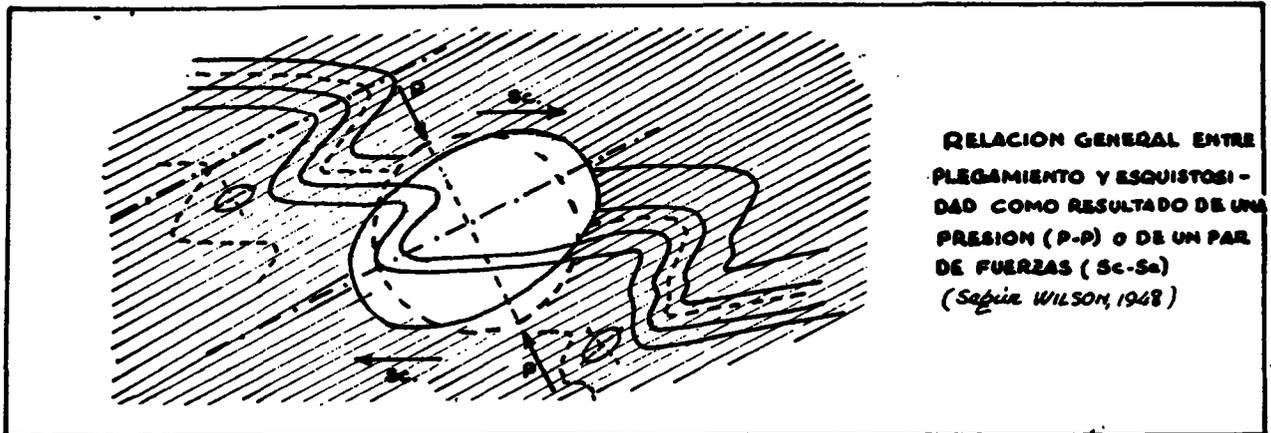


Fig.- 40

En el nivel estructural medio, se forman pliegues isopacos y el mecanismo dominante es la flexión.

El nivel estructural inferior se caracteriza por pliegues anisopacos en un dominio donde el mecanismo predominante es el aplastamiento y después el corrimiento. En la parte superior, estos pliegues están acompañados por una esquistosidad generalizada (fig. 40). En la parte inferior, la esquistosidad desaparece y la materia funde o se comporta de una manera fluidal.

Este nivel inferior está limitado hacia arriba por el frente superior de esquistosidad; el nivel de esquistosidad puede estar dividido en sub-niveles, gracias a los diferentes tipos de esquistosidades (de fractura, de flujo, foliación) (MATTAUER, 1973).

En nuestra zona de estudio - que se sitúa en la Epizona superior (facies de sericita-clorita) y que se localiza dentro de los niveles estructurales inferior, medio y superior (esquistosidad de fractura y de flujo) (fig. 38) - las acciones tectónicas hercínicas no se han manifestado del mismo modo y con la misma intensidad en todos los puntos del zócalo.

En Embid de Ariza, por ejemplo, no es raro que junto a un "filón", relativamente potente de cuarzo estéril, se encuentre, en uno de sus flancos otro, de potencia reducida (10-15 cm.) con lajas finas de pizarra carbonosa y, a veces, con indicios -

minerales en su interior.

Esta región, por lo tanto, fue afectada, al menos por dos movimientos importantes de distensión con relleno de dos tipos de cuarzo: uno, al más desarrollado, de cuarzo homogéneo estéril y otro, reducido en volumen, de cuarzo heterogéneo, a veces mineralizado.

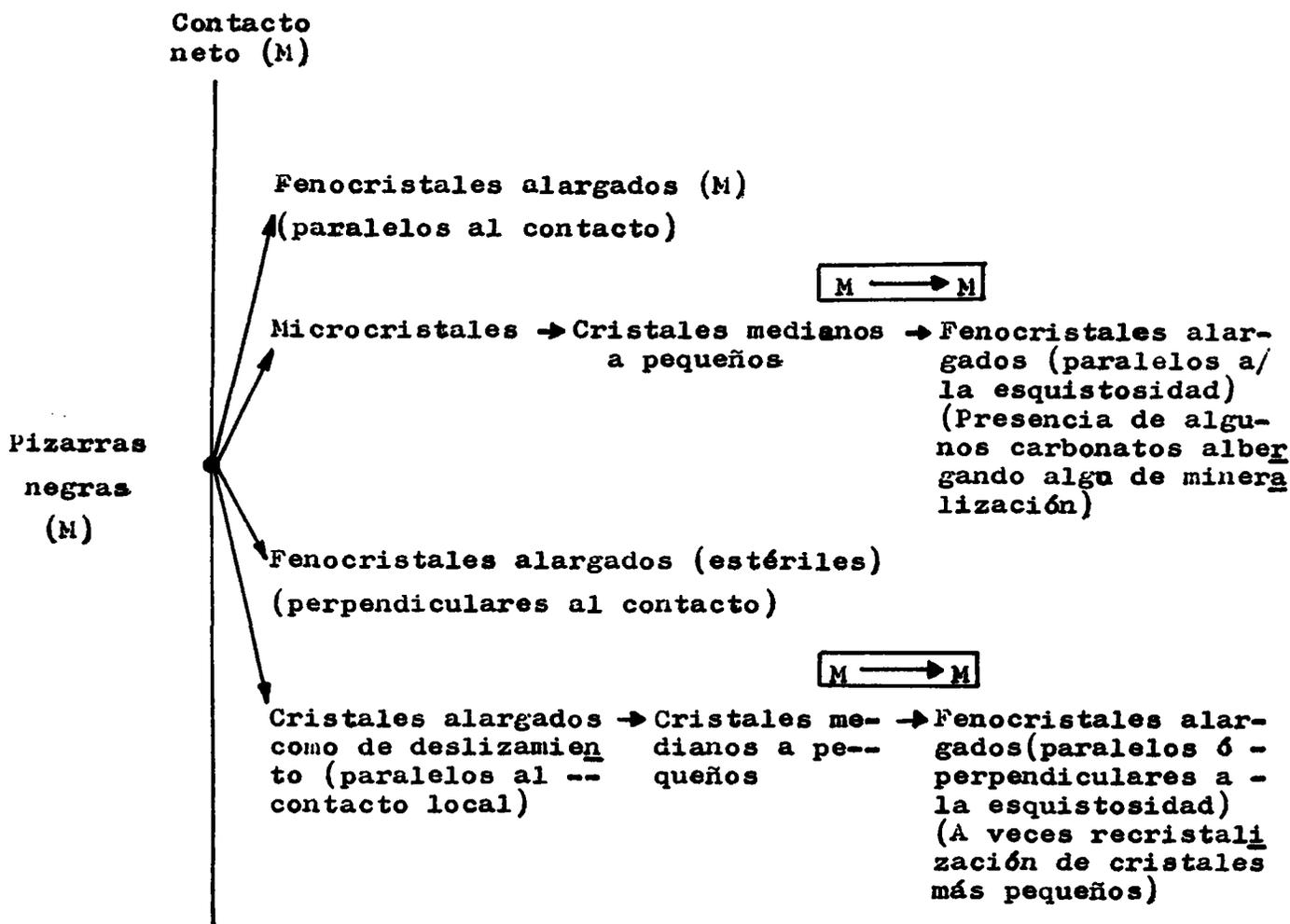
En realidad, en el cuarzo heterogéneo de exudación, - se aprecian microscópicamente, hasta tres generaciones de cuarzo que corresponden a los tres movimientos tectónicos hercínicos importantes que han afectado a la región o a tres fases de un solo movimiento.

Respecto a la mineralización sulfurada, removilizada/ y preconcentrada, se presenta como en La Alameda, de forma diseminada y en relación con la materia carbonosa.

En cuanto a la mineralización sulfurada epigenética, aparece:

- o colocada en el contacto pizarra-cuarzo de exudación o en sus proximidades.
- o en el cuarzo de exudación, preferentemente relacionada con ciertas generaciones.

El paso sucesivo entre generaciones de cuarzo y la localización de la mineralización puede representarse de una de las maneras siguientes:

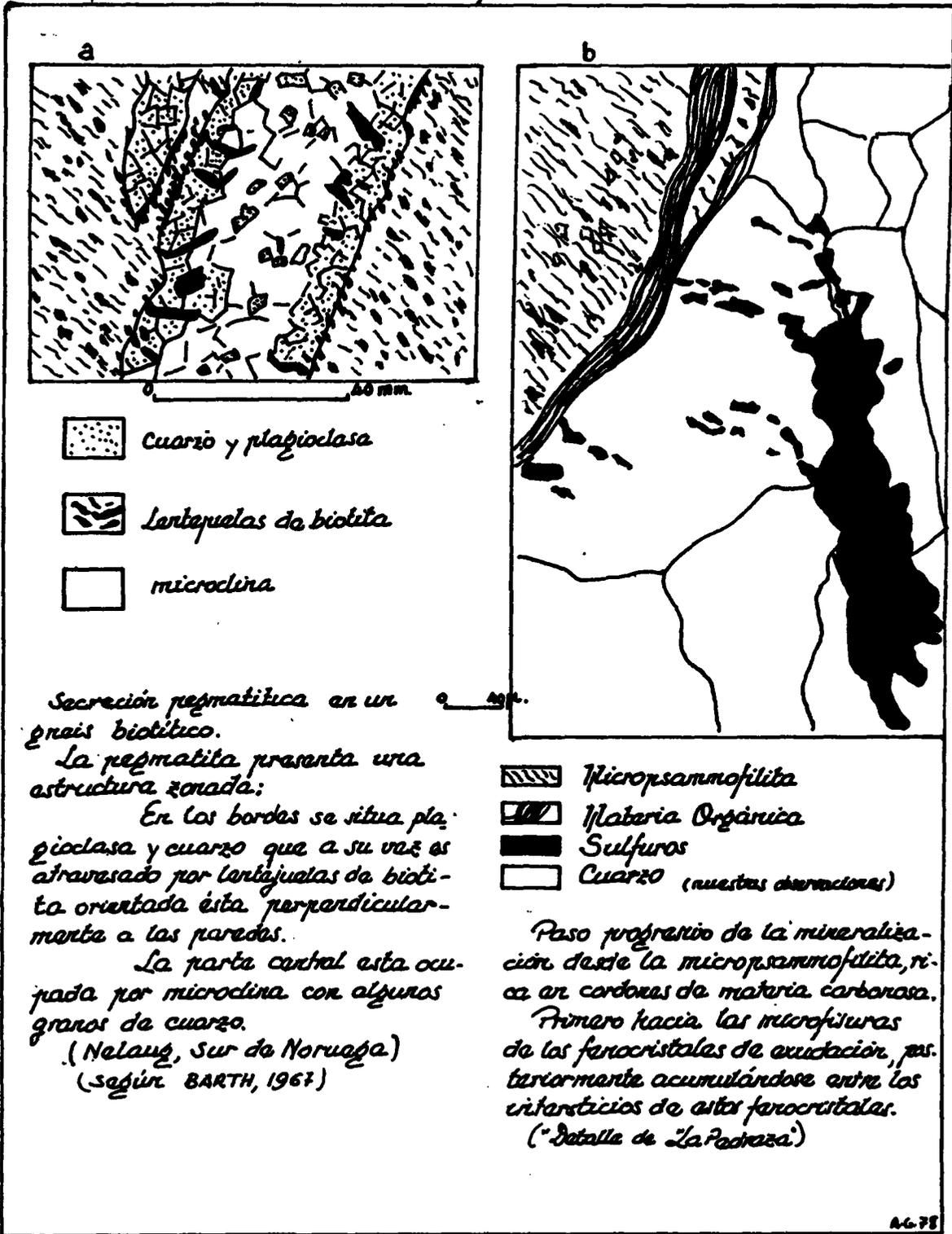


(M = mineralización)

El fenómeno de secreción lateral, caso particular de la difusión metamórfica, consiste en un proceso, a la vez mecánico y químico, que ha sido largamente expuesto en el capítulo reservado a la exudación. El esquema de la fig. 28, caracterizado por tres etapas sucesivas, es el resumen de nuestras numerosas y detalladas observaciones microscópicas.

A modo de ejemplo, aunque en sedimentos con grado de metamorfismo diferente, es interesante comparar dos tipos de secreción lateral donde se ve claramente el paso progresivo hacia el filón:

Estudios comparativos



AG 78

Fig-41

- de la biotita a partir de un gneis biotítico, fig. 41 a.
- de los sulfuros a partir de una micropsammofilita, fig. 41, b

VI - 4. METALOGENIA - MODELO GENETICO

Al comparar las paragénesis y el proceso de secreción lateral en La Alameda, Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos, podemos concluir que:

- En Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos, las asociaciones minerales (blenda, galena, calcopirita, pirita) y el orden de cristalización son idénticos; además en estos tres sitios el fenómeno de exudación de cuarzo esta bien desarrollado.
- En La Alameda, la paragénesis es mas compleja que en las tres primeras regiones e incluye además de los minerales mencionados:

.tetraedrita(freibergita)	Cu_3SbS_3
tetraedrita argentífera	$S_{3.25}$
.bournonita	$2PbS.Cu_2S.Sb_2S_3$
.boulangerita	$5PbS.2Sb_2S_3$

Además aquí el fenómeno de exudación del cuarzo casi no existe en superficie. Sin embargo a pesar de estas diferencias admitimos un mismo modo de formación para el conjunto de estas mineralizaciones, a saber:

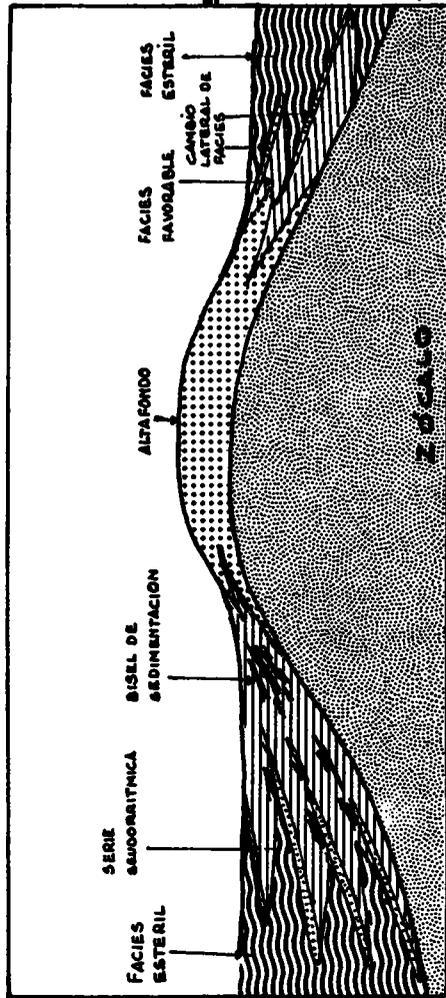
- preconcentración sin-diagenética bajo control litoestratigráfico-paleogeográfico durante el Tremadociense.
- concentración epigenética bajo control tectónico durante el ciclo orogénico hercínico.

Así el modelo genético válido lo presentamos en la figura 42.

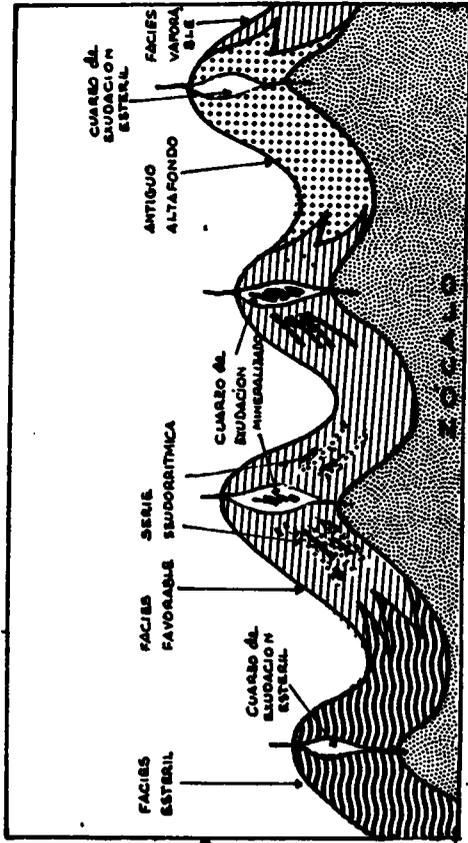
Hay que admitir sin embargo que en las pequeñas cuencas localizadas en los alrededores de altafondos y favoreciendo un medio reductor, la distribución de los elementos metálicos no era homogénea; así en los "blachs shales" originales confinados en el bisel de condensación de la Alameda, la ley en plata y antimonio era en principio más elevada que en los otros lugares y el quimismo del medio condiciona la presencia o ausencia de un mineral.

MODELO GENETICO

PRECONCENTRACION (orgánicas y diatóceas)
DURANTE EL TREMADOCIENSE



CONCENTRACION (Epigénicas)
CICLO OROGÉNICO HERCÍNICO



FACTORES FAVORABLES

- CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS
 - capacidad reductora: *Materia orgánica*
 - medio reductor: *Sulfuros*
 - medio más oxigenado: *Siderita, baritina...*
- TRAMPAS SEDIMENTOLÓGICAS · PALEOGEOGRÁFICAS
 - sedimentación rítmica
 - alto fondo → *bisal de sedimentación*
- CONDICIONES GEOQUÍMICAS
 - fondo geoquímico
 - coeficiente de enriquecimiento ligado a las condiciones físico-químicas.

FACTORES FAVORABLES

- TECTÓNICA
 - Actuando en una facies favorable
 - Intensidad de la deformación.
- CONDICIONES QUÍMICAS
 - Alcalinas: *disolución sílica*
 - Reductoras: *precipitación de sulfuros.*

Fig. - 42

A.G.M.F.B

Por otra parte es interesante subrayar que en las antiguas explotaciones de la Alameda y La Pedraza (las únicas de una cierta importancia en el horizonte stratigráfico D) hay precisamente interferencia de diferentes metalotectos (fig. 43) justificando así las concentraciones minerales en estos dos lugares.

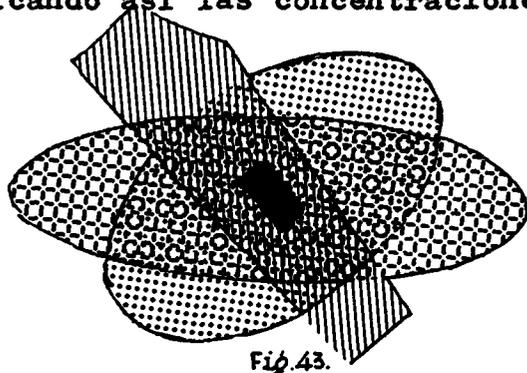


Fig. 43. Interferencia de metalotectos en La Alameda y La Pedraza.

- Metalotecto paleogeográfico-Geoquímico.
- Metalotecto litostratigráfico
- Metalotecto tectónico
- Concentración mineral.

En cuanto a las antiguas explotaciones de Leonor y Aragón-bajo control tectónico y sin relación aparente con el proceso de exudación y con una manifestación magmática- su paragénesis es compleja y tendrá que ser completada en un futuro. Sin embargo las asociaciones minerales observadas en este sitio y en La Alameda presentan en común : boulangerita, bournonita, galena y blenda.

Así pues sería interesante realizar un estudio detallado de todo el contexto geológico de la antigua mina de Leonor y Aragón para ver si otros metalotectos no se han superpuesto a la tectónica para justificar esta concentración mineral.

La misma observación se aplica para las mineralizaciones de: Ba en Munebrega, Ba-Sb en Vilueña y Sb en la Carrascosa.

Finalmente como en las zonas anteriormente consideradas de la Alameda, Embid de Ariza, La Pedraza y Pardos se ha notado, a veces, en las pizarras negras del horizonte D, ciertas anomalías en Sb y Ba, sería necesario comparar los fondos geoquímicos en Cu, Pb, Ag, Zn, Ba y Sb, de estas zonas con el area de Leonor y Aragón, Munebrega, Vilueña y la Carrascosa, para ver si la diversificación

Metalotecto = todo objeto geológico ligado a la tectónica, al magmatismo, al metamorfismo, a la litología, a la paleoclimatología, etc... que parece favorecer la edificación de un yacimiento o de una concentración mineral (LAFFITTE, P.; PERMINGEAT, F. y ROU- THIER, P. 1965)

de las asociaciones minerales no puede justificarse sobre bases litoestratigráficas, paleogeográficas, geoquímicas y tectónicas.

B I B L I O G R A F I A

- BARTH, T.F.W.: Theoretical Petrology. Wiley, New York-London-Sydney, 1967.
- BELLAIR, P. y POMEROL, CH.: Tratado de Geología. Editorial Vicens Vives, 1968.
- BERNARD, A.: Contribution à l'étude de la province métallifère sous-Cévenne. Sci. Terre, Nancy, 7, nº 3-4, 123-403, 1958.
- BUBENICEK, L.: L'oxydo-réduction en Sedimentologie. Bull. B.R.G.M., 4, 1-36, Paris, 1964.
- CHARLOT, G.: Théorie et méthode nouvelle d'analyse qualitative. Masson, Paris, 1946.
- COLCHEN; M.: Un corte a través de las formaciones paleozoicas de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño, España). Notas y Coms. I.G. y M. de España. 92, 79-84 1966
- COLCHEN, M.: Géologie de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño, Espagne). Thèse Fac. Sc. Paris, 559 pp. 1970.
- DESPARNET, A.: Etude géologique détaillée des environs du "Monasterio de Piedra" (Province de Saragosse, Espagne). Mémoire Fac Sc. Dijon 105 pp. 1967.
- DESPARNET, R.: Etude geologique de la région de Alhama de Aragón (Province de Saragosse, Espagne)

Mémoire Fac. Sc. Amiens (D.E.S. 70 pp.
1968.

DUNOYER DE SEGONZAC, G.: The birth and development of the
concept of diagenesis (1886-1966). Earth
Sci. Rev, 4, 153-201, 1969.

ESKOLA, P., BARTH, T.F.W., CORRENS C.W. Die Entstehung der
Gesteine. Berlin 1939.

ESPINOSA GODOY, J.S., ZUBIETA FREIRE J.M., MACIAS FARACO, N.J.
Tipos de mineralizaciones en la Sierra de
la Demanda - Jornadas Minero - Metalúrgicas
V Nacionales- III Internacionales, Bilbao,
II, 95- 103, 1975,

FAIRBRIDGE; R. W.: Phases of diagenesis and authigenesis. In.
Develop. in sedimentology, Elsevier, nº 8,
19-89, 1967.

GOLDSCHMIDT, V.M.: Geochemistry. London: Oxford University
Press, 1958.

GUBLER, Y., BUGNICOURT, D., FABER, J., KUBLER, B., NYSSSEN, R.: Essai
de nomenclature et caractérisation des prin
cipales structures sédimentaires. Editions
Technip, Paris, 1966.

I.G.M.E.: Mapa previsor de mineralizaciones de plomo-
cinc. Mapa metalogenético de España (E. 1 :
1.500.000) Inst. Geol. y Min. de España, Ma-
drid, 1972.

JOSOPAIT. V.: Das Kambrium und das Tremadoc von Ateca (West
liche Iberische Ketten, NE-Spanien) Münster.
Forsch. Geol. Paläont. Münster, 23, 121 pp.
1972.

- JULIVERT, M.: Observaciones sobre la tectónica de la depresión de Calatayud. Arrahona (Publ. Mus. Sabadell), 17 pp. (1954).
- JULIVERT, M., FONTBOTE, J. M., RIBEIRO, A. y CONDE, L.: Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Inst. Geol. y Min. de España. Madrid, 113 pp. 1974.
- KRAUSKOPF, K. B.: Introduction to geochemistry. New York, St. Louis, San Francisco, London, Mexico, Panama, Sydney, Toronto, Tokyo: International Student Edition, 1967.
- KRUMBEIN Y GARRELS, R. M.: Origine et classification des sédiments chimiques en terme de pH et Rh. Journ. Geol., 60, 1-33, 1952.
- LAFFITTE, P., FERMINGEAT, F. y ROUTHIER, P.: Cartographie métallogénique, metallotecte et Géochimie regionale. Bull. Soc. fr. Miner. Cristall., 88, 3-6, 1965.
- LAPORTE, L. F.: Los ambientes antiguos. Col. Fundamentos de las Ciencias de la Tierra. Omega, Barcelona, 1974.
- LIEGEOIS, R.: Excursion dans le Mésodévonien de l'Est du synclitorium de Dinant et du Massif de la Vesdre. Ann. Soc. Geol. de Belgique. 80, 95-127 (1956-57)
- LOMBARD, A.: Géologie sédimentaire. Les séries marines. Imprimerie Vaillant Carmanne, Liège, 1956.
- MARCOS, A.: Cabalgamientos y estructuras menores asociadas originadas en el transcurso de una nueva fase herciniana de deformación en el Occidente de Asturias (NO de España). Breviora Geol. Astúrica, 15, 4, 59-61 (1971)
- MARCOS, A.: Las series del Paleozoico inferior y la estructura herciniana del Occidente de Asturias. Tra

- bajos de Geología Univ. Oviedo, 6, 1-113 (1973).
- MATTAUER, M.: Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre. Hermann, Paris, 1973.
- MELENDEZ, B.: Paleontología. Tomo I.- Parte general e Invertebrados. Paraninfo, Madrid, 1970.
- MICHOT, J.: La diffusion dans les processus de sécrétion latérale. Ann. Soc. Geol. de Belgique, Liège, 81, 159-177, 1958.
- MICHOT, P.: Sédimentation rythmique dans le Siegenien inférieur de la région de Huy. Ann. Soc. Geol. de Belgique, 76, 221-237, 1953.
- MICHOT, P.: Classification et terminologie des roches lapidifiées de la série psammito-pélitique. Ann. Soc. Geol. de Belgique, Liège, 81, 312-342, 1958.
- MILLOT; G., RADIER, H., MULLER-FEUGA, R., DEFOSSEZ, M. et WEY. : Sur la Géochimie de la silice et les silicifications sahariennes. Bull. Serv. Carte géol. Als-Lorr., Strasbourg, t. 12, fasc. 2, 4-14, 1959.
- MILLOT, G.: Géologie des argiles. Masson, Paris, 1960.
- MILLOT, G.: Le problème des silicifications. Ass. Sedm. Fr., C. R. Réunion. 11 dec. 1964. (inédit).
- MONSEUR, G.: Observations nouvelles sur le Siegenien de Nonceveux. Comparaison avec la sédimentation dévonienne d'autres régions. Ann. Soc. Geol. de Belgique, Liège, 82, 61-79, (1958-59).
- MONSEUR, G.: Control sedimentológico en Betalogenia y relaciones entre mineralizaciones estratiformes y medio arrecifal. Cuad. Geol., Granada, enero-abril

2,5-32, 1972.

- MONSEUR, G.: Rythme sédimentaire et minéralisations stratiformes dans l'environnement récifal. Geologischen Rundschau, Stuttgart, Band 63, Heft 1, 23-40, 1974
- MONSEUR, G.; MORGILLO LOPEZ, E. GUTIERREZ MAROTO, A. y GUIJARRO GALIANO, Interés de las guías litoestratigráficas en prospección. II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, Buenos Aires, II, 497-518, 1975.
- MÜLLER, G.: Diagenesis in argillaceous sediments. In: Diagenesis in Sediments, Elsevier, Amsterdam, 4, 127-177, 1967.
- NICOLINI, P.: Géologie des concentrations minérales stratiformes. Gauthier Villars, Paris, 1970.
- PALLARD, B.: Permis "Alameda". Rapport de fin d'étape sur le contexte géologique des minéralisations Cu, Zn, Pb, Ag du Tremadoc des Chaînes Ibériques Occidentales (Provinces de Soria et Saragosse) Madrid : Peñarroya-España, Geología e investigación (inédito) 1975-75.
- RAGUIN, E.: Géologie des gites minéraux. Masson, Paris, 1961.
- RAMBERG, H.: The origin of metamorphic and metasomatic rocks. The University of Chicago Press, 1952.
- RANKAMA, K. y SAHAMA, Th. G.: Geochemistry. University of Chicago Press, 1963.
- RIBA, O.: Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. Inst. "Lucas Mallada", C.S.I.C., Madrid, 16, 283pp., 1959.
- RIBA, O. y RIOS, J. M.: Observations sur la structure du secteur Sud-Ouest de la chaîne ibérique (Espagne). In: Livre Mém. Professeur Paul Fallot, 1, Soc. Geol. France, Mem. hors. sér., 275-190, 1960-62.

- ROMERO, J.: El criadero de plomo de Peñalcázar. In: Catálogo de los criaderos minerales de España, Consejo de Minería, Madrid II, 300, 1934.
- ROUTHIER, P.: Les gisements métallifères. Géologie et principes de recherches. Masson, Paris, 1963.
- SANDER, B.: Gefügekunde der Gesteine. Wien, 1930.
- SCHMITZ, V.: Stratigraphie und sedimentologie im Kambrium und Tremadoc der Westlichen Iberischen Ketten nördlich Ateca (Zaragoza, NE-Spanien). Münster. Forsch. Geol. Paläont., Münster, 22, 123pp. 1971.
- TEODOROVICH, G. I.: Authigene minerals in sedimentary rocks. Consultants Bur., New York, 120 p, 1958, 1961.
- TERMIER, H. et G.: Atlas Paléogéographique, Masson, Paris, 1960.
- TUREKIAN, K. K. y WEDEPOHL, K. H.: Distribution of elements in some major units of the earth's crust. Geol. Sol. America Bull., 72, 186, 1964.
- TURNER, F. J.: Mineralogical and Structural evolution of the metamorphic Rocks. Geological Soc. of America, Memoir 30, 1948.
- UYTENBOGAARDT, W. y BURKE, E. A. J.: Tables for microscopic identification of ore minerals. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London y New York, 1971.



FE DE ERRATAS

Observación: Hemos utilizado indistintamente en el texto ,el término TREMADOC o TREMADOCIENSE.

Correcciones:

<u>págs.</u>	<u>DICE</u>	<u>DEBE DECIR</u>
29	7 u 8 m.	7 u 8 m. de profundidad.
57	seudorritmos,2-3; 3-4 o 4-5	seudorritmos 1-2; 2-3 o 3-4
64	sistemática de muesg tras	sistemática de muestras para estudios geofuímicos
241	e)Sb:...y en bisel sedimentario de Peñalcazar existen también...	...y en el bisel sedimentario de Peñalcazar; en estas dos regiones existen también...

236

Añadir el texto:

En todo sedimento.

En condiciones estancadas (fig. 34 a), es decir en aguas bastante profundas y únicamente aireadas en su parte superior, el Eh en el fondo es fuertemente negativo.

Si el pH es alcalino, estaremos en el campo de estabilidad de la siderita y de la chamosita, es decir el hierro se encontrará esencialmente en estado ferroso y se combina :

- con el CO₂ para dar siderita
- con el Si, Al, Mg para dar silicatos

Si el pH es ácido, el hierro ferroso se combinará con el ácido sulfhídrico resultante de la descomposición de la materia orgánica dando pirita. Sin embargo, otros sulfuros podrán formarse en estas mismas condiciones, ya que la acción de las bacterias y la capacidad reductora (fig. 37) también pueden tener un papel importante en su formación.

En condiciones aireadas (fig. 34 b), es decir, en aguas de menor profundidad y mayor agitación que las del primer caso, el Eh es positivo desde la superficie hasta el fondo; el hierro precipitará esencialmente bajo la forma férrica (hematita) (fig. 36) y según la importancia relativa de silicio, aluminio, magnesio, se formarán más o menos silicatos.

Publicaciones mencionadas que no figuran en la bibliografía.

- GIGNOUX, M.: Géologie stratigraphique, Masson, Paris, 1960.
- PRUVOST, P.: Les mers et les terres de Bretagne aux temps paléozoïques. Ann. Hébert et Haug, VII, Livre jub. Ch. Jacob, 1949
- MONSEUR, G., GUTIERREZ MAROTO, A., MORCILLO LOPEZ, E., y GUIJARRO GALLANO, J.: Control litoestratigráfico y tectónico de la mineralización plomo-argentífera de Peñalcazar (Soria-España). R. Iberoam. Crist. Miner. Metalog., 1, 1, 77-99, 1978.
- MICHOT, P.: Cours de Petrographie. Univ. de Liège (inédite), 1957.
- TURNER, F.J. y VERHOOGEN, J.: Petrología ígnea y metamórfica. Omega, Barcelona, 1963.
- WILSON, G.: The relationship of slaty cleavage and kindred structures to tectonics. Proc. Geol. Ass. London, 57, 263, 1946.
- WILSON, G.: The tectonic significance of small scale structures and their importance to the geologist in the field. Ann. Soc. Geologique de Belgique, 84, 423-548, 1961.