

# ANÁLISIS LITOLÓGICO, MORFOLOGÍA, COMPOSICIÓN MINERAL Y CARACTERÍSTICAS METALOGENÉTICAS DE LAS MINERALIZACIONES DE BARITA EN EL PRECAMBRICO DEL NARCEA, ASTURIAS (ESPAÑA)

CARLOS J. FERNANDEZ

TRABAJOS DE  
GEOLOGÍA



Fernández, C. J. (1983).—Análisis litológico, morfología, composición mineral y características metalogenéticas de las mineralizaciones de barita en el Precámbrico del Narcea, Asturias (España). *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 13, 49-64.

Las mineralizaciones de barita en materiales precámbricos tienen una morfología en filón-capa, concordantes con la dirección e inclinación de los materiales encajantes, y por tanto bien delimitadas en las series litológicas de las áreas mineralizadas. La asociación evidenciada por datos de campo, estudio de muestras de mano y análisis microscópico por reflexión y transparencia, denota un carácter epigenético para dicho conjunto. La composición mineral es barita blanca tanto masiva como agregados tabulares con tendencia tabicada o listada, pirita y cuarzo a nivel de trazas. La caracterización metalogenética se basa en la evolución de un modelo convectivo en relación con la actividad subvolcánica, generando fluidos mineralizantes, que debido a descensos de presión y temperatura en fracturas, dan lugar a la deposición mineral de barita, ya que estos dos factores rebajan en gran medida la solubilidad de la barita en los fluidos minerales.

The mineralizations of barite in precambrian materials have a bedded-vein morphology, concordant with direction and dip of the host rocks, and therefore, well delimited in the lithological series of mineralized area. The association: breccia-silicification-mineralization, showed by studies of field, studies of hand-samples and microscopic analysis in transmitted and reflected light, evidences an epigenetic character for this assemblage. Mineral composition is constituted by white barite, massive and tabular aggregates, pyrite and quartz as trace minerals. The metallogenetic aspects are based upon the evolution of a convective model related with subvolcanic activity, generating mineralizing fluids. Mineral deposition occurs along fractures because of falls of temperature and pressure, factors which lower the solubility of barite in the mineralizing fluids.

*Carlos José Fernández Fernández, Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Geología, Universidad de Oviedo, España. Manuscrito recibido el 25 de enero de 1983.*

Se estudian en este trabajo unas mineralizaciones de barita en materiales precámbricos, las cuales, aunque sin ninguna labor de explotación minera (Fernández, 1982), llegan a representar un tipo no muy frecuente por la edad de los materiales con los que están asociados, puesto que en el Precámbrico se citan los yacimientos de Barberton Mountain Land, Africa del Sur (Heinrichs y Reimer, 1977), de origen exhalativo-sedimentario.

## CARACTERÍSTICAS GEOLOGICO-REGIONALES DEL PRECAMBRICO

El Precámbrico de la Cordillera Cantábrica, NW de España, ocupa una franja de materiales cuyo trazado cartográfico general se refleja en la Fig. 1, el cual clásicamente ha separado desde un punto de vista solo regional dos grandes unidades de la misma, la Zona Asturocci-

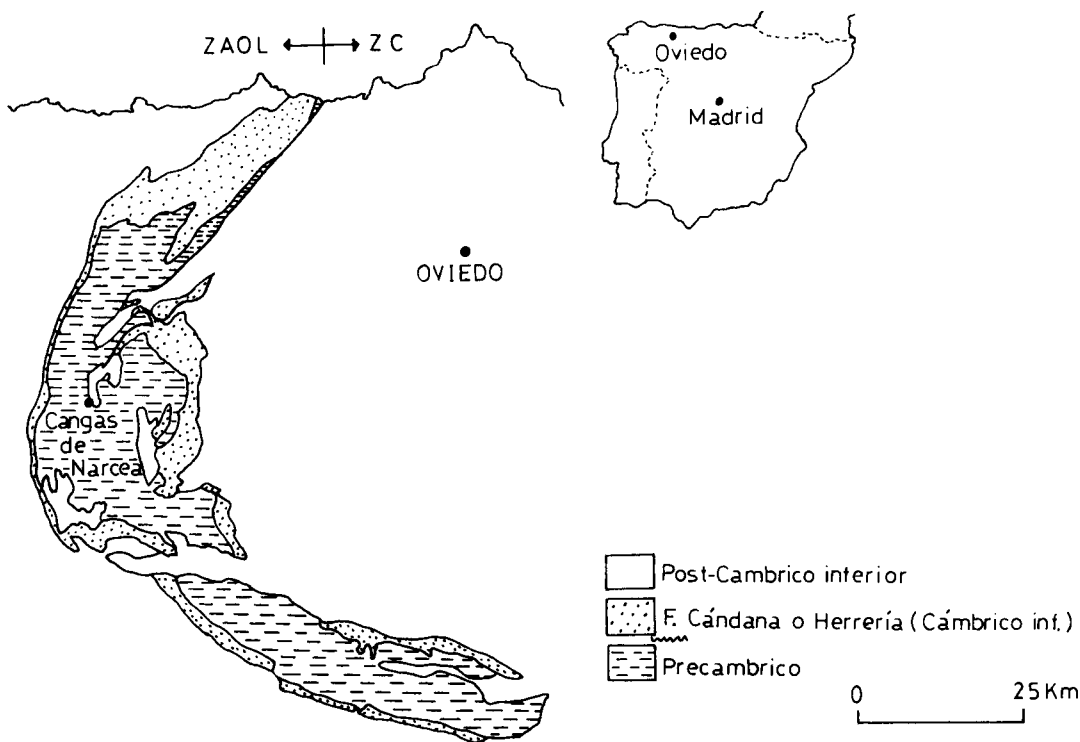


Fig. 1.—Distribución regional del Precámbrico del Narcea.

dental-Leonesa y la Zona Cantábrica. Se le denomina Precámbrico del Narcea, Pizarras del Narcea, Serie Narcea, o Formación Narcea.

El conjunto litológico precámbrico está formado por una serie alternante de pizarras y areniscas que hacia su parte inferior-media presenta intercalaciones de rocas volcánicas ácidas y vulcanodetríticas, mientras que su parte superior está definida por una secuencia también alternante de pizarras y areniscas según una disposición rítmica típica de series turbidíticas. Las rocas volcánicas de carácter interestratificado con los materiales precámbricos descritos son porfiroides derivados del metamorfismo de tobas ácidas y de algún nivel de rocas dacíticas o riódacíticas.

La localización de las mineralizaciones teniendo en cuenta el tipo de materiales encajantes, como luego se verá en las series levantadas, y por su proximidad a la Formación Herrería, Cámbrico Inferior, corresponde a la parte superior de la columna general precámbrica, particularmente en la secuencia turbidítica.

En cuanto a las características tectónicas o estructurales se pueden distinguir dos episodios largamente separados en el tiempo. Así, el hecho de que exista una discordancia entre el Precámbrico y la Formación Herrería o Cándana (Cámbrico Inferior), evidencia un primer episodio de deformación propio precámbrico, aunque en él no se ha reconocido ni metamorfismo ni esquistosidad característica. Fue en realidad el segundo episodio, la deformación ocurrida durante la orogénesis herciniana, intra-Westfaliense, la que verdaderamente ha afectado a estos materiales.

Según Julivert *et al.* (1977a), Julivert *et al.* (1977b), Pérez-Estaún y Martínez (1978) y Marcos *et al.* (1980), existen tres fases de deformación hercínica. La primera dio lugar a pliegues asimétricos acompañados de una esquistosidad de flujo bastante penetrativa. La segunda originó cabalgamientos en los que generalmente aparecen involucrados materiales de la Formación Herrería (Figs. 2 y 3). La tercera fase está definida por un plegamiento que afectó a las

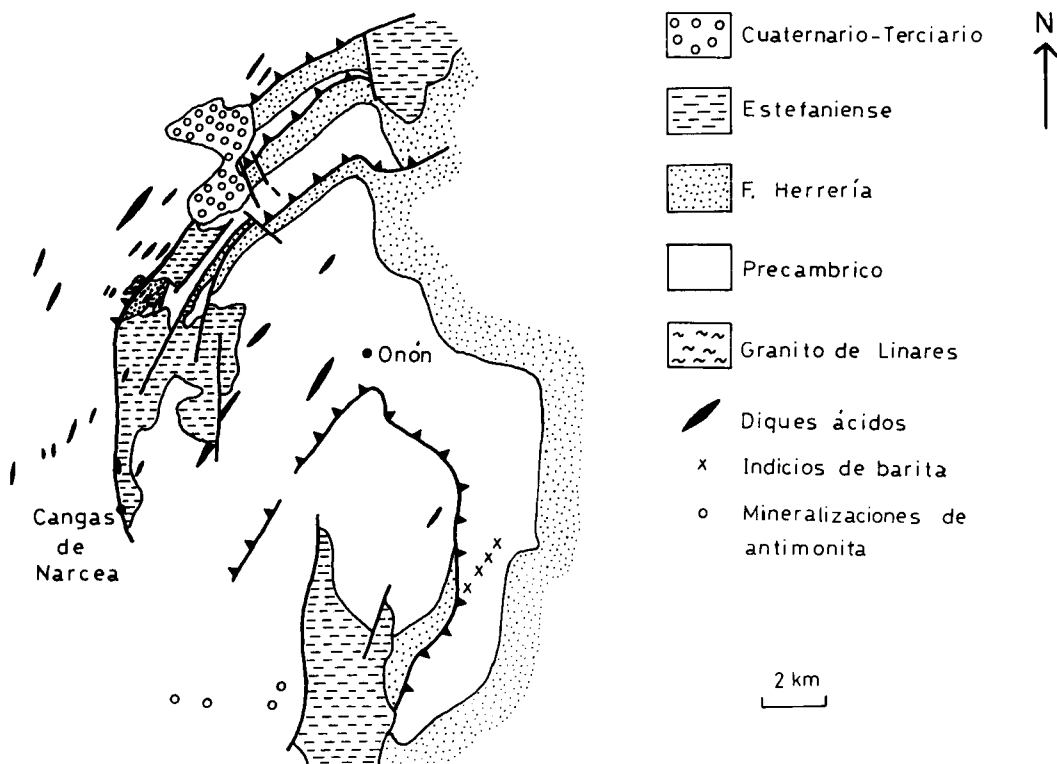


Fig. 2.—Esquema geológico general del área mineralizada.

estructuras anteriores, formando estructuras como la «Ventana del Narcea» (Pérez-Estaún y Martínez, 1978) (Fig. 2). Esta tercera fase estuvo acompañada de una esquistosidad de crenulación o a veces de fractura. Los materiales estefanienses que aparecen como manchones en el Precámbrico son netamente discordantes y postectónicos.

Los materiales precámbricos están afectados por un metamorfismo regional herciniano de bajo grado que se encuadra dentro de la facies de esquistos verdes. Las paragénesis más frecuentes en rocas pelíticas son cuarzo-albita-moscovita-clorita y también cuarzo-albita-moscovita-clorita-biotita. Este metamorfismo comienza con la nucleación de clorita y en menor proporción de moscovita pretectónicas respecto a la esquistosidad de la fase 1.<sup>a</sup> de deformación, para continuar ya durante las tres fases. La biotita comienza a cristalizar durante la fase 3.<sup>a</sup>. Esta fase mineral aparece y se desarrolla más frecuente e intensamente en el núcleo de la ventana tectónica del Narcea debido probable-

mente a un metamorfismo térmico de contacto, en el que si bien no hay muchos afloramientos ígneos extensivos y de gran magnitud, pudiera relacionarse en parte con el emplazamiento de los diques de pórfidos y felsitas postestefanienses (Julivert *et al.* 1977a; Julivert *et al.* 1977b; Marcos y Pulgar, 1980; Marcos *et al.* 1980).

Afectando mayoritariamente al Precámbrico, en mucha menor proporción al Estefaniense, y ocasionalmente a la Formación Herrería (Fig. 2), aparecen una serie de diques de pórfidos y felsitas cuya composición varía desde granodiorítica hasta monzonítica. Se disponen generalmente paralelos a la estratificación y a la esquistosidad principal en los materiales precámbricos, aunque cuando afectan al Estefaniense se disponen así mismo congruentemente con la estratificación de los depósitos estefanienses. Sus condiciones de emplazamiento son postectónicas y subvolcánicas, y relacionados con un vulcanismo subsecuente a la deformación herciniana y por supuesto postestefaniense.

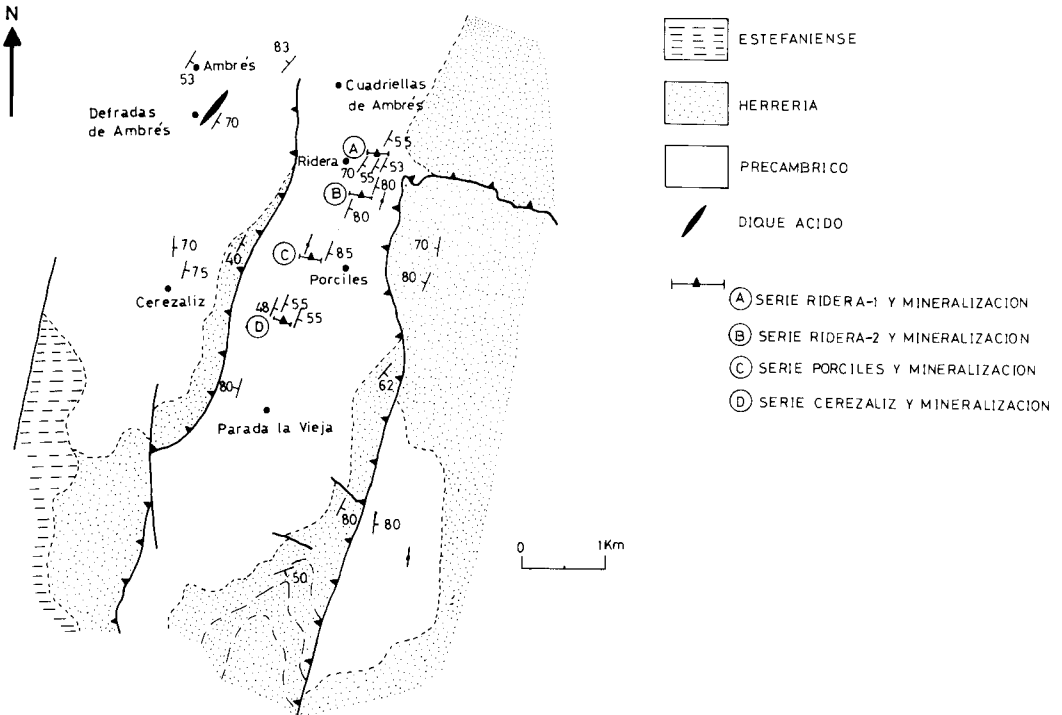


Fig. 3.—Representación de las series litológico-mineralizadas y de la tectónica del área mineralizada.

## ESTUDIO LITOLÓGICO-MINERALÓGICO DE LAS MINERALIZACIONES

### LAS MINERALIZACIONES DE RIDERA

El conjunto litológico-mineralización se define según dos series levantadas a través de la zona mineralizada en la parte superior de la columna general precámbrica, dentro de la secuencia turbidítica (Fig. 3), y expuestas en las Figs. 4 y 5.

*Serie de Ridera-1.*—Está compuesta por:

- 1.—Pizarras beige, finamente tableadas. Lechos entre 0,5-1 cm y ocasionalmente 10 cm. Potencia 16 m. Estratificación 123/53 (dirección 33° N).
- 2.—Pizarras beige, con tonos rosados de carácter esporádico. Lechos o capitas entre 5-10 cm. Potencia 5 m. Estratificación 120/55 (dirección 30° N).
- 3.—Pizarras beige. Lechos de 1 cm en promedio. Potencia 5 m. Estratificación 120/55 (dirección 30° N).
- 4.—Franja brechificada. Potencia de unos 5 a 10 cm.
- 5.—*Cuerpo mineral de barita.* Potencia 7 a 15 cm. Dirección 30-35° N e inclinado 60-65° al ESE.
- 6.—Franja brechificada. Potencia de unos 5 a 10 cm.

7.—Pizarras beige, algo grisáceas. Lechos de 2-5 cm. Potencia 6,5 m.

8.—Pizarras beige grisáceas. Hacia su parte inferior una intercalación de pizarras grises de 20 cm en capitas de unos 0,5 cm. Potencia 3,5 m.

9.—Pizarras marrón claro amarillentas, masivas. Potencia 4,3 m.

10.—Pizarras beige, con tonos rosados y rojizos de carácter esporádico. Lechos de unos 5 cm en promedio. Potencia 5 m.

11.—Pizarras beige algo verdosas. Lechos desde 0,5 a 2 cm con tramos más gruesos (10-20 cm). Potencia 10 m. Estratificación 125/70-75 (dirección 35° N).

12.—Pizarras beige. Lechos entre 3 y 5 cm. Potencia 6 m.

13.—Pizarras beige ligeramente verdosas. Potencia 2,5 m.

14.—Pizarras grises amarillentas, masivas. Potencia 2 m.

15.—Pizarras grises amarillentas, semejantes al tramo anterior. Potencia 15 m.

*Serie de Ridera-2.*—La serie litológica que enmarca la mineralización (Fig. 5) está constituida por:

- 1.—Pizarras beige ligeramente grisáceas. En lechos

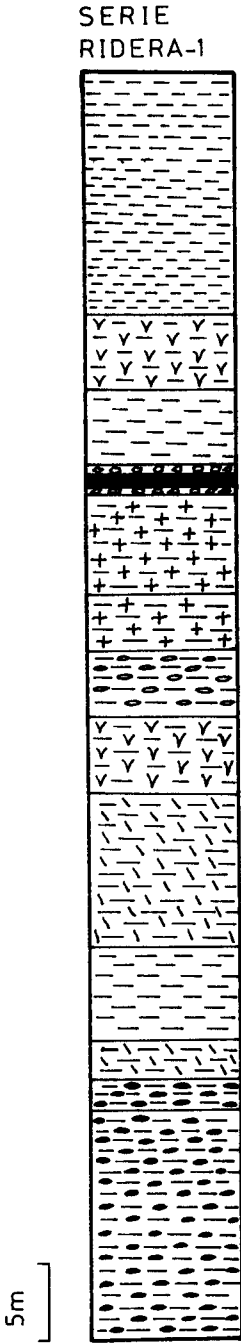


Fig. 4.-Columna litológico-mineralizada de la serie Ridera-1.

de espesor variable (5-15 cm). Potencia 18 m. La dirección de las capas es de 25° N e inclinadas 80-85° al ESE (115/80-85).

2.-Pizarras beige, masivas. Potencia 2,5 m.

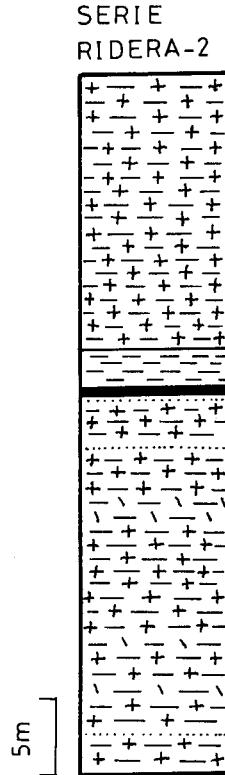


Fig. 5.-Columna litológico-mineralizada de la serie Ridera-2.

3.-Cuerpo mineral de barita. Parcialmente aflorante en cuanto a su extensión lateral. Potencia de 10 cm. Dirección 25-30° N, y verticalizado (80° al ESE).

4.-Conjunto de pizarras dominantes y areniscas de grano fino, color gris a gris beige. Intercalación de delgadas capas o lechos (3-5 cm) de pizarras finas y color beige algo verdoso. Potencia 25 m. Dirección general 27° N con buzamientos fuertes 80-85° al ESE (117/80-85).

*Análisis morfológico y composición mineral*

Los pequeños cuerpos mineralizados delimitados en las series litológicas descritas, son concordantes con la dirección e inclinación de las rocas encajantes, por lo que su morfología se encuadra en el tipo filón-capa (Fig. 6). Es decir, poseen un carácter congruente desde el punto de vista espacial en cuanto a las relaciones de contacto con los materiales de caja, aunque la presencia de delgadas franjas o zonas brechificadas denotan un criterio de incongruencia desde el punto de vista temporal. Es-



Fig. 6.—Aspecto del filón-capa de barita en la serie Ridera-1.

tas zonas brechificadas están constituidas por elementos brechiformes de material encajante englobados por una matriz de un material gris verdoso (Fig. 7).

Los pequeños filones-capa de las dos mineralizaciones están constituidos por dos variedades morfológicas de barita, pero sin ningún patrón de regularidad en cuanto a su distribución dentro del conjunto de los filones. Son barita

blanca masiva y barita en agregados tabulares debido al desarrollo de la exfoliación principal (001).

La composición mineral así como el carácter microestructural de los materiales de la mineralización mediante las técnicas mineralógicas de microscopía de reflexión y de transparencia es:

*Barita.*—Se presenta según varios tipos morfológicos, pero dominando la textura masiva y la textura tabicada o listada. Cuando posee textura masiva, los agregados cristalinos poseen formas anhedrales y en general tamaños grandes aunque ocasionalmente medios, y con límites de grano netos. Cuando adopta la textura listada o tabicada, los cristales de barita son alargados, con formas tabulares bien definidas y con una dirección dominante debido al desarrollo manifiesto y marcado de la exfoliación (001) y menos marcada la (210).

Se destacan otras dos variedades morfológicas las cuales parecen tener ambas un mismo significado paragenético. Una aparece como cristales euhedrales y subhedrales con secciones pseudo-hexagonales incluidos en los dos tipos de barita anteriores (Fig. 8). La otra, según cristales anhedrales de tamaño netamente más pequeño dispuestos según franjas o alineados a lo largo de la exfoliación principal (001) de la barita listada o tabicada, aunque ocasionalmente a través (Fig. 8). Estas dos últimas variedades son el resultado de fenómenos de recristalización a partir de la barita tanto masiva como listada, y por consiguiente posteriores en la paragénesis.

*Cuarzo.*—Se incluye aquí el cuarzo en asociación mineral con la barita. Se presenta en general según cristales anhedrales o también con formas xenomórficas cuando se estudia en reflexión (Fig. 9), aunque ocasionalmente tiene formas idiomórficas e hipidiomórficas hexagonales. Su proporción es 1,3-1,9 %.

*Pirita.*—Su identificación y diagnóstico se realizó por microscopía de reflexión, debido a su color

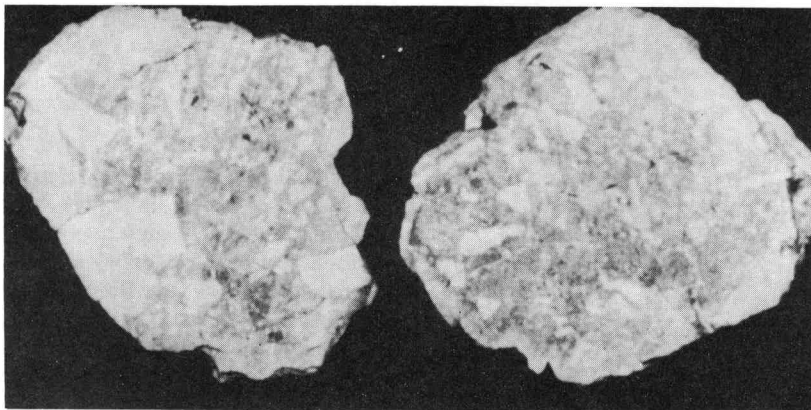


Fig. 7.—Elementos brechiformes de pizarra beige en matriz gris-verdosa constituida por cuarzo jaspeado, de las franjas brechificadas de la serie Ridera-1. Tamaño natural.

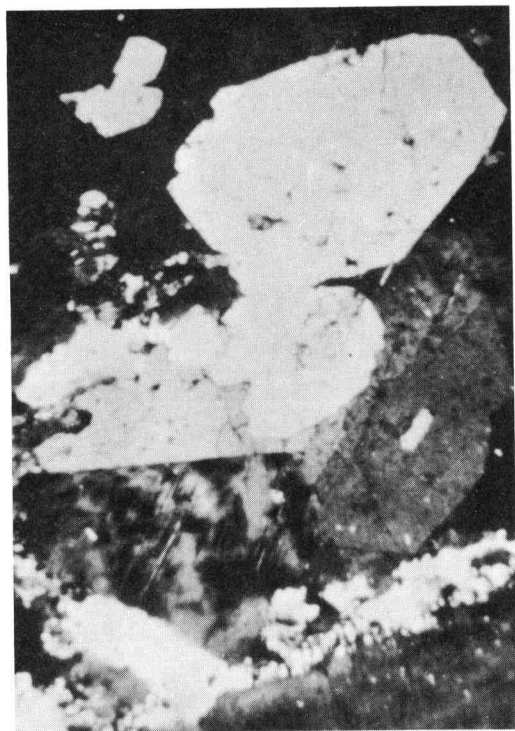


Fig. 8.—Cristales subhedrales pseudo-hexagonales, segundo tipo morfológico de barita, incluidos en barita de mayor tamaño cristalino, primer tipo morfológico. También se evidencian pequeños cristales anhedrales de barita a modo de franjas, tercer tipo morfológico, cruzando a la barita del primer tipo. Las variedades segunda y tercera son productos de recristalización a partir de la barita primaria. Mineralización Ridera-1. Luz transmitida. N.C.x20.

blanco amarillento, reflectividad alta y su isotropía. Se presenta como cristales pequeños xenomórficos, o secciones hipidiomórficas pentagonales e idiomórficas cuadradas, diseminados en la barita (Fig. 9). Su proporción es muy escasa, netamente inferior a la del cuarzo, o sea, menos del 1 %.

*Relictos de material encajante y cuarzo de silicificación.*—El material gris verdoso que cementa las brechas (Fig. 7) en Ridera-1, así como también dispuesto según masas irregulares englobadas por la mineralización, observables en Ridera-2, está constituido petrográficamente por cuarzo tipo jaseroide. Microestructuralmente se define como cuarzo de tamaño muy fino y extremadamente pequeño con bordes muy interpenetrados, en donde esporádicamente se individualizan partes o masas formadas así mismo por cuarzo de mayor tamaño cristalino y con límites o bordes de grano menos interpenetrados. El cuarzo jaseroide presenta límites sinuosos, irregulares y penetrantes con el material encajante indicativos de fenómenos de reemplazamiento. Es también frecuente que la barita

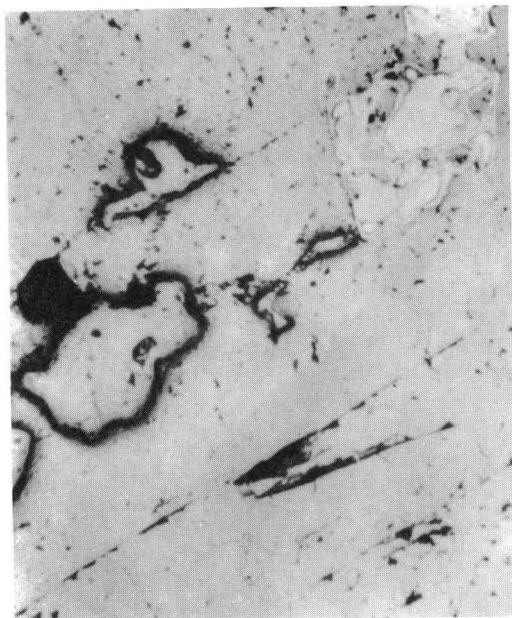


Fig. 9.—Asociación mineral barita-cuarzo-pirita. La barita presenta textura tabicada o listada con desarrollo principal de la exfoliación (001). Cuarzo en cristales anhedrales los cuales destacan por su mayor relieve. Pirita de color blanco y reflectividad alta, parcialmente alterada a goethita. Mineralización Ridera-1. Luz reflejada. x32.

de la mineralización se disponga con texturas de impregnación en la masa de cuarzo de la silicificación a la vez que llega a reemplazarlo, indicando su posterioridad en el tiempo.

Dentro de lo que se define como relictos de roca de caja, se observa una gradación desde material encajante donde todavía se puede observar su petrografía hasta elementos mineralógicos dispersos que sólo constituyen fantasmas de lo que fue la roca original (Fig. 10 A y B). Los restos de material encajante van desde pizarras limosas y arcillitas cuyos constituyentes son cuarzo, material arcilloso y algunas pequeñas micas moscovita y plagioclasas, hasta areniscas de grano fino y limosas con pequeñas intercalaciones de pizarras. Estos últimos tipos petrográficos, además del cuarzo, poseen cemento de clorita y matriz sericitica, y el cuarzo posee una textura amigdaloido debido a procesos metamórficos.

En la mineralización Ridera-2, el examen petrográfico de los pequeños enclaves grises verdosos dentro de la masa mineralizada de barita, revela una composición mayoritaria de cuarzo jaseroide donde los relictos de material encajante lo constituyen restos de material arcilloso, algún pequeño cristal de plagioclasa con maclas polisintéticas, cristales también escasos de moscovita, ortosa en fase de sericitización, clorita, una clorita con color de interferencia azul

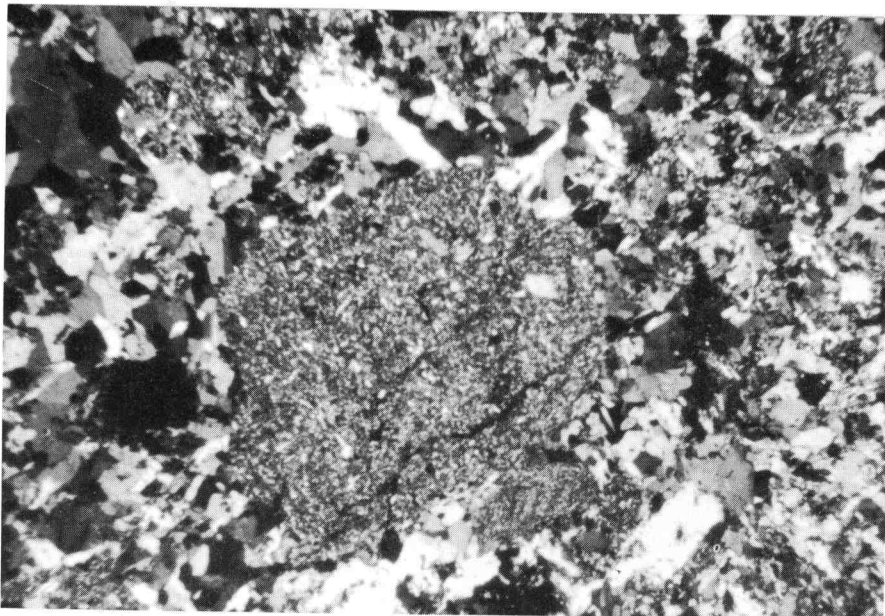


Fig. 10.-A) Relictos de pizarra y de material arcilloso en fase de reemplazamiento por cuarzo jaseroide, indicativo del proceso de silicificación. Mineralización Ridera-1. Luz transmitida. N.C.x20.

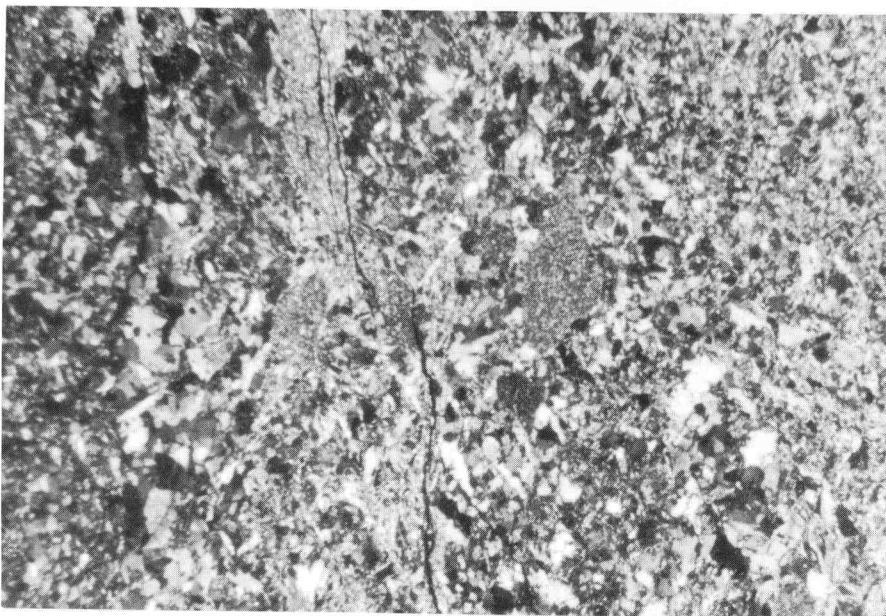


Fig.10.- B) Cuarzo jaseroide asociado con algo de cuarzo de mayor tamaño cristalino, éste último hacia la parte izquierda de la lámina, reemplazando a la roca encajante, quedando relictos de pizarra y material arcilloso. Mineralización Ridera-1. Luz transmitida. N.C.x20.

oscuro (pennina), y algunos circones. Únicamente como representantes netos y definidos como tales de material encajante, quedan enclaves muy pequeños de

arenisca de grano fino y pizarra. Parece pues que la silicificación fue más intensa en los materiales de caja de esta mineralización.



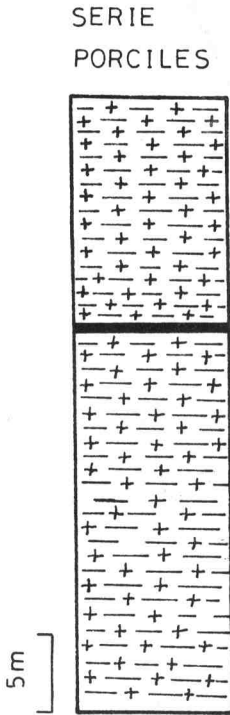


Fig. 11.—Columna litológica de la mineralización de Porciles.

LA MINERALIZACIÓN DE PORCILES

*Serie de Porciles.*—La sucesión litológica de materiales precámbricos de la zona mineralizada (Fig. 11) está constituida por:

1.—Serie de pizarras grises a grises beige, en tramos de potencia 0,5-1 m de promedio. Potencia 15 m. Dirección de 22° N e inclinaciones 85° al ESE (112/85).

2.—Cuerpo mineral de barita. Potencia 15-30 cm. Dirección 25° N y verticalizado. Zonas grises verdosas y verdosas de trazado irregular tanto al techo como al muro, y ocasionalmente como pequeñas masas englobadas en la mineralización.

3.—Serie de pizarras grises a grises beige, en tramos de potencia 0,5-1 m. Dirección promedio 20-25° N y verticalizadas.

*Análisis morfológico y composición mineral de la mineralización*

Habría que destacar que en este indicio se practicó una pequeña galería «artesanal», cuya longitud no sobrepasó los 10 m, la cual siguió el filón-capa en esa longitud y cuya dirección es de 25° N. Teniendo en cuenta la dirección del

material encajante, se observa que la mineralización es a grosso modo concordante con la dirección y buzamiento del mismo, por lo que la morfología del pequeño cuerpo mineral es en filón-capa.

La barita de la masa mineral es blanca, predominando la variedad de agregados tabulares bien definidos y en menor proporción masiva. Una característica composicional semejante a la evidenciada en el estudio de las mineralizaciones anteriores, es la presencia de masas irregulares grises verdosas, tamaño pequeño, 0,5-3 cm en promedio, englobadas por la barita, las cuales diagnosticadas por microscopía de transparencia resultan ser enclaves silíceos con pequeños relictos de material encajante.

La composición mineral así como las características paragenéticas de los materiales de la mineralización son:

*Barita.*—Las variedades texturales se pueden clasificar en cuatro tipos. Barita masiva en cristales de gran tamaño y formas anhedrales que esporádicamente y sin ningún patrón de regularidad pasan a la otra variedad o tipo según cristales alargados, listados, tabulares con desarrollo neto de la exfoliación (001) y menor desarrollo de la (210), es decir, textura tabicada o listada (Fig. 12). El tercer tipo viene definido por



Fig. 12.—Barita con textura tabicada en la que se definen bien los dos sistemas de exfoliación, la (001) principal y la (210). Aparece además barita en agregados granulares anhedrales y tamaño cristalino pequeño, procedente de la recrystalización de la barita tabicada. Mineralización de Porciles. Luz transmitida. N.C.x20.

crisales subhedrales de contornos o secciones pseudohexagonales que se disponen incluidos en la barita masiva, y su proporción es escasa respecto a las variedades anteriores. El cuarto tipo es en crisales pequeños y equidimensionales, con formas anhedrales, formando agrupaciones alineadas a modo de franjas que cruzan a las dos primeras variedades de barita en direcciones variadas (Fig. 12). Los dos últimos, y particularmente el cuarto tipo, corresponden a barita de recristalización.

**Cuarzo.**—El cuarzo en asociación mineral con la barita, se presenta como crisales de tamaño pequeño, equidimensionales y anhedrales, diseminados e incluidos en la primera y según contactos netos. Su proporción es escasa con un promedio de 1,1-1,5 %.

**Pirita.**—Muy escasa, y aun más que el cuarzo, en proporción inferior al 1 %. Según crisales pequeños y muy pequeños con formas xenomórficas e hipidomórficas cuadradas y pentagonales, diseminados en la barita.

**Relictos de material encajante y cuarzo de silicificación.**—El material gris verdoso ya descrito anteriormente está constituido por cuarzo dominante, el cual se presenta como agregados muy pequeños con bordes interpenetrados y textura afanítica, formando una masa en la que se individualizan agregados cristalinos de mayor tamaño y bordes más rectos, no tan sinuosos. Incluidos dentro de esta masa o conjunto «silíceo» aparecen relictos de roca encajante ya muy transformada por el proceso de silicificación, y donde prácticamente no se observa la textura de la roca original. Solamente se diagnostica material arcilloso en el que todavía se aprecia una cierta orientación, algunas pequeñas plagioclasas, restos de mica moscovita, pennina, y escasos circones.

#### LA MINERALIZACIÓN DE CEREZALIZ

**Serie de Cerezaliz.**—El conjunto litológico-mineralizado (Fig. 13) viene definido por los siguientes componentes:

- 1.—Pizarras grises a grises beige. Conjunto monótono tanto en litología como en color. Potencia 15 m.
- 2.—Pizarras beige. Lechos o capas de 5 a 20 cm en promedio. Potencia 6,5 m. Estratificación 110/55 (dirección 20° N).
- 3.—*Cuerpo mineral de barita.* Potencia 8 a 10 cm. Dirección 15° N, e inclinación 45-50° al ESE.
- 4.—Pizarras beige con un tono verde claro. Lechos entre 5 y 10 cm. Potencia 25 m. Afloramientos no continuos ni constantes dentro del conjunto medido. Medidas de estratificación de muro a techo 113/55 (dirección 23° N), y 108/48 (dirección 18° N). Esta última medida prácticamente al muro del cuerpo mineral.

#### SERIE CEREZALIZ

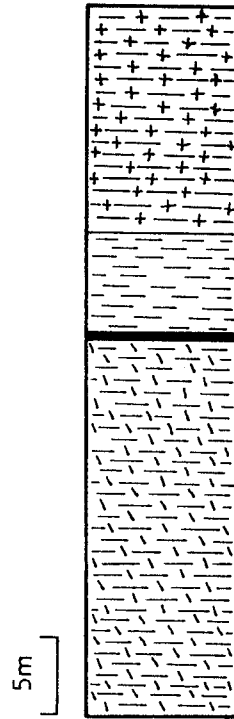


Fig. 13.—Columna litológico-mineralizada de la serie Cerezaliz.

#### Análisis morfológico y composición mineral del cuerpo mineral

La mineralización con clara morfología en filón-capa, y por consiguiente bien delimitada en la serie litológica, está constituida por barita masiva y barita listada, de color blanco, con ligeras impregnaciones amarillentas y pardo-amarillentas de óxidos de hierro (goethita y limonita).

El estudio de los materiales de la mineralización se basa en el diagnóstico microscópico de los componentes minerales y en las relaciones de contacto entre el cuerpo mineral y el material encajante, el cual aparece ocasionalmente algo brechificado si bien en pequeña magnitud, y donde las brechas que generalmente están en el promedio de 0,3 a 2 cm tanto de longitud como de anchura, se disponen en escasa proporción en la barita de la mineralización.

La composición de la mineralización está formada por:

**Barita.**—Morfológicamente predomina la variedad con textura masiva o granular gruesa, ya que los agregados cristalinos son de tamaño grande y muy grande, anhedrales, los cuales esporádicamente pasan a cristales tabulares con desarrollo de la exfoliación principal marcada, o sea la (001), y menos definida la (210), es decir, la textura tabicada o listada. El tercer tipo morfológico se caracteriza por presentarse en agregados de tamaño pequeño, anhedrales, equidimensionales, dispuestos en varias direcciones atravesando a las dos variedades anteriores. Su posición en la paragénesis es claramente posterior y procede de la recrystalización de la barita tanto masiva como listada a lo largo de microfracturas y de las líneas de la exfoliación principal (001) (Fig. 14).

**Cuarzo.**—Está en asociación mineralógica con la barita, muy escaso, y según cristales pequeños con formas anhedrales diseminados en ella, aunque aparece ocasionalmente alguna sección hipidiomórfica hexagonal. Porque aunque las características ópticas tanto de la barita como del cuarzo sean semejantes en luz reflejada, sin embargo, su distinta dureza, lo cual se manifiesta en el mayor relieve del cuarzo, hace que su diagnóstico resulte relativamente fácil. La proporción

de esta fase mineral está comprendida entre 1,2-1,5 %.

**Pirita.**—Muy escasa, aun más que el cuarzo, la cual se diagnostica en reflexión por su color blanco amarillento, reflectividad alta e isotrópica. Según cristales muy pequeños xenomórficos diseminados en la barita. Proporción inferior al 1 %.

**Elementos brechiformes de roca encajante.** Las pequeñas brechas están constituidas por pizarras y limolitas de grano grueso, cuyos constituyentes minerales son cuarzo, matriz sericitica en gran proporción, material arcilloso, algún grano de chert, y micas moscovitas escasas. Se evidencia una alineación preferente sobre todo en el material de la matriz sericitica debida a procesos tectónico-metamórficos. Estos pequeños elementos brechiformes aparecen englobados por la barita de la mineralización, siendo sus contactos netos, sin signos pronunciados de fenómenos de reemplazamiento.

## CARACTERISTICAS METALOGENETICAS

### LOS FENÓMENOS EPIGENÉTICOS DE BRECHIFICACIÓN Y SILICIFICACIÓN

Del estudio litológico-mineralización, del estudio macroscópico de muestras de mano, y del análisis microscópico, se evidencian unas relaciones de contacto materia mineral-roca encajante de carácter incongruente, a pesar de que la morfología de las mineralizaciones es en filón-capa y concordantes en conjunto con la dirección e inclinación del material encajante, y por consiguiente, bien delimitadas en las series litológicas expuestas.

La brechificación es particularmente visible en Ridera-1 y menos desarrollada en Cerezaliz. En la primera, tal fenómeno se manifiesta en las franjas brechificadas situadas tanto al techo como al muro del filón-capa (Fig. 4). En muestras de mano, están constituidas por pequeños elementos brechiformes de pizarra beige englobados por una matriz gris verdosa de cuarzo jaseroide. En la mineralización de Cerezaliz, la brechificación es de menor desarrollo. Las brechas, de menor tamaño que las anteriores y menos abundantes, están directamente englobadas por la barita de la mineralización. Para el resto, es decir, Ridera-2 y Porciles, debido a las condiciones naturales de afloramiento, no se llega a definir de un modo tan neto la brechificación, aunque la presencia de pequeñas masas grises verdosas englobadas por la barita, representan muy posiblemente relictos de material

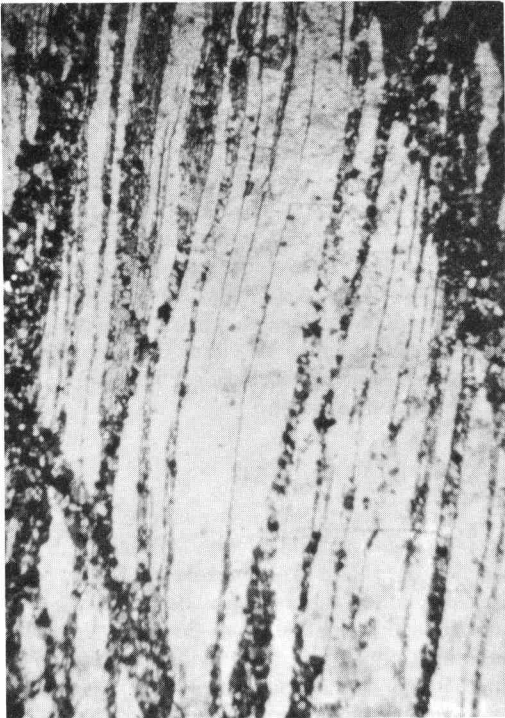


Fig. 14.—Barita en agregados listados, atravesada por barita en agregados cristalinos pequeños y anhedrales, principalmente a lo largo de la exfoliación principal (001), aunque a veces a través, y procedente de la recrystalización de la barita listada. Mineralización de Cerezaliz. Luz transmitida. N.C.x20.

brechificado de material encajante y muy transformado por la silicificación posterior.

La fase de silicificación se corrobora preferentemente por los estudios microscópicos. El material gris verdoso y verdoso que cementaba las brechas en Ridera-1, o como masas más o menos equidimensionales en el filón-capa de barita en Ridera-2 y en Porciles, están constituidas petrográficamente por cuarzo. Este cuarzo se encuadra mayoritariamente en el tipo jaspeoide, y también cuarzo de mayor tamaño cristalino asociado con él, según individualizaciones esporádicas dentro del primero. Este conjunto silíceo reemplaza al material encajante, a no ser en la mineralización de Cerezalíz donde no se observa tal proceso. La explicación a esto es que la silicificación vaya perdiendo intensidad hacia el SSW según la lineación NNE-SSW definida por las mineralizaciones.

Así mismo, hay una relación de los tres procesos en el orden de jerarquización siguiente: brechificación-silicificación ya fue demostrado anteriormente, particularmente en Ridera-1 y también aunque no de un modo tan neto en Ridera-2 y Porciles. El sistema brechificación-mineralización es evidente en la mineralización de Cerezalíz. Y por último, el par o sistema silicificación-mineralización revela la conexión entre todos estos procesos, y acentúa el carácter epigenético de los cuerpos mineralizados. Así, por un lado, la barita de la mineralización engloba y lleva incluidas zonas, partes, y pequeñas masas grises verdosas de material encajante silicificado. Por otro lado, el estudio microscópico de los materiales de la mineralización revela la posterioridad de la barita sobre los relictos de caja silicificados, ya que se dispone sobre ellos y además los reemplaza, puesto que se observan fenómenos de corrosión, pequeños relictos de cuarzo jaspeoide con restos de material encajante englobados por la barita, y contactos sinuosos y penetrativos de ésta sobre los anteriores. Así mismo, existen texturas de impregnación de la barita sobre el cuarzo jaspeoide, indicando su posterioridad en la paragénesis mineral.

#### RELACIÓN ENTRE LA ALINEACIÓN DE LOS MATERIALES PRECÁMBRICOS, LAS MINERALIZACIONES DE BARITA Y LOS DIQUES ÁCIDOS

El carácter congruente entre la dirección de estos tres conjuntos está mostrado por la similitud

entre las medidas de dirección de los mismos. Esta relación se muestra gráficamente mediante diagramas en roseta (Fig. 15 a, b, c, d, e), en los que se ha tenido en cuenta, primero, las medidas de dirección de los materiales precámbricos del área de Belmonte; segundo, las medidas de esquistosidad también del área de Belmonte; tercero, la dirección de los materiales encajantes de las zonas mineralizadas, medidas ya expuestas en las series litológico-mineralógicas levantadas; cuarto, la dirección de los cuerpos minerales de barita, que aunque en número de cuatro, se han representado igual en un diagrama de roseta para efectuar correlaciones; quinto, la dirección de los diques ácidos tanto del área de Belmonte como del área de Cangas del Narcea.

Se evidencia de las gráficas correspondientes que la dirección predominante de los diversos conjuntos cae dentro del intervalo modal 20-30° N, es decir, NNE-SSW. Esto supone, por un lado, que la coincidencia dominante en dirección entre materiales precámbricos-cuerpos minerales de barita define la morfología de la mineralización como filones-capa. Por otro lado, la relación lineal filones-capa de barita-diques ácidos define el control tectónico de ambos, ya que los diques de pórfidos y felsitas se disponen en fracturas NNE-SSW. Y de esta relación, la presencia de franjas brechificadas y brechas, evidenciadas en el estudio propio de los cuerpos minerales, refuerza el control tectónico para la mineralización. Pero además, esta congruencia de lineaciones del par mineralizaciones de barita-diques ácidos, llega a mostrar una relación metalogenética entre el vulcanismo posthercínico y la fase de mineralización, relación que se expresa a continuación.

#### MODELO METALOGÉNICO

La presencia de los cuatro cuerpos minerales de barita en materiales precámbricos en una relación lineal con los diques de pórfidos y felsitas, resultantes estos últimos de un vulcanismo afectando principalmente al Precámbrico, hace necesario considerar la actividad subvolcánica en relación con la génesis mineral. Pero además, esto se ve reforzado por la presencia de varias mineralizaciones de antimonita (Fig. 16), también restringidas a materiales precámbricos, que aunque se salgan fuera del estudio concreto de este trabajo, pudieran en principio tener un significado metalogenético que apoyaría la rela-

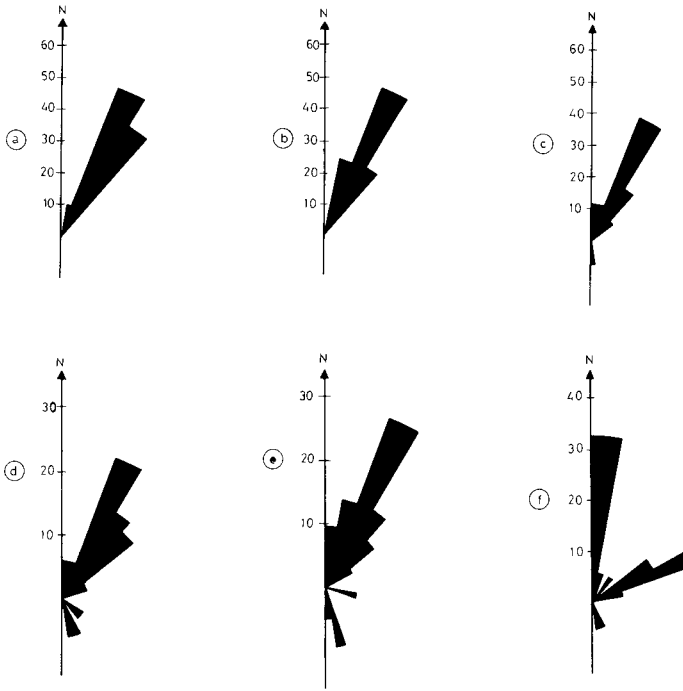


Fig. 15.—Representación diagramática en roseta de a) Dirección de los materiales encajantes en las zonas mineralizadas; b) Dirección de las mineralizaciones de barita; c) Dirección de diques ácidos; d) Dirección de los materiales precámbricos del área de Belmonte; e) Dirección de la esquistosidad en los materiales precámbricos; f) Dirección de las mineralizaciones de antimonita.

ción de las mineralizaciones con la actividad subvolcánica.

El estudio de áreas, campos o sistemas geotermales actuales ha facilitado una valiosa ayuda en la comprensión de procesos, mecanismos y formación de yacimientos minerales hidrotermales, particularmente de los denominados depósitos minerales «epitermales» (White, 1967; Ellis, 1979; Weissberg *et al.* 1979; White, 1981), relacionados normalmente con la actividad volcánica y subvolcánica.

La presencia de diques ácidos y su relación espacial con las mineralizaciones de barita, provee que el vulcanismo postestefaniense y posthercínico afectando principalmente al Precámbrico ha creado celdas geotermales convectivas, donde los fluidos acuosos (agua meteórica descendente y circulando a profundidad, agua connata y metamórfica, e incluso agua juvenil procedente de la intrusión magmática) hayan sido activadas, lixiviando elementos, en este caso concreto Ba, y transportándolo hacia áreas de menor presión y temperatura. El esquema metalogénico propuesto (Fig. 17) muestra la

conexión entre la actividad subvolcánica, la creación y flujo de los fluidos mineralizantes, y la deposición mineral, en base tanto a los datos geológicos regionales, estructurales y mineralógicos como en base a otros modelos similares (Henley, 1973; Mc Mahon Moore, 1978).

Por correlación con las aguas geotermales actuales, estos fluidos acuosos serían altos en Na, Ca, Cl,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{HCO}_3$ , y ocasionalmente en especies de azufre  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{HS}^-$ . Los gases tendrían como constituyentes dominantes  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$  (Fyfe *et al.* 1978; Ellis, 1979).

Los datos experimentales y teóricos sobre la solubilidad y transporte de barita apuntan dos vías o mecanismos. Uno, en el que la solubilidad de la barita se ve enormemente aumentada en el sistema  $\text{BaSO}_4\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ , o sea, en soluciones acuosas con Cl y Na (Blount, 1977). El otro, en el que el transporte mineral del Ba se realiza como complejos de sulfato (Hanor, 1966), es decir, en soluciones acuosas con  $\text{SO}_4$ .

Estas características se darían en principio en los fluidos acuosos del sistema geotermal propuesto, facilitando la solubilidad y transporte

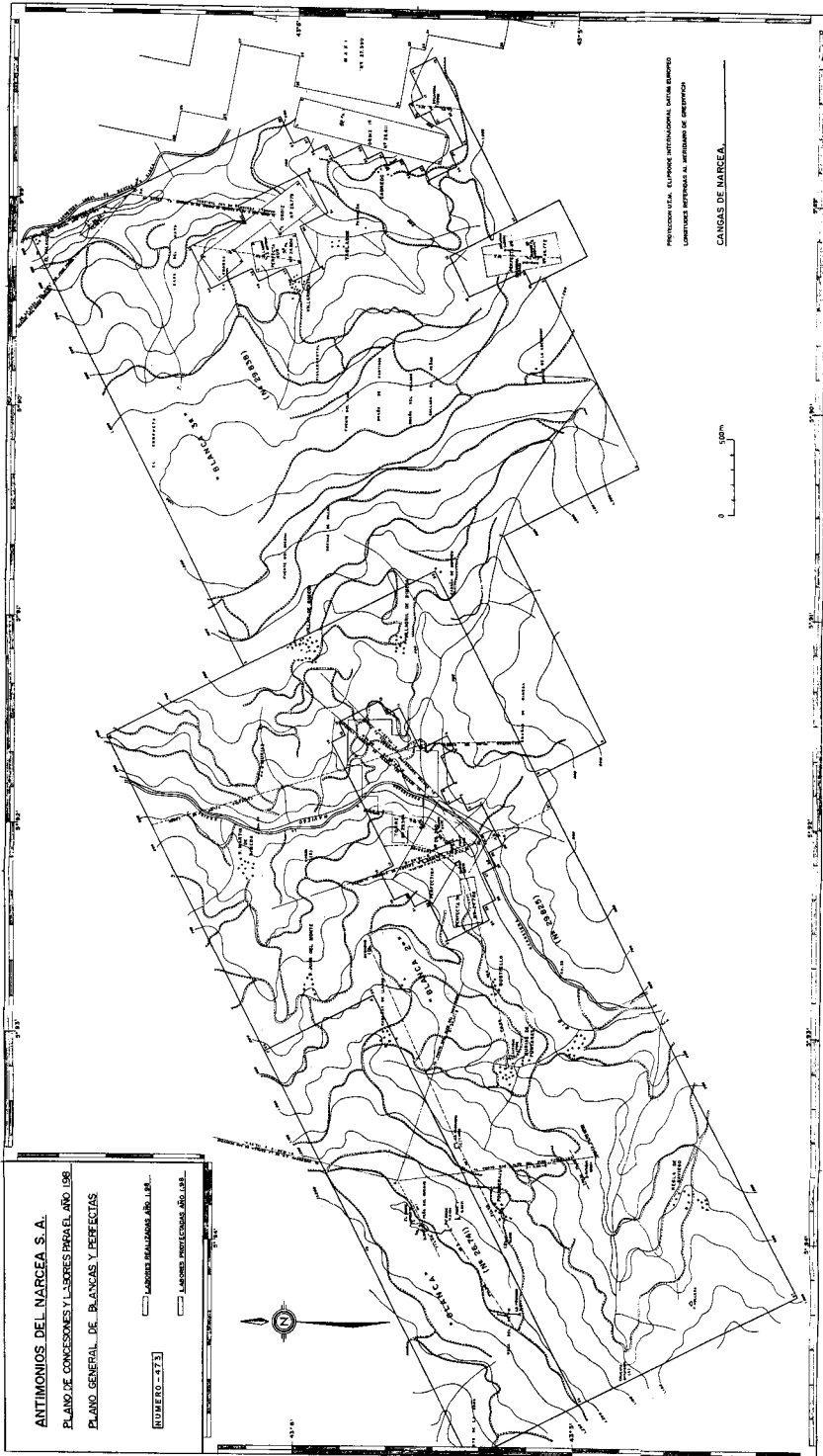


Fig. 16.-Plano minero de las mineralizaciones de antimonita en el Precámbrico.

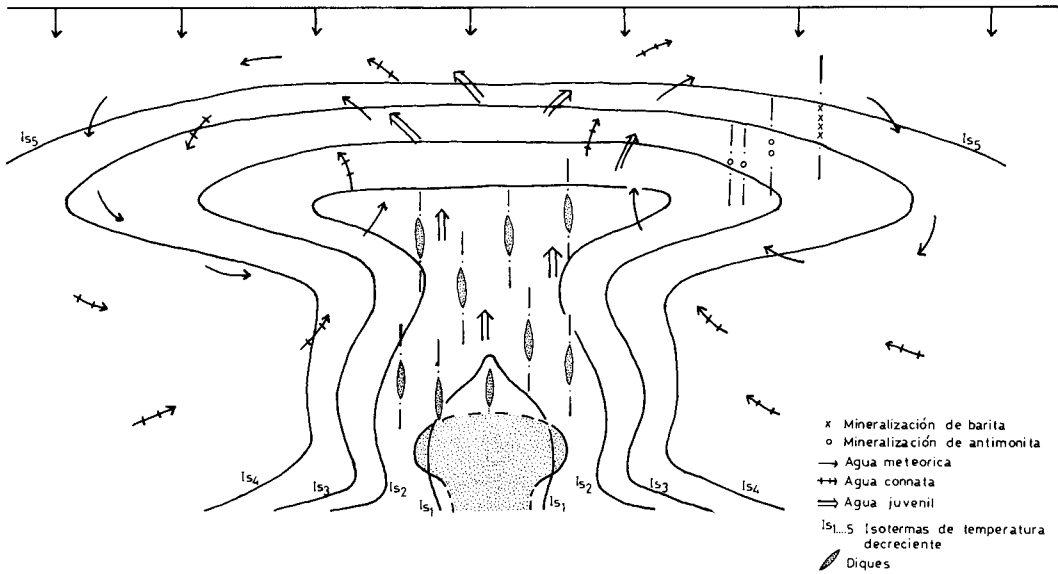


Fig. 17.-Esquema del modelo metalogénico para la explicación de la génesis de las mineralizaciones.

del Ba, normalmente procedente del material encajante, aunque sin excluir la posibilidad de un origen a partir de la intrusión magmática subvolcánica. Solamente el estudio de isótopos de azufre, tanto de las mineralizaciones de barita como de los yacimientos de antimonita, proveería una luz sobre el origen verdadero de estas mineralizaciones consideradas en su conjunto.

A esto se puede añadir, por correlación y líneas de conexión en este caso, que en el sistema geotermal de Cheleken, URSS (Weissberg *et al.* 1979), las aguas de cloruro-bicarbonato-sulfato sódicas localizadas en las capas rojas (red beds) en profundidad y a temperaturas de 105°C, han depositado calcita y decenas de toneladas de barita tanto en profundidad como en las instalaciones superficiales cuando fueron sondeadas. Con esto se quiere hacer énfasis que los fluidos acuosos tanto meteóricos recirculando en profundidad como connatos y quizás juveniles subvolcánicos no solo de este sistema geotermal señalado sino de otros (Ellis, 1979; Weissberg *et al.* 1979), poseen unas caracterís-

ticas químicas que hacen posible la solubilidad y transporte no sólo de metales de base, sino también y particularmente antimonio, mercurio y bario, depositando antimonita y barita en muchos de ellos.

Debido a disminuciones de presión y particularmente de temperatura al acercarse a zonas cada vez más superficiales y más alejadas de la celda convectiva geotermal, la solubilidad cae bruscamente y ocurre la deposición mineral de barita (Blount, 1977), en fisuras o fracturas.

La relación de la mineralización con elementos tectónicos tipo fracturas se vio anteriormente, y donde además, la brechificación y alteración hidrotermal refuerza y apoya por un lado la deposición mineral en espacios abiertos debido a disminuciones de presión y temperatura, y en segundo lugar, los procesos hidrotermales de carácter epigenético generados por la actividad subvolcánica, silicificación y mineralización. Por consiguiente, las mineralizaciones estudiadas se pueden considerar como subvolcánicas-hidrotermales epigenéticas.

BIBLIOGRAFIA

Blount, C. W. (1977).—Barite solubilities and thermodynamic quantities up to 300°C and 1400 bars. *American Mineralogist*, 62, 942-957.

Ellis, A. J. (1979).—Explored geothermal systems. En: Barnes, H. L. (Ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2.ª ed., 13, 632-683. John Wiley and Sons.

- Fernández, C. J. (1982).—*Mineralogía y metalogenia de los indicios y yacimientos de barita en el zócalo Precámbrico-Paleozoico de Asturias*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 647 pp.
- Fyfe, W. S., Price, N. J. y Thompson, A. B. (1978).—Fluids in the Earth's Crust. *Developments in Geochemistry*, 1, 383 pp., Elsevier.
- Hanor, J. S. (1966).—*The origin of barite*. Tesis Univ. Harvard, 257 pp.
- Heinrichs, T. K. y Reimer, T. O. (1977).—A sedimentary barite deposits from the Archean Fig Tree Group of the Barberton Mountain Land (South Africa). *Econ. Geol.*, 72, 1.426-1.440.
- Henley, R. W. (1973).—Some fluid dynamics and ore genesis. *Trans. Inst. Mining Metall. (Section B: Appl. Earth Sci.)*, 82, 1-7.
- Julivert, M., Marcos, A. y Pulgar, J. A. (1977a).—Mapa Geológico de España, E : 50.000, Hoja n.º 51 (Belmonte de Miranda). *Inst. Geol. Min. Esp.*, Madrid.
- (1977b).—Mapa Geológico de España, E : 50.000, Hoja n.º 27 (Tineo). *Inst. Geol. Min. Esp.*, Madrid.
- Marcos, A. y Pulgar, J. A. (1980).—Mapa Geológico de España, E. 1 : 50.000, Hoja n.º 26 (Boal). *Inst. Geol. Min. Esp.*, Madrid.
- , Martínez, F. J., Julivert, M. y Pulgar, J. A. (1980).—Mapa Geológico de España, E. 1 : 50.000, Hoja n.º 50 (Cangas del Narcea). *Inst. Geol. Min. Esp.*, Madrid.
- Mc Mahon Moore, J. (1978).—Volcanogenic mineralization and a rhyolite dome in the Arabian Shield. *Min. Deposita*, 13, 1, 123-129, Springer Verlag.
- Pérez-Estaún, A. y Martínez, F. J. (1978).—El Precámbrico del antiformal del Narcea en el sector de Tineo-Cangas del Narcea (NW de España). *Trabajos de Geología*, 10, 367-377, Oviedo.
- Weissberg, B. G., Browne, P. R. L. y Seward, T. M. (1979).—Ore metals in active geothermal systems. En: Barnes, H. L. (Ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 2.ª ed., 15, 738-780. John Wiley and Sons.
- White, D. E. (1967).—Mercury and base-metal deposits with associated thermal and mineral waters. En: Barnes, H. L. (Ed.), *Geochemistry of hydrothermal ore deposits*, 13, 575-631. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- (1981).—Active geothermal systems and hydrothermal ore deposits. *Econ. Geol.*, 392-423. Seventy-Fifth Anniversary Volume.