

Características geológicas y metalogénicas de la mineralización de Cu-Zn-Pb-Ag de Congostrina, Sistema Central.

Por J. MARTINEZ FRIAS (*), R. LUNAR (*) y E. VINDEL (*)

RESUMEN

Las investigaciones realizadas en la zona de Congostrina han consistido en la descripción de las características morfológicas de la mineralización y su encuadre dentro del contexto de la metalogénia de la plata del Sistema Central. Asimismo se han estudiado los aspectos mineralógicos y texturales de los principales minerales de plata, estableciéndose la paragénesis y sucesión mineral del yacimiento.

Palabras clave: Plata, Yacimiento hidrotermal, Paragénesis, Textura, Análisis químico, Congostrina (Provincia Guadaluajara).

ABSTRACT

The characteristics of veins at Congostrina ore deposit, are studied. The research of this zone aims at defining the metallogenesis of silver in the Central System.

The mineralogical and textural aspects of the sulphides and silver sulphosalts are analyzed and the paragenesis and mineral sequences, are described.

Key words: Silver ores, Hydrothermal processes, Paragenesis, Textures, Chemical composition, Congostrina (Guadaluajara Province).

INTRODUCCION

Dentro del contexto de la Metalogénia de la plata del Sistema Central, la zona de Congostrina presenta una serie de características mineralógicas y geoquímicas, similares en cierta medida con las de las restantes zonas argentíferas del Guadarrama Oriental.

Los filones que existen en esta zona podrían concordar con la prolongación suroriental de los de Hiendelaencina. La comparación de la mineralogía que presentan, con la del yacimiento principal y las restantes mineralizaciones, es fundamental para la elaboración de un modelo metalogenético común, de todo el distrito argentífero.

SITUACION GEOGRAFICA - GEOLOGICA

La zona de Congostrina se encuentra situada en el Sector Oriental del Sistema Central, al sur

de Hiendelaencina (fig. 1), junto al arroyo donde afloran los gneises correspondientes a la formación «Congostrina» (gneis «Antoñita»). Su acceso se lleva a cabo por un camino, que parte de la carretera que va de Cogolludo a Hiendelaencina y que llega justamente a esta zona, donde se produce el contacto entre los materiales triásicos con los gneises glandulares preordovícicos (fig. 2).

ESTUDIO DE LA MINERALIZACION

DESCRIPCION DEL YACIMIENTO

Las observaciones realizadas para determinar la morfología y disposición de la mineralización, únicamente se han podido hacer en superficie, pues las antiguas explotaciones son actualmente inaccesibles (fig. 3).

Los indicios que se han estudiado siguen una red de fracturación paralela de dirección general N 45° E (fig. 2), lo que pone de manifiesto un claro control estructural.

(*) Dpto. de Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

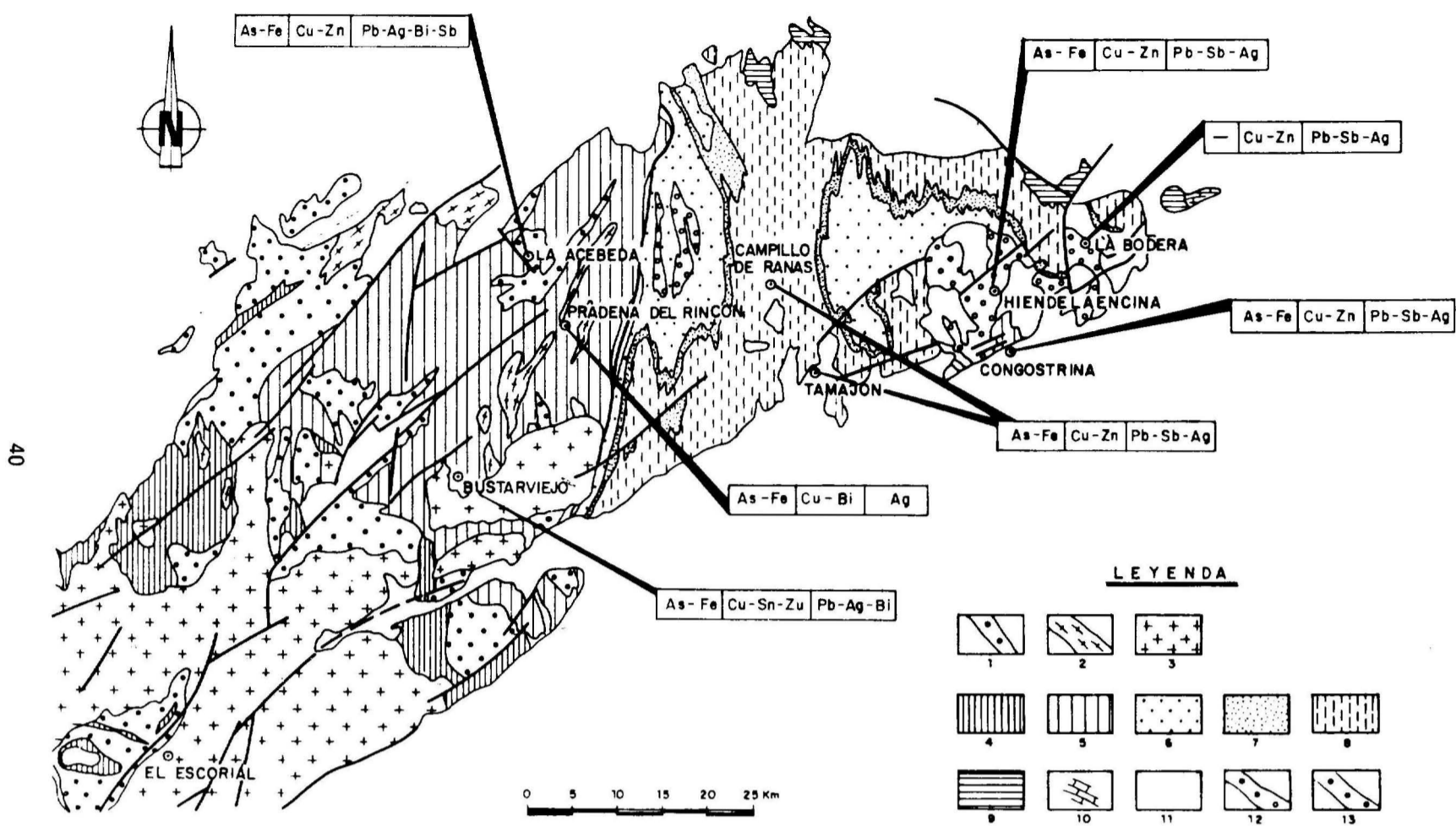


Figura 1.—Esquema geológico-estructural del Sistema Central mostrando la situación de las zonas argentíferas.
 1. Gneises glandulares.—2. Leucogneises.—3. Granitoides tardihercnicos.—4. Serie férmica.—5. Metasedimentos.—6. Tremadoc.—7. Skiddaviense.—8. Llandeilo.—9. Silúrico.—10. Carbonífero.—11. Sedimentos postpaleozoicos.—12. «Olló de Sapo».—13. Gneis de Ríaza-Nazaret.

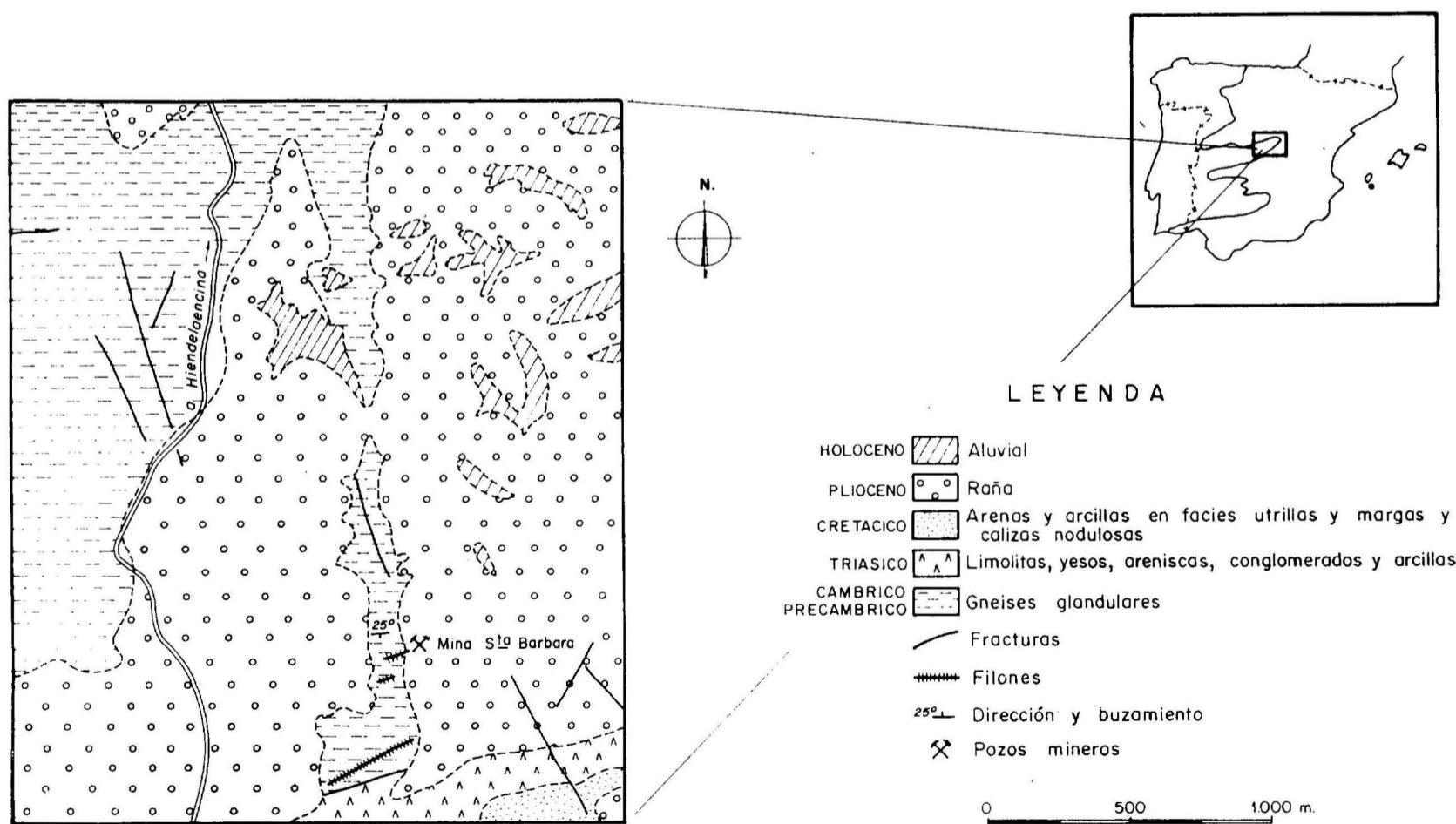


Figura 2.—Esquema geológico de la zona de Congostrina.



Figura 3.—Aspecto de uno de los filones aflorantes, correspondientes a la zona de Congostrina.

A escala mesoscópica las muestras tomadas presentan estructuras características de brechas filonianas, que engloban pequeños fragmentos de la roca encajante (fig. 4), y pequeñas estructuras de filones paralelos de aproximadamente 1 cm. de espesor.

En resumen, se puede decir que la morfología y disposición de la mineralización refleja una actividad hidrotermal tardía, siguiendo fracturas tardihercínicas.

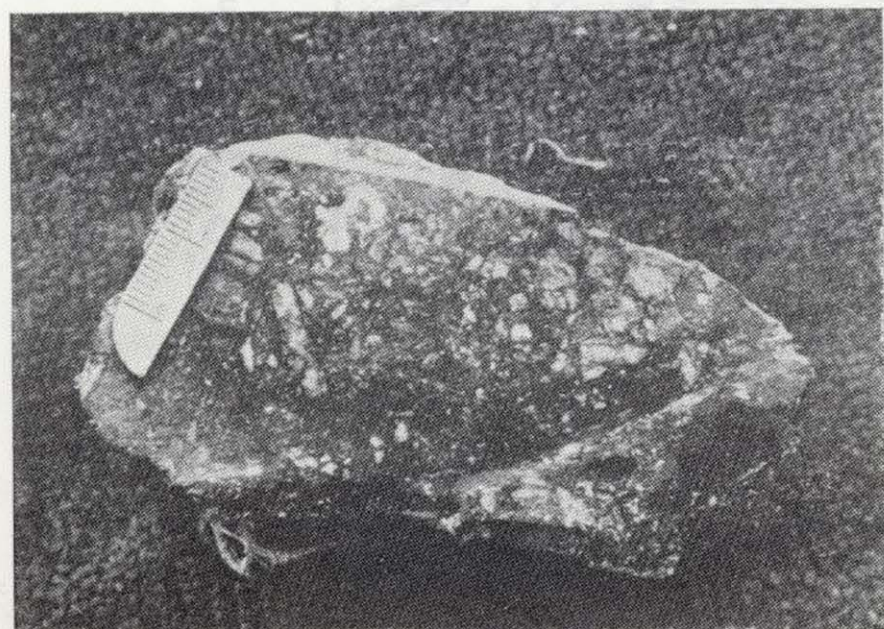


Figura 4.—Brecha filoniana de la mineralización de Congostrina.

EL MEDIO ENCAJANTE

Las formaciones que constituyen el ámbito encajante de la mineralización de Congostrina son los gneises denominados por SHAFFER (1969) «Antoñita gneis» o formación «Congostrina» (NAVIDAD, 1975). Asimismo, aparecen otros materiales intercalados entre la formación gneílica que son fundamentalmente niveles de esquistos. A grandes rasgos se distinguen tres tipos distintos de materiales, gneises micáceos, esquistos moscovíticos y moscovítico-biotíticos.

Gneises micáceos

Constituyen la base de todo el complejo gneíscico correspondiente al macizo de Hiendelaencina. Están constituidos por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa como fenocristales, y moscovita y biotita como constituyentes de la foliación. Esporádicamente se observan granos irregulares de clorita asociados siempre a opacos.

Las plagioclasas presentan una alteración sericítica incipiente y sus maclas aparecen fundamentalmente deformadas.

Esquistos moscovíticos

Aparecen como niveles lantejonares intercalados entre los gneises (fig. 5). Están constituidos por cuarzo y plagioclasa intensamente alteradas

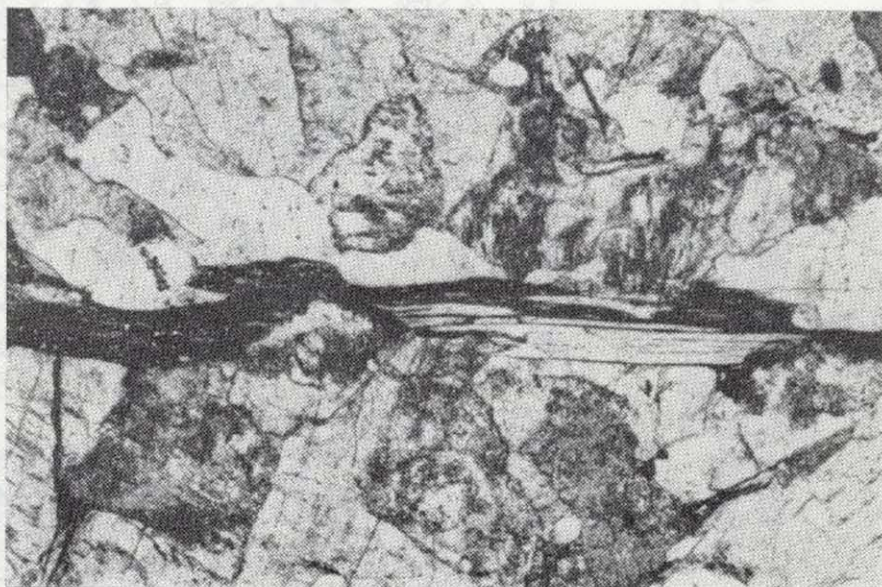


Figura 5.—Fotomicrografía correspondiente a los esquistos moscovíticos intercalados entre la «Formación Congostrina» (Gneis Antoñita).

a sericita como fenocristales y moscovita, en cristales tabulares alargados, como constituyente principal de la esquistosidad.

Son frecuentes las impregnaciones de sulfuros que se presentan sobre todo asociadas a la moscovita.

Esquistos moscovítico-biotíticos

Aparecen también como lentejones intercalados entre la formación gneílica. En algunas ocasiones se observan grandes cristales de microclima, junto con el cuarzo y las plagioclasas como fenocristales, sin alteración sericítica evidente. Como accesorios, aparecen granates esqueléticos y clorita asociada siempre a opacos.

CARACTERISTICAS MINERALOGICAS

La mineralización de Congostrina posee un especial interés, tanto desde el punto de vista mineralógico como textural. La aparición de fases minerales complejas, como veremos más adelante, y la amplia variedad de texturas que aparecen, hacen de ella una zona en la cual existe una gran cantidad de información adicional, que se complementa, con los datos obtenidos, en los otros dos sectores argentíferos.

Minerales metálicos

La paragénesis del yacimiento de Congostrina está constituida por los siguientes minerales:

- Minerales hipogénicos: Calcopirita, galena, pirita, freibergita, arsenopirita, esfalerita, aramayoita y sakharovaita.
- Minerales supergénicos: Goethita, hematites.

A) Minerales hipogénicos

Arsenopirita

Los cristales de arsenopirita aparecen siempre asociados al cuarzo. Se presentan como agregados de cristales idiomorfos, a veces de muy pequeño tamaño, y no parecen estar relacionados con la pirita (fig. 6 A).

Galena

La galena es un mineral poco abundante en esta zona. Aparece rellenando huecos y es especialmente importante, puesto que a ella se asocian los minerales argentíferos, aramayoita, freibergita y sakharovaita.

Calcopirita

Junto con la esfalerita es el mineral más abundante de la paragénesis.

Se presenta en cristales subidiomorfos, generalmente de gran tamaño, con exsoluciones de esfalerita y como desmezcla sobre freibergita.

Suele aparecer maclada y parcialmente pseudomorfizada por goethita.

Esfalerita

La esfalerita se presenta o bien masiva o asociada a esfalerita como exsolución sobre la calcopirita. Los cuerpos de desmezcla poseen un hábito variable, apareciendo tanto gotas, como cristales subidiomorfos

Muy aisladamente se presentan en forma de granos subidiomorfos de pequeño tamaño, no relacionados con procesos de desmezcla.

Pirita

La pirita es muy escasa. Se encuentra en forma de cristales alotriomorfos incluidos en la ganga, y claramente tardía rellenando grietas en la calcopirita. La goethita la sustituye parcialmente.

Freibergita

Es el principal mineral de plata de la paragénesis. Se presenta de tres formas distintas (figuras 6 B, C y D), como cristales subidiomorfos de gran tamaño asociados a calcopirita, galena y esfalerita, aislada como exsolución sobre galena (fig. 6 E) y asociada en textura zonal a sakharovaita (fig. 6 F). En el primer caso suele presentar exsoluciones aisladas de calcopirita.

Aramayoita

Es muy poco frecuente. Únicamente se presenta en forma de cuerpos de desmezcla irregulares sobre la galena.

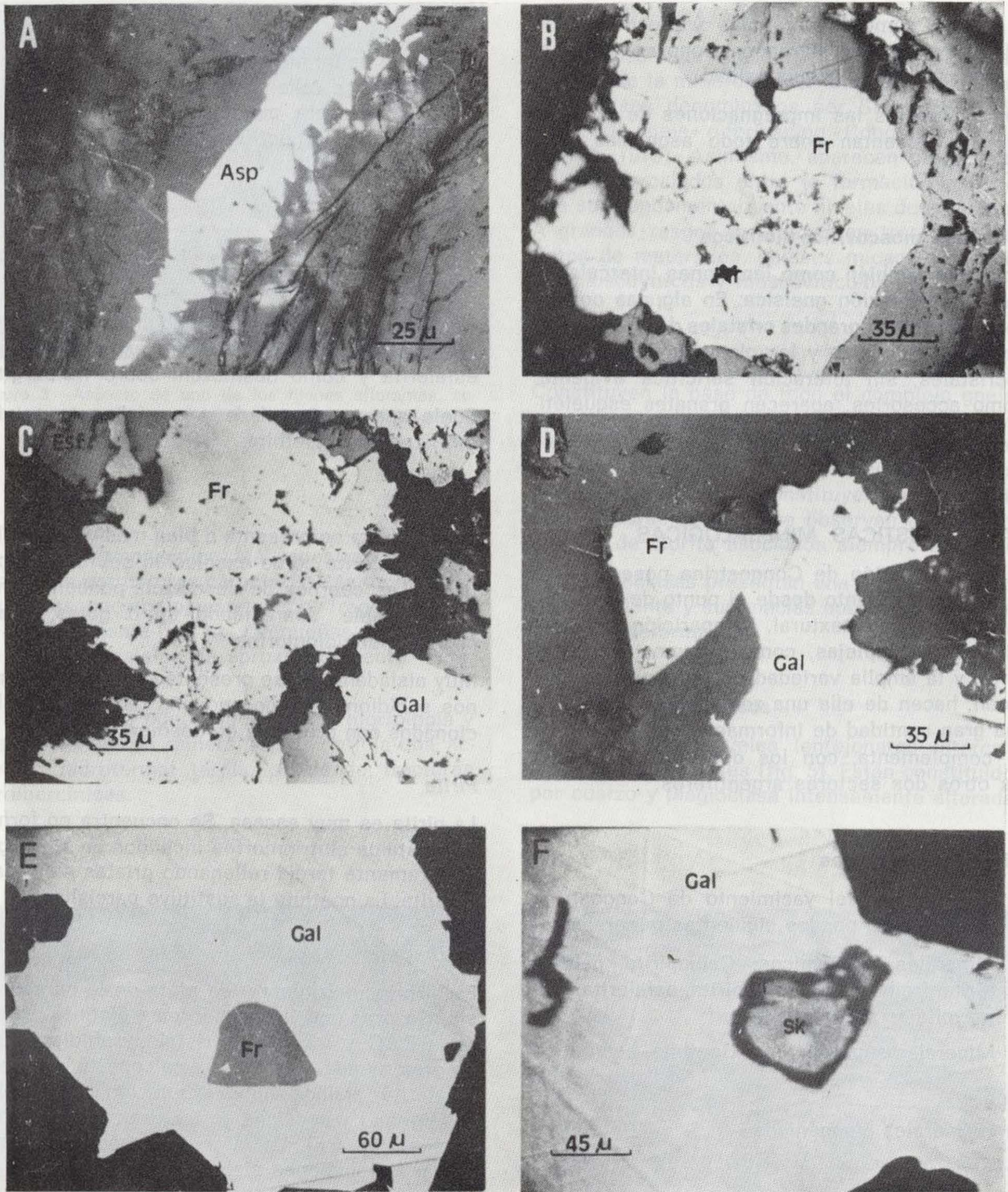


Figura 6

- A) Agregado de cristales idiomorfos de arsenopirita (ASP) incluidos en la ganga. L.R.
 B) Freibergita (Fr) relleno de un hueco en la esfalerita (gris oscuro). L.R.
 C) Asociación freibergita (Fr) - galena (Gal). L.R.
 D) Grano subidiomorfo de freibergita (Fr) marcando una zona de borde de grano de la galena (Gal). L.R.
 E) Exsolución de freibergita (Fr) sobre galena (Gal). Microsonda electrónica.
 F) Grano zonado de sakharovaita - freibergita como productos de desmezcla en galena (Gal). Microsonda electrónica.

Sakharovaita

Aparece siempre como exsoluciones aisladas sobre la galena rodeada por una película de material freibergítico en textura zonal (fig. 6 F).

B) Minerales supergénicos

Como minerales supergénicos aparecen únicamente: malaquita, goethita y hematites.

La goethita y la malaquita son los más frecuen-

tes y pseudomorfizan parcialmente a la calcopirita y esfalerita.

Análisis químico-mineralógico

En esta zona se realizaron análisis químico-mineralógicos mediante microsonda electrónica, distribuidos en los siguientes minerales (tabla I):

- freibergita
- aramayoita
- galena
- esfalerita
- arsenopirita
- calcopirita
- sakharovaita

TABLA I

Porcentajes en peso

FREIBERGITA										
	Fe	Co	Ni	CU	Zn	As	Sb	Ag	S	Total
1	4.14	0.09	0.11	19.34	3.97	0.29	27.57	23.19	21.29	99.99
2	5.03	0.10	—	20.36	3.65	0.78	26.77	22.07	21.23	99.99
3	5.23	0.03	—	17.68	0.64	0.46	27.22	27.75	20.95	99.96
4	5.13	—	0.07	13.81	0.42	—	27.34	34.18	19.02	99.97
5	5.37	—	0.76	13.82	0.20	0.19	26.81	33.40	19.42	99.97
6	5.64	0.03	—	13.64	0.19	0.38	27.51	33.36	19.41	100.16

ARSENOPIRITA										
	Fe	Co	Ni	CU	Zn	As	Sb	Ag	S	Total
1	35.41	—	—	0.10	0.03	38.34	3.40	0.37	22.23	99.88
2	34.84	0.09	—	—	0.09	40.54	1.82	0.30	32.18	99.83
3	34.95	—	0.13	0.06	—	39.91	3.06	0.19	21.74	100.04
4	34.96	0.31	0.05	0.02	—	40.06	3.14	—	22.08	100.62
5	35.17	0.02	—	0.31	0.17	38.33	3.54	0.33	22.53	100.40

CALCOPIRITA										
	Fe	Co	Ni	CU	Zn	As	Sb	Ag	S	Total
1	30.44	0.05	—	35.20	—	—	—	—	34.29	99.98
2	30.17	0.05	—	34.86	0.31	0.03	—	—	34.54	99.96

ESFALERITA										
	Fe	Co	Ni	CU	Zn	As	Sb	Ag	S	Total
1	5.99	0.44	0.06	1.71	59.20	0.08	—	0.09	33.73	100.89

GALENA						ARAMAYOITA							
	Ag	Sb	Pb	Bi	S	Total		Ag	Sb	Pb	Bi	S	Total
1	—	0.24	86.95	—	12.80	99.99	1	32.96	24.48	2.78	19.97	19.78	99.97
2	—	0.25	86.22	—	13.52	99.99	2	33.78	24.61	2.01	22.10	17.46	99.96
3	—	—	86.65	0.08	13.26	99.99							

SAKHAROVAITA						
	Ag	Sb	Pb	Bi	S	Total
1	10.44	21.96	25.64	24.62	17.31	99.97

A) Sulfuros

S - Pb

Galena

Los resultados obtenidos concuerdan perfectamente con la fórmula ideal.

S - Cu - Fe

Calcopirita

En Congostrina los contenidos en Cu y Fe de las calcopiritas son elevados (máximos atómicos de 25,5% y 25,12%, respectivamente).

S - Zn - Fe

Esfalerita

En esta zona el único análisis realizado refleja un contenido en Fe muy bajo, 5,99%, sobresaliendo, por el contrario, valores minoritarios relativamente elevados de Cu, 1,71.

S - As - Fe

Arsenopirita

Es un mineral muy frecuente en Congostrina. Los resultados analíticos indican que no existen variación de contenidos en relación con el tamaño de los cristales.

Destacan especialmente los altos contenidos en Sb, hasta 3,54%, así como importantes valores de Ag (0,37%). También existen pequeñas proporciones de Co, Zn y Cu (máximos de 0,31%, 0,17% y 0,31%, respectivamente).

B) Sulfosales

S - Ag - Sb - Cu

Freibergita

En esta zona todos los datos analíticos reflejan valores atómicos relativamente elevados de Cu, 43,022%, y muy bajos de plata, 27,466%.

Los contenidos en elementos menores dan valores de As que oscilan entre 0,29% y 0,78%. Los altos contenidos en Fe serán tratados dentro del sistema S-Ag-Sb-Cu-Fe.

S - Ag - Sb - Bi

Congostrina es la única zona donde se han encontrado sulfoantimoniuros de este tipo.

Aramayoita

Los dos únicos análisis obtenidos reflejan una composición prácticamente pura, sin contenidos apreciables en elementos menores. Se adaptan casi a la perfección a la fórmula ideal, con un valor máximo en plata del 33,78%.

S - Sb - Fe - (Ag + Cu)

Este sistema se considera una prolongación de S-Ag-Sb-Cu, siendo posiblemente términos freibergíticos con una cierta cantidad de Fe en su composición.

Únicamente se han encontrado freibergitas ricas en Fe en esta zona, con valores máximos atómicos de Fe del 11,890%.

La plata y el cobre presentan una gran variación, existiendo una relación de contenidos inversa entre ambos. La plata oscila entre un 27,74% y un 33,63% y el cobre entre un 13,05% y 17,72%.

En cuanto a los elementos menores, son de destacar los altos valores en Zn y As (máximos de 0,65% y 0,47%, respectivamente).

S - Ag - Pb - (Sb + Bi)

Al igual que el anterior sistema, sólo se ha reconocido en esta zona argentífera.

La única fase mineral de composición similar a la que podría corresponder es la sakharovaita.

Los resultados analíticos reflejan la existencia de un 10,46% de Ag, probablemente como impureza, y una disminución en los contenidos de Pb y Bi en relación con la fórmula ideal.

La impureza de Ag podría indicar una sustitución parcial en la cual este elemento entraría a formar parte de la sakharovaita en los lugares atómicos correspondientes al Pb y al Bi.

Caracteres texturales

En los minerales que aparecen en la zona de

Congostrina pueden definirse los siguientes tipos texturales:

- 1) Texturas de exsolución.
- 2) Zonados
- 3) Maclas

Texturas de exsolución

Dentro de este grupo se pueden distinguir las siguientes asociaciones mineralógicas:

Huésped	Patrón
Aramayoita	galena
sakharovaita-freibergita	galena
freibergita	galena
esfalerita	calcopirita
calcopirita	freibergita

Todos los cuerpos huéspedes son generalmente irregulares, excepto en la asociación sakharovaita-freibergita-galena, en la cual, como veremos más adelante, los cuerpos de desmezcla son idiomorfos, dando lugar a una textura de carácter zonal.

Zonados

Es frecuente la aparición de granos zonados (figura 6 F) como cuerpos huéspedes sobre la galena, en los que se pueden diferenciar:

- Un núcleo de sakharovaita.
- Una zona de borde de freibergita.

Esta zonación es muy importante, puesto que nos permite establecer la secuencia de cristalización que tuvo lugar como consecuencia del proceso de desmezcla: primeramente se exsuelve el Pb, el Bi y parte de Ag (formación de sakharovaita), y en segundo término se separan el Cu, Sb y Ag (formación de freibergita). Este proceso es muy frecuente en la mineralización de Congostrina.

Maclas

El único mineral que aparece maclado es la calcopirita, presentando las típicas maclas polisintéticas.

Geotermometría

Se han reconocido las siguientes temperaturas que se detallan en la tabla II.

TABLA II

Temperaturas de desmezcla correspondientes a las fases minerales utilizadas como geotermómetros

Fase mineral	Temperatura	Autor
Ag (Bi, Sb)S ₂ + +Ag (Sb, Bi)S ₂ Aramayoita (*)	380° C (M.E.T.)	CHEN Y CHAN (1971)
Freibergita	280°-300° C	SAWKINS (1974)
Esfalerita-calcopirita	500±1° C	MOH (1975 A)

(*) La temperatura correspondiente a la aramayoita se refiere al máximo de estabilidad térmica, a diferencia de la temperatura de la asociación esfalerita-calcopirita, que corresponde al rango térmico de desmezcla.

La estabilidad aproximada de la freibergita se ha tomado del estudio realizado por SAWKINS (1974), mediante inclusiones fluidas en el yacimiento de Casapalca, Perú. A partir de este estudio diferenció tres etapas metalogénicas, correspondiendo la freibergita a la tercera de menor temperatura.

SAWKINS indica que las temperaturas de formación de minerales durante los tres estadios oscilan entre 370° y 280° C.

Minerales de la ganga

Los minerales de la ganga que acompañan a la mineralización de Congostrina son: cuarzo y baritina. El cuarzo se presenta casi siempre en forma masiva, aunque en algunas ocasiones se observan cristales bien desarrollados dando lugar a texturas en peine. La baritina es mucho más escasa y generalmente aparece sin hábito definido.

Paragénesis y sucesión mineral

La paragénesis de Congostrina corresponde al tipo q Ba (Pb-Ag-Sb).

Según se ha indicado en el esquema de paragénesis y sucesión mineral (fig. 7), se han reconocido tres etapas metalogénicas, una primera de As-Fe de más alta temperatura, una etapa intermedia de Cu-Zn-Fe, y finalmente una etapa de Pb-Ag-Sb-Bi de temperatura más baja.

El primer mineral en depositarse fue la arsenopirita. La freibergita marca la transición entre la etapa Cu-Zn-Fe y la Pb-Ag-Sb-Bi.

En la última etapa metalogénica el principal mineral es la galena. Simultáneamente a éste, se producen las desmezclas de minerales de plata (freibergita, aramayoita y sakharovaita).

También se reconoce una pirita tardía, alterada parcialmente por goethita.

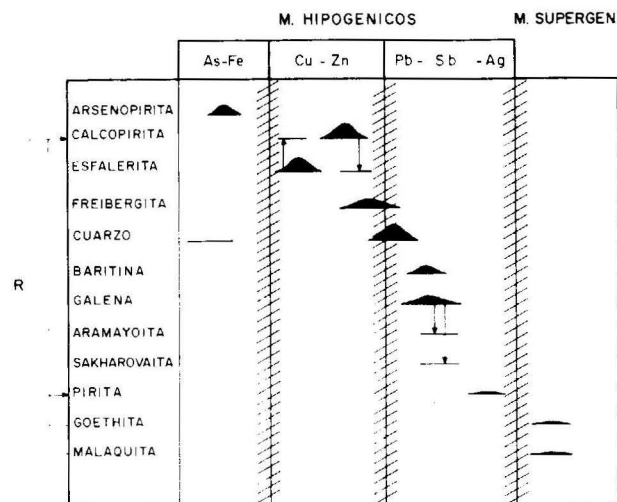


Figura 7.—Esquema de paragénesis y sucesión mineral de la zona de Congostrina.

- El espesor del trazo es aproximadamente proporcional a la abundancia del mineral en el yacimiento.
- Las flechas verticales indican procesos de exsolución.
- R=reemplazamientos.

CONCLUSIONES

Los filones de Congostrina se consideran, al igual que los de Hiendelaencina y La Bodera, de tipo hidrotermal, de edad tardihercínica, con predominio de la etapa metalogénica rica en Cu, Zn, de temperatura intermedia.

Las texturas que presentan los sulfuros y sulfosales indican que el enfriamiento se produjo rápidamente, como se desprende de la escasa aparición de cuerpos de desmezcla y de su irregularidad morfológica. La presencia de cuerpos huéspedes zonados de freibergita-sakharovaita sobre la galena plantea, sin embargo, un decrecimiento de la velocidad de enfriamiento en la etapa metalogénica de menor temperatura.

Se considera, por tanto, que la mineralización de Congostrina se formó como consecuencia de una actividad fundamentalmente mesotermal y una epitermal poco desarrollada.

BIBLIOGRAFIA

- CHEN, T. T., y CHENG, L. L. (1971): *Phases relations in the systems $Ag_2S - Bi_2S_3 - Sb_2S_3$ and $Cu_2S - Bi_2S_3 - Sb_2S_3$* (abst.). Geol. Soc. Abs., Prog. Abst., 3524 pp.
- MOH (1975a): En BARNES, H. L. (ed.) (1979): *Geochemistry of hydro thermal ore deposits*. 2nd. ed. John Wiley. New York.
- NAVIDAD, M. (1975): *Caracterización petrológica de los gneises glandulares del macizo de Hiendelaencina (Guadarrama Oriental)*. Est. Geol., vol. XXXI, pp. 343-350.
- SAWKINS (1974), en HACKBARTH y PETERSON (1984): *A fractional crystallization model for the deposition of argentin tetraedrite*. Ec. Geol., vol. 79, pp. 448-460.
- SHAFFER, G. (1969): *Geologie und Petrographie in ostlichen kastilischen Haptscheidegebirge (Sierra de Guadarrama, Spain)*. Munster Forsch. Geol. Palont., 10, 207 pp.
- Original recibido: Febrero de 1988.
- Original aceptado: Noviembre de 1988.