

Caracterización geoquímica de los depósitos ferromanganesíferos de Las Herrerías (SE Ibérico)

Geochemical characterization of the ferromanganese deposits of Las Herrerías (SE Iberia)

J. Martínez-Frías (*) y R. Benito García (**)

(*) Instituto Andaluz de Geología Mediterránea (CSIC - U. Granada), 18002 Granada.

(**) Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid.

ABSTRACT

Various types of ferromanganese deposits, of Upper Miocene age, form part of the Las Herrerías mineralization (Betic Cordillera, SE Spain): Oxidized beds, crusts, hydrothermal pipes and breccia-type structures, thin layers which include Fe-ooides, and small spilling deposits. They are specially rich in Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Ba, Sb and Ag, in accordance with the mineral paragenesis of Las Herrerías hydrothermal, seafloor deposit. The geochemical study of these ferromanganese deposits was carried out, stressing on their hydrothermal nature and their position, in space and time, in relation with the host rocks.

Key words: *ferromanganese deposits, hydrothermal, geochemistry, Las Herrerías, Betic Cordillera.*

Geogaceta, 14 (1993), 150-152

ISSN: 0213683X

Introducción

A pesar de que la existencia de masas ferruginosas (óxidos e hidróxidos) en el área de Las Herrerías (Almería), es un hecho ampliamente conocido, hasta el momento no se había llevado a cabo una investigación detallada de sus características geoquímicas. Estudios recientes (Martínez Frías *et al.*, 1989; Martínez Frías, 1992; López Gutiérrez *et al.*, 1992, 1993) han abordado el conjunto mineralizado de Las Herrerías-Sierra Almagrera, indicando una probable génesis hidrotermal de estas mineralizaciones (en algunos casos, con rasgos claramente asignables al tipo epitermal), en relación con el volcanismo shoshonítico (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980) del Mioceno superior. En este contexto, se ha propuesto (Martínez Frías y García Guinea, 1993) que, tanto el yacimiento de Las Herrerías (localizado en los sedimentos marinos tortonienses, del borde oriental de la fosa de Vera), como los filones de Sierra Almagrera (que encajan en fracturas dentro del basamento triásico), formarían parte de un mismo proceso metalogénico, según el cual el primero sería la manifestación superficial de todo el Complejo mineralizado, mientras que el segundo correspondería a los rellenos más pro-

fundos. En este trabajo, se lleva a cabo la caracterización geoquímica de los diferentes depósitos oxidados y se establecen las tendencias de distribución de los principales elementos anómalos, atendiendo a la posición espacial de los depósitos, a su naturaleza y tipología, y a su secuencialidad temporal de emplazamiento.

Depósitos oxidados

Los depósitos oxidados del yacimiento de Las Herrerías aparecen en forma de encostramientos, capas oxidadas, ooides, "pipas" y brechas de surgencia hidrotermal, y recubrimientos de los orificios de escape de fluidos en chimeneas fumarólicas. Los encostramientos, capas, y las pipas y brechas son los que poseen mayor importancia. El conjunto de depósitos se encuentra localizado, dentro de la fosa de Herrerías, concretamente en el cerro Virtud (zona principal en la que la mineralización alcanza mayor desarrollo en superficie). Los *encostramientos* constituyen masas de morfología lenticular, que no llegan a superar los 2 m de potencia, y cuya continuidad lateral no sobrepasa los 5 m de extensión. Están situados en la base del cerro Virtud. Sobre el terreno, presentan una estructura general amorfa,

con texturas de dirección de flujo variable, principalmente N-S y E-W. Las *capas oxidadas* corresponden a lechos de impregnación y reemplazamiento, con potencia que oscila desde unos centímetros a varios metros. Se localizan, sobre todo, en los flancos Sur y Este del cerro Virtud. Conservan, en muchos casos, la disposición original de los materiales sedimentarios marinos (calizas y arenas calcáreas) afectados por el proceso de mineralización. Los *ooides* sólo se han detectado en pequeñas láminas centimétricas, intercalados en las exhalitas submarinas que están situadas a techo de la formación tortoniense mineralizada (Martínez Frías *et al.*, 1989), en la que las capas oxidadas descritas previamente aparecen con mayor importancia. Las "*pipas*" y *brechas de surgencia* atraviesan el cerro Virtud, aflorando, principalmente, en su flanco oriental y en la meseta que conforma la cumbre. Alcanzan varios metros y constituyen auténticos conductos de alimentación del sistema, que se asocian a fracturas N-S y N150°E (López Gutiérrez *et al.*, 1992, 1993). Por último, los *recubrimientos* de las partes centrales de las chimeneas fumarólicas y los *pequeños derrames* asociados, son únicamente de tamaño centimétrico y, por lo tanto, pueden considerarse anecdóticos a escala de yacimiento.

	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Li	Mo	Ni	Pb	Rb	Sb	Sc	Sr	V	Y	Zn
CATU	1,6	56	1	8	29	82	22	38	20	93	92	49	10	5	214	52	11	159
HPP	5,4	20	3	10	10	43	17	25	10	14	847	99	110	6	646	84	15	2591
HPPA	4,8	31	1	10	3	9	44	7	13	10	1996	39	86	9	126	10	1	1641
HPM	39,1	20	1	12	15	30	29	11	7	13	422	19	68	3	807	17	4	4571
HPMA	27,0	20	1	12	21	28	13	9	6	18	88	31	10	4	690	33	7	2890
HPMB	27,2	20	1	11	22	31	13	9	7	18	135	31	25	4	669	48	7	2930
HNEI	2,9	20	1	9	5	34	8	23	14	10	191	56	13	4	394	40	4	570
HENEA	27,5	24	1	20	5	65	810	40	8	10	761	98	55	9	571	93	3	98
HEEA	175,3	29	1	10	10	18	26	16	7	14	1148	23	1433	2	473	14	7	1147
NASW1	24,2	20	1	39	28	29	8	30	9	38	95	69	10	6	501	17	9	592
HASW2	23,9	28	2	6	24	63	85	42	8	34	134	109	739	10	823	88	6	926

(Nb < 10 ppm; W < 10 ppm)

	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Mn	P	Ba
CATU	2,95	0,12	36,90	0,96	3,17	0,93	0,86	228	3551	210
HPP	3,44	0,16	30,70	0,37	0,44	1,42	0,28	3359	598	18980
HPPA	0,78	0,02	36,70	0,04	0,23	6,18	0,11	521	324	110
HPM	0,91	0,05	29,90	0,23	0,18	1,00	1,28	15630	240	39430
HPMA	1,41	0,08	20,20	0,13	0,13	0,67	0,34	4121	368	37040
HPMB	1,45	0,09	20,40	0,13	0,14	0,68	0,34	12020	453	40180
HNEI	2,57	0,09	42,20	0,16	0,32	1,03	0,15	3556	402	2870
HENEA	5,12	0,16	26,60	0,27	0,07	1,88	0,54	2067	564	2660
NEEA	1,17	0,03	34,90	0,10	1,00	0,41	0,06	45230	237	34390
HASW1	3,36	0,08	34,50	0,28	0,03	1,24	0,29	25690	327	1580
HASW2	5,70	0,17	22,40	0,34	0,08	2,07	0,41	2823	725	1310

Tabla I. Análisis de muestras seleccionadas, para definir las pautas de distribución geoquímica en los diferentes tipos de depósitos ferromanganesíferos (muestra CATU: recubrimientos ferruginosos asociados a las chimeneas fumarólicas; muestras HPP, HPPA, HPM, HPMA, HPMB: pipas y estructuras de tipo brecha; muestras HNEI, HENEA, NEEA, HASW1 y HASW2: capas oxidadas). Li, Rb y Sr han sido determinados por AA y el resto por ICP-AES.

Table I: ICP-AES analyses from samples selected to define the geochemical distribution patterns in the different types of ferromanganese deposits (sample CATU: iron deposits associated to the fumarole chimneys; samples HPP, HPPA, HPM, HPMA, HPMB: pipes and breccia-type structures; samples HNEI, HENEA, HEEA, HASW1 and HASW2: oxidized beds). Li, Rb and Sr were determined by AA.

Resultados y principales anomalías geoquímicas

Los resultados obtenidos al analizar las masas oxidadas en sus distintas formas de aparición (tabla I), indican valores especialmente significativos para el Fe (Fe₂O₃: 20.20-42.20%), Mn (228-45230 ppm), Ba (110-40180 ppm), Pb (88-1996 ppm), Zn (98-4571 ppm), Cu (8-810 ppm), Sb (101433), y Ag (1.6-175.3 ppm), en correspondencia con los minerales que forman parte de la paragénesis general del yacimiento de

Las Herrerías (óxidos e hidróxidos de Fe, Mn, barita, siderita, galena, esfalerita, calcopirita, piritita y plata nativa), así como con los de Sierra Almagrera (Martínez Frías, 1991). En términos generales, las anomalías geoquímicas se encuentran distribuidas de forma heterogénea, apareciendo tanto en las capas oxidadas, zonas de brecha y pipas, como en los encostramientos. No obstante, se observa una mayor importancia y generalización de los valores anómalos para el Zn, Ba, Fe y Mn. Los mayores contenidos en Ag, Sb y Mn

son los de las zonas de capas alteradas situados al este del cerro Virtud (muestra HEEA: Ag: 175.3 ppm, Sb: 1433 ppm, Mn: 45230 ppm), mientras que los valores más elevados de Pb, Zn y Ba aparecen en las pipas y brechas de surgencia (muestras HPPA, HPM y HPMB: Pb: 1996 ppm, Zn: 4571 ppm y Ba: 40180 ppm). Destacan, por último, los contenidos más altos en Fe y Cu de las capas oxidadas situadas en el flanco oriental del cerro Virtud (muestras HNEI y HENEA: Fe (Fe₂O₃): 42.20%, Cu: 810 ppm). Es importante destacar que, junto a los orificios centrales de las fumarolas, el contenido en Fe (Fe₂O₃: 36.90%) es similar al de las otras zonas oxidadas de mayor extensión. Los valores de Zn y Pb son, asimismo, relativamente elevados para lo que cabría esperar, mientras que el Mn, Cu, Sb y Ag no se presentan con valores importantes. El contenido en P es muy alto (3561 ppm) en relación con la media de las restantes zonas (\bar{x} = 424 ppm).

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos reflejan, a grandes rasgos, una evolución espacial y temporal de los contenidos en los principales elementos anómalos (Fe, Mn, Ba, Pb, Zn, Cu, Sb y Ag), en las masas oxidadas de Las Herrerías. La precipitación de los fluidos conllevó un empobrecimiento generalizado de todos estos elementos (con excepción del Fe), hacia los sectores apicales del complejo mineralizado del yacimiento. Este proceso tuvo lugar de acuerdo con el enfriamiento de las soluciones y en concordancia con el avance hacia épocas más recientes del proceso de mineralización. Dicho empobrecimiento fue, asimismo, secuencial, pudiendo establecerse la siguiente serie de deposición, de base a techo y de más antiguo a más reciente: 1) deposición importante de Fe, Mn, Ba, Pb, Sg y Ag, y en menor proporción, Zn; 2) deposición importante de Fe y Mn, con pequeñas cantidades de Sb, Zn, Ba y Ag; 3) deposición importante de Fe, Mn, Ba, Pb, Zn, y en menor proporción Ag, y 4) deposición importante de Fe y Zn (escaso).

Por otra parte, la proyección de los datos obtenidos en un diagrama Fe-Mn-(Ni+Co+Cu)x10 (fig. 1), indica que estos encostramientos se encuadran dentro del tipo "hidrotermal", en concordancia con el origen hidrotermal

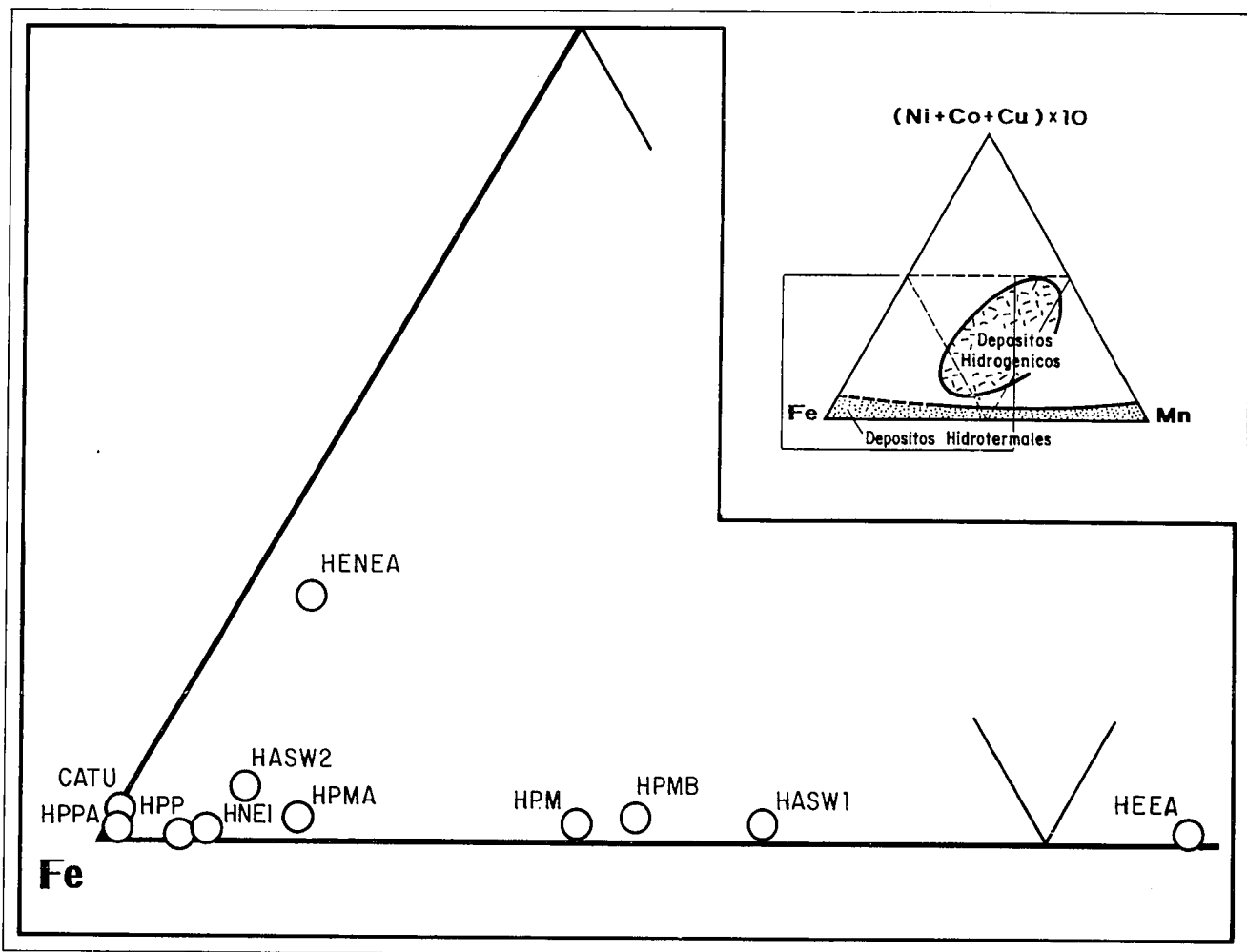


Fig. 1.— Diagrama Fe-Mn-(Co+Ni+Cu)x10 mostrando la posición de los depósitos ferromanganesíferos de Las Herrerías.

Fig. 1.— Fe-Mn-(Co+Ni+Cu)x10 diagram showing the position of the ferromanganese deposits of Las Herrerías.

submarino (“black smoker”), que se ha propuesto para explicar la génesis del yacimiento de Las Herrerías (Martínez Frías *et al.*, 1992). La formación de estas costras debió producirse como consecuencia de la oxidación durante la descarga, de una fracción del Fe y Mn disueltos en los fluidos hidrotermales. El proceso estaría conducido principalmente por el rápido decrecimiento de la temperatura y el cambio de pH, durante la surgencia hidrotermal submarina. Este proceso favoreció, a su vez, la precipitación de los sulfuros acompañantes (esfalerita, galena, piritita y calcopirita). Asimismo, el hecho de que, tal y como sucede en Las Herrerías, estos depósitos se encuentren junto a las propias zonas de alimentación del sistema, podría indicar que las soluciones eran de naturaleza concentrada (Bonatti, 1983), conllevando una precipitación casi di-

recta y sincrónica con el proceso de descarga. Esto explicaría, entre otras cosas, el carácter restringido y muy localizado de este yacimiento dentro de la fosa de Las Herrerías.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto AMB92-0408 financiado por la DGICYT y se ha realizado en cooperación con el proyecto IGCP n° 318 (IUGS/UNESCO), y con el Grupo de Trabajo sobre “Geología y Metalogenia de Depósitos Hidrotermales Submarinos”.

Referencias

Bonatti, E. (1983), En: Rona, P.A., Boström, K., Lambier, L., y Smith, K. L. eds. 1983: *Hydrothermal processes*

at seafloor spreading centers, Plenum Press, 796 p.
 López Gutiérrez, J., Martínez Frías, J., Lunar, R. y López García, J. (1992): *Com. III Cong. Geol. Esp. y VIII Cong. Lat. Geol.* T.3: 171-186.
 López Gutiérrez, J., Martínez Frías, J., Lunar, R. y López García, J. (1993): *Estudios Geol.*, (en prensa).
 López Ruiz, J. y Rodríguez Badiola, E. (1980): *Estudios Geol.* V.36: 1-63.
 Martínez Frías, J., García Guinea, J., López Ruiz, J., López García, J. A. y Benito, R. (1989): *Rev. Soc. Esp. Min.*, V.12: 261-271.
 Martínez Frías, J. (1991): *Estudios Geol.*, 47 (5-6): 271-279.
 Martínez Frías, J., García Guinea, J., López Ruiz, J. y Reynolds, G. A. (1992): *Economic Geology*, Vol.87: 444-446.
 Martínez Frías, J., y García Guinea, J. (1993): En: García-Rossell, L. y Martínez Frías, J. (Ed). *Recursos Naturales y Medio Ambiente del área de Cuevas de Almanzora*, Ed. I.E.A., 262 p..