

# CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DE ANOMALÍAS POR MANGANESO, NO DE MAZO CRUZ, DEPARTAMENTO DE PUNO

ORLANDO DE LA CRUZ M. (1), MANUEL ROSAS C. (2) Y WALTER ROSELL S. (3)

odelacruzmatos40@yahoo.es (1), rosas\_manuelmartin@hotmail.com (2), warossell@hotmail.com (3)

## Resumen

La zona anómala pertenece al segmento Sur-Este de la Franja Metalogénica de los sistemas epitermales de Au - Ag del Oligoceno - Plioceno. Los diversos prospectos ubicados dentro del corredor estructural presentan mineralización de manganeso con contenidos de molibdeno en sistemas tipo stockwork, vetas, y brechas hidrotermales, todos ellos cortando a las secuencias lávicas y volcanoclásticas del Neógeno. La asociación mineral de manganeso está representada principalmente por criptomelano y pirolusita relacionada a óxidos de hierro, en lo que respecta a la ganga el mineral predominante es el cuarzo, seguido de calcita.

Las diversas áreas mineralizadas están restringida a una franja estructural local, denominada “Cuyagua” de tendencia andina con un azimut promedio N325°.

El sistema de mineralización estaría relacionado a la actividad fisural denominada Vilachuncara, cuyas litologías están asignadas al Grupo Barroso. Las zonas mineralizadas se localizan a distancias variables del posible foco volcánico y corresponderían a las últimas fases de la actividad hidrotermal asociada al volcanismo Barroso.

## Marco Geológico

El área se encuentra constituida por rocas de edad Mioceno-Plioceno. Localmente la Formación Maure corresponde el basamento de la zona, suprayaciendo se encuentra la Formación Sencca conformada por secuencias epiclásticas, sobreyaciendo se encuentran las unidades asignadas al Grupo Barroso, compuestas por fases ignimbríticas a secuencias lávicas de naturaleza riodacítica, dacítica, traquiandesítica y andesítica. Los depósitos inconsolidados están representados por morrenas, fluvio-glaciales y bofedales. Se tiene una datación de 2,7 m.a, medida en una lava andesítica porfirítica hacia el sur del área estudiada, efectuado por el INGEMMET (hoja 34X-III), por lo que se deduce que la actividad volcánica tuvo lugar en el Plioceno.

El volcanismo está relacionado con sistemas de fallamiento extensionales, actuando las fallas como conductos preferentes para la circulación de fluidos hidrotermales que dieron lugar a la mineralización por manganeso. Estos sistemas hidrotermales se caracterizan por conformar sistemas en vetas, stockworks y brechas mineralizadas, alojadas en rocas volcánicas del Plioceno (Grupo Barroso).

## Geología Estructural

Un rasgo estructural distintivo, son los sistemas mineralizados asociados a un régimen de segundo orden NE-SO, encajado en un sistema del tipo corredor estructural de tendencia NO-SE. Este corredor está asociado con el alineamiento regional de zonas anómalas de sistemas epitermales asignados al paleógeno-neógeno.

Esto nos induce a proponer un corredor estructural local denominado “Cuyagua” (Fig. 1), controlado por fallas de transcurrancia del tipo sinistral, de tendencia promedio N35°O. En la zona de estudio se pudo determinar longitudes de 20 kms por 8 kms de ancho aproximadamente. Se le asocia a la fase de distensión que originó los diversos conos volcánicos asociados al Grupo Barroso; según la interpretación satelital y verificación de campo se determinó dos tipos de orientaciones:

**Fallas de orientación Noroeste-Sureste:** Es un sistema de transcurrancia sinistral, que originó la franja donde se encuentran las distintas mineralizaciones de manganeso. Este sistema tiene un azimut promedio de N325°, teniendo estas tendencias, relación con las principales quebradas del

área. Regionalmente guarda concordancia con la dirección de los aparatos volcánicos, y con secuencias volcánicas sedimentarias del Grupo Tacaza que afloran al Noroeste del área.

**Fallas de orientación Noreste-Suroeste:** Corresponden a la respuesta de los principales sistemas de transcurrencia que afectaron la zona. Esta tendencia tiene una dirección promedio N40°E y se relaciona con las direcciones de los afluentes acuosos que recorren la zona. Esta orientación constituye el principal control de los distintos sistemas lineales con mineralización de manganeso.

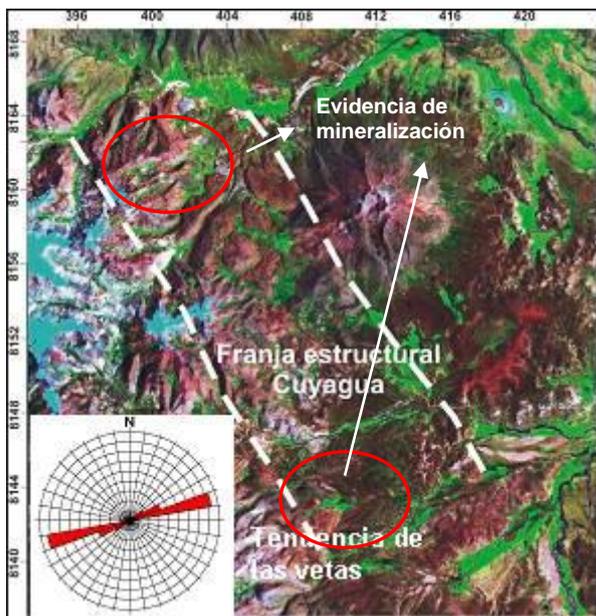


Figura 1, Sistema Estructural



Foto 1, Veta de manganeso

### Características de la Mineralización

La franja mineralizada “Cuyagua”, destaca por la presencia de dos variedades de manganeso denominado, criptomelano y pirolusita. Las muestras de mano presentan un color gris oscuro con desarrollo de formas arriñonadas y botroidales (Foto 1), con estructuras de cuarzo tipo diente de perro y colofórmicas, además se observan porosidades vacías o rellenas por otros minerales de manganeso y gangas con impregnaciones parciales de óxidos de hierro.

El criptomelano se encuentra en masas homogéneas, presentando bajo observación microscópica una coloración grisácea y frecuentemente textura coloforme que puede presentar capas de bandeamientos asociados a los óxidos de manganeso; se ha determinado la presencia de cuarzo y calcita.

El análisis de una sección delgada muestra a la **Pirolusita**, como cristales dispuestos radialmente situados en los bordes del Criptomelano. El **Criptomelano**, se presenta en bandas concéntricas junto con la ganga; algunas veces rellenan intersticios o se encuentran entre los granos. El óxido de hierro se presenta como impregnaciones en la ganga. Los porcentajes definidos en una muestra representativa dan como resultados: Criptomelano 55 %, Pirolusita 40 %, Ganga 5 % y óxidos de hierro en trazas.

### Geoquímica

Existe en superficie un marcado aumento de molibdeno con respecto al hierro. Las determinaciones químicas de elementos menores revelan la presencia de arsénico, estroncio, molibdeno, wolframio y zinc, siendo más significativo entre ellos la existencia de arsénico y wolframio (Tabla 1). Las leyes de mena van entre 31.68 a 45.76%Mn. Adicionalmente los análisis químicos por ICP-Masa, muestran anomalías para los elementos Zn, Mo, Ba y los volátiles As y Bi.

	As	Ba	Bi	Mo	Sr	W	Zn
Muestra	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	4336	5402	15	96	590,7	<10	1886,6
2	7863	8678	12	51	912,7	56	421,9
3	7009	2190	8	51	382,9	<10	370,1
4	3375	2598	16	108	527,9	25	1157,3
5	2899	9890	16	183	833,3	92	425,1
6	957	6343	<5	101	425,8	<10	273,5
7	1213	4822	<5	137	524,1	<10	189,9
8	202	1893	<5	27	433,5	<10	67,4
9	904	6981	<5	132	449	<10	256,4
10	790	7825	<5	198	756,8	<10	541,4
11	699	4689	<5	194	621,9	14	381,7
12	253	2108	<5	57	818	<10	403,6
13	2102	>10000	10	470	631,2	11	738,5
14	455	8746	7	107	1071,6	<10	674,8

Tabla 1

## Discusión sobre Controles de Mineralización

### Control Estructural

La mineralización está supeditada a fallas de transurrencias de tendencia NO-SE por donde discurren los ríos y quebradas. Las diversas vetas encontradas dentro de la franja estructural Cuyagua, presentan un rumbo promedio de N70°E/85SE, correspondiendo a los diversos sistemas de compensación asociados a la falla principal de tendencia NO-SE. Los conductos de la erupción hidrovolcánica proveen canales para la circulación de fluidos hidrotermales, que a su vez concentraron la mineralización. Los sistemas mineralizados tipo vetas se presentan con rumbo promedio N70°E, siendo de buzamiento sub-vertical. Presentan espesores entre 0,50 m y 2,0 m. En los sistemas tipo stockwork, los vetillosos varían entre 0,02 m y 0,20 m de grosor, y en brechas hidrotermales presentan matriz de manganeso (criptomelano y pirolusita) y clastos subangulosos a subredondeados de andesitas y lavas porfíricas, riolíticas, dacíticas y andesíticas.

### Control Litológico

La mineralización está controlada al norte de la franja Cuyagua, por las brechas volcánicas andesíticas, ignimbritas y lavas andesíticas, siendo la ley promedio de 36.10 % de manganeso. En la parte Oeste la mineralización de manganeso ocurre en lavas andesitas porfíricas siendo la ley promedio de 45.76 %. En la parte Sur aunque la zona está cubierta por depósitos recientes, los afloramientos de lavas porfíricas e ignimbritas presentan los sistemas mineralizados por manganeso, siendo la ley promedio de 31.68 %.

### Control Mineralógico

La mineralización de mena con criptomelano y pirolusita, la de ganga con cuarzo cristalizado y calcita, están emplazadas en vetas, brechas y stockwork, además de las texturas del cuarzo, nos permiten suponer, que estaríamos en un sistema epitermal de baja a intermedia sulfuración, de origen magmático-hidrotermal.

### Control Geoquímico

El aumento de molibdeno con respecto al hierro en superficie, es inversamente proporcional hacia las zonas profundas, esta relación está de acuerdo con la aceptación que el hierro y manganeso se separarían en vetas hipogénicas por la precipitación del hierro en zonas más profundas que los minerales de manganeso, los cuales se formarían en zonas más próximas a superficie. Esta diferenciación está en relación con las diferencias de temperaturas y presión existente en cada zona. Concentrando al manganeso, durante los últimos estadios magmáticos. Estos elementos se presentan con mayor frecuencia en depósitos hidrotermales de naturaleza hipógena, lo cual clasifica a los óxidos de manganeso observados, como de origen hipogénicos, antes que supergénicos (Hewett, D.). Las

anomalías en Zn, Mo y Ba, así como As y Bi estarían indicando algún sistema mineralizador relacionado a las partes medias-altas, desarrollado por un emplazamiento distensivo.

### **Conclusiones**

- 1.- El área ha sido afectada por un sistema de fallas de transcurrencia sinistral, de tendencia NO-SE, creando una franja estructural local denominada Cuyagua.
- 2.- El volcanismo Barroso, estaría relacionado con los sistemas de fallamiento extensionales, actuando las fallas como conductos preferentes para la circulación de los fluidos hidrotermales, que dieron lugar a la mineralización del manganeso
- 3.- Los prospectos ubicados en la franja “Cuyagua”, presenta mineralización de manganeso con contenidos de molibdeno en sistemas del tipo stockwork, vetas y brechas hidrotermales, los minerales de mena son el criptomelano y la pirolusita.
- 4.- Los análisis químicos, evidencian valores anómalos para el molibdeno, arsénico y otros elementos como As, Sr, Wo, Zn, indicando la posible existencia de un sistema mineralizado hacia las partes inferiores, donde se ubicaría la fuente hipógena.
- 5.- Según la clasificación geoquímica de los depósitos de manganeso (Nicholson 1992), estaría dentro del rango hidrotermal continental del tipo vetas.
- 6.- Las diversas estructuras de cuarzo del tipo diente de perro y colofórmicas, nos permiten suponer, que estaríamos en un sistema epitermal de baja sulfuración,
- 7.- La existencia del corredor estructural Cuyagua, manifiesta la ocurrencia de mineralización por manganeso, faltando aun explorar el sector central de la franja.

### **Referencias Bibliográficas**

- García, Wilfredo (1978): Geología de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma, Hojas: 34-t, 34-u, 34-v, 34-x y 34-y; INGEMMET, Bol. N° 29, Serie A. Carta Geológica Nacional. Lima - Perú.
- Cerron, F. (2001): Geología del cuadrángulo de Mazo Cruz, hoja 34 X-III, geología 1:50,000.
- Hewett, D. (1960): deposits of the manganese oxide. *Ec. Geology* 55 (1)
- Nicholson, K. (1992): Contrasting Mineralogical-Geochemical signatures of manganese Oxides: Guides to Metallogenesis. *Economic Geology. A Special Issue Devoted to Advances in Manganese Metallogenesis.*, 87: 1207-1216.
- Rosas, Manuel (2009): Estudio Geológico – Prospecto Maravilloso; Informe Inédito, Lima – Perú.
- Vásquez, Fernando (1996): Geología Económica de los Recursos Minerales; Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid - España.
- Zeta, Hipólito (2008): Estudio Geológico Preliminar de la Concesión Minera Maravilloso; Informe Inédito, Lima – Perú.