



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## Las imágenes SENTINEL en la exploración de nuevos yacimientos

David Dávila <sup>(1)</sup> y Henry Chuquipul <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Anglo Peruana Terra, david.davila@apt.com.pe

### RESUMEN

El área Cobriza se localiza en la franja de yacimientos skarn de Cu, asociados a sistemas tipo pórfido, relacionado al batolito Villa Azul del Permo-Triásico. En el área afloran rocas metamórficas, sedimentarias marinas, volcánicas continentales e intrusivos plutónicos y subvolcánicos con tendencia NO-SE. Cobriza es un yacimiento de reemplazamiento metasomático cuya edad de mineralización es de  $263.4 \pm 8$  Ma. El manto Cobriza está alojado en las calizas Tarma, consiste esencialmente de magnetita, pirrotita, arsenopirita y calcopirita en una matriz de piroxenos, calcosilicatos, anfíboles y cuarzo. La geoquímica de sedimentos de quebrada ha definido tres anomalías que son: Cobriza-San Miguel, Pomacocha-Congalla y Chiquintirca-San Francisco. Con las imágenes Sentinel se obtuvo anomalías espectrales de hierro férrico, silicatos ferrosos y el índice de vegetación, diferenciando 3 zonas anómalas que son: Cobriza-San Miguel, Pomacocha-Congalla y Chiquintirca-San Francisco. Con toda la información se ha elaborado el mapa de targets donde se ha diferenciado 4 targets en orden de importancia del 1 al 4, el factor guía ha sido las anomalías sentinel observadas en los alrededores de la mina Cobriza.

**Palabras Claves.-** skarn Cu, metasomático, anfíboles, magnetita, calcopirita, imágenes sentinel, silicatos ferrosos, targets.

### ABSTRACT

The Cobriza area is located in the belt of Cu skarn deposits, associated with porphyry-type systems, related to the Villa Azul del Permo-Triassic ba-

tholith. Metamorphic rocks, marine sedimentary, continental volcanic and intrusive plutonic and subvolcanic rocks with a NO-SE trend outcrop in the area. Cobriza is a metasomatic replacement deposit whose mineralization age is  $263.4 \pm 8$  Ma. Cobriza's mantle is located in the Tarma limestones, consisting essentially of magnetite, pyrrhotite, arsenopyrite and chalcopirite on a matrix of pyroxenes, calcosilicates, amphiboles and quartz. With the geochemistry of stream sediments, three anomaly zones have been defined: Cobriza-San Miguel, Pomacocha-Congalla and Chiquintirca-San Francisco. With the Sentinel images, spectral anomalies of ferric iron, ferrous silicates and the vegetation index were obtained, differentiating 3 anomalous zones that are: Cobriza-San Miguel, Pomacocha-Congalla and Chiquintirca-San Francisco. With all the information, a target map has been drawn up where 4 targets have been differentiated in order of importance from 1 to 4, the guiding factor has been the sentinel anomalies observed in the surroundings of the Cobriza mine.

**Keywords.-** skarn Cu, metasomatic, amphiboles, magnetite, chalcopirite, sentinel images, ferrous silicates, targets.

### INTRODUCCIÓN

La exploración de nuevos yacimientos nos ha llevado a emplear nuevas herramientas una de las cuales son las imágenes sentinel, la cual nos ha permitido proponer el siguiente trabajo como una nueva forma de explorar nuevos yacimientos los cuales están muy cubiertos o en zona muy remotas, el área de Cobriza se localiza en la franja



San José. **Quimbiri (Mo, Cu)**, ubicada a 14 km al noreste de San Francisco, en las partes altas del río Quimbiri (174ppmCu, 29 ppm Mo), lugar donde afloran gneises del complejo precambriano.

**Geoquímica de Sedimentos de Quebrada.-** se han utilizado 617 muestras publicadas por IN-GEMMET, las cuales fueron analizadas por Au, Hg y 31 elementos. Como resultado de este trabajo se han obtenido mapas geoquímicos donde se representa su distribución: Cu-Au-Mo, Ag-Pb-Zn y As-Sb-Bi. Se agrupó la totalidad de muestras, teniendo en cuenta las unidades litológicas, así como su edad de la roca caja y la experiencia del equipo de trabajo en la franja polimetálica argentífera de skarn de Cu-Au-Mo del Paleozoico superior-Mesozoico temprano, asociados a intrusivos graníticos.

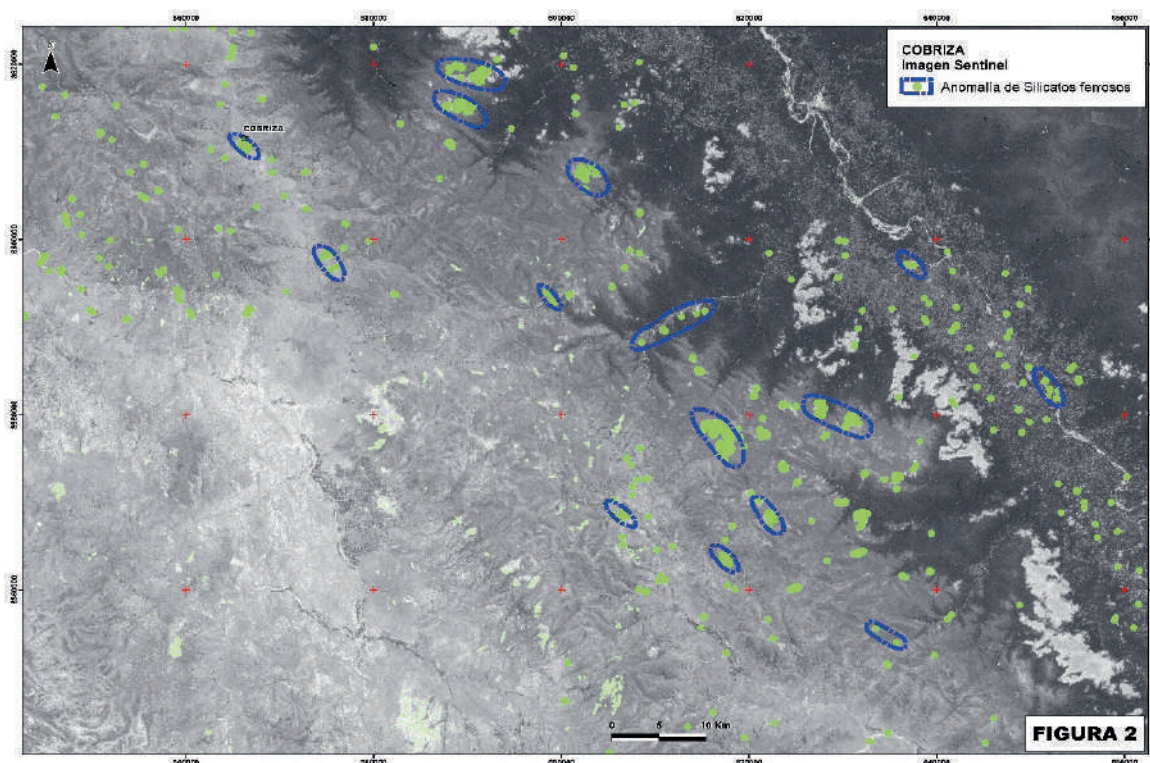
En la distribución de los principales elementos, se han considerado las poblaciones estadísticas y rangos de abundancia en cada población. Con los valores anómalos se ha definido tres zonas con anomalías de interés.

1) Zona Cobriza-San Miguel, se identificaron 7 anomalías (A-1 a A-7) con valores contrastantes de  $Ag > 0.5 \text{ ppm}$ ,  $Mo > 5 \text{ ppm}$ ,  $Bi > 5 \text{ ppm}$  y  $Au > 25 \text{ ppb}$ ; seguido de  $As > 100 \text{ ppm}$  y  $Zn > 100 \text{ ppm}$ .

2) Zona Pomacocha-Congalla, una fuerte anomalía (B) con  $Mo > 5 \text{ ppm}$ ,  $Bi > 5 \text{ ppm}$ ,  $As > 100 \text{ ppm}$  y  $Zn > 100 \text{ ppm}$ .

3) Zona Chiquintirca-San Francisco, destacan 5 anomalías (C-1 a C-5) con predominio de  $Mo > 5 \text{ ppm}$ ,  $Zn > 100 \text{ ppm}$ ,  $Bi > 5 \text{ ppm}$ , seguido de  $Au > 25 \text{ ppb}$ ,  $Cu > 150 \text{ ppm}$ ,  $Ag > 0.5 \text{ ppm}$  y  $As > 100 \text{ ppm}$ .

**Imágenes Sentinel.-** se utilizó varias imágenes Sentinel, identificando las siguientes firmas espectrales: hierro férrico ( $Fe+3$ ), silicatos ferrosos (clorita, biotita, anfíboles, **figura 2**) e Índice de vegetación. Las interpretaciones de imágenes Sentinel destacan las anomalías espectrales de hierro férrico, silicatos ferrosos y el índice de vegetación que seguidamente comentamos.



Zona Cobriza-San Miguel, se aprecia una fuerte anomalía  $Fe+3$ , en la mina Cobriza debido a la presencia de magnetita, anfíboles y mineralización de Cu-Mo-Au. También, se aprecia bajo índice de vegetación (IV) -0.2 a -0.1 en la zona de la mina cobriza. También se aprecia una anomalía moderada de  $Fe+3$  y silicatos en los alrededores del

prospecto española y anomalía moderada  $Fe+3$  con débil anomalía de silicatos al suroeste del cerro San Julián sobre las anomalías geoquímicas A-6 y A-7.

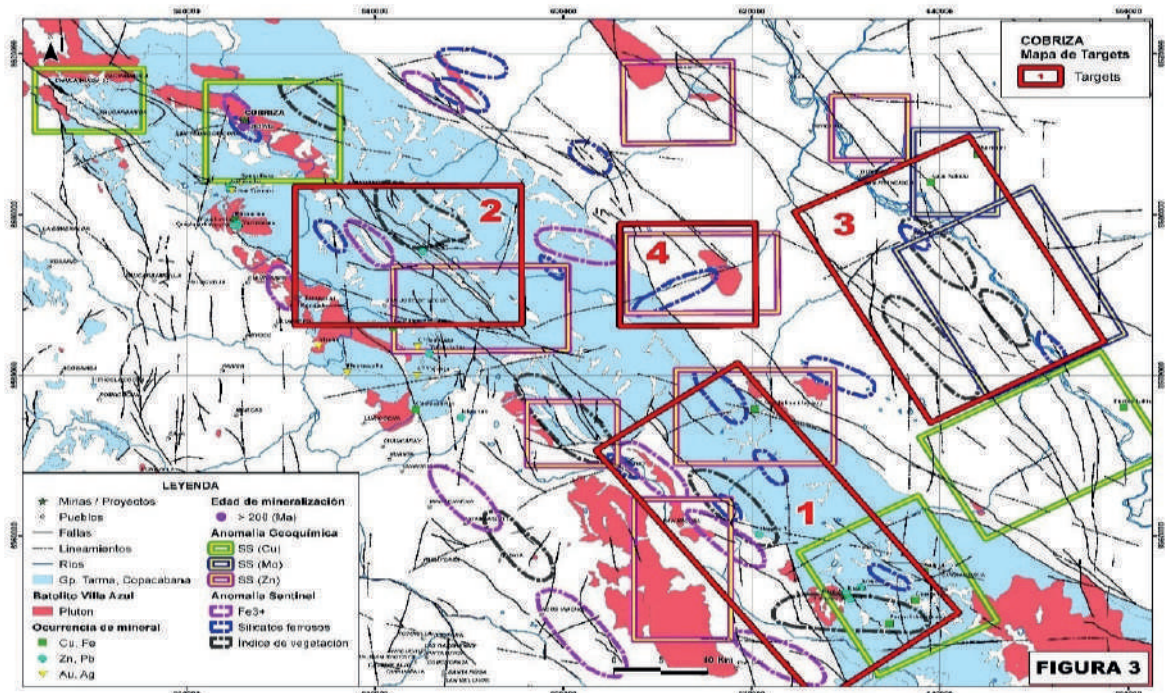
Zona Pomacocha-Congalla, es notable la ocurrencia de moderada anomalía de  $Fe+3$  y silicatos aso-

ciadas a skarn de magnetita con Cu y bajo índice de vegetación de  $-0.3$  a  $-0.1$  similar a mina Cobriza. También, destacan dos anomalías de  $Fe^{+3}$  y silicatos al sur del prospecto Española y nor-este-este de Pampamale.

Zona Chiquintirca-San Francisco, el alto índice de vegetación de  $0.2$  hasta  $0.7$  en la zona no permite visualizar anomalías de  $Fe^{+3}$  ni silicatos. Sin embargo, es notorio el bajo índice de vegetación del orden de  $-0.6$  a  $-0.3$  en medio de altos relacionados a la anomalía C-4.

**Conclusiones e Interpretación.-** se ha tomado como base el mapa estructural sobre la cual se ha compilado las diversas guías de exploración tales como los intrusivos del batolito Villa Azul, los sedimentos del Tarma con sus niveles de calizas, así como las anomalías geoquímicas de sed-

imentos de quebrada, las anomalías de las imágenes sentinel tal como hierro férrico, silicatos ferrosos: actinolita-epidota-clorita y el índice de vegetación. Compilada la información se ha elaborado el mapa de targets que se muestra en la **figura 3** donde se ha diferenciado 4 targets en orden de importancia del 1 al 4, el factor guía ha sido las anomalías observadas en los alrededores de la mina Cobriza, por lo tanto en el target en el que se sobreponen más guías anómalas se ha considera el de mayor importancia, se ha diferenciado dos tipos de targets los 2 primeros están relacionados a mineralización tipo Cobriza que son el target 1 y 2, el segundo grupo tiene pocas evidencias pero consideramos como una nueva forma de mineralización que merece investigar y explorar que está asociado a rocas metamórficas que son los targets 3 y 4.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Noble, D.C., McKee, E., Petersen, U., Álvarez, A. & Yupanqui, M. (1995). The cobriza copper skarn deposit, central Peru: Permian age, radiogenic lead isotope composition and association with two-mica granite. In: Soc. Geol. Perú, Vol. Jubilar Alberto Benavides, 239-242.

Stewart, J.W., Evernden, J.F. & Snelling, N.J. (1974). Age determinations from Andean Peru: a reconnaissance survey. Geol. Soc. Amer. Bull., 85, 1107-1116.

Geocatmin: [//geocatmin.ingemmet.gob.pe](http://geocatmin.ingemmet.gob.pe).

USGS: [//earthexplorer.usgs.gov/](http://earthexplorer.usgs.gov/)