



## GEOLOGÍA Y CONTROLES DE MINERALIZACIÓN EN EL YACIMIENTO PUCARRAJO – BOLOGNESI – ANCASH

### GEOLOGY AND MINERALIZATION CONTROLS AT THE DEPOSIT PUCARRAJO – BOLOGNESI – ANCASH

Ernesto Samuel Machacca Hanco<sup>1,\*</sup>, Rogelio Pinto Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería y Metalúrgica, Av. Floral N° 1153  
Ciudad Universitaria, Puno, Perú, [smachca@hotmail.com](mailto:smachca@hotmail.com)

<sup>2</sup>Compañía Minera Orcopampa, Energía y Minas, Carretera Panamericana 1350 Km, Arequipa, Perú

#### RESUMEN

El presente trabajo de investigación es analítico y descriptivo, se ha realizado durante el año 2015 - 2016. El objetivo principal es caracterizar la litología y establecer los controles de la mineralización en el yacimiento de metasomatismo de contacto. El yacimiento Pucarrajo son depósitos de skarn, formados en calizas de la Formación Chimú, Pariatambo, Chulec; en contacto con intrusivo de granodiorita, tonalita del Mioceno (INGEMMET, 2011) que corresponde a la franja metalogénica de depósitos de pórfidos de Cu – Mo – Au, skarn de Pb – Zn – Cu – Ag y depósitos polimetálicos ubicados en la zona del Norte del Perú. La disolución de los fluidos magmáticos interactúa con soluciones calcáreas, en la precipitación de minerales como granates, diópsidos, actinolitas, tremolitas, cloritas; entre otros minerales de alteración y de menas, durante la fase de intrusión de los diques y stocks de composición calco-alcalina. Los skarn se han formado en los cuerpos mineralizados; Tania, Sabrina, cerro Pucarrajo, se consideran eventos principales en las zonas de hornfels. Los minerales de control, como pirita, pirrotina y magnetita se consideran como la primera fase de mineralización, junto con los granates, diópsidos, actinolitas, esfalerita, galena; que son producto de la interacción de los fluidos mineralizantes; después del proceso de intrusión de los cuerpos magmáticos se genera la mineralización de la segunda fase; de pirita, galena, esfalerita y óxidos de hierro, como etapa final del depósito. El análisis de las estructuras mineralizadas determinan la orientación dominante de NW – SE, con leyes altas en el cuerpo Tania y Sabrina con mineralización de pirita, pirrotina, esfalerita con inclusiones de calcopirita y galena en la secuencia paragenética.

**Palabra clave:** caliza marmolizada, skarn, mineralización, granodiorita.

#### ABSTRACT

The paper's objective is to characterize the lithology and establish controls mineralization in the contact metasomatic deposit. The site Pucarrajo skarn deposits are formed in limestone of the Chimú, Pariatambo, contact Chulec Training intrusive granodiorite, tonalite; corresponding to the metallogenic strip Cu porphyry deposits - Mo - Au skarn Pb - Zn - Cu - Ag and polymetallic deposits related to Miocene intrusives (INGEMMET, 2011); located in the area of northern Peru. The dissolution of magmatic fluids interact with calcareous solutions, precipitation of minerals such as garnets, diopsides, actinolites, tremolites, chlorites; among other alteration minerals and ores, during the intrusion of dikes and stocks of calc-alkaline composition. The skarn have been formed in the orebodies; Tania, Sabrina, Pucarrajo hill, are considered major events in areas of hornfels. Minerals control; as pyrite, pyrrhotite and magnetite, they are considered as the first phase of mineralization, along with garnets, diopsides, actinolites, sphalerite, galena; they are the result of the interaction of the mineralizing fluids; process after intrusion of magmatic bodies; mineralization generates the second phase of pyrite, galena, sphalerite and iron oxides, as final stage tank. The analysis of the mineralized structures determine the dominant direction of NW - SE, with high grades in the body and Sabrina Tania with pyrite, pyrrhotite, sphalerite with chalcopyrite and galena inclusions in the paragenetic sequence.

**Key word:** limestone marble, skarn, mineralization, granodiorite.

\*Autor para Correspondencia: [smachca@hotmail.com](mailto:smachca@hotmail.com)





## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es una contribución a las exploraciones (Tumialan, 2003) que se realizan sobre afloramientos (Sánchez, 2006) de rocas calcáreas en contacto con cuerpos intrusivos (Laughlin, 1924) como diques, stock o complejos, donde se describe y se analiza las características geológicas y de controles de mineralización del yacimiento Pucarrajo, Cuya mineralización se ha producido en la zona de skarn, en la Formación Chulec, Pariatambo, Pariahuanca (Benavides, 1956) y otros compuestos de calizas y margas (Villares, 2008), entre los cuales son, considerando factores estructurales y litológicos (Boyer y Elliot, 1982), zonas de alteración calco-silicificados; para la interpretación de la paragénesis de yacimiento (Woddward, Boyer y Suppe, 1989), además son sujetos a eventos tectónicos, de periodos de formación, que han permitido la mineralización y deposición de cuerpos mineralizados.

En base al mapeo de las estructuras geológicas (Bisa, 1984) en interior mina, en los diferentes niveles. Se analiza las características litológicas y controles (Jaillard, 1990) de la mineralización del depósito. Con la interpretación de planos geológicos (Cobbing *et al.*, 1996) y estructurales (Coney, 1971), en base a imágenes satelitales (Maksaev, 1990) a escala regional y distrital se ha logrado asociar estructuras regionales (Megard, 1974) con estructuras mineralizadas (Carrascal, Sáez y Soler, 1982) de orden local. El objetivo principal es caracterizar la litología y establecer los controles de la mineralización (Imai *et al.*, 1985) en el yacimiento de metasomatismo contacto (Fernández, 1972).

El yacimiento Pucarrajo son depósitos de skarn (Wilson, 1963; Stappenbeck, 1929) formados en calizas de la Formación Chimú, Pariatambo, Chulec en contacto con intrusivo de granodiorita, tonalita (Bonomi, 1975). El yacimiento corresponde a la franja metalogenética (Tsuchiya, Toledo, Mendoza y Soto 1983) de depósitos de pórfidos (Cardozo, 2006) de Cu – Mo – Au, skarn de Pb – Zn – Cu – Ag (Poblet y Mc Clay 1996) y depósitos polimetálicos relacionados con intrusivos del Mioceno (Ingemmet, 2011). Es conocido desde inicios del siglo pasado que este fue trabajado en pequeña minería hasta la década del 80, por aquellos años se explotaba el cuerpo Pucarrajo (Poblet y Clay 1996) en la zona Norte a escalas menores (Laughlin, 1924) de 30 TM/día pasando luego a 50 TM/día, por métodos convencionales (Maksaev, 1990).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicada en la localidad de Pucarrajo, Bolognesi, Ancash y enmarca entre los 9° 44' 18'' de latitud Sur y los 77° 02' 36''-77° 07'36'' de longitud Oeste y se encuentra en la margen SE del cuadrángulo de Recuay (20-I) de la Carta Nacional 1:100,000 y que corresponden a las hojas nombradas como Hacienda Torres 20i-II-NE) y Hacienda Callán (20-I-II-NO) de la Carta Nacional 1:25,000 en el Departamento de Ancash. El área del presente trabajo de investigación, es accesible por carretera siguiendo la ruta Lima Pativilca-Conococha-Chiquean, Pachapaqui-Pucarrajo. Una ruta alternativa es Lima-Huanuco-Chavinillo-La Unión-Huallanca-Pucarrajo (Tablas 1 y 2).





**Tabla 1.** Acceso a la mina Pucarrajo (ruta 1)

Recorrido	Acceso	Situación de la vía	Medio de transporte	Distancia (Km)	Tiempo (hrs)
Lima – Conococha	Terrestre	Carretera asfaltada	Camioneta-Bus	300.0	5.0
Conococha – desvío Huallanca	Terrestre	Carretera asfaltada	Camioneta-Bus	100.0	2.0
Desvío Huallanca – Mina Pucarrajo	Terrestre	Carretera afirmada	Camioneta-Bus	30.0	0.5
<b>Total</b>				<b>430.00</b>	<b>7.50</b>

**Tabla 2.** Acceso a la mina Pucarrajo (ruta 2)

Recorrido	Acceso	Situación de la vía	Medio de transporte	Distancia (Km)	Tiempo (hrs)
Lima – Huaraz	Aéreo	Clima variable	Aéreo	370.0	1.0
Huaraz-desvío Huallanca	Terrestre	Carretera asfaltada	Camioneta-Bus	150.0	3.0
Desvío Huallanca- Mina Pucarrajo	Terrestre	Carretera afirmada	Camioneta-Bus	30.0	0.5
<b>Total</b>				<b>550.00</b>	<b>4.50</b>

Posee un clima que corresponde a la fría, debido a la influencia de la altura en que se encuentra (Tabla 1). Las precipitaciones durante los meses de Junio a octubre son muy pequeñas, con días abrigados y baja temperatura durante las noches  $< 0^{\circ}\text{C}$ , muy conocidas por los lugareños como “heladas” los meses de diciembre a abril están caracterizados por un régimen de lluvias y nieves tanto en las tardes como en las noches, las tormentas de nieve se localizan en alturas superiores a los 4,000 metros, por lo general, la distribución climática está comprendida en la zona de tundra seca de alta montaña.

La secuencia Mesozoica y la cuenca norte, ha sido interpretada en secciones finas, las composiciones litológicas, mineralógicas y minerales de valor económico, con el apoyo de microscopio de petrográfico de polarización; por otro la correlación de formaciones geológicas y la interpretación del orden de deposición. Análisis que alcanza un gran desarrollo en el departamento de Ancash y es muy bien representada por la secuencia sedimentaria Cretácica, teniéndose en consideración las siguientes unidades litoestratigráficas: Grupo Goyllarisquiza, (Formación Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat), Formación Pariahuanca, Formación Chulec y Formación Pariatambo; alcanzando un espesor aproximado de 2,000 metros, razón de ser (la Región de Ancash – Cajamarca), la zona de mayor subsidencia, durante la sedimentación del sistema cretácico, en esta parte de la Cuenca Occidental Peruana. Las estructuras que existen en la zona de estudio han desempeñado un rol importante en el desarrollo de la morfología actual, de los cuales constituyen la cobertera deformable. Estructuralmente el área de trabajo se sitúa en la zona imbricada (Wilson 1967; Cobbing *et al.* 1996) que corresponde a la “Marañon Thrust and Fold. Belt” (Megard, 1984), de grandes fallas y plegamientos.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

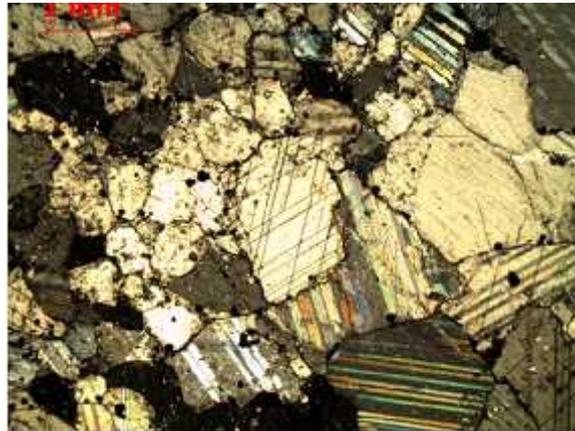
La distribución y extensión de estas rocas de composición calco-alkalina de granodiorita, tonalitas, microdioritas se observan en el mapa geológico y estructural que acompañan al presente trabajo de investigación de las principales estructuras mineralizadas del yacimiento Pucarrajo. Tiene una textura granular hipidiomórfica (Figura 1); está constituida por cristales de cuarzo primario anhedral a subhedral de 4 mm con microfracturas e inclusiones de plagioclasas, biotita y anfíboles. La plagioclasa se presenta en cristales subhedrales de 2.8 mm, maclados y zonados con circón y microfracturas rellenas por carbonatos, muestran ligera albitización y ligeramente alterados por carbonatos y epidotas, también se encuentran como inclusiones en cuarzo y feldespato potásico. El feldespato potásico, con formas anhedrales a subhedrales menores a 3.2 mm, presenta intercrecimiento micropertítico de albita, tiene inclusiones de plagioclasas, biotitas y anfíboles, y en general se altera como arcillas. Los anfíboles tienen formas subhedrales menores a 3 mm, alterados por cloritas y óxidos de hierro; pueden remplazar a piroxenos. La biotita tiene formas subhedrales y tamaños menores a 2 mm; algunos cristales están alterados en sus bordes y clivaje por cloritas, epidotas y óxidos de hierro; también se encuentra en microfracturas de feldespatos potásicos.



**Figura 1.** Fotomicrografía de fenocristales de plagioclasa, cuarzo 1, cuarzo 2; como minerales accesorios se observan una alteración de color blanco en los alrededores de los cristales de plagioclasa, que corresponde a seicritas, caolinitas y cloritas.

El tipo de yacimiento predominante es el de metasomatismo de contacto, teniendo como roca huésped a las calizas de la Formación Chulec y ocurrencias de reconcentración de sulfuros dentro de la Formación Santa, Pariatambo y Pariahuanca y son rocas calcáreas favorables para la formación de zonas de skarn. La disolución de los fluidos magmáticos interactúa con soluciones calcáreas, en la precipitación de minerales como granates, diópsidos, actinolitas, tremolitas, cloritas; entre otros minerales de alteración y de menas, durante la fase de intrusión de los diques y stocks de composición calco-alkalina. Los mármoles que se han formado en los cuerpos mineralizados: Tania, Sabrina, cerro Pucarrajo se consideran eventos principales en las zonas de hornfels. El yacimiento corresponde a la franja metalogenética de depósitos de pórfidos de Cu – Mo – Au, skarn de Pb – Zn – Cu – Ag y depósitos polimetálicos del Mioceno (Ingemmet, 2011) ubicados en la zona del norte del Perú. Representado por los cerros de Pucarrajo y Pucarrajo Chico, (, que presenta un cuerpo de skarn y reemplazamiento en caliza de la Formación Chulec (exoskarn). Esta zona ha sido explorado por BISA (1984). La mineralización es de piritita, pirrotina, esfalerita, con menor ocurrencia de galena; de cuarzo gris blanquecino, con piritita diseminada;

asociados a una alteración argílica y una fuerte sharnización en las rocas calcáreas. Podemos indicar las zonas de NE de la laguna Ishpag (PUC-37) que es un dique andesítico piritizado que ha desarrollado una fuerte alteración superficial limonitita con pirita, calcopirita, con minerales de ganga de calcita y cuarzo. El cuerpo de reemplazamiento mineral es de 2.5 metros y encajonantes alteradas aproximadamente en 1 metro. Este cuerpo de alteración se encuentra aproximadamente en contacto entre las Formaciones Santa y Carhuaz (Tumialan, 2003 y Sánchez, 2006) (Figura 2).



**Figura 2.** Fotomicrografía: Mármol en la zona de skarn. Minerales como wollastonita, diópsido, calcita; con fina diseminación de sulfuros, como pirita, pirrotina y magnetita. Muestras que corresponde al cuerpo de mineralización Sabrina.

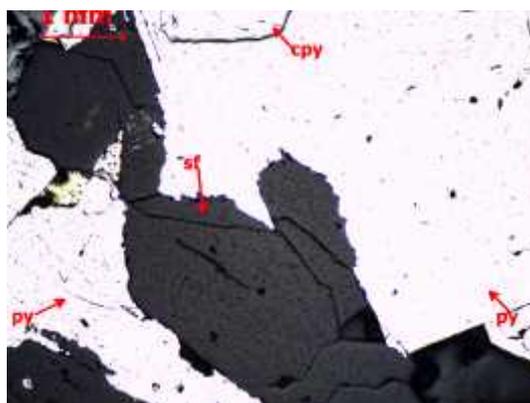
La roca de basamento son calizas de la Formación Chulec, Pariatambo, Pariahuanca, Carhuaz, entre los principales; en los que se llegó a formar unas zonas de marmolización, debido a la intrusión de la granodiorita (figura 2). El depósito es de tipo skarn y permite distinguir una etapa de mineralización progradada de granate y piroxenos cálcicos y una fase retrogradante con calcita, epidota, cuarzo, clorita, feldespato y sulfuros. Los minerales metálicos son calcopirita, esfalerita, pirita, pirrotina, hematita y magnetita. Los datos de inclusiones fluidas, en granate (de la etapa progradada) indican un fluido con 12.8–20.2% de NaCl eq. y temperaturas de homogeneización (Th) de 480 – 680 °C. Las inclusiones en cuarzo y calcita del skarn retrogradante indican un fluido con 12.8–18.6% de NaCl eq. y Th entre 180 °C y 190 °C. Las inclusiones primarias en fenocristales de cuarzo del pórfido permiten identificar un fluido sobresaturado, de una composición de 36–44% NaCl eq. y Th totales de 270–370 °C. La composición mineralógica de los cristales de granate y el Th en sus inclusiones fluidas, sugieren que la formación del skarn progradado tuvo lugar a altas temperaturas, entre 500 °C y 680 °C y presiones del fluido inferiores a 600 bar. Las temperaturas en cuarzo y calcita del skarn retrogradante son consistentes con una formación a temperaturas inferiores a 380 °C y presiones de fluido inferiores a 50 bar. Las inclusiones fluidas en los fenocristales de cuarzo del pórfido se vinculan a fluidos magmáticos previos a la disolución de la roca de caja, en las calizas de la Formación Chulec, Pariatambo, Pariahuanca y Chimú.

En el lado occidental, en los cerros Huamanripa y Jachacancha está limitado por un cabalgamiento “Falla Huari Jirca” y hacia la parte oriental del Cerro Jachacancha en superficie es conformado por pliegues abiertos cuyas longitudes de onda es de decenas de metros, con planos axiales cercanos a la vertical, estructuran en profundidad, una secuencia de propagación conforme el duplex (Boyer y Elliot, 1982). En la parte central (entre al anticlinal Tancan y Matara) el flanco occidental del sinclinal de Ishpag, se encuentra reemplazando y metasomatizado por un stock intrusivo ácido a



calco-alcalino; que se ha emplazado a favor de una falla inversa fuera de secuencia o retrocabalgamiento. Esta estructura tiene en su núcleo a la Formación Pariatambo, que por su incompetencia, en la parte del eje del pliegue sirve como nivel de despegue para el flanco nororiental cabalgue ó forme pliegues, menores disarmónicos, con respecto a su flanco Sur-oriental, como se le puede observar en el (cerro Jatun Chacra) forma un pliegue sinclinal estrecho inclinado (Cerro Ichic Chacra), que se consideran favorables a la mineralización del yacimiento. Hacia el lado oriental entre los cerros Retama y Tablagaga, geoméricamente, está conformado por un pliegue anticlinal (anticlinal de Retama), probable apilamiento antiformal de la Formación Oyón, y termina en el sinclinal volcado de Paccha. En el lado oriental y parte central en profundidad toda esta estructura corresponde geoméricamente a una probable secuencia de inversión tectónica de unidades que conforma el basamento los que podrían corresponder al Grupo Pucara. El análisis de las estructuras mineralizadas determinan la orientación dominante de NW – SE, con leyes altas en el cuerpo Tania y Sabrina con mineralización de pirita, pirrotina, esfalerita con inclusiones de calcopirita y galena en la sección.

Para la identificación de los minerales opacos es necesario determinar sus propiedades ópticas; así como los colores grises y las reflexiones internas, que presentan cada los sulfuros; que están asociados a las zonas de skarn. En primer lugar hay que utilizar el color como criterio de discriminación. Posteriormente, se requieren otras propiedades como la reflectividad, la dureza, etc. Así, se consigue encuadrar el mineral problema entre un número reducido de minerales con propiedades semejantes; son identificados los minerales; en ese sentido pirita de color blanco con tonos amarillentos, calcopirita de color amarillo, esfalerita de color gris algo oscuro, se que muestran como granos anhedrales; los minerales: como pirrotina, magnetita, tiene relieve alto y presenta una reflexiones moderadamente alta en la sección pulida de minerales opacos. Los minerales de control; como pirita, pirrotina y magnetita se consideran como la primera fase de mineralización, junto con los granates, diópsidos, actinolitas; que son producto de la interacción de los fluidos mineralizantes, después de proceso de intrusión de los cuerpos o diques irregulares de la actividad magmática; genera la mineralización de la segunda fase de sulfuros de zinc, plomo y óxidos de hierro, como etapa final del depósito (Figuras 3 – 5). Dentro de las microestructuras se observa micro partículas de oro nativo y electrum.

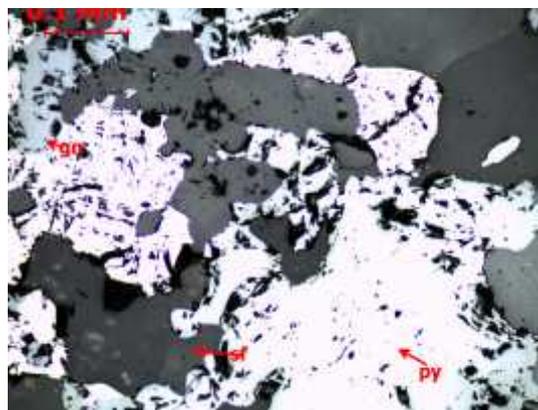


**Figura 3.** Cristales subhedrales de pirita, que reemplazada por calcopirita, esfalerita y una fina diseminación de magnetita, sección pulida que corresponde al cuerpo mineralizado Sabrina.





**Figura 4.** Esfalerita con diseminación de galena, que llegan a reemplazar a piritas y calcopirita, como segunda fase de mineralización. Sección pulida que corresponde al cuerpo mineralizado Sabrina.



**Figura 5.** Cuerpo Sabrina minerales de zinc con diseminación en piritas, asociado cristales anhedrales de galena y magnetita. Intercrecimiento de cuarzo y calcita, como mineral de ganga.

### *Paragénesis del yacimiento*

La primera secuencia paragenética del yacimiento se caracteriza por: pirita, pirrotina, calcopirita, esfalerita, galena, en las que hay que considerar que los sulfuros de hierro, son primeramente, al rellenado en la zona de skarnización en forma diseminada. Como minerales enriquecidos son pirrotina, esfalerita, galena y magnetita. En la primera fase de mineralización se observan una fina diseminación de oro nativo y electrum, en la calcopirita; generalmente se observa en el cuerpo Pucarrajo y Tania. La esfalerita de la segunda etapa, se observa incluida en pirita y la galena relleno los espacios intergranulares, asociados a la magnetita, hematita y óxidos de hierro. También se observaron partículas de esfalerita con exsoluciones de galena y calcopirita del tipo emulsión, lo que indica que estos dos últimos minerales precipitaron contemporánea o ligeramente después de la esfalerita de la segunda etapa. Esta ocurrencia de mineralización se observan con claridad en el cuerpo mineralizado Sabrina.



## CONCLUSIONES

En el área de la mina Pucarrajo se ha podido identificar y cartografiar las unidades litoestratigráficas del cretácico inferior para los Andes del Perú Central como son: Formación Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat, Pariahuanca, Chulec y Formación Pariatambo. En el área de trabajo, ocurre una mineralización tipo metasomatismo de contacto “skarn” que se desarrolla principalmente en calizas de la Formación Chulec. Las facies sedimentarias que han sido reemplazada por el exoskarn pertenecen a una plataforma carbonatada de regular profundidad, en facies transgresivas a someras del tope de la Formación Chulec; en contacto con facies no muy profundas y energía nula pertenecientes a la base de la Formación Pariatambo. Las facies intertidales de plataforma interna poco profunda de la base de la Formación Santa son las que albergan los mantos niveles mineralizados como en la Mina Domingo Sabio. Estos niveles se encuentran en contacto con clastos en facies intertidales a playa, de la Formación Chimú. Para el área trabajada, regionalmente se puede concluir que el área de la mina Pucarrajo es el principal centro de mineralización, siendo así mismo interesantes las áreas Pucarrajo Sabrin, Carmencita y Tania. Siendo la Formación Santa un horizonte favorable a la concentración de mineralización, sea por metasomatismo de contacto como por probable singenetismo (caso de la Mina Huanzalá y Domingo Sabio). El control de la mineralización progredida de granate y piroxeno cálcico y una fase retrogradante con calcita, epidota, cuarzo, clorita, feldespato y sulfuros. Los minerales metálicos son calcopirita, esfalerita, pirita, pirrotina, hematita y magnetita.

La primera secuencia paragenética del yacimiento se caracteriza por pirita, pirrotina, calcopirita, esfalerita, galena; en las que han que considerar que los sulfuros de hierro, son que primeramente al rellenado en la zona de skarnización en forma diseminada. Como minerales enriquecidos son pirrotina, esfalerita, galena y magnetita. La esfalerita de la segunda etapa, se observa incluida en pirita y la galena rellenando los espacios intergranulares, asociados a la magnetita, hematita y óxidos de hierro. También se observaron partículas de esfalerita con exsoluciones de galena y calcopirita del tipo emulsión, lo que indica que estos dos últimos minerales precipitaron contemporánea o ligeramente después de la esfalerita de la segunda etapa.

## LITERATURA CITADA

- Benavides V. (1956). Cretaceous System in Northern Peru. *American Mus. Nat. Hist. Bull.*, Nueva York, 108: 352-494.
- Bisa (1984). Estudio Geológico y Desarrollo de un Programa de Exploraciones en la Mina Pucarrajo Reporte Interno, 87p (14 lam. 16 planos).
- Bonomi, F. (1975). Pucarrajo. Reporte Interno, Cia Minera Huanzalá S. A. 8p (incluye 9 planos).
- Boyer, E. y Elliot, D. (1982). Thrust System American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 66: 1196-1230.
- Cardozo, M., (2006). Potencial minero en el Perú, presentación en Power Point, Alturas Minerals.
- Carrascal, R., Sáez J. Y Soler, P. (1982). El Yacimiento Estrato ligado (Pb, Zn, Cu, Ag) de Huanzalá (Huanuco, Perú Central): Discusión Genética. *Bol. Soc. Geol. Perú.* 71: 1- 15.
- Carrascal, R. (1984). Geología del Yacimiento Estrato ligado (Zn, Pb, Ag; Cu) de Huanzalá Huanuco, Perú. Tesis Ing UNI., 145p.
- Carrascal, R. (1988). Geología del Yacimiento Estrato ligado Aída Única. *Bol. Soc. Geol. Perú;* 78:23-34.
- Cobbing, J., Sánchez, A., Martínez, W. Y Zárate, H. (1996). Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca. *Bol. Carta Geológica Nac. Serie A, INGEMMET, N° 76,* 300p.
- Coney P. (1971). Structural Evolution of the Cordillera Huayhuash, Andes of Peru. *Geol. Soc. Am. Bull.* 82: 1863-1884.
- Dahlstrom, A. (1969). Balanced Cross Sections. *Canadian Journal of Earth Sciences;* 6: 743-757.
- Dalmayrac, B. (1978). Geologie de la Cordillere Orientale de la Region de Huanuco: sa Place dans une Transversale des Andes du Pérou Centrale (09° S a 10° 30'). *Trav. Doc. ORSTOM,* 93: 181p.
- Fernández, J. (1972). Estudio Geológico de la zona de Pucarrajo Provincia de Huari Departamento de Ancash, Republica de Perú. Reporte Interno Cia Minera Huazalá S.A. 10p.
- Imai, H., Kawasaki, M., Yamaguchi, M. y Takahashi M. (1985). Mineralization and Paragenesis of de Huazalá Mine, Central Peru. *Economic Geology.* 80:461-478.





- Jaillard E. (1990). Evolucion de la margen Andina en el Norte del Perú Desde el Aptiano Superior Hasta el Senoniano. Bol. Soc. Geol. Perú; 81: 3-13.
- Laughlin D.C. (1924). Geology and Physiography of the Peruvian Cordillera, Departments of Junin and Lima. Geol. Soc. Am Bull; 35: 591-632.
- Maksaev, V. (1990). Monografía del curso de metalogénesis, depósitos de tipo skarn.
- Megard, F. (1978). Etude Géologique de Andes du Pérou Central Memoire ORSTOM. N°86, Paris, 310p.
- Megard, F. (1974). The Andean Orogenic Period and its Major Structures in Central and Northern Peru. J. Geol. London; 141: 893-900.
- Poblet, J. y Clay K. (1996). Geometry and Kinematics of Single-Layer Detachment Folds. Am. Ass. Petrol. Bull; 80(7): 1085-1109.
- Sánchez, A. (2006). Informe geológico, Formación Jumasha. Estratigrafía entre, Farallón y Puyhuancocha. Informe interno para Cia. Minera Raura S.A., 30 p.
- Stappenbeck, R. (1929). Geologie des Chicamatales in Nord Peru und Seiner Anthracitlagerstätten; N. Jb. Geol. Pal., Stuttgart, Abh., 16 h-4: 305-355.
- Steinmman, G. (1929). Geologie von Peru. Kart Winter ed., Heidelberg, 448p.
- Tumialan, P. (2003). Compendio de yacimientos minerales del Perú. INGEMMET – Perú.
- Tsuchiya, Y., Toledo M., Mendoza D. y Soto R. (1983). Geología del Yacimiento Minero de Huanzalá. Bol. Soc. Geol. Perú; 71: 17-40.
- UNI, Boletín N° 10, Serie B: Geología Económica. 96-99, 110, 171-198, 222-238 p.
- Villares, F. (2008). Depósitos de tipo skarn, monografía recopilado, 31 p.
- Wilson, J. (1963). Cretaceous Stratigraphy of Central Andes of Peru. Am Ass Petrol. Geol. Bull; 47: 1-34.
- Wilson, J., Reyes, L., Garayar, J. (1967). Geología de los Cuadrangulos de Mollebambaba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz, y Huari. Bol. Serv. Geol. Min., Serie A: Carta Geol.. Nac. N°16, 95p.< ew>.
- Wodward, .B., Boyer, E. y Suppe J. (1989). Balanced Geological Cross-Sections. American. Geophysical Union. Short Course in Geology. 6, 132p.

