

Estilos de mineralización en el Complejo Pasco

Mervin T.¹, Cristhian M.², Hebert A.³

¹Nexa Resources Perú, Avenida San Borja Norte 523, Lima, Perú (mervin.tapia@nexaresources.com)

²Nexa Resources Perú, Avenida San Borja Norte 523, Lima, Perú (cristhian.mendoza@nexaresources.com)

³Nexa Resources Perú, Avenida San Borja Norte 523, Lima, Perú (Hebert.arias@Nexaresources.com)

Resumen

El Complejo Pasco está constituido por las unidades subterráneas de Atacocha, Porvenir, y una operación a tajo abierto Glory Hole, así como tres proyectos *brownfield* ubicados en la periferia de la concesión.

Se encuentra ubicado en la sierra central del Perú, en la Cordillera Oriental de los Andes, en el distrito de San Francisco de Asís, provincia y departamento de Pasco.

Tanto Atacocha como Porvenir son depósitos tipo *skarn*, con mineralización distal de Zn y Pb(+/-Au) y proximal de Zn+/-Cu, asociados a cuerpos hipoabisales de composición cuarzoandesítica y andesítica.

Estudios y exploraciones recientes muestran otros tipos de sistemas mineralizados, como: brechas tectónicas con reactivación hidrotermal tardía, un sistema epitermal de sulfuración intermedia en vetas, cuerpos irregulares, entre otros, y un sistema tipo pórfido. La Falla Milpo-Atacocha, de rumbo N-S, juega un rol importante, ya que los intrusivos (*Stock Milpo* y *Santa Bárbara*) que generan la mineralización del tipo *skarn*, están controlados por esta falla. Existe otro tipo de mineralización, asociado al sistema NW-SE (Falla 13), se trata de un sistema epitermal de sulfuración intermedia (*Figura 1*).

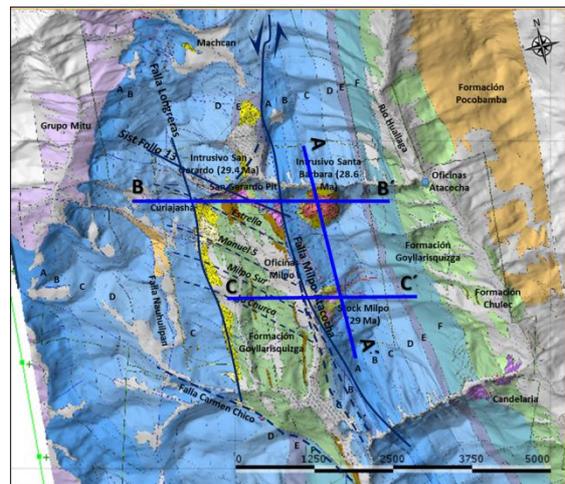


Figura 1. Vista isométrica de la geología distrital del Complejo Pasco.

El presente trabajo pretende mostrar los últimos avances en las interpretaciones metalogenéticas, producto de un intenso programa de exploración (aproximadamente 80,000 m. DDH / 2018) y de un programa de recategorización de recursos (a través de 60,000 m. DDH), que permitirá hacer posible una operación sostenible de 12 años.

Abstract

The complex Pasco consists of underground operations Atacocha, Porvenir units and an open pit operations called Glory Hole, as well as 3 brownfield projects located in the periphery of the complex.

It is located in the central Andean of Perú, in the District of San Francisco de Asis, province and Department of Pasco.

Both Atacocha and Porvenir are classified as Skarn deposits with distal mineralization of Zn and Pb(+/-Au) and proximal of Zn+/-Cu associated to hipoabasal bodies of quartz-andesitic and andesitic composition.

Recent studies and explorations show other types of mineralized systems associated with tectonic breccias, an epithermal intermediate sulfidation system and a porphyry type system.

The Milpo-Atacocha Fault of NS direction, plays an important role, since the intrusives (Stock Milpo and Santa Bárbara) that generate the mineralization of the Skarn type, are controlled by this fault. There is another type of mineralization, associated with the NW-SE system (Falla 13), it is an Epithermal intermediate sulfidation system (Figure 01).

This paper aims to show the latest interpretations associated with mineralization in the complex product of an intensive programme of exploration on the order of 80,000 m.DDH / 2018 and a program of re-categorization of resources of the order of 60,000 m.DDH, which will make possible a sustainable operation to 12 years.

1. Marco geológico distrital

1.1. Geología distrital

La geología distrital del Complejo Pasco muestra un basamento triásico (Grupo Mito), sobreyaciendole el Grupo Pucará de edad Triásica-Jurásica, siendo la Formación Chabara dividida en 4 pisos: A, B, C y D (Lavado, M. 2014, Davila, D. et al 2016), por sus diferentes características litoestratigráficas que presenta (ver Figura 5). Al grupo Pucará le sobryace de manera discordante el Grupo Goyllarisquizga, de edad cretácica, constituido por rocas silicoclásticas con intercalaciones de sills andesíticos; continúa la formación Chulec, también de edad cretácica, conformada por secuencias calcáreas. La formación Pocobamba (Eoceno-Paleoceno) sobryace, de manera discordante, a todas las unidades anteriores (Figura 5).

Los intrusivos reconocidos dentro del distrito (Stock Milpo, Santa Bárbara y San Gerardo) tienen edades que oscilan entre 28.6 y 29.4 Ma (U-Pb, Meffre, S. & Thompson, J. 2016); estos cortan al Grupo Pucará generando mineralización del tipo skarn y desarrollo de vetas de sulfuración intermedia, asociado al intrusivo San Gerardo, en Atacocha (Figuras 1, 2, 3 y 4).

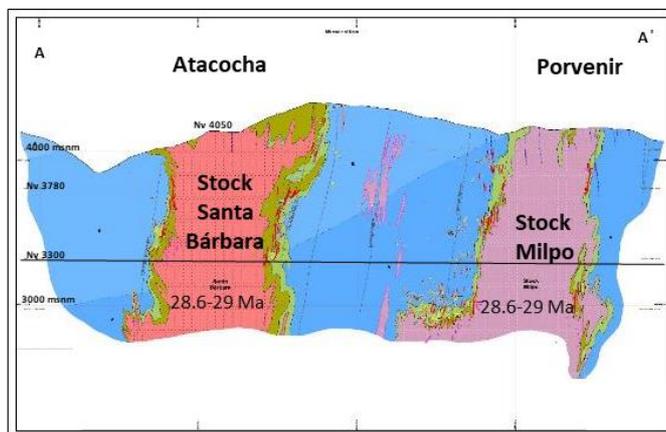


Figura 2. Sección A-A', mirando al este con orientación NS, donde se muestra el Intrusivo Santa Bárbara hacia el Norte (Atacocha) y el Stock Milpo hacia el Sur (Porvenir).

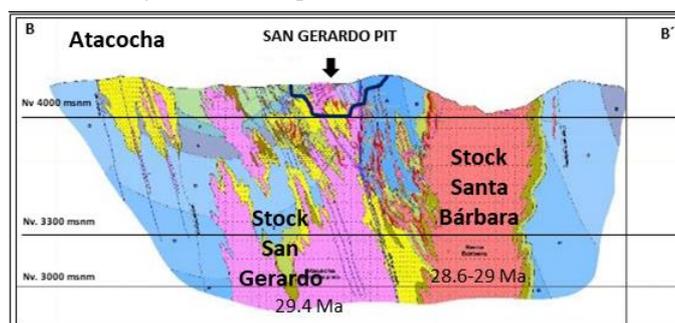


Figura 3. Sección B-B' (zona Atacocha), mirando al norte, mostrando el Stock San Gerardo y Santa Bárbara, los cuales cortan a las secuencias del Grupo Pucará y las secuencias del Grupo Goyllarisquizga.

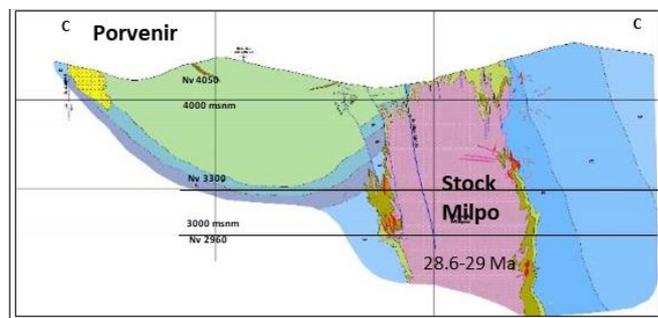


Figura 4. Sección C-C' (zona Porvenir), mirando al norte, mostrando al Stock Milpo, cortando las secuencias del Grupo Pucará.

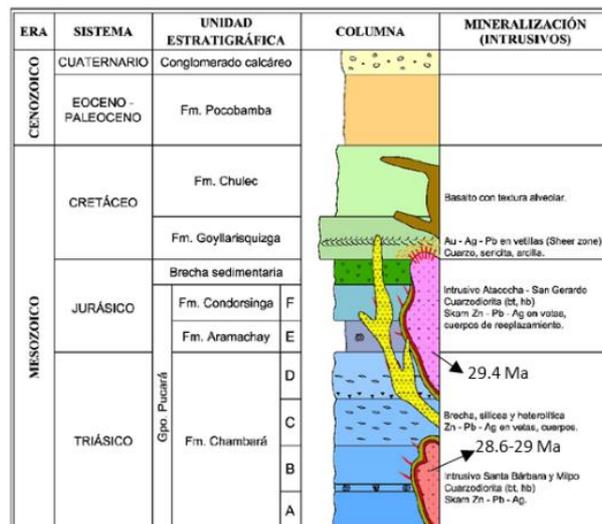


Figura 5. Columna estratigráfica del Complejo Pasco.

Las principales fallas, de este sistema, son la falla Milpo-Atacocha, de cinemática sinistral inversa, con buzamiento 75-85°E y Longreras de cinemática sinistral normal, con buzamiento 75-85°E (Figura 1); ambas fallas han generado un sistema estructural tipo Riedel, generando fallamientos dextrales con dirección NW-SE (fallas 13, Estrella, Manuel 5, Milpo Sur y La Churca). La falla 13 es una de las mejor reconocidas y que guarda relación con mineralización en superficie e Interior mina (Figuras 1 y 6).

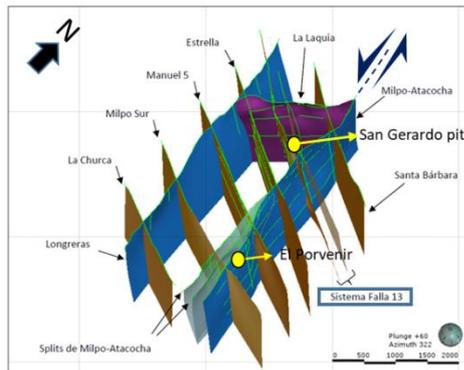


Figura 6. Esquema estructural en 3D, mostrando las principales fallas en el Complejo Pasco.

2. Estilos de mineralización

2.1. Mineralización tipo skarn

La mineralización en el Complejo Pasco ha sido generado por los Stocks Santa Bárbara-San Gerardo (Atacocha) y Stock Milpo en el Porvenir (Figuras 1, 2, 3 y 4) en el contacto con las rocas carbonatadas del Grupo Pucará. El skarn está asociado al desarrollo de granates verdes en el exoskarn y granates rojos en el endoskarn.

La mineralización económica se encuentra en la mayoría de casos en el contacto del exoskarn y el mármol (Figura 8), consiste en esfalerita, marmatita, y calcopirita; dentro del exoskarn, se ha encontrado cuerpos masivos de pirrotita, con calcopirita y pirita, y cuerpos masivos de magnetita (cuerpo Anita). Todo el exoskarn presenta contenidos de Cu y menor Au. También se puede mencionar la presencia de Mo, como sobreimpresión de la mineralización del pórfido Santa Bárbara en el exoskarn. La mayoría de cuerpos en el Complejo Pasco están asociados a este tipo de mineralización, tal es el caso de los cuerpos Anita, Cristina NE, Pradera Vasconia, San Gerardo, Carmen Norte 1, 2 y 3, Éxito, entre otros (Figura 7).

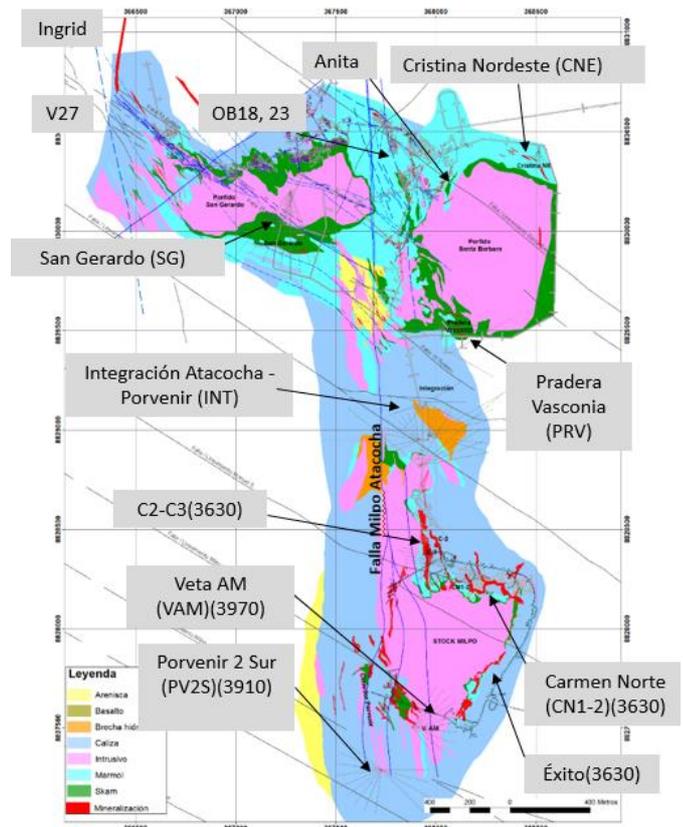


Figura 7. Plano geológico del Nv3300, del Complejo Pasco, mostrando los principales cuerpos mineralizados.

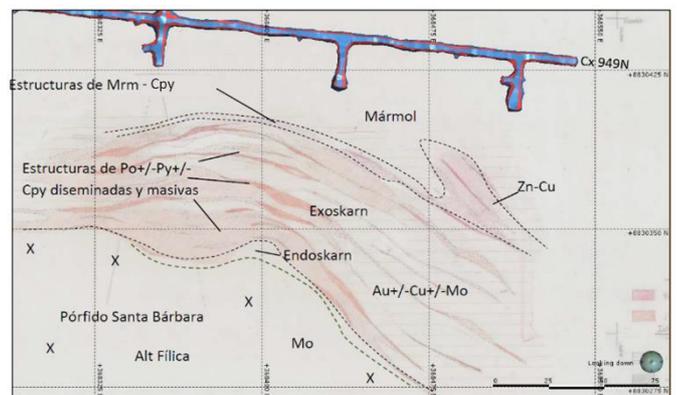


Figura 8. Cuerpo Cristina NE, mostrando la mineralización de Zn y Cu al borde del skarn en contacto con el mármol y el desarrollo de cuerpos masivos de pirrotina (Po), pirita (Py) y calcopirita (Cpy) con contenidos de Au. El Mo aparece como sobreimpresión de la mineralización del pórfido Santa Bárbara en el exoskarn.

El skarn distal, muestra mineralización con presencia de esfalerita, galena y pirita, con contenidos de oro y plata. Dentro de este tipo se tienen los cuerpos 18, 23, V27, entre otros (Figura 9).

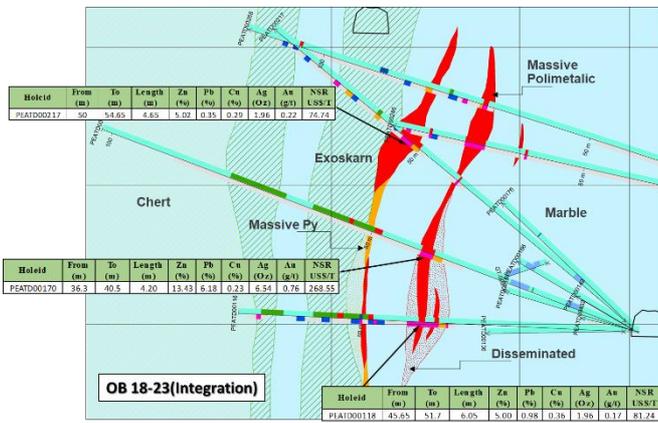


Figura 9. Mineralización de Zn, Ag, Au, Pb y Cu en zonas de skarn distal.

2.2. Mineralización del tipo epitermal de sulfuración intermedia

Se evidencia el sistema de sulfuración intermedia en el sector del tajo San Gerardo relacionado al cuerpo 10 (Figura 10) y se caracteriza por el ensamble de sericita y esmectita en las rocas caja constituido por el intrusivo San Gerardo y areniscas del grupo Goyllarizquizga. Las estructuras contienen cuarzo, calcita y pirita como ganga y la mena está constituida por galena, esfalerita, con presencia de oro y plata.

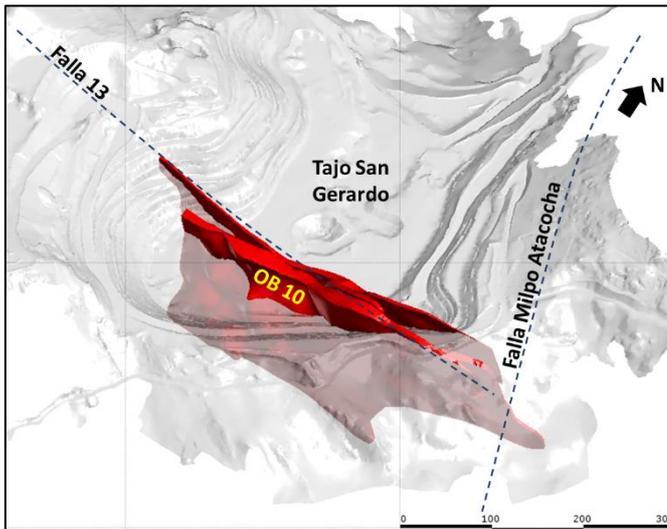


Figura 10. Cuerpo 10, paralelo a la falla 13, en el tajo San Gerardo.

También se ha evidenciado la presencia de adularia en secciones delgadas, dentro de las zonas de alteración (Figura 11) y minerales de mena como cobres grises y calcopirita, galena y esfalerita (Figura 12).

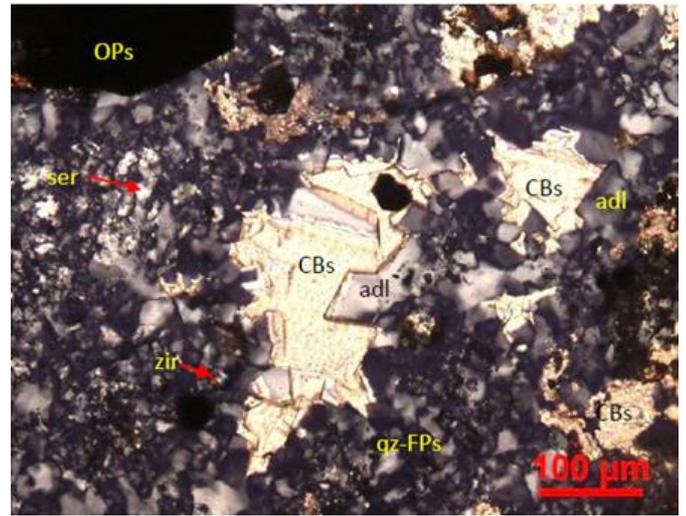


Figura 11. Sección delgada, mostrando minerales de carbonatos (CBs), adularia (adl), sericita (ser), como minerales de alteración.

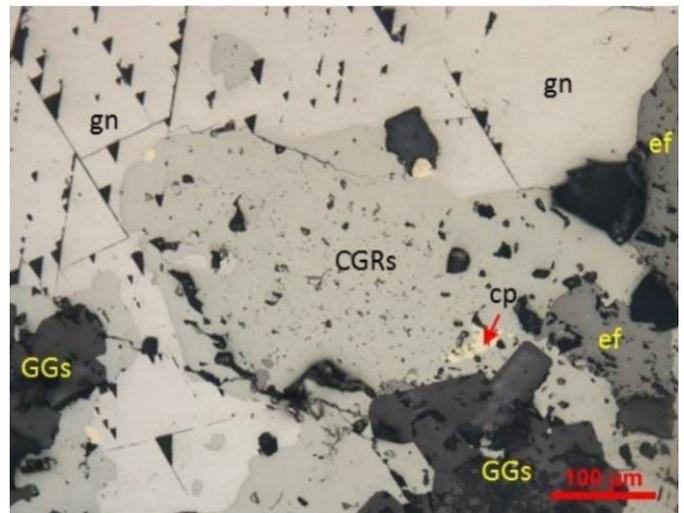
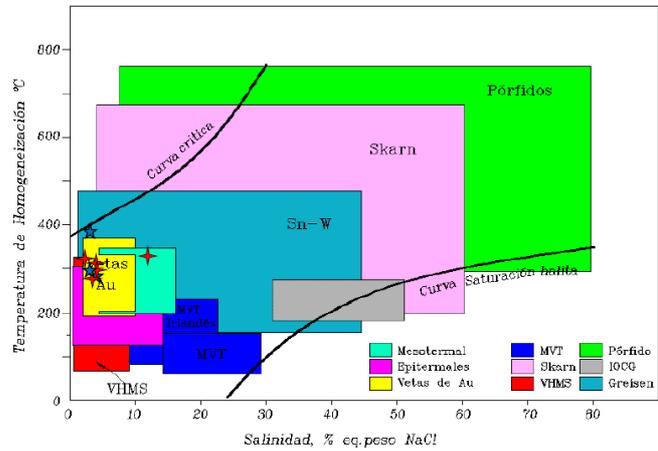
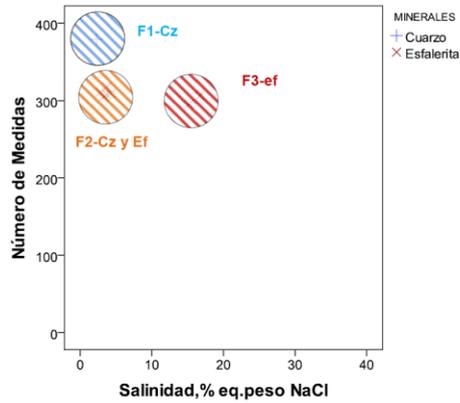


Figura 12. Sección pulida, mostrando Galena (gn), cobres grises (CGRs), esfalerita (ef) y menor cantidad de calcopirita (cp).

Los estudios de inclusiones fluidas del cuerpo 10, en cuarzo y esfalerita, arrojan temperaturas de homogenización de 300 °C y una salinidad de 5% de ClNa equivalente (Yparraguirre, 2016), lo que corresponde a un ambiente epitermal (Figura 6).



Figuras 13 y 14. Diagrama mostrando la salinidad de las inclusiones fluidas (Yparraguirre, 2006). Se muestra tres familias de fluidos que representan depósitos tipo Epitermales en contacto con vetas de Au. F: Población de fluidos.

2.3. Mineralización asociada a brechas

Se ha reconocido brechas tectónicas, con clastos de galena, esfalerita y pirita, muchas veces con reactivación hidrotermal tardía con relleno de pirita fina, tal es el caso del cuerpo 23, 17 en Atacocha y Veta 1204 en el Porvenir.

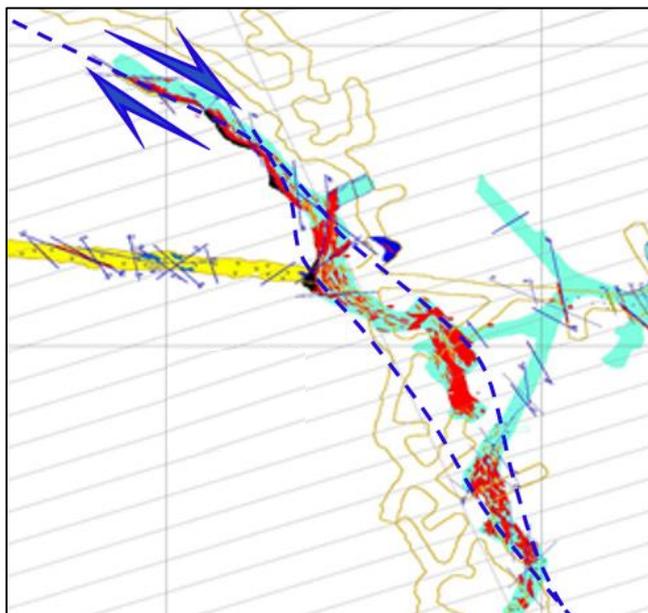


Figura 15. Brecha tectónica con clastos de galena y esfalerita; cuerpo 23.

2.4. Mineralización asociada a un sistema tipo pórfido

De los tres intrusivos que afloran en el Complejo Pasco (Santa Bárbara, San Gerardo y Stock Milpo; Figuras 1, 2 y 3), el Stock Santa Bárbara (en Atacocha) de composición cuarzo andesítica (visual), tiene evidencias de un sistema tipo pórfido. Se ha reconocido venillas de cuarzo tipo A y B, así como el desarrollo de alteración fílica con mineralización económica de Mo, Cu y Au; hasta el momento no se ha podido identificar la alteración potásica.

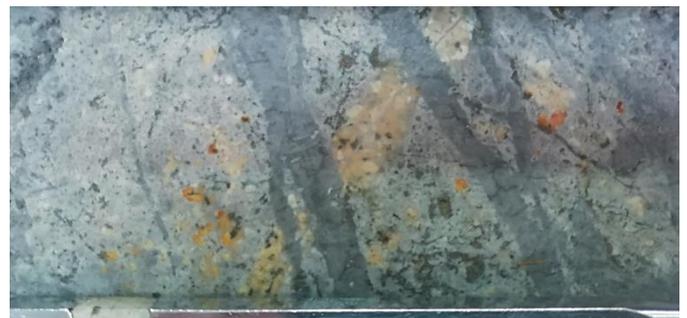


Figura 16. Pórfido Santa Bárbara, con alteración fílica y desarrollo stockwork con venillas de cuarzo tipo A y mineralización económica de Mo, Cu y Au.

Se puede mencionar, además que el Stock San Gerardo (Atacocha), de composición andesítica (visual) presenta muy débil desarrollo de alteración fílica, con esporádicas venillas de cuarzo tipo B principalmente, con baja mineralización de Mo principalmente. En el Stock Milpo de composición (cuarzo andesítica) por el contrario, Marcelo Lavado (2014), durante la revisión de taladros, evidencia la presencia de stockwork con venillas de cuarzo tipo A y B en el centro del intrusivo, con contenidos bajos de Cu.

3. Conclusiones

En el Complejo Pasco, se evidencian distintos tipos de mineralización, siendo las del tipo skarn las más extendidas, mineralización asociada a brechas tectónicas, mineralización asociado a un sistema epitermal de intermedia sulfuración y mineralización asociada a un sistema tipo pórfido.

Las fallas Milpo-Atacocha y Longreras han sido claves para el emplazamiento del pórfido Santa Bárbara y Stock Milpo.

Para la intrusión del Stock de San Gerardo en Atacocha, fue importante el desarrollo de la Falla 13, con dirección NW-SE.

Agradecimientos

A la Gerencia Corporativa de Exploraciones de Nexa Perú y Gerencia de Exploraciones del Complejo Pasco, por permitir realizar el desarrollo de este trabajo.

Al equipo de geólogos de las empresas Anglo Peruana Terra y Explomin, que sin su esfuerzo, no sería posible plasmar este estudio.

Referencias

- Davila, D, et al. 2016. "Informe Final de Exploraciones Geológicas-Anglo Peruana Terra)".
- Anglo Peruana Terra. 2017. "Informe Final de Zona Falla 13 y Zona de Integración".
- Sampling OK. 2016. "Evaluación Geometalúrgica de la Unidad Minera Pasco con énfasis en la ocurrencia de Oro".
- Lavado, M. 2014. Informes internos de las minas Atacocha y Porvenir.
- Yparraguirre, J. & Blas, F. 2016. Estudio de Inclusines Fluidas para 13 muestras de rocas.
- Sebastien Meffre and Jay Thompson,(2016), U-PB Geochronology of Rocks For Milpo-Tasmania University.
- Corbett y Leach 1998. "Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration and mineralization" Economic Geology, Special Publication 6, 238p., Society of Economic Geologists.
- Wilkinson 2001. "Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits" Lithos, 55, 229-272.
- Johnson 1955. "Geology and Ore Deposits of the Atacocha District, Departamento de Pasco, Peru" 17.

