EVOLUCIÓN MAGMÁTICA – HIDROTERMAL DEL SISTEMA PÓRFIDO – SKARN PARAÍSO Y SU RELACIÓN CON LA MINERALIZACIÓN DE CU-MO, BATOLITO DE ANDAHUAYLAS YAURI, APURÍMAC, PERÚ

Juan Carlos Cuellar Quispe¹

¹Compañía minera Ares SAC, Calle la colonia 180, Santiago de Surco, Lima. juan.cuellar@hocplc.com

INTRODUCCIÓN

El sistema pórfido-skarn Paraíso pertenece al proyecto Alpacocha y está localizado a 10 km al oeste del pórfido Cu-Au Cotabambas y 40 km al norte del proyecto Las Bambas, ubicado en el batolito Andahuaylas — Yauri que hospeda yacimientos tipo pórfido y skarn de edad Eoceno medio — Oligoceno temprano (~42-30Ma).

Las rocas ígneas identificadas desde más antiguas a más jóvenes son: gabro, diorita, cuarzodiorita, tonalita (plutón precursor); pórfido tonalítico (plutón parental); pórfido dacítico 1 (stock porfirítico temprano); pórfido dacítico 2 (stock porfirítico tardimineral) y diques andesíticos (post mineral).

Las rocas sedimentarias aflorantes pertenecen a la secuencia silicoclástica del Grupo Yura y a calizas de la Formación Ferrobamba. Estructuralmente, el sistema está controlado por la intersección de un sistema de fallas NO-SE (falla Paraíso) y un sistema NNE-SSO (Falla Anubia).

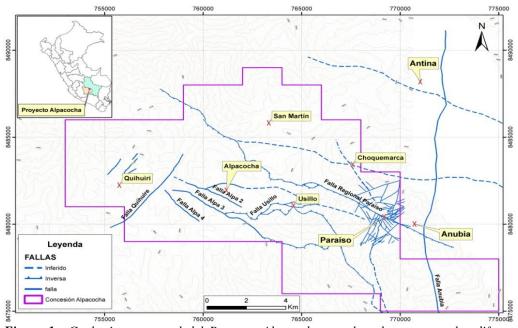


Figura 1.- Geología estructural del Proyecto Alpacocha, en el cual se muestra los diferentes blancos de exploración y la relación del target Paraíso con los proyectos Anubia y Antina de Minera del Norte.

La falla regional Paraíso se comportó como falla normal durante la sedimentación Mesozoica y tuvo un comportamiento inverso entre el Eoceno y Oligoceno (orogenia incaica), mientras que la falla Anubia posiblemente se formó en el Paleoceno y controló el emplazamiento de los plutones y stocks porfiríticos durante el Eoceno y Oligoceno (Fig.1).

El presente estudio se centra en las relaciones entre las características mineralógicas, petrográficas y geoquímicas de los diferentes intrusivos con las diferentes venillas reconocidas. En base al logueo paragenético se identificó 15 tipos de venillas clasificadas desde el Tipo 1 al Tipo 15 según sus ensambles mineralógicos, los cuales se agruparon en tres eventos (pre mineralización, mineralización principal y post mineralización).

RESULTADOS

PERFIL DE CONCENTRACIÓN DE TIERRAS RARAS (REE)

Los intrusivos y stocks porfiríticos muestran un enriquecimiento progresivo de tierras raras livianas (LREE) y un empobrecimiento en tierras raras pesadas (HREE), lo que nos sugiere la transición de una corteza dominada por clinopiroxenos a una corteza dominada por anfíbol. (Fig. 2).

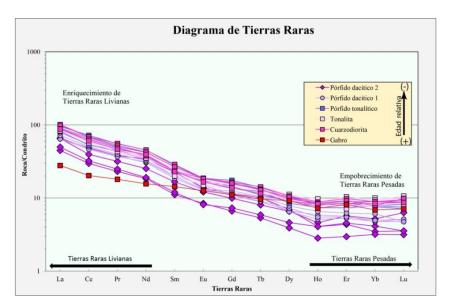


Figura 2.- Patrón de tierras raras en el que se muestra un enriquecimiento progresivo de tierras raras livianas (LREE) y un empobrecimiento en tierras raras pesadas (HREE).

TIPOS DE VENILLAS

Las venillas presentes en el sistema pórfido-skarn Paraíso fueron agrupados en tres eventos:

TIPOS DE VENILLAS						
		Tipo de Venilla	Simbología	Mineralogía de venilla	Halo de venilla	Características
		1	FPKs	Feldespato potásico	Sin halo	Venillas sinuosas, espesor 1-10 mm
		2	cz±mo	Cuarzo (±molibdeno)	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor de 1-2 mm.
Pre mineralización (venillas magmáticas-Tipo Pórfido)		3	ab-epi	Albita-epidota	Sin halo	Parches de albita de 4 x 4 cm asociado a epidota como parches de 3 x 3 cm.
		4	cz//FPKS	Cuarzo	Feldespato potásico/Albita	Venillas de 1-2 mm de cuarzo con halo de feldespato potásico espesor 10 - 30 mm.
		5	cz	Cuarzo	Sin halo	Venillas sinuosas, espesor 5 - 10 mm.
		6	cz-mo	Cuarzo-molibdeno	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 2 - 3 mm.
		7	anh	Anhidrita	Sin halo	Anhidrita de color lila, con bordes rectos, espesor 1 a 10 cm.
		8	cz//ser	Cuarzo	Sericita	Venillas con bordes rectos, espesor 2 - 3 mm; halo de sericita de 10 - 15 mm.
(venillas tipo	Skarn	9	epi//ab	Epidota	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 1 - 5 mm.
		10	CLOs	Clorita	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 1 - 3 mm.
		11	mt	Magnetita	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 1 - 30 mm.
		12	ру-сру	Pirita-calcopirita	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor < 1 mm a 10 mm.
	Pórfido	13	cz-py-cpy	Cuarzo	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 1 - 2 mm, presenta sutura de cpy.
Mineralización tardía	Skarn	14	epi	Epidota	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 1 mm.
		15	cz-cac-esf	Cuarzo-calcita- esfalerita	Sin halo	Venillas con bordes rectos, espesor 15 mm.

El plutón precursor está conformado por gabro, diorita, cuarzo diorita y tonalita; la diorita se presenta como fragmentos dentro de una brecha magmática hidrotermal; la cuarzo diorita se comporta como roca hospedante y no generó venillas, mientras que la fase de composición tonalítica presenta venillas de cuarzo con halo de feldespato potásico (cz//FPKs).

El plutón parental de textura y composición pórfido tonalítico presenta todos los tipos de venillas reconocidos, comportándose como roca generadora de venillas de FPKs, cz±mo, ab-epi, cz//FPKs, cz, cz-mo, anh (Tipo 1 hasta Tipo 7). Estas venillas representan la alteración potásica, las cuales están relacionadas a mineralización esporádica de molibdeno. El emplazamiento del plutón parental en una secuencia calcárea generó un ensamble típico de skarn el cual, a raíz del posterior enfriamiento del sistema origina los eventos de venillas de skarn retrogrado: epi-CLOs-mt-py-cpy (Tipo 9 hasta Tipo 12). Cortando al pórfido tonalítico (plutón parental) se observa una brecha magmática hidrotermal mineralizada.

En base a los ratios de Sm/Yb <3, todos los intrusivos anteriormente mencionados se han formado cuando la corteza tenía un espesor de < 40 km, en una corteza controlada por el mineral residual de clinopiroxeno (Fig.3).

El pórfido dacítico 1 (stock porfirítico temprano) corta la brecha magmática hidrotermal y su emplazamiento se originó cuando la corteza tuvo un espesor entre 40-45 km aproximadamente, ratio de Sm/Yb entre 3 y 5, tratándose de una corteza dominada por el mineral residual de anfíbol, que en los andes, se ha demostrado que genera muchos de los depósitos de pórfido de Cu y skarn económicos. El pórfido dacítico 1 está siendo cortado por venillas de cz con sutura de cpy (Tipo 13). Estas venillas serían la expresión distal de un stock porfirítico mineralizado que a la fecha no ha sido identificado, y podría representar un blanco de exploración significativo.

El pórfido dacítico 2 (stock porfirítico tardimineral) hospeda venillas de cz-cac-esf (Tipo 15, la más tardía del sistema) y presenta un patrón de tierras raras irregular por diferenciación magmática, ratio de Sm/Yb entre 2.5 y 3. La última evidencia de actividad magmática está representada por diques andesíticos de textura porfirítica y matriz mico cristalina con alteración propilítica.

RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO DE MINERAL RESIDUAL Y TIPO DE VENILLAS

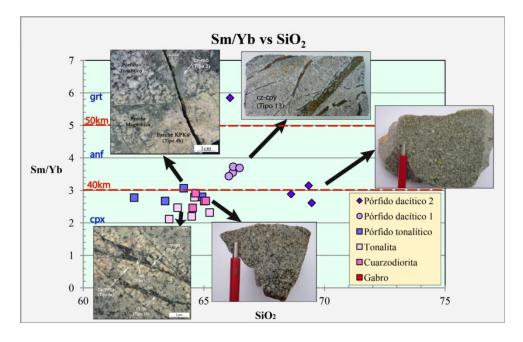


Figura 3.- Gráfico de Sm/Yb vs SiO₂ mostrando los plutones y stocks porfiríticos y los diferentes tipos de venillas. Las venillas cz-cpy (Tipo 13) están relacionadas al Pórfido dacítico 1 y sería de Tipo B, faltando identificar el intrusivo responsable de la mineralización, el pórfido dacítico 2 no presenta mineralización siendo tardimineral.

Las venillas desde el tipo 1 al tipo 12 están relacionadas a intrusivos cuyo ratio de Sm/Yb < 3, en una corteza controlada por el mineral residual de clinopiroxeno; la venilla tipo 13 (cz-cpy) está cortando al pórfido dacítico 1 que presenta ratio de Sm/Yb entre 3-5, formada en una corteza controlada por el mineral residual de anfíbol; la venilla tipo 15 (cz-cal-esf) está relacionada al pórfido dacítico 2 con ratio de Sm/Yb entre 2.5 y 3. (Fig. 3).

ÁREAS DE EXPLORACIÓN

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda explorar en las quebradas con mayor incisión para identificar el intrusivo responsable de las venillas de cz-cpy (Tipo 13). Así mismo se recomienda explorar por yacimientos tipo pórfido al norte de la Falla regional Paraíso y buscar la intersección de los sistemas de fallas con dirección NO-SE y NNE-SSO (Fig. 3).

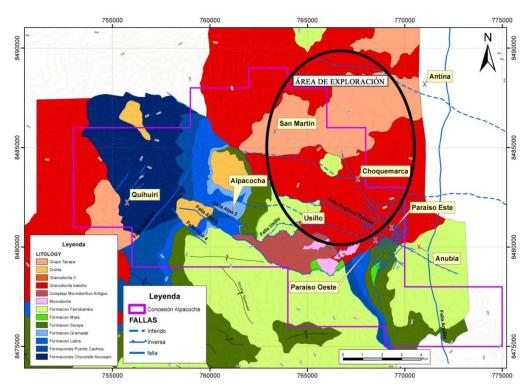


Figura 4.- Plano distrital del proyecto Alpacocha en el cual se muestra los diferentes targets y el área de exploración propuesta.

CONCLUSIÓN

Los intrusivos y stocks porfiríticos del sistema pórfido-skarn Paraíso han evolucionado de una corteza dominada por clinopiroxenos a una corteza dominada por anfíboles, siendo esta última propicia para generar stocks porfiríticos mineralizados, esto también se refleja en el tipo de venillas que se forman cuando se produce el cambio de mineral residual.

REFERENCIA

- 1. Mamani, M. (2010). Geochemical variation in igneous rocks of the Central Andean Orocline (13°S to 18°S): Tracing crustal thickening and magma generation through time and space: The Geological Society of America, v. 122, p. 162-182.
- 2. Perelló, J., Carlotto, V., Zarate, A., Ramos, P., Posso, H., and Caballero, A., (2003). Porphyry-style alteration and mineralization of the middle Eocene to early Oligocene Andahuaylas-Yauri Belt, Cusco region, Peru: Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists, v. 98, p. 1575-1605.
- 3. Sillitoe, R.H. (2010). Porphyry Copper Systems: Economic Geology, v. 105 p. 3-41.