

Proyecto Liam, alta sulfuración de oro y plata, Geología y mineralización

Elmer Juan Flores Vilca

Jefe proyectos avanzados

(eflores@peru.newmont.com)

Newmont Peru SRL

Calle 41 Nro 894 San Isidro, Lima 27
Perú.

51-1-226 4300 ext. 205

Joseph Anthony Salas Tamayo

Geólogo de proyecto

(josephsalas@hotmail.com)

Minera del Suroeste S.A.C

Av. Grau Nro 324, Miraflores, Lima 18,
Perú.

51-1- 447-8500

Resumen

El proyecto Liam se localiza en el cinturón volcánico del Mioceno en el sur del Perú, ubicado a 300 km al NE de la ciudad de Arequipa, a una altitud de 4900 a 5335 msnm. La unidad minera más cercana es Minas Arcata (MHC), 20 km al SSE.

Liam es un proyecto epitermal de alta sulfuración desarrollado dentro de un vulcanismo de composición riolítico - dacítico del mioceno.(Morche,W 2004)

Liam presenta dos depósitos de oro - plata, Cerro Crespo y Cerro Queshca y están relacionados al emplazamiento de domos riolíticos y brechas hidrotermales cortando secuencias de tobas dacíticas (Cerro Queshca).

La geología del depósito está conformada por rocas riolíticas - dacíticas (intrusiones y/o flujos), y flujos piroclásticos tales como tufos de cristales, tufos líticos y brechas piroclásticas, afectados por eventos de brechas freáticas - hidrotermales. Todas estas rocas han sufrido posterior alteración hidrotermal con ensambles típicos de sistemas tipo ácido-sulfato.

El zoneamiento de alteración típico está definido en la zona central, predominando la sílice masiva asociada lateralmente a sílice vuggy y sílice granular; ésta alteración grada hacia afuera a sílice - alunita y sílice - caolín; los ensambles periféricos comprenden alteraciones argílicas (clay-pirita), propilíticas y finalmente roca fresca. Pueden ocurrir algunas interrupciones en este zoneamiento, debido a controles estructurales que permiten el ascenso de fluidos hidrotermales ácidos ocasionando alteraciones tardías y locales las

cuales se superponen a las originales.

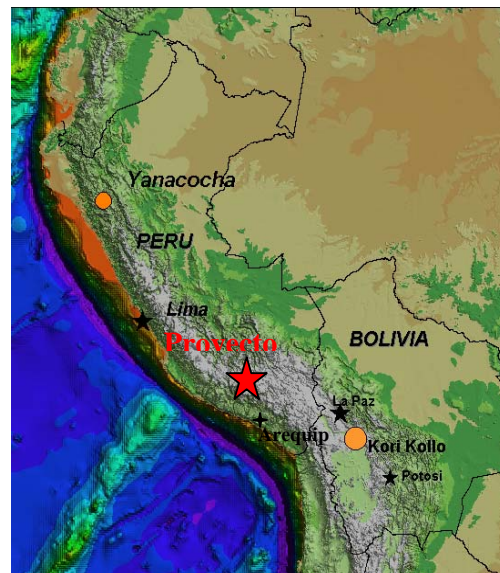
El control estructural principal está relacionado a la mineralización económica, está representado por estructuras E-W y NNE donde se emplazan las principales brechas hidrotermales y un segundo sistema N-S y NW, relacionada a valores moderados a bajos de mineralización.

La mineralización económica está controlada por procesos hidrotermales y se encuentra asociada a brechas hidrotermales y a alteración sílice masiva (1 - 83 g/t Au y de hasta >2000 g/t Ag) La alteración global y mineralización de Crespo y Queshca están relacionados a estructuras E-W y NNE, y en menor grado sílice alunita y sílice granular (moderada a baja ley).

La expresión del sistema fue inicialmente identificada en 1997 por taladros perforados por Minera Teck, evidenciando valores de oro moderados a bajos; luego, en el año 2003 Minera del Sur Oeste realiza el descubrimiento en base a trabajos de mapeo y muestreo identificando valores importantes de oro y plata en Cerro Crespo y Cerro Queshca realizando un programa de perforación de 19 taladros en Cerro Crespo, con resultados muy importantes de oro y plata; a fines del 2003 Minera del Sur Oeste y Newmont Perú SRL forman una alianza para realizar futuros trabajos de exploración en todo el distrito, en el año 2004 Newmont perfora 5000m con resultados interesantes en Cerro Crespo y Cerro Queshca para el año 2005 se tiene un programa de exploración para definir el potencial del proyecto.

Introducción

El proyecto Liam esta ubicado en el departamento del Cusco, provincia de Chumbivilcas distrito de Llusco Fig.01; a una elevación de 4900 - 5335 msnm. Está situado a 300km al NW de la ciudad de Arequipa y a 20km al NNW de Unidad Minera Arcata (MHC). Se llega por la carretera Arequipa- Arcata y luego se



Plano ubicación proyecto Liam (fig.01)

toma la vía Arcata – Selene.

En esta parte de Perú existe esta franja metalogénica que alojan a varios depósitos de oro - plata de baja sulfuración, como Orcopampa, Minera Shilla, Arcata, Minera Ares, y proyectos de ε Fig.01: Plano de ubicación proyecto Liam

Geología Regional

Volcánico Tacaza

Esta unidad volcánica incluye a las Formaciones Ichucollo y Orcopampa de composición andesítica. Dataciones radiométricas realizadas en la zona de Orcopampa indican que dicha unidad tiene aproximadamente 18-20 m.a.

Formación Alpabamba

Ingemmet (Bol.51, Cuadrángulo 30-R, palacios O., 1994) identificó las siguientes unidades:

Inferior: Tobas ignimbríticas blanquecinas de composición riolítica, latítica y dacítica con notoria estratificación y localmente facies lagunares con conglomerados que tienen elementos redondeados a subredondeados que gradan en tamaño de 15 a 30 cm. en la base y de 5 a 10 cm. en el techo. Presentan buena estratificación en capas delgadas, a veces con estructuras sedimentarias como marcas de corrientes, nódulos y otras.

Superior: Brechas Volcánicas oscuras de composición andesítica a dacítica, con elementos angulosos en los que se observan feldespatos caolinizados y ferromagnesianos oxidados que le transmiten a la roca un marcado color rojizo. En la quebrada de Parihuayjo se intercalan tobas brechoideas rojizas (por oxidación).

Noble (1962) ha datado entre 10 y 13 m.a. las tobas ubicadas al noroeste de Andahua y que parecen corresponder a la Formación Alpabamba, lo que la hace correlacionable con la Formación Huaylillas del área de Pachía y Palca que tiene edades similares, y con la Formación Caudalosa del área de Castrovirreyna.

Grupo Barroso

Se reconocieron según Ingemmet 3 secuencias con los nombres de Volcánico Chila, Volcánico Barroso y Volcánico Purupurini. Palacios (1994) identificó 3 series en los cuadrángulos de Cayarani y Chulca. Las rocas de este grupo corresponden a enormes depósitos de flujo piroclástico y flujos de la lava andesítica relacionadas a centros volcánicos que rellenaron zonas topográficas fuertemente erosionadas. Los buzamientos casi nulos de los flujos de la lava indican que las lavas tuvieron poca viscosidad, algunos se expandieron hasta decenas de kilómetros con respecto a los centros volcánicos.

Salas et al. (2001) identificaron un gran evento piroclástico denominado NQ-hu/pi. Luego se tiene una unidad de flujos de lava porfirítica de composición andesítica (NQ-hu/an) y andesitas afaníticas (NQ-ba3). Morche (2004) indica que estos extensos y potentes depósitos de flujos piroclásticos están íntimamente relacionados con los precursores al emplazamiento del estrato volcán Cerro Huaca (NQ-hu/an) en la parte NW de la hoja de Cayarani. Dos estrato volcanes individuales han sido identificados como los eventos más jóvenes del Grupo Barroso: Huairahuire (NQ-Ba/hj) y Huaychahui (NQ-ba/jh), ambos ubicados al SSE de la propiedad LIAM.

Formación Santo Tomas

Las rocas de esta formación afloran al noreste de la propiedad LIAM y definen los últimos eventos magmáticos y la reactivación de estructuras regionales NE. Litológicamente corresponden a andesitas basálticas de edad Pleistocénica.

Geología del Depósito

Litología

El Proyecto Liam y la mayor parte de la información del depósito están basada en la descripción de sondajes diamantinos y aire reverso inclinados de exploración, Liam presenta dos depósitos Cerro Crespo y Cerro Queshca; están alojados en torno a dos centros explosivos conectados por diques o

domos riolíticos que presentan una orientación N-S. Un mínimo de dos tipos de domos distintos y cuerpos de brechas hidrotermales han sido identificados, en el área los afloramientos corresponden a los niveles medios y superiores de la Formación Alfabamba. Se han definido 8 unidades litológicas, las cuales se muestran en la fig.02.

Coarse to Fine Lithic Tuff (Toba de cristales rica en líticos)

Estos depósitos de tuff de lapille se presentan en la base del sistema en Cerro Crespo y en Cerro Queshca se encuentra en contacto con la unidad Fbrx (flow banded rhyolite breccia). Esta unidad incluye clastos angulares al subangulares andesíticos purpúreo y verdoso que puede alcanzar a 20 centímetro de diámetro.

Esta unidad tiene más de 150m de potencia en la parte de NE de la propiedad y esta fuertemente relacionada a mineralización en Queshca pero en Crespo constituyen la base del sistema de mineralización identificado al momento.

Domos Dacíticos

Compuestas de plagioclasa-biotita con 45% de phenocristales y poco o casi nada de cuarzo. Estos constituyen un complejo de domos de más de 2 km de diámetro, al ESE de Cerro Queshca, y al ENE de Cerro Crespo. En muchos afloramientos puede encontrarse características de una sucesión de facies de domo marginal que incluye una capa de obsidiana, estos domos están siendo interpretados como posteriores a la alteración y mineralización generalmente se encuentran sin alteración.

Flow-Banded Rhyolite (Riolita con Bandeamiento de flujo) fbr

Domos y lavas riolíticas con bandeamiento de flujo vertical a sub-vertical en el caso de domos y horizontal a sub-horizontal en el caso de lavas. En muchas partes se observa que la roca presenta esferulitas, formadas por devitrificación. La alteración dominante en este tipo de roca es clay (argílica), también se le encuentra alterada sílice-alunita y sílice-clay (argílica avanzado). En algunos casos esta fuertemente silicificada (sílice masiva).

Topográficamente estas rocas se encuentran entre los 4800 y 5150 metros de altitud. Geomorfológicamente están representados por afloramientos con paredes de pendiente suave y en las partes altas espigas delgadas (sharp spines).

Flow-Banded Rhyolite Breccia (Brecha con bandeamiento de flujo y clastos de fbr) fbrx

Brecha con clastos de fbr (riolita con bandeamiento de flujo y esferulitas). En la matriz también se observa bandeamiento de flujo y en algunos casos la misma roca (fbr), pero triturada. Presenta manchas rojizas debido a la presencia de óxido de hierro.

Esta unidad se interpreta como autobrecha (carapace brecha) y/o brechas de explosión de los domos riolíticos que se tienen en la base. Morche (2004) interpreta esta unidad como un flujo de bloques y cenizas (block and ash flow) formados por el colapso de un domo.

Se encuentran afloramientos de esta unidad, entre los 4950 y 5150 m.s.n.m. Geomorfológicamente se presentan como grandes bloques (boulders) y campos de ripio.

La alteración dominante es sílice-alunita, también se tiene sílice-clay y clay; las rocas de esta unidad se encuentran rodeando los domos riolíticos (formando anillos), también se encuentran en las partes altas de los domos. Este tipo de ocurrencia indica que esta unidad representa auto-brechas formadas antes, durante y después (block and ash flow) del emplazamiento de los domos.

Laminated Rocks (Rocas Laminadas) L

Niveles de rocas laminadas de grano fino y bien clasificadas. Se encuentran en los niveles superiores del fbrx incluye, tanto niveles de "base surge" como secuencias lacustrinas.

Esta unidad nos indica la existencia de un ambiente acuoso, explosivo y caliente. Estas rocas probablemente se depositaron mientras existía un sistema hidrotermal que alteró y mineralizó el área.

Bedded, Coarse Fragmental (BCF)

Es mucho más heterogéneo y subanguloso fragmento soportado, y se interpreta como el producto de erupción freática en la fase tardía del emplazamiento de los domos de FBR. La deformación de la estructura en los sedimentos finamente laminados implica la presencia temporal de agua.

(Brechas Hidrotermales) bxh

Brechas heterolíticas multifase, presentan clastos subredondeados alterados a sílice masiva, sílice-alunita, sílice vuggy. Alunita en márgenes y en profundidad. Gran cantidad de óxidos de fierro en fracturas y rellenando cavidades y espacios abiertos, presentan cristales de baritina en la matriz.

Se encuentran asociadas a estructuras sub-verticales que cortan a toda la secuencia, y son los focos mineralizantes del sistema. La orientación de estas estructuras varía entre 270E y 285E.

Barroso

Afloran al oeste y noroeste, las rocas de esta unidad corresponden a enormes depósitos de flujo piroclástico y flujos de la lava andesítica relacionadas a centros volcánicos que rellenaron zonas topográficas fuertemente erosionadas. Los buzamientos casi nulos de los flujos de la lava, indican que las lavas tuvieron poca viscosidad, algunos se expandieron hasta decenas de kilómetros con respecto a los centros volcánicos; esta unidad esta interpretada como post alteración y mineralización.

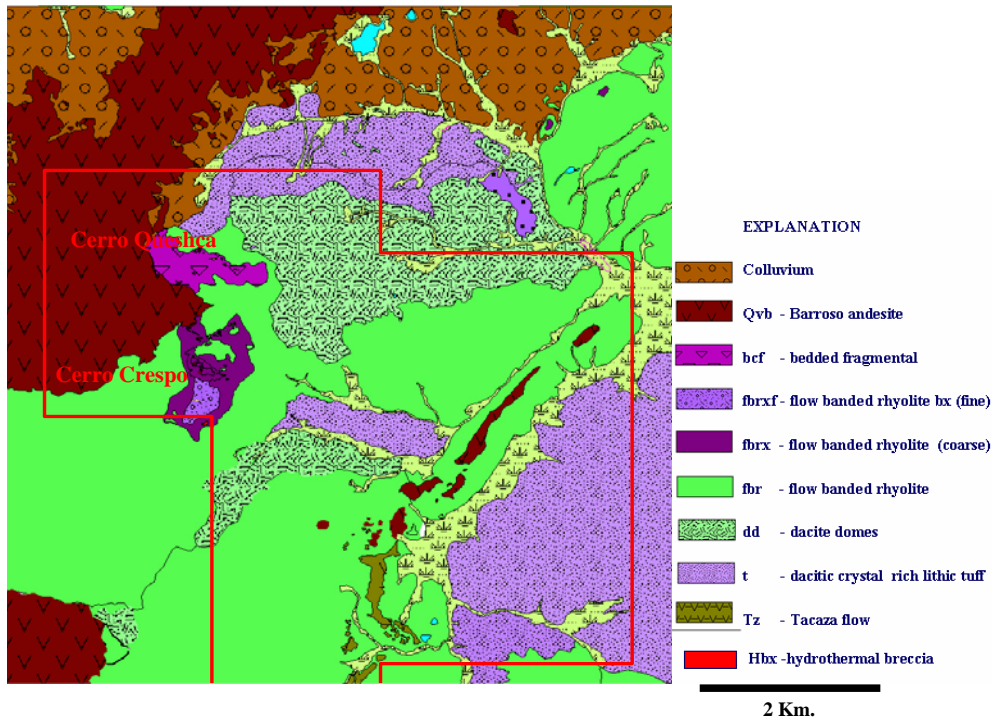


Fig. 02: Plano de la geología local del proyecto Liam.

Alteración

Liam presenta un zoneamiento de alteración hidrotermal típico de los yacimientos de alta sulfuración. En la zona central predomina sílice masiva con cuerpos esporádicos de vuggy sílice y sílice granular; esta alteración grada hacia fuera cuarzo-alunita-caolín y cuarzo caolín. Los ensambles periféricos comprenden alteraciones argílicas (clay-pirita), propilíticos y finalmente roca riolítica fresca.

Pueden ocurrir algunas interrupciones en este zoneamiento, debido a controles estructurales que permiten el ascenso de fluidos hidrotermales ácidos y ocasionan alteraciones tardías y locales que se superponen a las originales.

La zona mineralizada está prácticamente dominada por la alteración de sílice masiva asociada a brechas hidrotermales, un evento tardío de baritina entra al sistema brechando la roca pre-existente e introduce oro y plata de alta ley al sistema a lo largo de los lineamientos E-W. La sílice lixiviada es muy restringida se encuentra en forma de capas y cuerpos esporádicos.

El depósito muestra el típico zoneamiento de un sistema de alta sulfuración, sin embargo el zoneamiento lateral y vertical está restringido desde unos metros a

decenas de metros, en la cual se puede observar la gradación de sílice → argílico avanzado → argílico → propilítico. La alteración argílica avanzado afecta también a la brecha freatomagmática (Fbrx, Bcf), mientras que la alteración propilítica está restringida principalmente a domos dacíticos y a la unidad rica líticos, que viene hacer la base del sistema.

Mineralización

Proyecto Liam, muestra un típico perfil de mineralización del tipo de alta sulfuración en óxidos y sílice masiva relacionada a brechas hidrotermales que es el principal mineral que contiene el oro y plata económica; la asociación de óxidos y baritina tiene relación directa con el aumento o disminución de oro, como en otros depósitos de este tipo. En la alteración sílice masiva y rara vez en cuarzo-alunita (con impregnaciones de óxidos de hierro y baritina), las leyes varían de altas a moderadas (< 10 ppm Au); en sílice alunita las leyes son generalmente moderadas (< 1 ppm) hasta convertirse en estériles y en el ensamble cuarzo-caolín (caolín, dickita, montmorillonita) los valores de oro son generalmente estériles.

Estructuras

El Perú tiene tres zonas de intensa actividad tectónica, ellas son la deflexión de Huancabamba asociada a la franja aurífera Yanacocha – Pierina, la deflexión de Abancay asociada a los yacimientos tales como Tintaya, Selene y otros pertenecientes a la provincia metalogénica Puquio – Caylloma y la deflexión de Arica asociada a yacimientos tales como Toquepala y otros recientemente descubiertos como Aruntani.

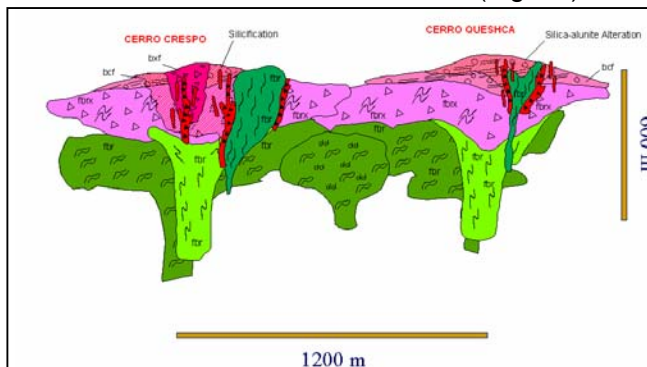
Liam se encuentra dentro de la deflexión de Abancay siendo este su más importante control tectónico a nivel regional.

El control estructural local que está relacionado a la mineralización económica son fallas y estructuras de orientación preferente E - W y NNW, donde se emplazan las principales brechas hidrotermales asociadas a la presencia de baritina + - óxido de hierro con valores > a 10 ppm Au y un segundo sistema N-S y NW con valores moderados a bajos de oro.

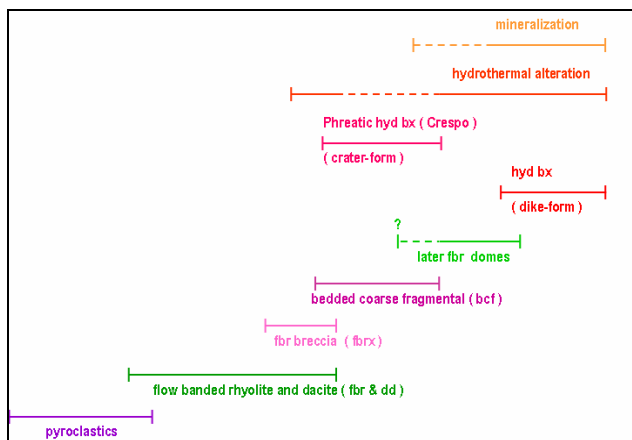
MODELO GEOLÓGICO

- a. Magmatismo y vulcanismo inicial: actividad magmática temprana con desarrollo de masas riolíticas, dacíticas y andesíticas; como flujo de lavas, domos y rocas piroclásticas.
- b. Reactivación y emplazamiento de domos riolítico formando grandes complejos riolíticos pertenecientes a la unidad (Fbr) en una tendencia N-S.
- c. Erupciones freatomagmaticas: como el sistema continúa desarrollándose, se da la interacción de magma o fluidos magmáticos riolíticos calientes con aguas subterráneas frías; como consecuencia se producen múltiples explosiones y depósitos freatomagmaticos, emplazando las unidades (Fbrx,Bcf).
- d. Intrusiones tardías: dikes y domos riolíticos, dacítico, se emplazadas en estructuras E-W y que finalmente serian los generadores de los sistemas de alteración.
- e. Emplazamiento de brechas hidrotermales, freáticas; generan un gran evento de alteración del tipo acido sulfato, con un moderado evento de oro - hierro, los fluidos invaden el sistema y son canalizados a estructuras locales.
- f. Etapa principal de mineralización: Reactivación de canales hidrotermales, asociada a grandes evento de mineralización de oro y plata, asociadas a hierro y baritina.
- g. Intemperización y oxidación: luego del pulso hidrotermal final, las rocas fueron meteorizadas; las partes superiores del sistema se modificaron y se produjeron oxidaciones de hasta 250 m de profundidad.
- h. Glaciación: la glaciación erosiona las zonas auríferas de Cerro Crespo y Cerro Queshca.

SECUENCIA EVOLUTIVA PROYECTO LIAM (Fig. 03)



GEOCRONOLOGIA PROYECTO LIAM (fig.04)



Conclusiones

Liam es un proyecto de oro - plata diseminado, tipo ácido-sulfato, desarrollado principalmente en rocas riolíticas y tobas dacíticas, afectadas por dikes y brechas hidrotermales. La mineralización de alta ley está controlada por la alteración sílice masiva, relacionada a la presencia de baritina en brechas hidrotermales y en menor grado a cuarzo-alunita, relacionada a rocas de composición riolítica y tobas de cristales dacíticas.

Una de las características más importantes de este yacimiento, es el comportamiento de las alteraciones de las diferentes unidades litológicas en

relación con los resultados de la mineralización, lo cual está principalmente relacionado a sílice masiva con un 80% de mineralización económica y un 20% restante relacionado a sílice alunita.

Proyecto Liam, nos permite tener un concepto amplio de la geología del sur del Perú y las posibilidades de encontrar yacimientos económicos asociados a este tipo de litología.

La alteración y mineralización están relacionadas a los emplazamientos de domos y dikes de flow banded rhyolite (Fbr), por donde ascienden brechas hidrotermales, aprovechando los controles estructurales favorables.

Referencias

Flores, E., Fernandez R., y Torres, E., 2004. Reportes Mensuales Internos de Geología. Newmont Perú SRL.

Morche, W., 2004. Petrographic characterization and interpretation of 38 rock samples from the LIAM prospect, southern Peru. – Internal Report Newmont Peru SRL, 109 p.

Morche, W.; 2004. Volcanic Field Study of the Liam prospect, Southern Peru, - Internal Report Newmont Peru SRL, 27 p.

Palacios, O., 1994. Geología del cuadrángulo de Cayarani. – Bol. 51, INGEMMET.

Salas, G., Chavez, A., Aguilar, E., 2001. Actualización del cuadrángulo de Cayarani. – INGEMMET. Versión Digital (Internet).