



Proyecto Hilarión, yacimiento tipo *skarn* de Zn-Pb-Ag-(Cu) en la franja Mesozoica de la cordillera Chaupijanca y su exploración usando sondajes dirigidos (sistema DeviDrill de bajo ángulo)

Juan Carlos Taco<sup>1</sup>, Jean Paul Guzmán<sup>2</sup>, Jonas Mota-e-Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Nexa Resources, Av. San Borja Norte 539, Lima, Perú (jtaco@nexaresources.com)

<sup>2</sup> Nexa Resources, Av. San Borja Norte 539, Lima, Perú (jguzman@nexaresources.com)

<sup>3</sup> Nexa Resources, Av. San Borja Norte 539, Lima, Perú (jonas.silva@nexaresources.com)

## 1. Introducción

Hilarión es un yacimiento polimetálico de Zn-Pb-Ag-(Cu) tipo *skarn*, está ubicado dentro de la franja mineralizada llamada Chaupijanca en la cordillera que lleva el mismo nombre. Hilarión políticamente se ubica en el distrito de Huallanca, provincia Bolognesi, departamento de Áncash, a 80 kilómetros al sur de la ciudad de Huaraz.

Hilarión está enmarcado en un área de 20,504 hectáreas comprendidas en 70 propiedades mineras, los trabajos de exploración realizados hasta la fecha cubren el 10% del área total.

El proyecto comprende dos áreas principales reconocidas denominadas: Hilarión y El Padrino donde se realizó perforación diamantina y se cubió el siguiente recurso mineral: en Hilarión se realizó 246 mil metros de perforación diamantina, y se cubió 94.7 Mt. con 3.71% Zn, 0.74% Pb y 30.99g/T Ag. en El Padrino se realizó 24 mil metros de perforación diamantina y se cubió 12.2 Mt. con 4.25% Zn, 0.23% Pb, 29.28 g/T Ag y 0.41% Cu. La suma de ambos recursos hacen un total de 106.9 Mt. (N. Lecuyer, 2017). Los dos sectores: Hilarión y El Padrino presentan un alineamiento NW-SE y están a una separación de 2 km entre sí, alineados a esta franja mineral se tiene la ocurrencia de varios *targets* como son: Chaupijanca, Puntahuay, San Martín, Eureka, Mía y El Burro. Esta franja está limitada por el norte con la mina Pachapaqui, seguida de Pucarrajo y hacia el sur limita con el proyecto Atalaya, esta franja mineral tiene 30 km de largo x 5 km de ancho (Figura 1).

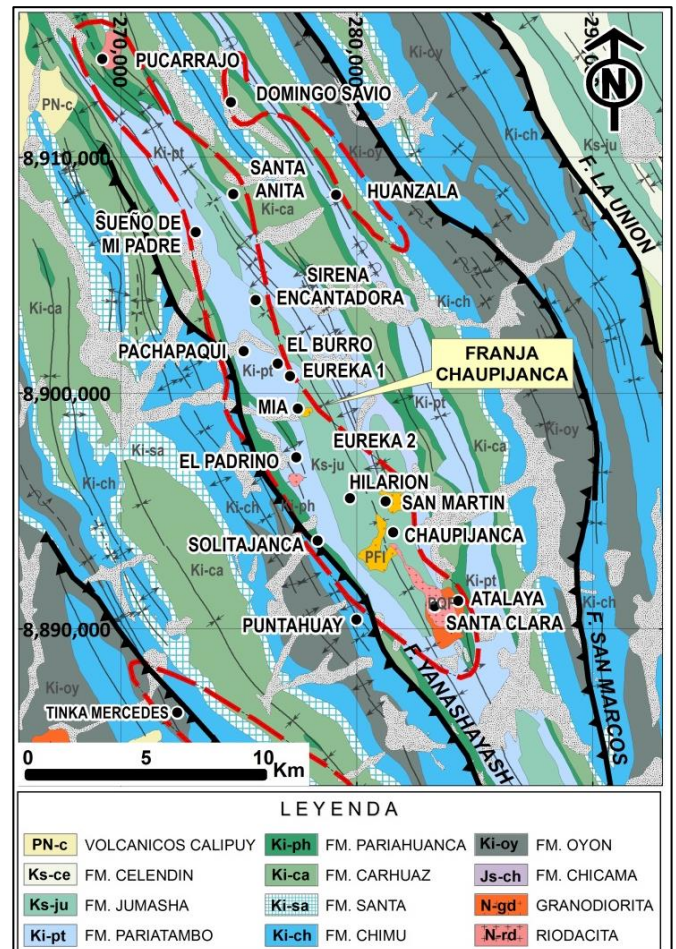


Figura 1. Mapa geológico regional.

La topografía agreste de la zona ha requerido buscar nuevos métodos de perforación diamantina

para continuar con la exploración en Chaupijanca, para el 2018 se realizó sondajes dirigidos usando el sistema DeviDrill, que ha permitido alcanzar zonas inaccesibles, interceptando los cuerpos mineralizados que se proyectan al norte de Hilarión el cual ha permitido incrementar el potencial mineral en 30 Mt.

## 2. Geología regional y local

### 2.1. Geología Regional

El contexto geológico que enmarca al proyecto Hilarión expone una franja clasto-sedimentaria mesozoica de rumbo andino, como base se tiene lutitas y areniscas de grano fino con niveles de carbón (Fm. Oyon), sobreyacen niveles de cuarcitas de la Fm. Chimú, seguida de calizas grises de la Fm. Santa, continua secuencias de lutitas de la Fm. Carhuas, sobreyacen a estas una secuencia carbonatada de la Fm. Pariahuanca, Fm. Pariatambo y en la parte superior la Fm. Jumasha. Cortan a estas secuencias stocks de composición diorítica a granodiorita y diques de composición dacítica a riódacita que salen de los stock con dirección NW-SE a manera de sills (J. Jacay, 2008), ocasionando un halo de *skarn* hacia los bordes.

Como consecuencia del tectonismo se formaron tres grandes sobresurcimientos longitudinales con dirección NO-SE de extensiones regionales llamados Falla La Unión, San Marcos y Yanashayash, estas fallas inversas de bajo ángulo son corrimientos que traslapan las unidades cretácicas y han desarrollado pliegues, cuyos ejes tienen dirección NO-SE que controlaron el emplazamiento de los diversos pulsos magmáticos, relacionados a las alteraciones y mineralizaciones. A este trend se ha denominado franja Chaupijanca (A. Salas, 2009), que alberga importantes minas y proyectos polimetálicos de Zn-Ag-Pb-(Cu), como: Atalaya, Hilarión, El Padrino, San Martín, Mía, Eureka, mina Pachapaqui y Pucarrajo hacia el norte.

### 2.2. Geología local

El Proyecto Hilarión comprende 2 sectores.

#### 2.2.1. Sector Hilarión

En Hilarión se exponen secuencias sedimentarias del Cretáceo Inferior-Superior, Formación Pariatambo, miembro inferior, la composición de esta unidad estratigráfica consta de horizontes decimétricos de calizas granulares con textura nodular y laminar, la secuencia superior de la formación Pariatambo está conformada por lutitas intercaladas con calizas mudstone. Sobreyace a esta unidad una secuencia calcárea de paquetes

potentes de la formación Juamasha (J. Jacay, 2008), esta secuencia corresponde al flanco este de un gran anticlinal mapeada en la zona del proyecto, el horizonte favorable que mineraliza en Hilarión es principalmente el miembro inferior de la Formación Pariatambo que es reemplazado por calcosilicatos y con posterior deposición de sulfuros. Hilarión está conformado por el stock Hilarión y un enjambre de diques con una orientación NO-SE, los stocks son de composición diorítica-granodiorítica y los diques de composición dacita a riódacita (PFT-PQF), dichos pulsos magmáticos se alinean claramente con la falla regional Yanashallas, siendo los intrusivos los responsables del metamorfismo y posterior metasomatismo con mineralización de sulfuros (Zn-Pb-Ag) (Meinert, 1981). Hilarión presenta un halo metasomático de hasta 2.0 km. de longitud por 0.5 km de ancho. En Hilarión se observa mayor presencia de granates andradíticos que la grosularia, además de piróxenos (diopsido), entre los sulfuros presentes están la esfalerita y en mayor abundancia su variedad la marmatita, galena y argentita, además de la piritita, pirrotita y trazas de arsenopiritita.

#### 2.2.2. Sector El Padrino

El contexto geológico de El Padrino es similar al de Hilarión, siendo El Padrino la continuidad norte de Hilarión ubicado a 2 km (*Figura 2*), presenta las mismas secuencias estratigráficas que Hilarión, por la cercanía a la falla Yanashalla se observa secuencias antiguas de la Formación Carhuaz (lutitas), Formación Santa (calizas) y Formación Chimu (cuarcitas) como estratos volcados (J. Jacay, 2008, J. Bueno 2010).

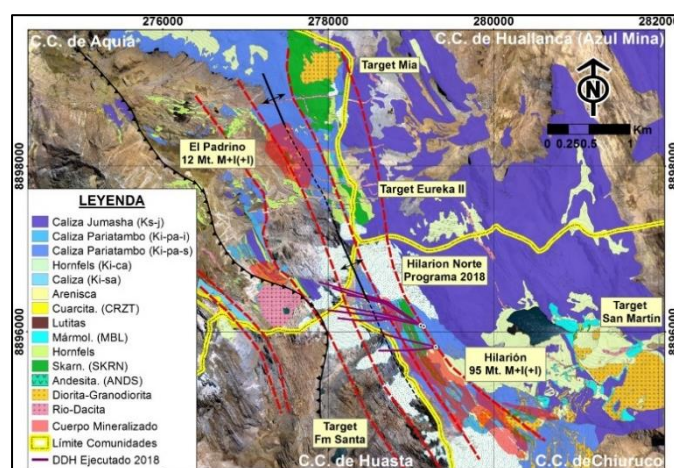


Figura 2. Mapa geológico local.

El Padrino se encuentra claramente ubicado en el flanco oeste del anticlinal que ocurre en la Franja Chaupijanca. Entre las intrusiones presentes en El Padrino se tiene el stock El Padrino y diques con dirección NO-SE,

predominan diques E-O que son posteriores a la mineralización, las intrusiones en El Padrino son de composición dacita y riódacitas principalmente. En El Padrino se reconoce un halo metasomático de hasta 2 km de largo por 0.6 km de ancho (Figura 3).

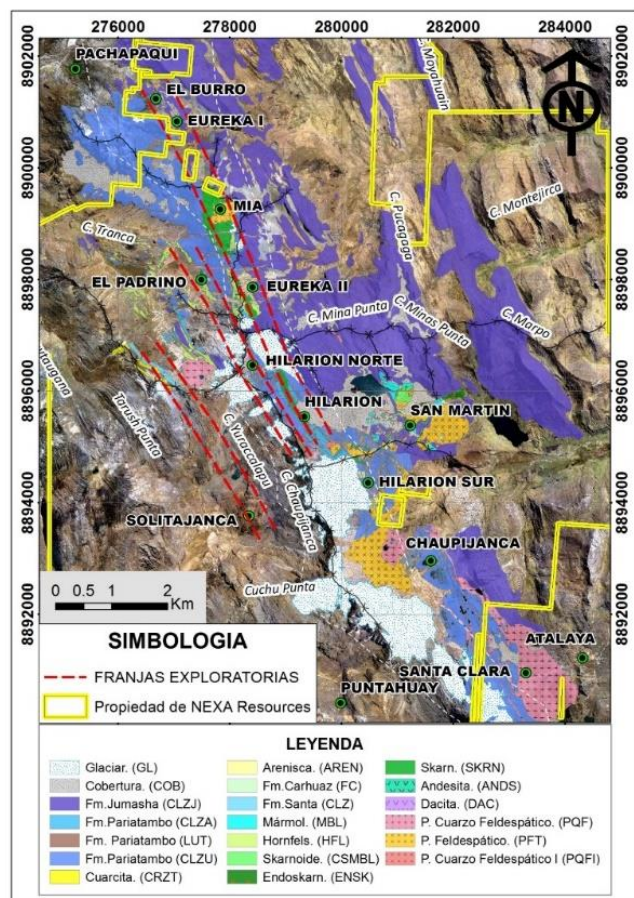


Figura 3. Mapa geológico distrital.

La mineralogía del skarn en El Padrino muestra mayor presencia de granates de la variedad de la grosularia que andradita, además de piroxenos (diopsido), entre los sulfuros presentes esta la esfalerita, galena, argentita y cantidades menores de calcopirita y molibdenita, además de la pirita, pirrotita y trazas de arsenopirita.

### 3. Mineralización: estilos, potencial y recursos

#### 3.1. Sector Hilarión

##### 3.1.1. Mineralización

Los cuerpos de skarn, contienen principalmente calcosilicatos cálcicos progradados constituidos por granates (andradita) y piroxenos (diopsido) y una variedad de minerales asociados a skarn retrógrado, destacándose la Hedenbergita, los sulfuros se dan principalmente en zonas con alteración retrograda. La mineralización está emplazada en la Formación Pariatambo en contacto con los stock y diques con rumbo NO-SE

con buzamiento sub-vertical al NE, los cuerpos mineralizados se emplazan tomando el mismo rumbo que los diques y varían en su longitud, de 100 hasta 2,000 metros con potencias que van desde 3 a 65 metros de ancho con mineral económico de; esfalerita (principalmente de la variedad marmatita), galena, argentita, calcopirita; y sulfuros ganga como la pirita-pirrotita. La mineralización de estos cuerpos no es uniforme, se presentan rellenando espacios en forma de parches, diseminado y en venillas asociadas a calcita. También se observa brechas de skarn con matriz de sulfuros, skarn con textura bandeada. La granulometría del skarn muestra relación directa con la mineralización, es el skarn de grano grueso que muestra un mejor reemplazamiento de sulfuros que el skarn de granulometría fina, siendo este un control importante a seguir.

##### 3.1.2. Recurso mineral

La franja mineralizada en Hilarión tiene un ancho de entre 300 a 500 m. con una longitud de 800 a 2,000 m. donde se interceptaron 33 cuerpos mineralizados, cabe mencionar que la franja queda abierta hacia el norte y sur.

Para determinar los recursos se usó la información de sondajes diamantinos realizados desde el 2005 hasta el 2017, totalizando 244 km. de sondajes. Los recursos estimados son de 94.70Mt@ 3.71%Zn, 0.74%Pb, 30.99g/TAg (N. Lecuyer, 2017). Para el año 2018 se realizó 6 mil metros de sondajes dirigidos (Sistema Devico) que permitieron obtener 30 Mt como potencial al norte de Hilarión y se confirmó la continuidad de los cuerpos mineralizados hacia el noroeste.

### 3.2. Sector El Padrino

#### 3.2.1. Mineralización

Los cuerpos mineralizados en este sector están en la Formación Pariatambo, miembro inferior con rumbo NO-SE y buzamiento de 70-75° al SO, se tiene identificado unos 15 cuerpos con potencias que van de 2 a 15 metros y una continuidad hasta 300 metros, son cuerpos de skarn y mármol mineralizados, muy irregulares que están afectados por fallas de rumbo E-O, estos cuerpos tienen una dirección NO-SE y una extensión de 700 metros y quedan abiertos hacia el norte y sur.

#### 3.2.2. Recurso mineral

Del 2008 al 2014 se han ejecutado 24,000 metros de perforación diamantina, estimando un recurso mineral de 12.20 Mt. con 4.25%Zn, 0.23%Pb, 29.28g/TAg, 0.41%Cu (N. Lecuyer, 2017); la mineralización tiene un zonamiento vertical marcado, en la parte superior los valores de zinc, plomo y plata son mayores al Cu, y hacia

las cotas menores a 4100 los valores de cobre y molibdeno se incrementan, mientras que los valores de zinc, plomo y plata disminuyen fuertemente.



*Fotografía 1. Skarn de granates marrones con mineralización de esfalerita, galena, piritita (cuerpo 01) con leyes de 4% Zn, 0.13% Pb, 0.13% Cu, en un tramo de 29.75 metros. Cía. Minera Milpo S.A.*

#### 4. Nuevos targets

##### 4.1. Hilarión norte

La extensión norte de Hilarión es un nuevo *target* que presenta potencial importante para incrementar recursos (*Figura 3*), en el 2018 se ha realizado sondajes dirigidos confirmando hasta cuatro horizontes mineralizados que se proyectan a los yacimientos conocidos, se tiene otros *targets* ubicados en el alineamiento Hilarión-El Padrino reconocidos con trabajos de cartografiado geológico y geofísica, llamados: Eureka I, Mia, Eureka II, El Burro (*Figura 3*), ubicados al norte y este del Padrino, alineados con rumbo andino. El Burro es un *skarn* dentro de un área de 700 x 1,100 metros y presenta valores anómalos de Pb, Zn, Ag, Cu en superficie, está relacionado a fallas y fracturas, está cerca de la mina Pachapaqui. Eureka I, presenta estructuras mineralizadas (1 a 2 metros de potencia) con esfalerita, calcopirita, galena y argentita. En Mia hay presencia de vetas y cuerpos con mineralización de Zn-Pb-Ag-Cu. Eureka II, se encuentra en la franja shear zone E-O, donde se exponen cuerpos de *skarn*, vetas NO-SE y E-O, brechas, todas estas con mineralización de Zn-Pb-Ag, Cu; en antiguas labores mineras, *Figura 2* (S. Cayo, 2006).

##### 4.2. Hilarión sur, San Martín, Chaupijanca

Se ubican al sur de Hilarión. El *target* Hilarión Sur, comparte las mismas características geológicas y la misma mineralización de Hilarión en un área de 0.5 x 1.0 km. San Martín, es un *stock* granodiorítico hospedado en la Formación Jumasha, con anomalía geofísica de alta cargabilidad y anomalía geoquímica superficial de Zn, Pb y Ag. Chaupijanca, en el muestreo

superficial confirma anomalía geoquímica para Pb y Cu, (J. Bueno, 2007).

#### 4.3. Solitajanca y Puntahuay

Constituyen una franja al oeste de Hilarión, presentan anomalías de color (óxidos Fe), se observa mayor densidad de diques aflorantes con respecto a Hilarión, está en el mismo alineamiento al sureste de El Padrino (*Figura 3*).

#### 5. Exploración con sondajes dirigidos en la zona norte de Hilarión (Sistema DeviDrill de bajo ángulo).

La topografía agreste en la zona de Hilarión ha requerido buscar nuevos métodos de perforación diamantina para continuar con la perforación, para explorar este sector se realizó sondajes dirigidos usando el sistema DeviDrill que permite realizar perforaciones dirigidas, con buzamientos de bajo ángulo (-7°) y lograr perforaciones de hasta 1,200 metros, estos sondajes dirigidos han permitido alcanzar zonas inaccesibles y se ha podido interceptar cuerpos mineralizados que se proyectan al norte de Hilarión: con el uso de sondajes dirigidos se ha reducido el impacto ambiental, menor construcción de plataformas y accesos, se ha ejecutado menos metros de perforación y por consiguiente menor cantidad de uso de agua y aditivos.

#### 6. Conclusiones

El proyecto Hilarión es un yacimiento de tipo *skarn* con mineralización polimetálica de Zn-Pb-Ag-(Cu).

Hilarión tiene dos sectores reconocidos (Hilarión y El Padrino) y se encuentran ubicados y alineados en la franja mineralógica denominada Chaupijanca, esta franja tiene dimensiones de 30 x 5 km. La franja chaupijanca presenta secuencias calcáreas del Mesozoico y alberga varias minas y proyectos con un alineamiento NO-SE; los *targets* conocidos en la zona de Hilarión son: Chaupijanca, San Martín, Puntahuay, Eureka II, Mía y El Burro, que presentan horizontes y estructuras mineralizadas que podrían incrementar los recursos hasta en 200 Mt.

La falla Yanashallash ha controlado el emplazamiento de los diversos pulsos magmáticos asociando a las alteraciones y mineralizaciones de la franja Chaupijanca que está limitada por el norte por la mina Pachapaqui, seguida de Pucarrajo y hacia el sur limita con el proyecto Atalaya.

La ejecución de sondajes dirigidos ha permitido perforar en zonas inaccesibles y se ha podido

llegar a los cuerpos mineralizados que se proyectan al norte de Hilarión, lo que no se lograría con sondajes convencionales por la fisiografía del sector, esto ha permitido un incremento de 30 Mt como potencial adicional a lo ya cubicado.

## Referencias

- Einaudi, M.T., Meinert, L.D., and Newberry, R.J., 1981. Skarn deposits: Economic Geology 75th Anniversary Volume, p. 317-391.
- Cayo S. Guzman J. P. 2005-2006. Exploración Proyecto Hilarión, Targets. Cía. Minera Milpo S.A.
- Bueno J. P., Escobedo R. 2007-2008-2009. Exploración Hilarión-El Padrino-Chaupijanca. Cía. Minera Milpo S.A.
- Jacay. J. 2008, Descripción de las formaciones litoestratigráfica Hilarión-El Padrino (región de Huallanca) Cordillera occidental Peruana, Reporte interno, Cía. Minera Milpo S.A
- Salas, A. 2009. Estudio Geológico-Económico de la Franja Chaupijanca - Yuraccalapo. Informe Interno. Cía. Minera Milpo S.A.
- Bueno J. P. 2010-2011. Exploración Hilarión-El Padrino. Cía. Minera Milpo S.A.
- Taco J. C. 2013-2014. Exploración Hilarión-El Padrino-San Martin. Cía. Minera Milpo S.A.
- Normand Lecuyer. Ian Weir., August 2017. Technical Report on the Hilarión Project, Ancash Region, Peru.

