

Exploraciones



La búsqueda de nuevos yacimientos dentro y fuera de Chile es una actividad estratégica y permanente que nos permitirá asegurar el futuro de nuestro negocio.

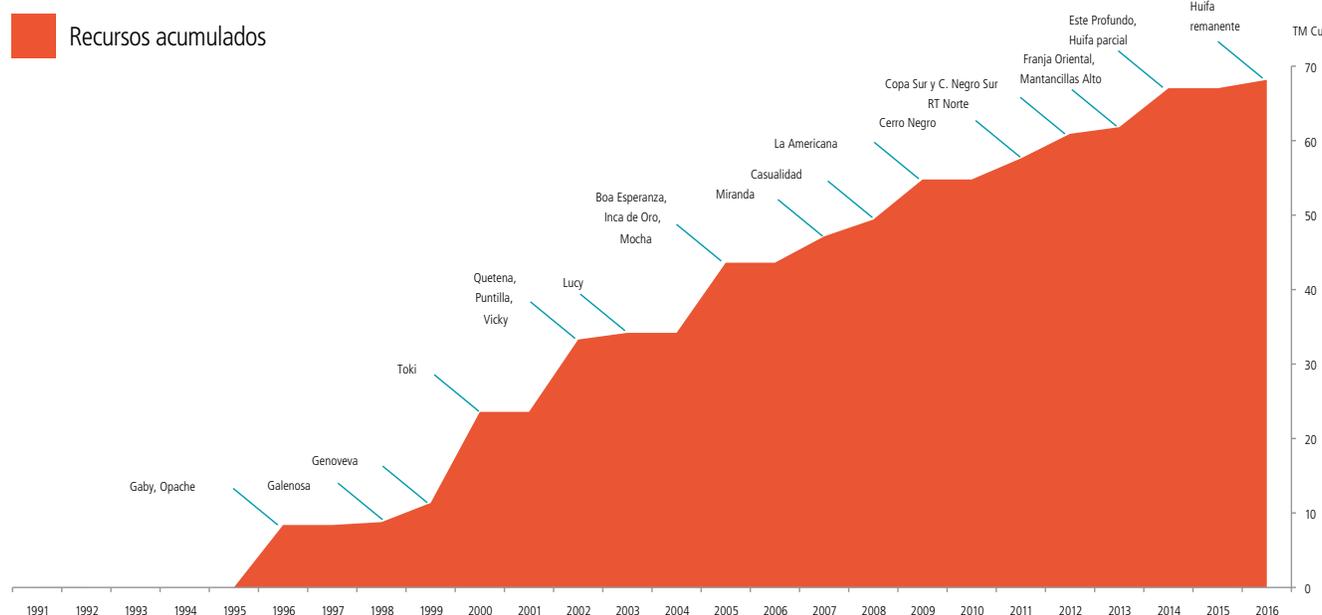
Las exploraciones mineras comprenden una serie de etapas que van desde los estudios básicos hasta los proyectos avanzados. Cada secuencia del proceso va aportando datos, información y conocimientos de los **recursos mineralizados** descubiertos que, dependiendo de su tamaño y calidad, se sumarán a la base minera y podrían convertirse en **nuevos yacimientos** para Codelco, en el futuro.

En nuestro plan estratégico incluimos la actividad de exploraciones desde 1991 cuando creamos la gerencia de exploraciones.

Desde entonces hasta 2016, hemos aportado **68,2** millones de toneladas de cobre fino al inventario de **recursos y reservas** de Codelco.

Recursos geológicos descubiertos y aportados al inventario de Codelco 1991-2016

(en millones de toneladas de cobre fino)



Nota: Los recursos corresponden a la etapa de estudios avanzados de exploraciones.

En 2016 los trabajos de exploración avanzada en el proyecto **La Huifa** permitieron completar el reconocimiento de este recurso geológico con un total de **2,43 millones** de toneladas de cobre fino, con una ley de corte de **0,2%** de cobre total (CuT). Estos recursos son ya parte del inventario de Codelco.

Como resultado de trabajos de exploraciones que hemos realizado hasta 2016, tenemos una cartera de proyectos con recursos geológicos potenciales del orden de **7 a 10 millones** de toneladas de cobre fino. Estos son recursos que se encuentran en diferentes etapas de exploración, por lo que aún no son parte del inventario corporativo y su incorporación dependerá del resultado de las siguientes fases.

Recursos geológicos agregados en 2016

A ley de corte 0,2% de CuT	Mineral millones de toneladas	Ley de cobre %	Cobre fino millones de toneladas
La Huifa	606	0,4	2,43

CuT: cobre total.

Codelco se ubica entre las empresas con los costos de exploración más bajos a nivel mundial (según el Strategies for Copper Reserves Replacement 2015, estudio elaborado anualmente por **SNL Metals & Mining**).

Inversión

La inversión mundial en exploraciones llegó a su máximo histórico en 2012, cuando alcanzó a **US\$ 21 mil millones**. Desde entonces, los presupuestos de exploración de metales no ferrosos han caído llegando en 2016 a **US\$ 7 mil millones**, lo que representa una caída de 21% respecto del año anterior y casi dos tercios desde el récord de 2012.

Por su parte, Chile invirtió **US\$ 443 millones** en 2016 en exploraciones, manteniendo el **cuarto lugar** en el *ranking* mundial de inversiones en exploración y el **primero** en Latinoamérica, seguido por Perú y México.

En Codelco invertimos **US\$ 38,4 millones** en actividades de exploraciones mineras en 2016, esto es un 47%, inferior al del año anterior. La baja es principalmente producto de un plan de ajuste presupuestario debido a la caída del precio de las materia primas.

Para enfrentar estas condiciones de mercado, diseñamos un **plan de contingencia** que significó postergar principalmente los procesos de exploración de seguimiento, que aunque corresponden a la etapa de descubrimiento es la fase de inversión más intensiva. De esta forma se potencia el proceso generativo de áreas exploratorias, aumentando la base de proyectos en etapas tempranas de exploración, lo que significará enfrentar de mejor forma la gestión cuando volvamos a un ciclo normal de inversiones.

Exploraciones en Chile

Centramos las actividades de exploración de 2016 mayoritariamente en los distritos donde se ubican nuestros yacimientos en operación (**brownfield**). Esta estrategia busca abrir oportunidades para incrementar los recursos minerales y mejorar los planes de desarrollo de las divisiones.

En **exploración regional (greenfield)**, que se realiza en las franjas metalogénicas de mayor potencial para yacimientos de cobre tipo **pórfido cuprífero**, evaluamos áreas prioritarias en distintas etapas

del proceso de exploración, mediante mapeo geológico, muestreo geoquímico, técnicas geofísicas y algunos sondeos tipo *scouting*.

Áreas de exploración distrital y regional en Chile 2016

	Anomalías	Prospectos	Blancos	Exploración Avanzada	Total
Nº áreas en estudio	44	18	5	1	68
Nº áreas perforadas	Estudios sin sondeos	4	2	1	7
Metros sondeos		5.820	4.358	6.269	16.447

En 2016 logramos identificar **siete nuevos blancos de exploración**, seis de ellos en el ámbito regional y 1 en el programa distrital.

El proyecto de exploración avanzada **La Huifa**, ubicado en el área de exploraciones de División El Teniente, finalizó con el modelo geológico y de estimación de recursos de cobre y molibdeno. Las bases de datos fueron auditadas por una empresa externa especializada. Para una ley de corte de 0,2%, se estimó un recurso de 606 millones de toneladas, con una ley media de 0,4% CuT y 151 ppm Mo (partes por millones de molibdeno), lo que a ley de corte de 0,5% CuT corresponde a 128 millones de toneladas con una ley media de 0,79% CuT y 306 ppm Mo.

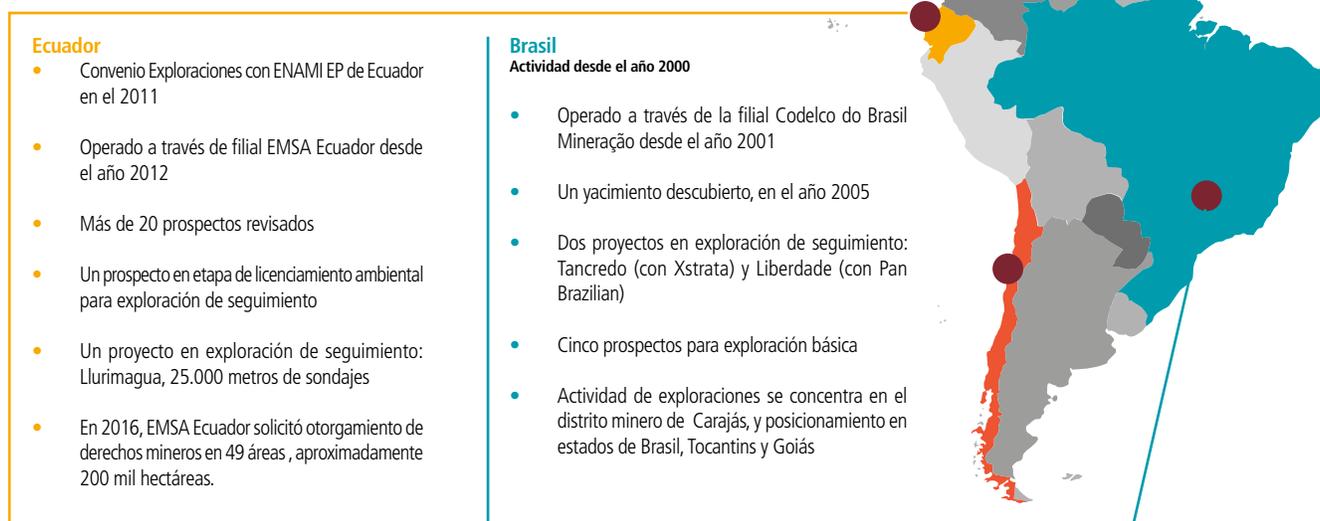
La mineralización se desarrolla en un sistema de brechas hidrotermales de **turmalina y sulfuros de cobre**, y se asocia a las etapas más tempranas de la mineralización del yacimiento El Teniente.

Los estudios en el área de La Huifa permitieron el desarrollo de conocimientos exploratorios de mineralización para la franja oriental de División El Teniente, lo que abre nuevas oportunidades exploratorias en este lugar.

Exploraciones internacionales

Nuestras exploraciones en el extranjero están orientadas a ampliar el potencial de aporte de recursos minerales, considerando la intensidad exploratoria que ha tenido históricamente Chile y avanzar en el proceso de **internacionalización de Codelco**.

El foco de la actividad internacional ha estado en los países de la región andina con afinidad geológica, como **Ecuador**; y el de alto potencial para nuevos descubrimientos en cobre, como **Brasil**.



● Oficinas de exploraciones.

Brasil

Nuestra filial **Codelco do Brasil** continuó evaluando la cartera de prospectos propios y los que exploramos a través de las asociaciones vigentes. Concentramos la actividad principalmente en el distrito minero de **Carajás**, en el Estado de Pará, donde actualmente la mayor parte de las compañías mineras más grandes del mundo están realizando exploraciones o tienen intereses mineros.

Actualmente contamos con recursos mineros a nivel exploratorio y con potencial en el **proyecto Liberdade**, que es parte del portafolio de la asociación con la empresa local Pan Brasil. Las estimaciones preliminares

de recursos *in situ* de Liberdade son del orden de **242 millones de toneladas**, con una ley de cobre de **0,77%**.

También exploramos cinco prospectos con sondajes tipo *scouting* y en cuatro de ellos se encontraron **evidencias geológicas** de sistemas hidrotermales, similares a los asociados a los depósitos del distrito, por lo que serán objeto de trabajos de mayor detalle.

También ampliamos el ámbito de acción mediante el posicionamiento de propiedad minera en otros estados, particularmente en Tocantins y Goiás, lo que aumentará la base de búsqueda en Brasil.

Ecuador

En este país andino desarrollamos exploraciones mineras en el marco del acuerdo con la estatal **Enami EP** (Empresa Nacional Minera del Ecuador), firmado en noviembre de 2011. Además, desarrollamos actividades de exploración propia, con nuestra filial **Emsaec S.A.** (Exploraciones Mineras Andinas Ecuador), 100% de Codelco.

Dentro del acuerdo con Enami EP, hemos evaluado más de **20 prospectos**, de los que se encuentran vigentes y activos los proyectos Llurimagua y Mina Real (o Nanguipa).

El **proyecto Llurimagua** se localiza en la Provincia de Imbabura, a 80 kilómetros al norte de Quito y es la exploración más importante del portfolio Enami EP-Codelco. Durante 2016 se perforaron **10 mil metros** de sondajes, los que sumados a los realizados en 2015 totalizan 25 mil metros. Los resultados a la fecha entregan evidencias geológicas que confirman la presencia de un **depósito de tipo pórfido de cobre**, de interés para Codelco, por lo que continuaremos con los trabajos de exploración en 2017.

Por su parte, **Mina Real o Nanguipa** se ubica en la provincia de Zamora-Chinchipe, a unos 460 kilómetros al sur de Quito. En este proyecto estamos en la etapa de **exploración inicial**, con desarrollo de trabajos de superficie que nos permitirán definir posibles blancos para explorar con sondajes.

Entre los avances más importantes en las exploraciones mineras en Ecuador está el anuncio que realizó el Gobierno de ese país en marzo de 2016 de reiniciar el otorgamiento de concesiones mineras. En este contexto, nuestra filial solicitó el otorgamiento de derechos mineros en **49 áreas**, que totalizan casi **200 mil** hectáreas ubicadas en terrenos altamente prospectivos y poco explorados. Una vez los derechos sean otorgados, estas áreas pasarán a la cartera propia de Codelco en Ecuador y serán objeto de evaluación y exploración geológica inicial.

Innovación en los modelos de exploración

La exploración es una actividad basada en el conocimiento y en la gestión de grandes volúmenes de datos, que es necesario clasificar, mantener y actualizar. Con este objetivo generamos un **sistema de información geográfica**, que nos permite el acceso expedido a esta información.

Esta información junto con los **modelos conceptuales** generados a partir del conocimiento de los distintos yacimientos, nos permite identificar los factores y variables críticas que controlan los procesos geológicos, que tienen que ver con la formación, emplazamiento y localización de los **depósitos minerales**.

En el desarrollo de modelos de exploración nos hemos centrado en aplicar tecnologías que permitan detectar de forma indirecta cuerpos mineralizados a **gran profundidad**, que es el mayor desafío de la exploración minera actual, puesto que los cuerpos expuestos y fáciles de identificar ya han sido reconocidos.

Paralelamente, participamos en 2016 en proyectos de investigación y desarrollo de tecnologías, como los siguientes:

- El **programa colaborativo**, patrocinado por **Amira International** (International Australian Mineral Research Association), se centra en identificar minerales diagnósticos en aureolas de sistemas mineralizados. Los resultados de las primeras fases del estudio permitieron concluir que la metodología tiene una alta potencialidad de aplicación en zonas con afloramientos lejanos a los centros mineralizados, lo que permitiría realizar una vectorización hacia el sistema mineralizado. En el año se realizó una prueba ciega en un área piloto propuesta por Codelco, cuyos resultados permitirán validar la metodología.
- Pruebas de nuevas tecnologías de adquisición de **datos geofísicos**, entre las que se destaca la utilización de un

dron, con el que se realizó un **proyecto piloto** interno de magnetometría. La segunda etapa de este proyecto será validar los datos adquiridos y realizar un segundo levantamiento, utilizando un nuevo dron equipado con un **equipo de magnetometría**, diseñado específicamente para levantamientos de alta resolución.



Mediciones con dron en el distrito de exploraciones de Chuquicamata.

Asociaciones de exploración

En exploraciones también tenemos como objetivo el identificar y gestionar la **compra de activos y/o asociaciones con terceros**, como un mecanismo complementario para incrementar la base de recursos mineros.

Estas asociaciones nos permiten desarrollar **opciones de negocio** en proyectos que se encuentran en propiedades mineras de Codelco o de terceros

Al finalizar 2016 manteníamos asociaciones con terceros en propiedades de Codelco en Chile en los proyectos: Puntilla Galenosa con Pucobre; Anillo con Fortune Valley Resources Inc, y Roberto, con Anglo American Norte. Las asociaciones en el exterior, en tanto, incluyen propiedades de Codelco y de terceros.

Asociaciones de exploración		
Proyectos en Chile	Socio	Tipo
Anillo	Fortune Valley	Oro
Puntilla – Galenosa	Pucobre	Cobre
Roberto	Anglo American Norte	Cobre

Proyectos en el exterior		
Liberdade	Pan Brasil	Cobre
Tancredo y otros	Xstrata Brasil	Cobre
Grupo Propiedades	(ENAMI EP) de Ecuador	Cobre

