EXPLORACIÓN GEOFÍSICA PROFUNDA: EXPERIENCIA EN LATINOAMÉRICA

Leduar Ramayo Cortés

lramayo@quantec.com.ar

RESUMEN

En el pasado los altos costos y el incremento del tiempo de exploración provocaron la disminución de la tasa de descubrimiento de nuevos yacimientos. Solo las empresas que puedan emplear métodos de exploración eficientes tendrán mayores posibilidades de éxito y serán más atractivas para potenciales inversores.

Por otra parte, estamos viendo que la industria minera se esta enfocando en la exploración profunda, ya que muchos de los depósitos emplazados superficialmente se encuentran en fase de desarrollo. La exploración profunda posee una serie de retos para las empresas, como el incremento de los costos de perforación y la incapacidad de las metodologías convencionales de exploración (reconocimiento geológico y geoquímico de superficie, así como las tecnologías geofísicas convencionales) de obtener datos de calidad.

Las nuevas tecnologías tales como TITAN 24, diseñada por Quantec Geoscience, proporcionan un medio para explorar el subsuelo desde la superficie hasta más de 1.5 Km; significativamente mucho más profundo que los que se pueden alcanzar con los métodos geofísicos tradicionales, los cuales han constituido durante muchos años la columna vertebral de la exploración geofísica.

El objetivo fundamental es demostrar la capacidad de TITAN 24 de realizar estudios profundos de depósitos minerales en ambientes de exploración diversos y que representen grandes retos para las empresas, como pueden ser, ambientes brownfield o zonas climáticas y topográficamente complejas. En el presente trabajo mostraremos varios casos históricos de la aplicación de TITAN 24 en diferentes proyectos en América Latina. Dichos proyectos pertenecen a diferentes tipos genéticos de depósitos de oro emplazados a gran profundidad.

METODOLOGÍA

TITAN 24 utiliza un arreglo de sistema distribuido con tecnología LAN (Local Area Network), combina tecnologías novedosas en lo que respecta a la adquisición y uso de los datos en series de tiempo y aplica procesamientos avanzados para el tratamiento de los datos adquiridos. Puede medir simultáneamente tres parámetros posibilitando el mapeo 3D del subsuelo. Ha sido diseñado de tal manera que permite llevar a cabo tres tipos de estudios al mismo tiempo y en un periodo de 24 horas: Resistividad en Corriente Continua (Resistividad-DC), Cargabilidad por Polarización Inducida (Cargabilidad-IP) y Resistividad por el Método Magnetotelúrico (Resistividad-MT). Éstas y otras características hacen de TITAN 24 una herramienta muy útil para el mapeo en dos y tres dimensiones de mineralizaciones, de zonas de alteración hidrotermal y de las diferentes características geológicas y estructurales de los depósitos tanto alrededor de las minas como directamente sobre ellas. La información que se obtiene se integra con información geológica de superficie y de perforaciones para optimizar la definición de los blancos y lograr un diseño más efectivo y racional de las campañas de perforación.

Los datos de DC-IP son registrados en una configuración Polo-Dipolo, con 24 dipolos separados, en su configuración estándar, cada de 100 m pero que es posible ajustar en función de las particularidades del área de estudio. Esta configuración proporciona mayor densidad de datos eléctricos, una profundidad de investigación de hasta 750m y la capacidad de obtener modelos computacionales sustancialmente más precisos que los obtenidos por cualquier otro método eléctrico desarrollado hasta el momento.

Los datos MT son adquiridos durante la noche para aprovechar los periodos en que la señal natural es de mejor calidad y en consecuencia se logra mayor exactitud en el mapeo de resistividades para profundidades superiores a los 1.5 Km. Las mediciones magnetotelúricas se realizan con dos equipos, uno ubicado en la misma posición donde se realizan las mediciones eléctricas y otro a más de 20 Km

de distancia del área de estudio, donde las mediciones no se vean afectadas por los ruidos culturales provenientes de la actividad minera.

RESULTADOS Y DISCUSION

Deposito San Rafael, México.

El depósito de San Rafael se encuentra ubicado en el distrito de Cosalá en el Estado de Sinaloa, México (Cibula, 1975; Valencia-Moreno et al, 2006; Scammell, 2009). El depósito se compone de tres zonas mineralizadas: a) Principal; b) 120 y c) superior, cada uno con un estilo de mineralización único.

La zona principal del depósito rica en zinc, plomo y plata es un cuerpo tabular de sulfuros masivos que se emplaza en el contacto entre las rocas volcánicas y las calizas subyacentes. La mineralización contiene más del 75 % de sulfuros de zinc, plomo y plata dominante, y en menor medida cobre y oro. La mineralización está abierta en todas direcciones.

Los resultados de un reciente estudio de TITÁN 24 DC-IP sobre el área de San Rafael (Scammell, 2009) muestran una amplia anomalía de alta cargabilidad y baja resistividad sobre el depósito y otra anomalía inmediatamente al este del mismo (figura 1).

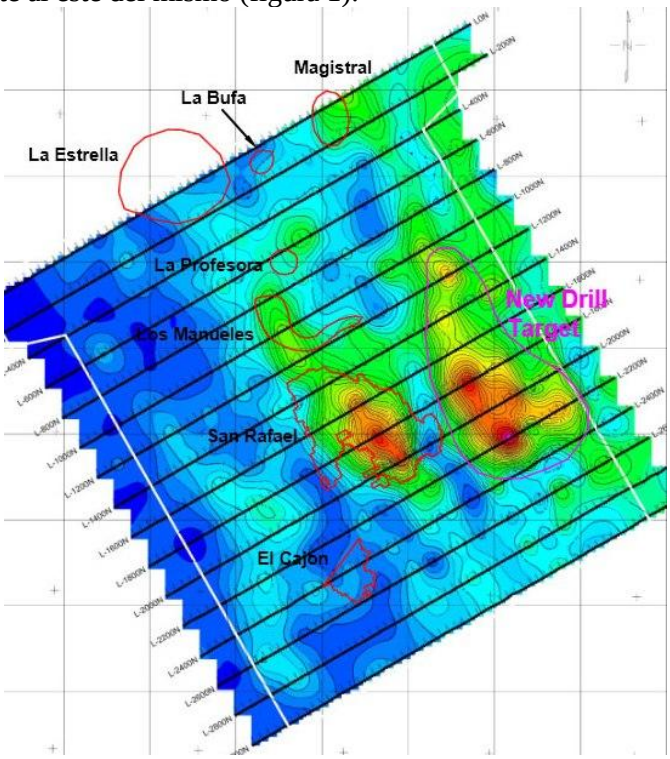

Figura 1: Mapa planta de cargabilidad. TITAN 24 DC-IP. Cortesía Scorpio Mining. Las líneas rojas muestran blancos determinados por geoquímica de superficie.

La respuesta geofísica se correlaciona bien con las mineralizaciones conocidas en San Rafael; y sugiere que hacia el sector este las anomalías son mayores y presentan una cargabilidad aun mayor a las reportadas en de San Rafael. Dichas anomalías se extienden hasta profundidades de más de 500 m.

Siete pozos se han perforado para comprobar las anomalías de TITAN 24 para un total de 2.555 m (Scammell, 2011). Tres perforaciones, EC88, EC89, EC91 cortaron mineralización de pirita-esfalerita, galena, a profundidades entre 200 y 250 m asociados a la anomalía de PI. El pozo EC89, intersecta 1.90 m de 89 g / t de plata, 0.43 % de plomo y el 13.71 % de zinc. Esta anomalía tiene una longitud de aproximadamente un kilómetro por el rumbo. Estas intersecciones representan un nuevo descubrimiento de mineralización de plata-plomo-zinc. Un pozo se realizó para comprobar el objetivo más profundo, e interceptó pirita diseminada que no contiene valores significativos de metales base y preciosos. Los pozos LH y LH-1-3 se realizaron para comprobar anomalías de baja resistividad y fuerte IP a profundidades entre 450 y 500 m. Estos posos reportaron bajos valores de metales

preciosos pero valores muy altos de plomo y zinc. El poso LH-2 fue abandonado debido a malas condiciones del terreno.

Deposito San Elías, Perú

St. Elias Mines Ltd., posee el 100 % del proyecto de oro Tesoro localizado en Perú. La propiedad cubre aproximadamente 1,700ha y se ubica en el distrito de Acari dentro del cinturón sudoccidental Nazca-Ocoño. Este cinturón, rico en depósitos de oro, (300 Km x 30 Km) se emplaza paralelo a la costa pacífica de Perú. La mineralización aurífera se asocia con sulfuros diseminados dentro de vetas de cuarzo o dentro de fracturas que cortan al intrusivo. Las vetas se relacionan a zonas de cizallas y se extienden a lo largo de varios kilómetros. En todo el sistema Nazca-Ocoño se han explotado mas de 70 depósitos de oro desde el siglo VVII.

El estudio de TITAN 24 en el proyecto Tesoro consistió en 9 líneas, totalizando 21.6 Km lineales de datos IP-DC y MT. El estudio se realizó en 10 días.

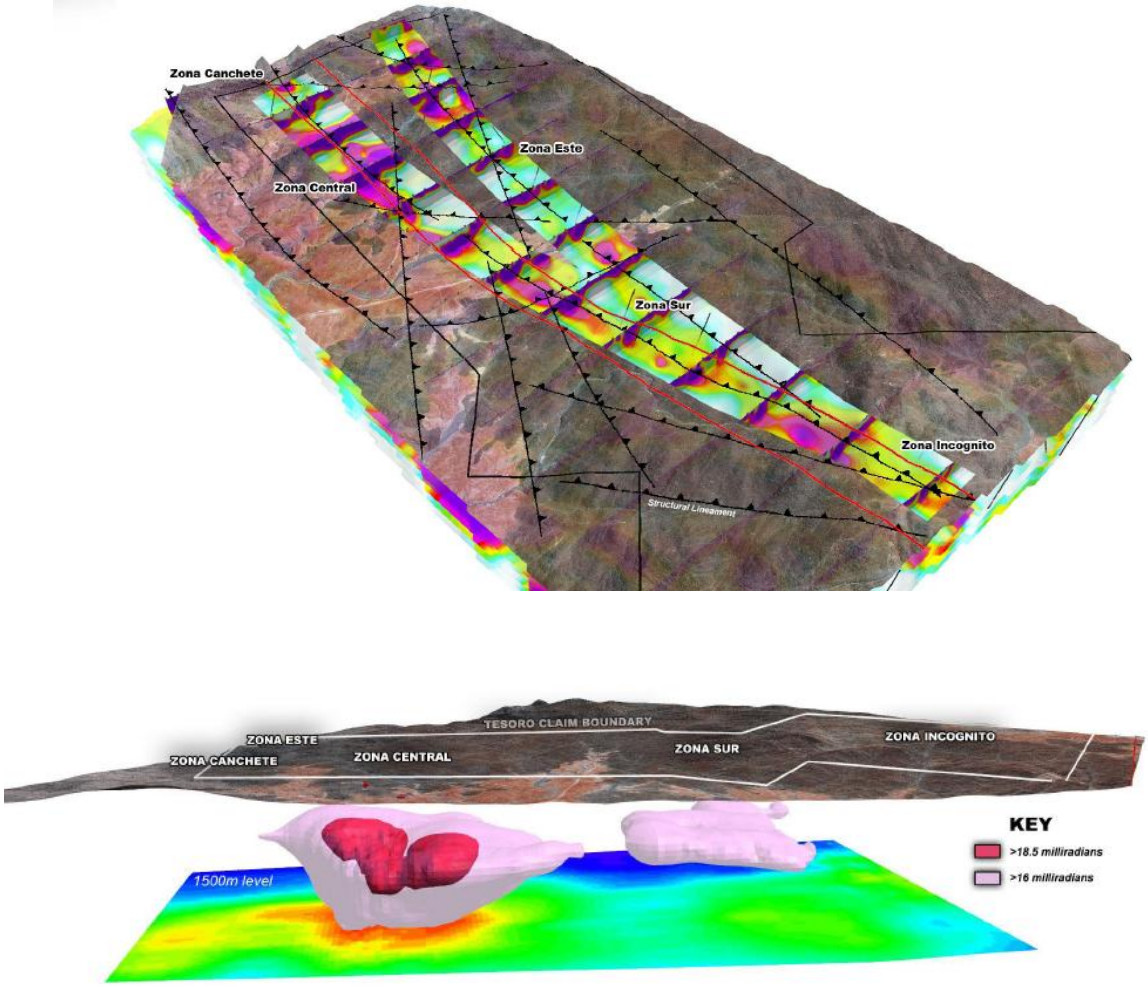

Figura 2. Estudio TITAN 24. Cortesía St. Elias Mines Ltd. Arriba, Secciones de IP combinada con imagen satelital y las principales estructuras identificadas. Abajo, Modelo e Inversión 3D de datos de cargabilidad combinada con imagen satelital y mapa planta de resistividad MT a 1500 m de profundidad,

Un total de 20 anomalías (figura 2 superior) han sido identificadas en el proyecto desde cerca de la superficie hasta profundidades mayores de 400 m; 12 de las anomalías han sido clasificadas targets de alta prioridad y 8 como de segunda importancia. Las anomalías superficiales de cargabilidad (mayores a 16 miliradianes) presentan una excelente correlación con la presencia de cuerpos de oro con sulfuros previamente identificados en el proyecto, particularmente en la zona conocida como: "Tesoro Corredor Estructural", Zona Canchete, Zona Central, Zona Sur, Zona Incógnito y Zona Este. Además el estudio identificó una serie de zonas anómalas fuera de este corredor desconocidas por la empresa.

La interpretación de anomalías bajo y en la vecindad de cuerpos minerales conocidos sugiere la extensión de la mineralización en profundidad (figura 2 inferior).

Depósito Copaquire, Chile

El proyecto Copaquire está localizado en el cinturón de pórfidos de cobre de Chile. Este cinturón incluye 30 depósitos de pórfidos de Cu-Mo. Los pórfidos Quebrada Blanca y Collahuasi están a 15 Km de la propiedad. El depósito Copaquire contiene dos grandes sistemas de pórfidos mineralizados - Copaquire y Marta (Videla, 2009).

El pórfido Copaquire incluye tres zonas: Sulfato Norte, Sur y Cerro Moly y cubre un área de cerca de 7 Km^2 y abarca las fases de alteración potásica, fílica, argílica y propilítica. El sistema posee todas las características atribuidas a un pórfido típico calcoalcalino. El pórfido ha desarrollada una potente capa lixiviada rica en calcocita secundaria, que se expone en el norte de la Zona Sulfato y en la cresta del Cerro Moly. La zona Cerro Moly está relacionada con el emplazamiento de un evento de mineralización distinto y más joven (stockwork de molibdeno) dentro de un sistema de pórfidos rico en cobre.

En el proyecto se realizó una sola línea de de Titán 24 DC-IP - MT en la parte sur de la propiedad.

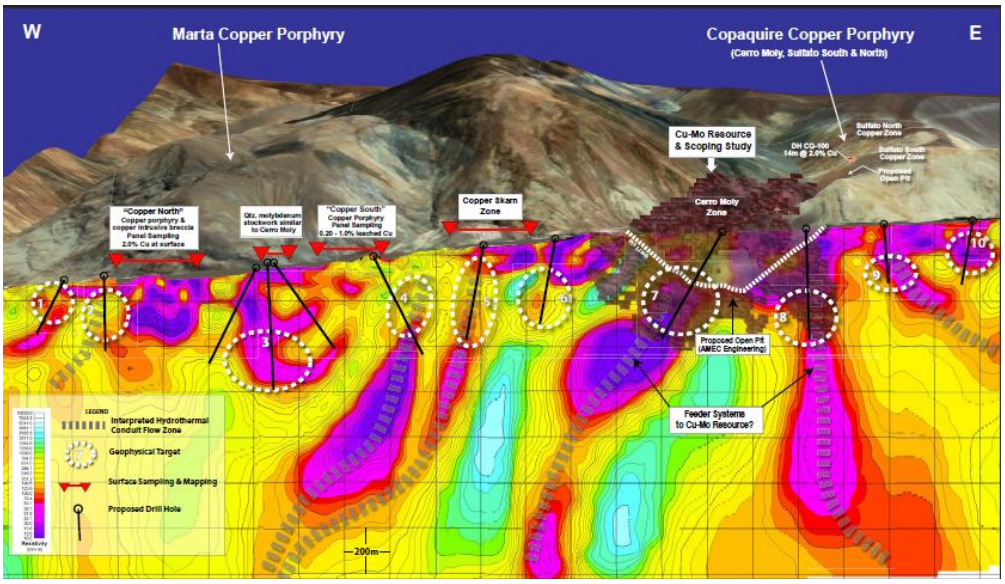

Figura 3. Perfil TITAN 24 MT. Mostrando anomalías de Resistividad hasta 1500 m. Cortesía PBX International. Los datos de cargabilidad no son públicos aun.

Sobre la base de la interpretación de los resultados del estudio (Figura 3), se han identificado 10 blancos de alta prioridad. Los resultados son alentadores, ya que además de la identificación de las anomalías también se logró detectar nuevos cuerpos en Cerro Moly. Los cuerpos muestran una muy buena correlación de bajos de resistividad DC y MT con alta cargabilidad (Comunicación personal). Las anomalías se extienden a más de 1000 m de profundidad.

Depósito Cerro Chacay, Chile

Cerro Chacay es un depósito tipo pórfido de cobre de probable edad Eoceno. El depósito se encuentra en el margen del batolito de Los Morteros, y esta orientado al Oeste-Noroeste. Se observa una nítida zonificación del sistema, con el desarrollo de un halo externo de alteración propilítica, el cual rodea al núcleo con alteración fílica. Tres zonas de mineralización de cobre han sido delineadas por las perforaciones, cada uno de los cuales se interpreta como un pórfido dioritico individual. (Stephens, 2011)

El estudio consistió en una línea de TITAN (en este caso solo se realizaron estudios de IP), la cual definió una anomalía de cargabilidad que se extiende a profundidades de más de 500 metros, coincidente con los pórfidos alterados de Nacho, Lucho y Martín. Esta anomalía se caracteriza por ser conductora (baja resistividad) y alta cargabilidad y coincide con la presencia de pirita y calcosita (Coro Mining Corp, News Releases, 2011.

En la Figura 4 se observa como las anomalías de cargabilidad coinciden con el manto de enriquecimiento. Recientemente Coro Mining (comunicación personal) ha mostrado interés en ampliar el estudio de TITAN 24 en la zona, pero incluyendo los datos de MT, para tratar de determinar los feeders de la mineralización.

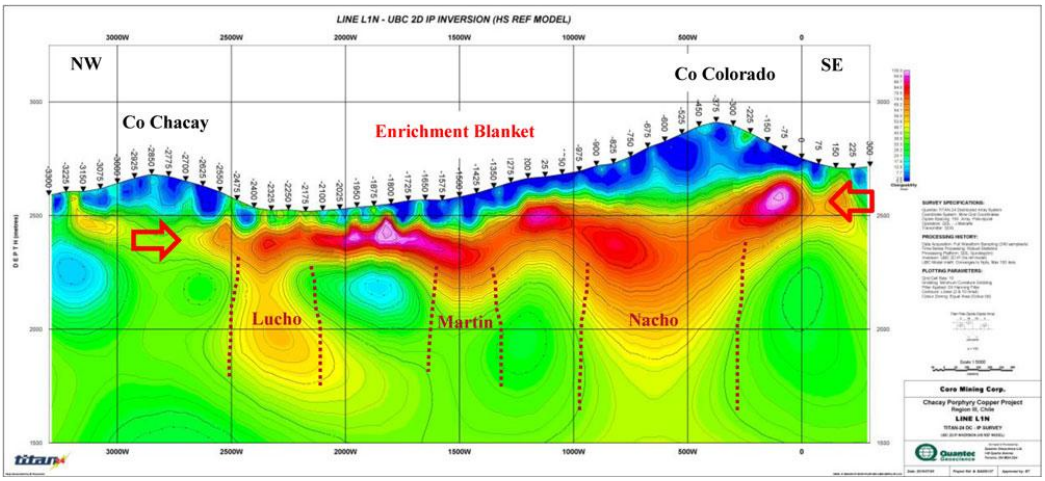

Figura 4 Perfil TITAN 24 IP del proyecto Cerro Chacay. Cortesía Coromining.

En la actualidad se esta desarrollando el programa de perforaciones, y reportes recientes han anunciado el intercepto de 170 m con 6.63 % de Cu. (Coro Mining Corp, News Releases, 2011)

CONCLUSIONES

TITAN 24 posee una serie de ventajas respecto a los métodos geofísicos convencionales de exploración, sobre todo en ambientes de minas en explotación:

- Adquisición y procesamiento de grandes volúmenes de datos que maximizan la confiabilidad durante los procesos de inversión, aumentando la resolución y la eficiencia de la interpretación
- Gran profundidad de investigación con DC-IP y MT
- El equipamiento es modular, lo que permite realizar campañas de exploración en zonas de relieve abrupto, difícil acceso y/o áreas con ruidos culturales provenientes de la actividad minera en cortos periodos de tiempo
- Se puede aplicar en todos los estadíos de exploración como: generación y definición preliminar de blancos de exploración (grass roots), estadios de exploración avanzada, estadios de pre-desarrollo con el objetivo de evitar que la ubicación de molinos, escombreras, relaves, pilas de lixiviación y otras obras de infraestructura se realicen sobre el depósito mineral o las partes mas ricas de este.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Cibula, D. A., 1975, The geology and ore deposits of the Cosalá mining district, Cosalá municipality,Sinaloa, Mexico: M. S. thesis, University of Iowa.

Scammell Roger D., 2011, Qwik Report, Scorpio Mining, 2011. http://www.scorpiomining.com/s/QwikReport.asp

Stephens A., 2011, Coro Mining Corp, News Releases, 2011. 28 de febrero de 2011.http://www.coromining.com/s/NewsReleases.asp?ReportID=442106&_Type=News-Releases&_Title=Coro-Announces-170-Meters-at-0.63-Copper-from-Drilling-Program-at-Chacay-Pr

Stephens A., 2011, QwikReport, Coro Mining. 2011. http://www.coromining.com/s/QwikReport.asp

Valencia-Moreno M., Ochoa-Landín, L., Noguez-Alcántara, B., Rui, J., Pérez, E., 2006, Características metalogenéticas de los depósitos de tipo pórfido cuprífero en México y su situación en el contexto mundial. Boletín De La Sociedad Geológica Mexicana Volumen Conmemorativo Del Centenario Revisión De Algunas Tipologías De Depósitos Minerales En México Tomo LVIII, No. 1, p. 1-26

Videla E., 2009, Mineral Resource Estimate Copaquire Project: International PBX.,Technical Report, p., 18.