

---

## Uso de aeromagnetotelúrica (Mobilemt) en exploración de depósitos metálicos – ejemplo en oro orogénico en Wawa, Ontario, Canadá

Andrei Bagrianski<sup>1</sup>, Marco Nieto<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Expert Geophysics Limited, 45 Cranfield Road, Toronto, ON M4B 3H6, Canadá  
([andrei@expertgeophysics.com](mailto:andrei@expertgeophysics.com))

<sup>2</sup> MPX Geophysics Ltd., 5-355 Harry Walker N, Newmarket, ON L3Y 7B3, Canadá  
([marco.nieto@mpxgeo.com](mailto:marco.nieto@mpxgeo.com))

---

### 1. Introducción

El uso del método magnetotelúrico está ampliamente difundido en exploración de depósitos metálicos y actualmente el uso de técnicas aeromagnetotelúricas está iniciando su fase de crecimiento. Las ventajas del uso de un método magnetotelúrico aerotransportado como el MobileMT, ahorra tiempo a la hora de realizar la exploración de un proyecto metálico por la facilidad al cubrir diversos terrenos.

En este trabajo, se utilizó el sistema de aeromagnetotelúrica pasiva (fuente natural) nombrado MobileMT para la determinación de depósitos metálicos en un proyecto aurífero denominado Holdsworth Gold Prospecting Site (proyecto Holdsworth) en Wawa, (Ontario, Canadá). La zona de estudio se encuentra en un área compleja estructuralmente correspondiente a la provincia Archean Superior (Arqueano), identificada como un depósito vetiforme oro-cuarzo alojado en zona de cizalla, en un terreno de tonalitas-trondhjemitas metamorfoseadas.

### 2. Antecedentes

#### 2.1. Geología zona de estudio

La zona de trabajo se encuentra en la subprovincia de Wawa, la cual hace parte de la provincia Arqueozoica Superior (Archean Superior Province). Esta corresponde a un depósito vetiforme oro-cuarzo ubicado en un área de cizalla con un terreno de rocas tonalita/trondhjemita metamorfoseadas, tipo de depósito reconocido económicamente en la zona norte de la provincia de Ontario. Las mineralizaciones de oro orogénico tienen un fuerte control estructural y están limitadas por sistemas de cizalla (Callan, 1991).

En términos genéticos, el oro está asociado a sulfuros y ocasionalmente a telurios, llenando las zonas frágiles durante el desarrollo de la cizalla y su subsecuente actividad hidrotermal (Callan, 1991). El depósito aurífero puede ocurrir en cualquier etapa de la deformación del cinturón orogénico.

El proyecto Holdsworth se encuentra sobre el contacto con el complejo granítico Hawk Lake, lo que equivale a la caldera Arqueozoica (Sage, 1994). El área de estudio tiene las condiciones geológicas directas e indirectas para que pueda alojar un sistema aurífero de interés económico, incluyendo el corredor de deformación, una formación de hierro y la evidencia de una capa oxidada de una cizalla, elementos que funcionan como muestras positivas para la formación de un ambiente favorable a las venas y múltiples apariciones de oro (Figura 1).

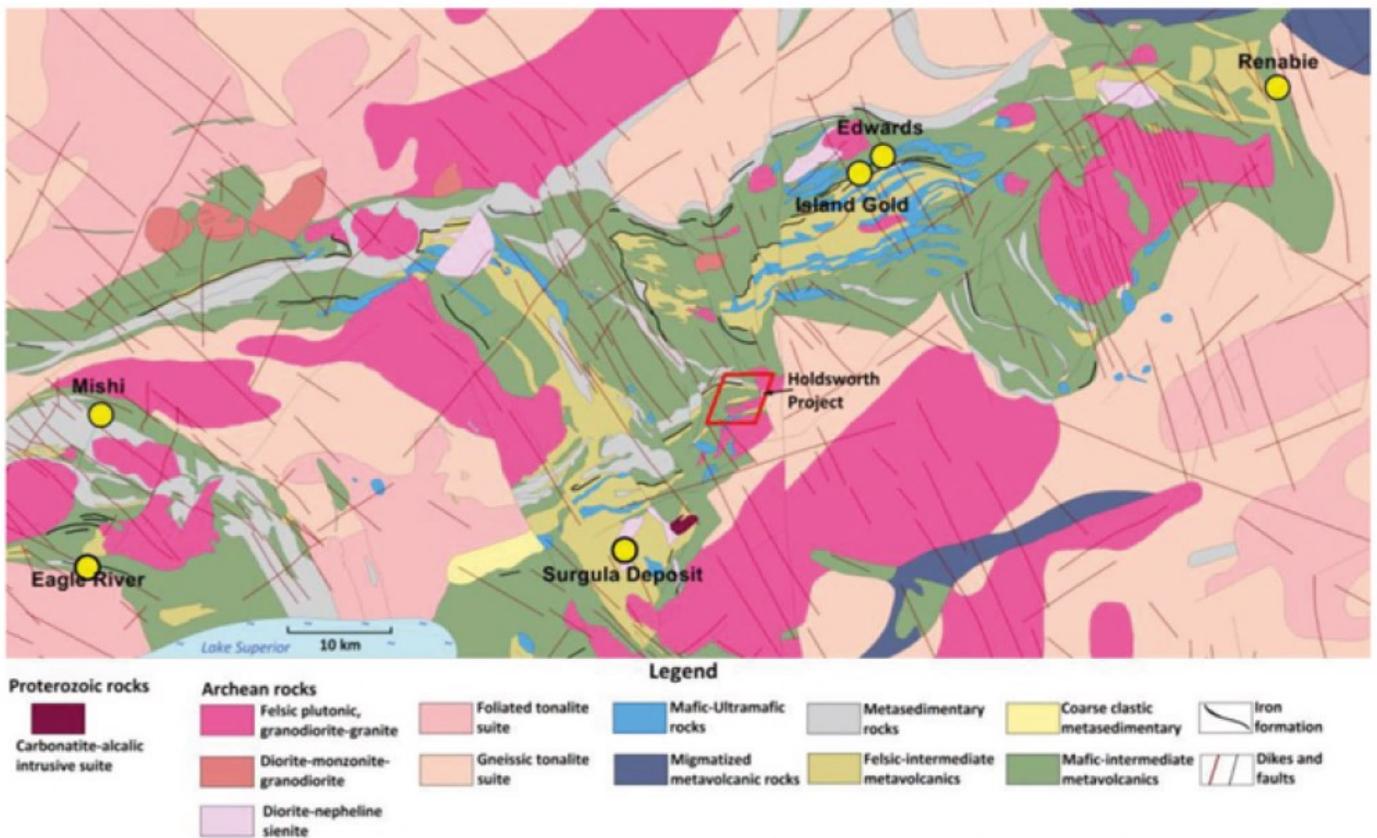


Figura 1. Mapa geológico para la zona de estudio. Fuente, Ontario Geological Survey.

## 2.2. Descripción del sistema MobileMT

En la práctica, los métodos electromagnéticos (EM), y principalmente aerotransportados, no son siempre efectivos para identificar vetas, aunque ellas tengan un importante contenido de sulfuros. Una condición se debe a que, aunque la veta posea sulfuros, se pueden encontrar tan diseminados que no sean detectados dado que no pueden conformar circuitos que puedan ser medidos. Aun así, la resistividad es un parámetro muy importante en la alteración de procesos hidrotermales (Williams, 1997), diferenciación de litologías y potencialmente las estructuras que los conforman.

Para medir resistividades, los métodos de EM pueden tener roles multipropósitos para explorar depósitos de oro, sin embargo, las metodologías a aplicar y los equipos pueden diferir dependiendo del grado de sofisticación de los parámetros técnicos a utilizar.

Debido a la importancia de realizar un mapa de resistividad en 3 dimensiones (3D) para este proyecto, se seleccionó el método Mobile MT, sobre otros métodos EM por tener las siguientes características para la exploración de oro orogénico.

- El método MobileMT no está limitado por las variaciones fuertes en resistividad en

ambientes geológicos altamente resistivos (como ocurre con el principio del método EM time domain).

- Las medidas realizadas en campo total permiten definir el contraste de los cuerpos en cualquier dirección, desde vertical hasta horizontal.
- Un ancho de banda de cuatro órdenes de magnitud, lo que asegura profundidades de investigación desde la superficie hasta 1 kilómetro de profundidad. El amplio rango de profundidades es una ventaja crucial para realizar la cartografía en 3D de un sistema de cizalla, con profundidades de niveles equivalentes a las fallas.

Adicionalmente, el sistema MobileMT incluye mediciones del campo magnético y de conductividad aparente determinado en 18 ventanas desde los 54 Hz a 18.456 Hz. Finalmente, debido al interés de reconocer la estructura de cizalla en 3D, se seleccionó el método Mobile MT sobre otros.

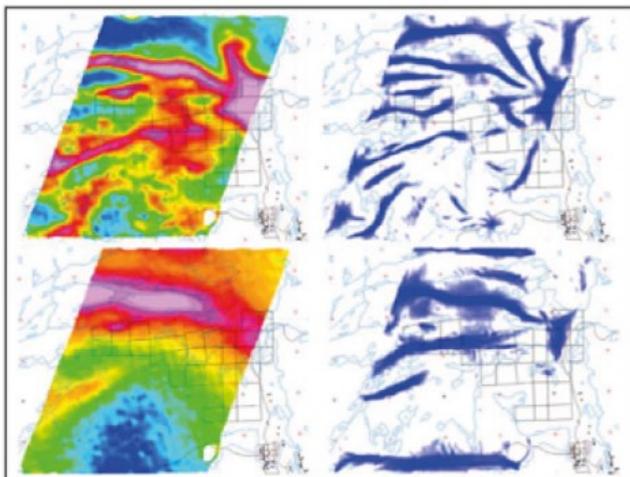
## 3. Aplicación del método aerotransportado

### 3.1. Metodología de adquisición

La adquisición se divide en los equipos utilizados en el terreno y los ubicados en el helicóptero. En tierra fue instalada una base magnetotelégrafica, parte del sistema MobileMT, con sincronización de datos en paquetes de 5 minutos y un equipo de magnetometría GSM-19T para medir el campo magnético total. La información adquirida por los equipos de tierra sirve como referencias para las variaciones de los campos electromagnéticos y del campo magnético terrestre. El equipo MobileMT es instalado en una plataforma de helicóptero, en este ejercicio un helicóptero Bell 206, con una línea larga que lleva el equipo que adquiere los datos de los campos electromagnético y magnético terrestre. El equipo está sincronizado en tiempo y ubicaciones por medio de un sistema de GPS.

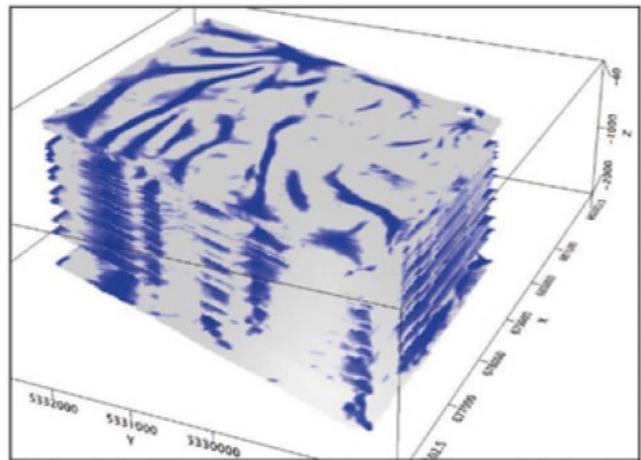
### 3.2. Resultados de la adquisición

Utilizando las propiedades físicas observadas por el equipo MobileMT, conductividad, resistividad y magnetometría, se resuelve uno de los principales problemas del depósito, el cual es realizar un mapa detallado de la resistividad en 3D. Los lineamientos observados en la *Figura 2* son el resultado de los datos obtenidos a partir de la información geofísica.



*Figura 2.* Dos frecuencias del MobileMT, – 16.127 Hz (arriba) y 80 Hz (abajo); Conductividad aparente (izquierda) – altos en rosado, bajos en azul, lineamientos de alta y baja conductividad (derecha).

Las altas frecuencias del MobileMT reflejan los datos más superficiales, mientras que las altas frecuencias corresponden a estructuras de mayor profundidad. De esta manera, se pueden asociar frecuencias con profundidades. Para visualizar el resultado en 3D, se grafica la conductividad aparente de las 18 ventanas de frecuencias en planos asociados a diferentes profundidades, tal como se puede observar en la *Figura 3*.



*Figura 3.* Vista 3D de los lineamientos de conductividades aparentes obtenidos para las 18 ventanas adquiridas desde las frecuencias de 54 Hz a 18.456 Hz. Z es la profundidad en metros a partir de la profundidad de piel de las frecuencias.

Posteriormente, se presentan las zonas con mayor respuesta geofísica (lineamientos magnéticos y zonas con mayores resistivas y conductivas) sobre el mapa geológico del bloque Holdsworth, con el objetivo de determinar la relación entre los resultados geofísicos y las estructuras geológicas (*Figura 4*). MacDonald Mines Exploration (2018) identifica un corredor de 500 metros de longitud (zona de cizalla), el cual posee áreas lineales de pirita, identificado como Soocana Vein System (1) y BMK gold Discovery (2), también mostrados en la *Figura 4*. Estas dos estructuras fueron corroboradas con cambios en la conductividad aparente.

### 4. Interpretación

La zona de deformación se refleja como una distorsión en la zona de conductividad y su forma curva se debe a un patrón de elasticidad. También se encuentra un tren ortogonal magnético denominado CVG, el cual tiene una dirección NW-NE, que intersecta la zona de deformación.

Para identificar las variaciones de la geometría en la zona de cizalla mineralizada, se observan los cambios en la resistividad aparente, por lo que se presentan varios cortes a diferentes profundidades. Al detallar dichos cortes a diferentes profundidades piel, el patrón de la zona de deformación en resistividad aparente cambia en profundidad y desaparece en frecuencias menores a 635 Hz (mayores a ~ 500 metros de profundidad piel), tal como es mostrado en la *Figura 5*.

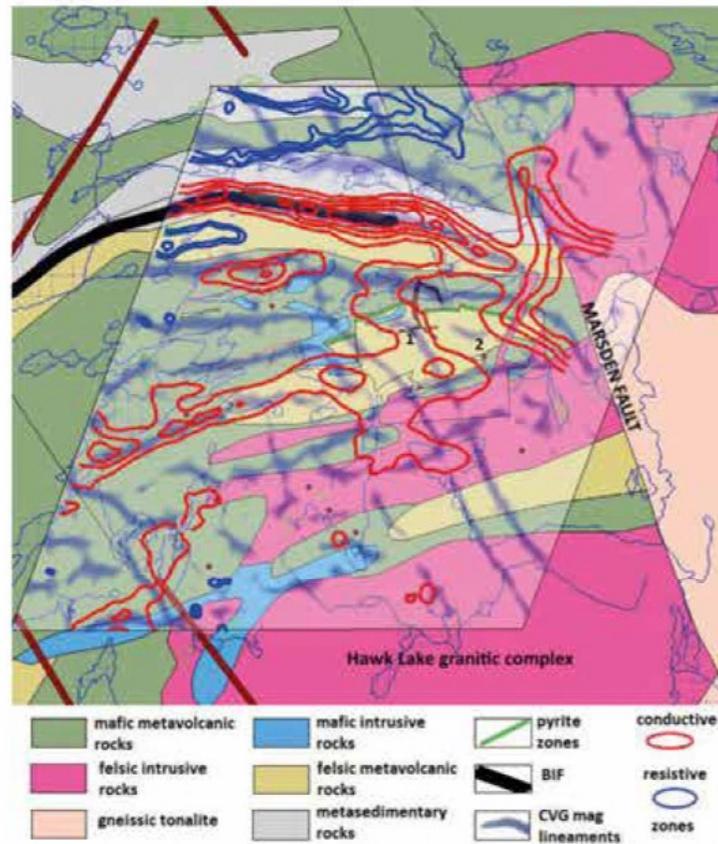


Figura 4. Relación entre las respuestas geofísicas y el mapa geológico. Las zonas de conductividad alta y resistividad alta son obtenidas de altas frecuencias.

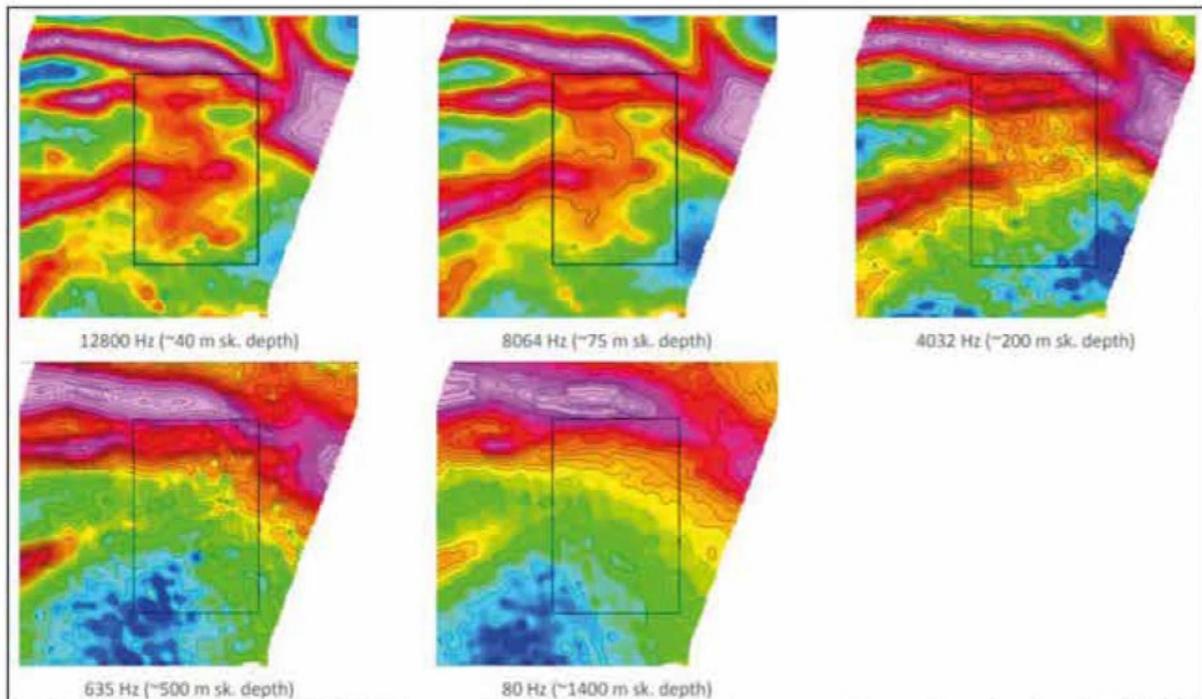


Figura 5. Parrillas de colores de resistividad aparente (azul: baja, rojo: alta), para unas frecuencias seleccionadas del MobileMT para la zona del proyecto de oro orogénico en Holdsworth. A menores frecuencias, mayor penetración, en este caso hasta 1400 metros a 80 Hertz.

Otra metodología para observar las variaciones de las propiedades es graficar las diferentes

frecuencias en perfiles. En la Figura 6 se separan las altas frecuencias (3.200 Hz a 12.800 Hz) y

bajas frecuencias (65 Hz a 635 Hz) con la respuesta de resistividad aparente. Esta selección de datos muestra el cambio de propiedades en la frecuencia de los 65Hz (500 metros aproximadamente).

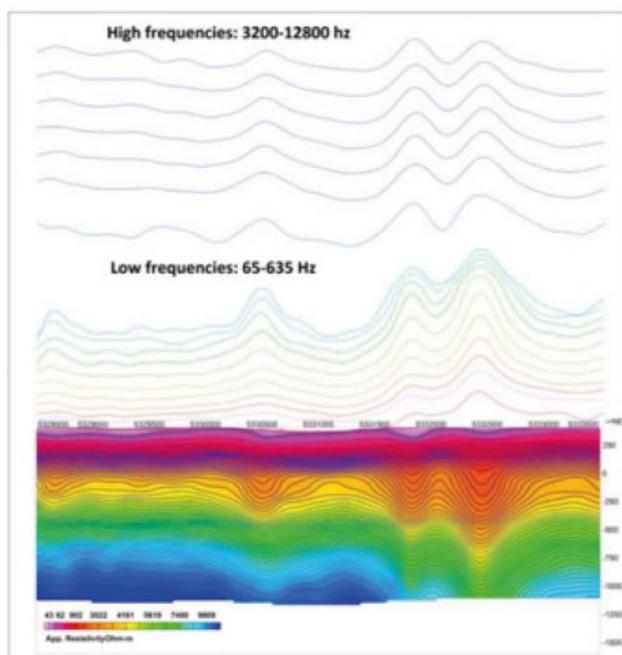


Figura 6. Sección de resistividad aparente (abajo) con perfiles de EM (arriba). La línea 1.100 fue representada con las frecuencias 65, 79, 100, 126, 159, 200, 252, 318, 400, 504, 635, 3.200, 4.032, 5.080, 6.400, 8.064, 10.159, 12.800 Hz de

## 5. Conclusiones

El proyecto aurífero Holdsworth, en Wawa (Ontario, Canadá), posee un depósito de oro orogénico, el cual pudo ser identificado a profundidad utilizando el sistema de magnetotelúrica aerotransportada MobileMT. La forma de la anomalía en conductividad y el cambio de conductividad en la zona de cizalla, basado en el cambio de valores en la frecuencia de 65 Hz (profundidad piel de 500 metros

aproximadamente), es acorde al tipo de depósito de oro orogénico.

Los trenes estructurales y los patrones de alteración en el proyecto Holdsworth pueden ser detectados gracias a los datos electromagnéticos y magnéticos en alta resolución del sistema MobileMT. Los rangos de profundidades, asociados a diferentes frecuencias permiten la interpretación del modelo de oro orogénico, así como zonas de variación dentro del sistema fallado.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a las empresas Expert Geophysics Ltd, MPX Geophysics Ltd. por el apoyo incondicional al desarrollo de este proyecto. y a MacDonald Mines Exploration por permitir la publicación de los resultados aquí presentados.

## Referencias

- Callan, N.J. 1991. Syn-Deformational Shear Zone-Hosted Au-Quartz Vein Mineralization in TTG Host Rocks, North Ontario. Ontario Geological Survey. Open File Report 5759.
- MacDonald Mines Exploration. March 2018. Wawa-Holdsworth project (press-release). <https://macdonaldmines.com/macdonald-mines-discovers-new-oxide-sands-zone-at-its-wawa-over-1-83-m-within-5-71-g-t-aeq-over-3-05-m/>
- Sage R.P. 1994. Geology of the Michipicoten Greenstone belt. Ontario Geological Survey. Open File Report 5888.
- Williams, P.K. 1997. Towards a Multidisciplinary Integrated Exploration Process for Gold Discovery. In "Proceeding of Exploration 97: 4th Decennial International Conference on Mineral Exploration. P.1015-1028.