

## NEXT mejora la exploración minera en terrenos glaciares

En esta imagen de portada, Pertti Sarala, profesor de investigación en exploración geoquímica del Centro de Investigación Geológica de Finlandia (GTK) y de la Escuela de Minas de Oulu, toma muestras de la capa superior del suelo. El muestreo geoquímico de la capa superior del suelo es una de las técnicas avanzadas de exploración geoquímica de superficie, respetuosa con el medio ambiente, que se ha probado con éxito en el proyecto **financiado por la UE NEXT - New Exploration Technologies (Nuevas tecnologías de exploración)**, del **Horizonte 2020**. Para este artículo, hemos invitado a Pertti a que nos explique con más detalle los avances de la exploración minera en terrenos glaciares logrados con el proyecto NEXT.



### ¿Podría contarnos brevemente la historia de la exploración minera en terrenos glaciares?

Desde hace más de cien años se utilizan en la exploración minera de los terrenos glaciares los estudios de la geología de superficie, de los bloques en superficie y de los minerales pesados. Los métodos geoquímicos también han servido de base de las cartografías del potencial minero en estos terrenos durante más de 50 años. Desde la década de 1950 el desarrollo de las técnicas de análisis químico ha sido continuo, permitiendo la determinación de concentraciones cada vez más bajas y de un grupo de elementos cada vez mayor. Partiendo de los metales básicos, es decir, el cobre, el plomo, el níquel y el zinc, explorados en la década de 1960, la industria minera pasó de centrar su interés en los metales preciosos, como el oro y el platino en la década de 1980 a hacerlo en los metales de alta tecnología, como el galio, el indio y el escandio. Los elementos de las tierras raras y los metales asociados a la tecnología de baterías han sido objeto de una exploración y extracción intensiva desde la década de 1990. De hecho, este desarrollo de las técnicas analíticas ha sido un factor de impulso para la exploración minera en todo el mundo.

## ¿Cómo se relacionan estos avances con nuestra comprensión de los procesos de exploración minera?

En especial en los terrenos glaciares, nuestra comprensión de los procesos de transporte y deposición aumentó gracias al uso de técnicas de investigación geológica de superficie. El desarrollo de lo que se conoce como interpretación morfológica, y nuestra mejor comprensión de los procesos de formación en relación con las condiciones subglaciales y la dinámica glaciar, han contribuido mucho para ampliar nuestros conocimientos. Como ejemplo puede hacerse referencia al uso del método de teledetección conocido como LiDAR, que se utiliza para examinar la superficie de la Tierra. Los modelos de elevación basados en LiDAR han renovado por completo el proceso de cartografía morfológica, ya que el mayor detalle que proporciona de los rasgos glaciares permite una interpretación mucho más avanzada. Esto ha aportado abundante información que permite profundizar en aspectos como la dispersión secundaria de materiales mineralizados en terrenos glaciares.

## ¿Qué aspectos consideraría de mayor importancia en el contexto de la exploración minera de terrenos glaciares?

Un aspecto fundamental de la exploración minera es generado por el **till** o **till glaciar**, que puede describirse como un sedimento glaciar no clasificado, derivado de la erosión y del arrastre de material por el hielo en movimiento de un glaciar. Como consecuencia de este proceso, el till representa una mezcla de sustrato rocoso fresco, sustrato rocoso pre-glacial erosionado y otros sedimentos preexistentes. El till y los fragmentos de roca se encuentran siempre a cierta distancia de la fuente o fuentes de las que proceden. A medida que se dispersan en la dirección del flujo de hielo, dan una indicación mayor y más homogenizada de la(s) fuente(s) de las que proceden más que del sustrato rocoso que tienen debajo. Sin embargo, esta dispersión está condicionada por muchos factores diferentes, como la geología, la topografía y las condiciones subglaciales con variaciones de la masa de hielo, y depende en gran medida de los entornos de deposición glaciogénica compuestos por la erosión glaciar, el transporte de materiales y la deposición.

Los **depósitos glaciogénicos espesos**, las **grandes zonas cenagosas** y el **sustrato rocoso pre-glacial alterado** son un reto para la exploración minera y requieren métodos de investigación costosos. Estos entornos geológicos son típicos de grandes zonas del hemisferio norte y son muy sensibles a los cambios climáticos y ambientales y a las acciones de cualquier tipo que puedan perturbar la vegetación y los suelos.

### ¿Cómo se realiza tradicionalmente el muestreo en estos terrenos glaciares?

Tradicionalmente las muestras de till se han recogido utilizando catas hechas a mano, pero con frecuencia se necesitan métodos de muestreo más pesados, como la excavación con tractor, la perforación por percusión y la perforación del suelo, para obtener muestras más representativas a mayor profundidad dentro de la cubierta transportada. Para los análisis geoquímicos mediante lixiviación parcial se utilizan fracciones de tamaño específico del till, como las inferiores a 0,063 mm. Para determinar la composición elemental de las muestras se requieren métodos basados en la espectroscopia de emisión atómica y la espectroscopia de absorción atómica. Esto explica por qué este procedimiento tradicional de muestreo suele ser caro y largo.

No debe olvidarse tampoco que los diferentes intereses en el uso del suelo, y las grandes zonas conservadas, pueden restringir el trabajo de campo de exploración minera con métodos tradicionales de muestreo y análisis geoquímicos. Por ejemplo, las zonas septentrionales y subárticas de Fenoscandia y Finlandia son por lo general vulnerables y pertenecen ampliamente a Natura 2000 u otros programas de conservación de la naturaleza. A pesar de la relativamente elevada actividad actual de exploración minera en nuestra parte del mundo, vastas zonas de Finlandia y del Escudo Fenoscandio están poco estudiadas para la exploración.

### ¿Podría describir los avances en la exploración minera de terrenos glaciares conseguidos por el proyecto NEXT?

Nuestro objetivo es evaluar la eficacia de los métodos de investigación geoquímica que ofrecen una forma fácil de recoger muestras con un impacto bajo o insignificante en la naturaleza y que, además, son rentables. Para abandonar el uso del muestreo pesado bajo la cubierta transportada de los terrenos glaciares se necesitan nuevos métodos de muestreo y análisis que nos proporcionen una señal geoquímica directamente del sustrato rocoso subyacente.

Nuestro uso de **métodos avanzados de exploración geoquímica de superficie** se basa en la **migración de iones metálicos a través de los depósitos de sedimentos**. Como mi colega de investigación en el proyecto del Horizonte 2020 NEXT, financiado por la UE, Maarit Middleton, ya explicó en su anterior artículo ([enlace](#)), las capas superiores del suelo, las

plantas y la nieve proporcionan medios de muestreo relativamente fáciles, rápidos y rentables con un impacto medioambiental muy bajo. De hecho, los rastros de este tipo de muestreo son difíciles de detectar en el terreno.

Además, con solo unos pequeños requisitos de pre-procesado, y apoyados en numerosas técnicas de lixiviación débil o parcial, estos métodos son muy rentables para muchos tipos de mineralización en diferentes terrenos. Asimismo, las nuevas técnicas de análisis geoquímico in situ, como el instrumento de campo de sondeo electroquímico que se está desarrollando en el proyecto NEXT, así como otros analizadores de campo modernos, como la XRF portátil, pueden apoyar la exploración geoquímica de superficie proporcionando concentraciones de elementos directamente en el campo. Esto supone una enorme ventaja, ya que ofrece la posibilidad de obtener resultados de muestreo en tiempo real en lugar de tener que enviar primero las muestras a un laboratorio y tener que esperar varios días para obtener los resultados.

### ¿Cómo describiría las ventajas de los nuevos métodos geoquímicos de superficie en NEXT?

El desarrollo de nuevas técnicas de muestreo y métodos de análisis que utilizan las capas superiores del suelo, las plantas y la nieve permite una exploración minera rentable y respetuosa con la naturaleza en zonas ambientalmente sensibles como el Ártico. En estas zonas, la cubierta transportada suele consistir en un espeso depósito glaciogénico y grandes áreas cubiertas de turba que suponen un reto para los métodos de exploración tradicionales. Además, hay grandes zonas donde la accesibilidad es restringida debido a las grandes extensiones deshabitadas. También hay muchas zonas de reserva natural, lo que hace que el uso de maquinaria pesada para la exploración minera sea completamente inadecuado.

También cabe señalar que es frecuente encontrar una espesa cubierta transportada y que estas técnicas son perfectamente adecuadas también en estos terrenos. Los métodos geoquímicos de superficie han demostrado ser eficaces en el reconocimiento de muchos tipos de yacimientos enterrados o unidades litológicas mineralizadas y estructuras del sustrato rocoso. Esta es una ventaja importante cuando se trata de seleccionar objetivos para posteriores estudios de exploración. Además, creo que la reducción del impacto medioambiental y de la huella de exploración mediante el uso de estas tecnologías puede contribuir a aumentar la aceptación social de la exploración minera en estos terrenos.

Más información sobre NEXT:

[www.new-exploration.tech](http://www.new-exploration.tech)



Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención n.º 776804

*Exoneración de responsabilidad: Este documento refleja únicamente las opiniones del autor y la Comunidad no será responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.*