

Cómo Escoger la Tecnología Adecuada de Levantamiento Topográfico Minero

Una guía para determinar cuándo usar Satélites, drones y LiDAR





INTRODUCCIÓN

Los rajos activos, los depósitos de desmonte, las pilas de acopio, las plantas de lixiviación y las instalaciones de almacenamiento de relaves (TSF) están en constante cambio. Monitorear las cambiantes dinámicas de las operaciones mineras y el manejo del agua es crucial para garantizar la seguridad, cumplimiento y eficiencia en los sitios mineros. Los profesionales de la minería necesitan datos robustos y oportunos de levantamiento topográfico para administrar sus sitios de manera responsable y eficiente.

Tradicionalmente, los equipos terrestres de levantamiento topográfico realizaban la cartografía manual de las zonas a un ritmo relativamente lento de unos 10 a 30 km² diarios, en promedio (Hammer Misiones, 2022, párr. 8), para crear mapas de baja densidad. Sin embargo, las tecnologías han avanzado y las operaciones mineras se han vuelto más complejas; este enfoque basado únicamente en la presencia en terreno se ha vuelto inadecuado para seguir el ritmo de las decisiones empresariales y las cambiantes normas regulatorias.

En la actualidad, los profesionales de la minería disponen de múltiples tecnologías remotas para medir y monitorear la cambiante topografía de su sitio, incluidos satélites ópticos de alta resolución y revisita rápida, drones y sistemas Light Detection and Ranging (LiDAR).

Escoger la tecnología adecuada es fundamental, ya que existen muchas opciones para optimizar el proceso de levantamiento.

Comprender los beneficios y limitaciones de cada tecnología es esencial para seleccionar las fuentes de datos más apropiadas, e integrar varias soluciones en un enfoque holístico, para optimizar sus operaciones mineras.

En esta guía, compararemos las fortalezas, limitaciones y aplicaciones de estas tecnologías para ayudarle a elegir la mejor combinación de herramientas para el levantamiento en su sitio.

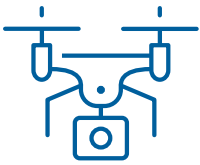
Comparación de las Opciones de Levantamiento Topográfico

Los rajos activos, los depósitos de desmonte, las pilas de acopio, las plantas de lixiviación y las instalaciones de almacenamiento de relaves (TSF) están en constante cambio.

Comparación de las Opciones de Levantamiento Topográfico

Dependiendo de sus prioridades operacionales, ya sea que esté buscando una inspección topográfica más detallada o un análisis de nivel superior, cada tipo de tecnología de levantamiento tiene sus propias fortalezas, limitaciones y casos de uso potenciales en sitios mineros.

A continuación, se presenta una breve descripción general de cada solución:



Los drones (UAV) ofrecen una excelente flexibilidad y accesibilidad según demanda para capturar imágenes detalladas y topografía, aunque requieren operadores in situ. Dado que vuelan a alturas más bajas que las aeronaves tradicionales tripuladas, los drones pueden evitar algunas condiciones atmosféricas, capturando imágenes de mayor resolución con precisión vertical de hasta niveles centimétricos. Pero las condiciones meteorológicas adversas, como vientos fuertes, lluvia, niebla y temperaturas extremas, pueden afectar su estabilidad de vuelo. Sus tiempos de vuelo limitados implican áreas de captura más pequeñas, lo que puede presentar desafíos al fusionar datos de múltiples vuelos, provocando posibles desfases en los datos resultantes y requiriendo tiempo adicional para adquirir y procesar información sobre todo el sitio.



LiDAR se ha convertido en un referente para levantamientos de precisión porque captura datos detallados de elevación, creando levantamientos topográficos de un área para establecer una base de referencia con alta precisión absoluta en un solo vuelo. Su capacidad para atravesar la vegetación le da una ventaja sobre otras herramientas de obtención de imágenes. Sin embargo, dado que LiDAR requiere largos tiempos de procesamiento y aeronaves tripuladas, enfrenta restricciones relacionadas con la accesibilidad, los gastos y la flexibilidad de los intervalos de revisita.



Los satélites ópticos de alta resolución ofrecen la capacidad insuperable de recopilar imágenes detalladas de grandes áreas. Estos satélites pueden realizar el levantamiento de una mina completa con una sola imagen instantánea, junto con ofrecer una excelente consistencia de datos, repetibilidad y precisión. Las imágenes satelitales ofrecen una solución rentable con tiempos de entrega rápidos, proporcionando datos históricos de archivo y levantamientos continuos para contar con una línea de tiempo completa de registros con fecha.



Los satélites ópticos de revisita rápida abarcan un área de captura mucho más pequeña y son menos precisos que sus contrapartes de alta resolución. Pero como su nombre sugiere, pueden proporcionar tiempos de captura rápidos al aprovechar una constelación más grande de satélites.



InSAR no es una tecnología de levantamiento topográfico, a diferencia de las otras soluciones enumeradas anteriormente. Debido a que detecta el movimiento y el desplazamiento del suelo, en lugar de generar grillas de elevación, tiene aplicaciones notablemente diferentes a las otras cuatro tecnologías que comparamos en esta guía. Por lo tanto, se ha excluido de este análisis y del gráfico de la página siguiente.

Tecnología	Fortalezas	Limitaciones	Mejores Casos de Usos en Minería
<p>Drones</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Alta resolución de píxel (a nivel centimétrico) y precisión relativa con control terrestre Implementación flexible según demanda Rentable, especialmente como parte de un programa interno 	<ul style="list-style-type: none"> Cobertura limitada, suele abarcar hasta 4 km² por vuelo Se ve afectado por clima y regulaciones de espacio aéreo Requiere operación in situ 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamientos detallados y localizados Inspecciones a tranque de relaves Manejo de pila de acopio
<p>LiDAR</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Precisión absoluta extremadamente alta (5-15 cm) Atraviesa vegetación para revelar la superficie del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> Operación costosa Tiempo de procesamiento prolongado Requiere permisos de vuelo Se ve afectado por condiciones meteorológicas, e especialmente lluvia 	<ul style="list-style-type: none"> Cartografía detallada del terreno Levantamiento topográfico de referencia
<p>Satélites Ópticos De Alta Resolución</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Amplio rango de cobertura de cientos de km² o más Actualizaciones frecuentes y archivos históricos para monitoreo a largo plazo No requiere acceso a sitio 	<ul style="list-style-type: none"> Menor resolución de píxel y grilla de elevación que drones o LiDAR Se ve afectado por nubosidad y otras condiciones atmosféricas 	<ul style="list-style-type: none"> Levantamientos topográficos de sitio completo Manejo de relaves Monitoreo a largo plazo
<p>Satélites Ópticos De Revisita Rápida</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliza amplias redes satelitales para realizar topografía frecuente del emplazamiento minero, posiblemente semanal Ofrece procesamiento rápido de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Comparado con otras tecnologías, esta opción presenta menor resolución y precisión general 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo frecuente (p.ej. mensual o semanal) de instalaciones de almacenamiento de relaves (TSF), pilas de acopio, depósitos de desmonte y otras instalaciones



Cuándo Utilizar Cada Tecnología

Una sola tecnología puede no ser la mejor solución para escenarios de emplazamientos mineros complejos y dinámicos. Para seleccionar la herramienta adecuada para cada trabajo, es necesario comprender el problema específico que se intenta resolver, el tipo de datos necesarios para resolverlo y las limitaciones en términos de presupuesto y plazos.

A continuación, se presentan algunos escenarios comunes que podrían impulsar su elección hacia una tecnología de topografía por sobre otra.

Escoja satélites ópticos de alta resolución cuando:

- Su proyecto incluye un levantamiento altimétrico a gran escala, que requiere una amplia cobertura en una sola toma
- Su proyecto requiere actualizaciones periódicas y levantamientos históricos para monitoreo a largo plazo
- Necesita realizar levantamientos pasivos de zonas remotas y de difícil acceso sin requerir acceso al sitio ni permisos para aeronaves

Escoja satélites ópticos de revisita rápida cuando:

- Los proyectos requieren monitoreo periódico (p. ej., mensual o semanal) de las instalaciones de almacenamiento de relaves, pilas de acopio, depósitos de desmonte y sitios similares, en los que tal vez no es necesario un alto nivel de precisión absoluta

Escoja drones cuando:

- Tenga un área de proyecto pequeña o se centre en levantamientos específicos y localizados
- Su sitio requiere una implementación rápida o flexibilidad según demanda

Escoja LiDAR cuando:

- Desea realizar un levantamiento de referencia de su sitio
- Su proyecto incluye un levantamiento altimétrico a gran escala, que requiere una amplia cobertura en un solo vuelo
- Cuenta con un presupuesto mayor que puede adaptarse a los mayores costos de las aeronaves tripuladas
- Necesita un análisis detallado y dispone de un plazo más largo para un procesamiento complejo
- Necesita realizar levantamiento de las elevaciones del terreno obstruido por la vegetación



Mejores Prácticas para Integración Tecnológica

No existen dos emplazamientos mineros iguales, y cada ubicación enfrenta desafíos particulares que afectan la planificación y la implementación de un programa eficaz de levantamiento altimétrico. La elección de una tecnología de levantamiento topográfico no es una decisión excluyente o estándar para todos los casos, sino una consideración dinámica que requiere un enfoque holístico.


La integración de datos procedentes de tecnologías complementarias permite a los operadores mineros compensar las limitaciones de cada herramienta, al tiempo que potencia la precisión y la exhaustividad general de diversos levantamientos para ofrecer una visión más completa de la topografía del emplazamiento. Por ejemplo, al combinar el levantamiento de referencia del sitio completo a partir de las imágenes de satélites ópticos con los datos detallados y específicos de un levantamiento con drones, los operadores pueden fusionar múltiples conjuntos de datos para crear una imagen más completa de su emplazamiento minero, lo que hace que ambos conjuntos de datos sean más valiosos cuando se trabajan juntos que por separado.

Al aprovechar el potencial colaborativo de estas soluciones, los operadores pueden acceder a toda la información que necesitan para gestionar de forma segura y eficiente las operaciones mineras, el manejo del agua, las instalaciones de almacenamiento de relaves, los depósitos de desmonte, las pilas de acopio y las plantas de lixiviación.

Para obtener más información sobre cómo aprovechar las imágenes de satélites ópticos para generar o complementar datos de levantamiento topográfico de su mina, solicite una cotización a PhotoSat.

Fuentes

1. Hammer Missions. (12 de septiembre, 2022). How drone technology is changing the mining industry: Drones for Mining. <https://www.hammermissions.com/post/how-drone-technology-is-changing-the-mining-industry>



Una buena toma de decisiones depende la información en la que se basa. En PhotoSat creemos firmemente que mejores datos conducen a mejores decisiones.

Nuestra misión es respaldar proyectos seguros y responsables, desde la construcción de infraestructura hasta el desarrollo de recursos, en todo el mundo. Proporcionamos datos e información asociada en los que pueden confiar geólogos e ingenieros.

**Solicite una cotización hoy mismo en:
PhotoSat.ca**



PhotoSat Information Ltd.
#580—1188 West Georgia Street
Vancouver BC Canada V6A4E2
1-604-681-9770

PhotoSat.ca