

Análisis multiespectral vs hiperespectral para la detección de minerales de alteración mediante imágenes satelitales

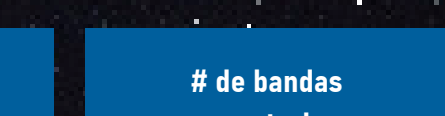
Comparación y Contraste de Diferencias Clave en Tecnologías de Imágenes Espectrales

La tecnología de análisis hiperespectral ha existido durante más de treinta años, pero los beneficios prácticos para la exploración mineral han sido limitados. Los recientes avances en el procesamiento, especialmente con algoritmos de Deep Learning, han mejorado los resultados y la eficiencia. Ahora, gracias a los nuevos satélites equipados con sensores hiperespectrales de alta calidad, los equipos de exploración pueden utilizar esta tecnología desde el espacio.

Multiespectral vs Hiperespectral

Más bandas espectrales = Mayor detección de minerales

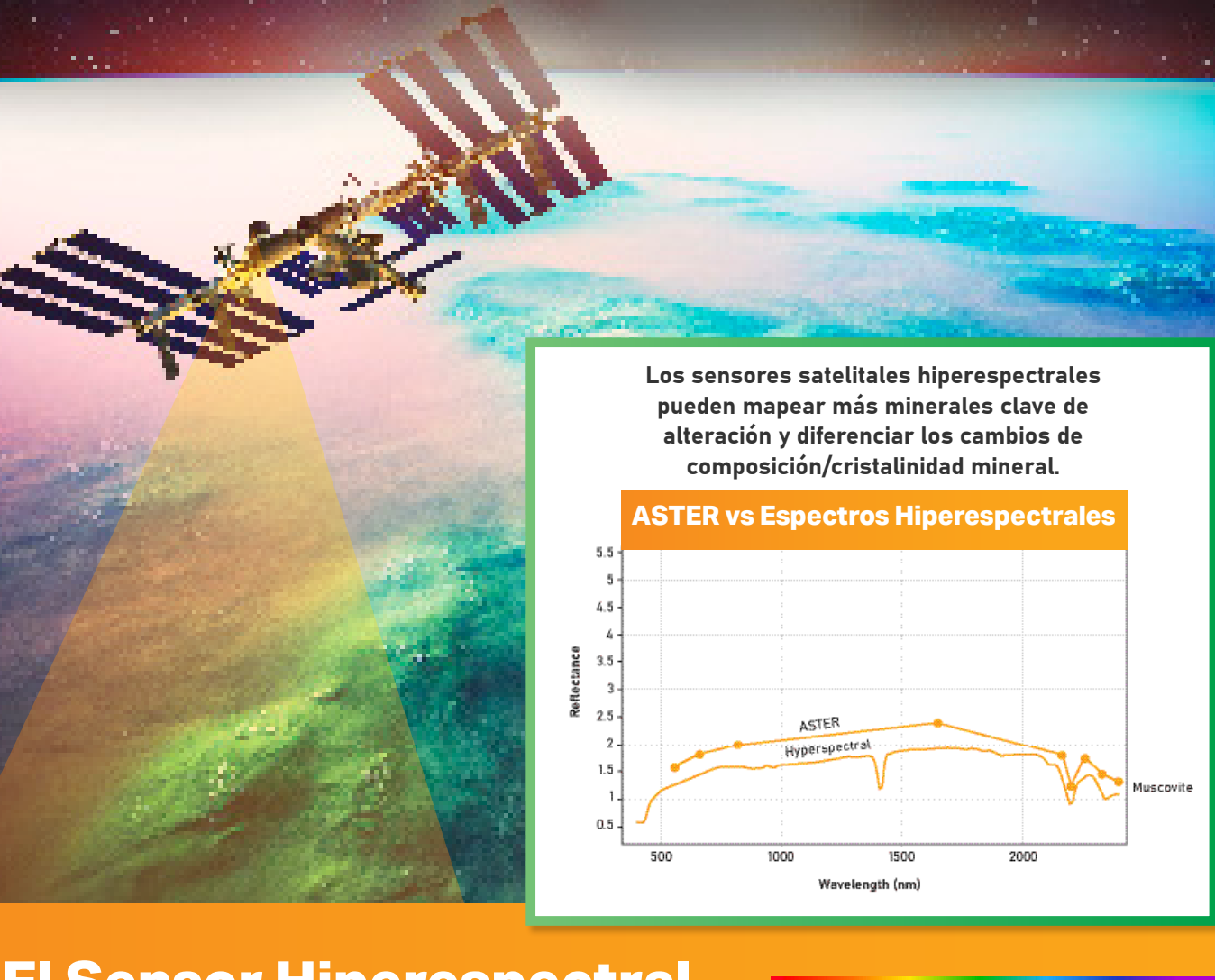
Espaciado de bandas estrecho y uniforme = diferenciación de composiciones/cristalinidades minerales



Los sensores multiespectrales satelitales capturan ~3 - 20 bandas espectrales amplias, y cada banda tiene espaciado desigual, que capturan datos en varios rangos de longitud de onda. Los datos hiperespectrales capturan cientos de bandas espectrales en las que cada banda cubre un rango de longitud de onda mucho más estrecho y con un espaciado de bandas constante.

En el análisis espectral, se puede identificar un mineral midiendo cómo absorbe la luz en diferentes longitudes de onda, principalmente en el Espectro Infrarrojo de Onda Corta (SWIR). El número de minerales que se pueden identificar está limitado por el número de bandas espectrales capturadas por un sensor determinado.

Sensor satelital	# de bandas espectrales
Sentinel-2	VNIR: 10 SWIR: 3
ASTER	VNIR: 4, SWIR: 6 TIR: 5
WV-3	VNIR: 8 SWIR: 8
Hiperespectral con capacidad SWIR (EMIT, PRISMA, EnMAP, Tanager, etc.)	Entre 100 y 400 en VNIR y SWIR



El Sensor Hiperespectral

Diferencias clave entre las tecnologías hiperespectrales y multiespectrales:

Característica	Tecnología de Sensor Multiespectral	Tecnología de Sensor Hiperespectral*
Rango Espectral	8-16 bandas discretas en las regiones VNIR, SWIR, y TIR del espectro electromagnético	Más de 200 bandas espectrales en las regiones VNIR y SWIR
Resolución Espectral	Baja resolución; muestreo de segmentos específicos y amplios del espectro	Resolución muy alta; bandas espectrales continuas con muestreo de segmentos estrechos del espectro
Resolución Espacial	Resolución variable basada en la banda espectral e.g. ASTER: 15m VNIR, 30m SWIR, 90m TIR WV-3: 1.2m VNIR, 3.7m SWIR	Resolución media, con una resolución espacial de 30 m a 50 m para los rangos VNIR y SWIR
Productos PhotoSat	ASTER = 8 minerales WV-3 = 12 minerales	20+ mineral deliverables including compositions / crystallinities
Ventaja Clave	Amplia cobertura espectral, incluido infrarrojo térmico	Más de 20 productos entregables de minerales, incluidas composiciones/ cristalinidades Detalle espectral de alta resolución en el rango SWIR para una mejor identificación de minerales

**Nota: Los modelos de Deep Learning de PhotoSat se pueden aplicar a cualquier conjunto de datos satelitales hiperespectrales.*

Comprensión de Resolución Espacial vs Espectral

Resolución espacial es el detalle de una imagen en función del tamaño y número de sus píxeles.

Por el contrario, **la resolución espectral** se refiere a la capacidad de un sensor para distinguir entre intervalos estrechos de longitud de onda de radiación electromagnética (mayor resolución = más bandas espectrales).

Aunque los satélites hiperespectrales pueden tener una resolución espacial menor o igual que los satélites multiespectrales, la mayor resolución espacial significa que cada píxel contiene mucha más información. Como resultado, los minerales pueden identificarse con mucha más confianza.

Las imágenes hiperespectrales permiten la identificación de cambios minerales sutiles a través de la detección de **alteración de subpíxeles** lo que permite el análisis de píxeles individuales para determinar la presencia de minerales de alteración. En contraste, los datos multiespectrales a menudo requieren múltiples píxeles para una descomposición espectral precisa, lo que la hace menos eficaz para este propósito.

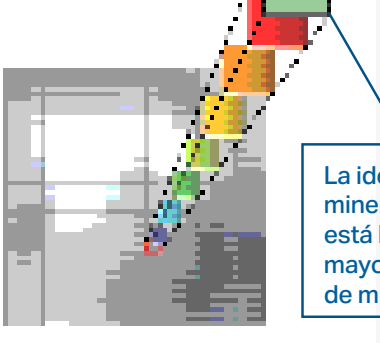
Es importante destacar que, con los datos hiperespectrales se pueden identificar múltiples minerales dentro del mismo píxel, y los minerales se pueden identificar incluso cuando el píxel está compuesto mayormente por vegetación (firma mixta de vegetación y mineral), lo cual no sucede con los datos multiespectrales, donde se necesita prácticamente suelo descubierto para una identificación positiva.

MULTIESPECTRAL

HIPERESPECTRAL

MULTIESPECTRAL

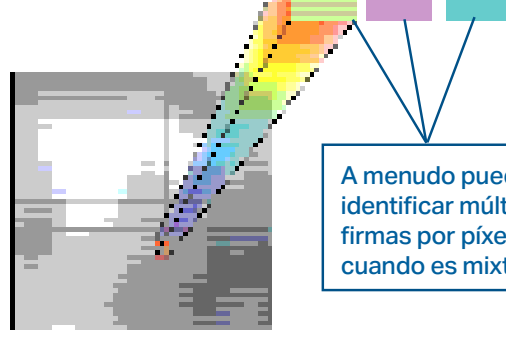
No se puede identificar los minerales con confianza cuando las firmas se encuentran muy mezcladas.



La identificación de minerales a menudo está limitada por un mayor grado de mezcla.

HIPERESPECTRAL

Alta resolución espectral significa que los minerales pueden identificarse con mayor confianza incluso cuando las firmas se encuentran muy mezcladas.



A menudo puede identificar múltiples firmas por píxel cuando es mixto.

Beneficios Clave de los Sensores Hiperespectrales para la Identificación Satelital de Objetivos de Minerales de Alteración

Los satélites hiperespectrales son un salto importante en la identificación de objetivos de minerales de alteración para la exploración mineral. Anteriormente estaba limitado a escáneres portátiles o sensores aéreos, pero ahora los geólogos pueden obtener resultados similares utilizando satélites para cubrir áreas mucho más grandes, sin necesidad de acceder al sitio. Esta tecnología puede:

- Mapear más minerales clave de alteración como pirofilita, muscovita e illita.
- Diferenciar las composiciones y cristalinidades de minerales como la alunita potásica versus la alunita sódica o la muscovita de alto contenido en aluminio versus bajo contenido.
- Detectar firmas de alteración sutiles a escala subpíxel utilizando modelos avanzados de Deep Learning, que mejoran la precisión y reducen los falsos positivos.
- Mapear abundancias relativas de minerales, lo que permite el desarrollo de mejores objetivos de exploración.
- Adquirir imágenes convincentes que ayuden a elaborar una interpretación completa del modelo de depósito mineral para inversores, ejecutivos y otras partes interesadas.

Mapeo de más de 20 Indicadores Minerales Clave

NUEVO Soluciones Hiperespectrales para Identificación de Minerales de Alteración de PhotoSat

PhotoSat está desarrollando nuevas soluciones hiperespectrales de Deep Learning que mapean más minerales y alteraciones sutiles que los datos multiespectrales tradicionales, aprovechando más de 20 años de experiencia en la industria de la exploración. Esta tecnología ayuda a los geólogos a tomar decisiones informadas, proporcionando nuevos descubrimientos de recursos y estrategias optimizadas. Los productos de Identificación de Objetivos de Exploración Hiperespectral (HET) de PhotoSat potencian los proyectos de exploración al mapear más minerales, sus abundancias relativas y los cambios en las composiciones minerales que los conjuntos de datos multiespectrales tradicionales.

HET Regional

La nueva herramienta de Identificación de Objetivos de Exploración Hiperespectral Regional de PhotoSat utiliza conjuntos de datos de satélites de resolución media, como EMIT y otros satélites hiperespectrales, para una evaluación rentable de las concesiones de exploración y la generación de objetivos de proyectos. El análisis hiperespectral satelital es completamente remoto y puede abarcar grandes áreas. Nuestros modelos de Deep Learning se pueden aplicar a cualquier satélite hiperespectral, liberando el potencial para aplicaciones adicionales.

HET de Propiedades (Próximamente disponible)

Esta herramienta proporcionará datos hiperespectrales de alta resolución para áreas a escala de propiedad, lo que permitirá a los geólogos identificar posibles objetivos para el trabajo de campo y comprender mejor la geología de su sitio. La ventaja clave de este producto será una resolución espacial mucho mayor aplicada a áreas de menor escala (escala de propiedad) mientras se aprovechan los beneficios de la alta resolución espectral de los sensores hiperespectrales.

Nuestros Productos y Cuándo Usarlos

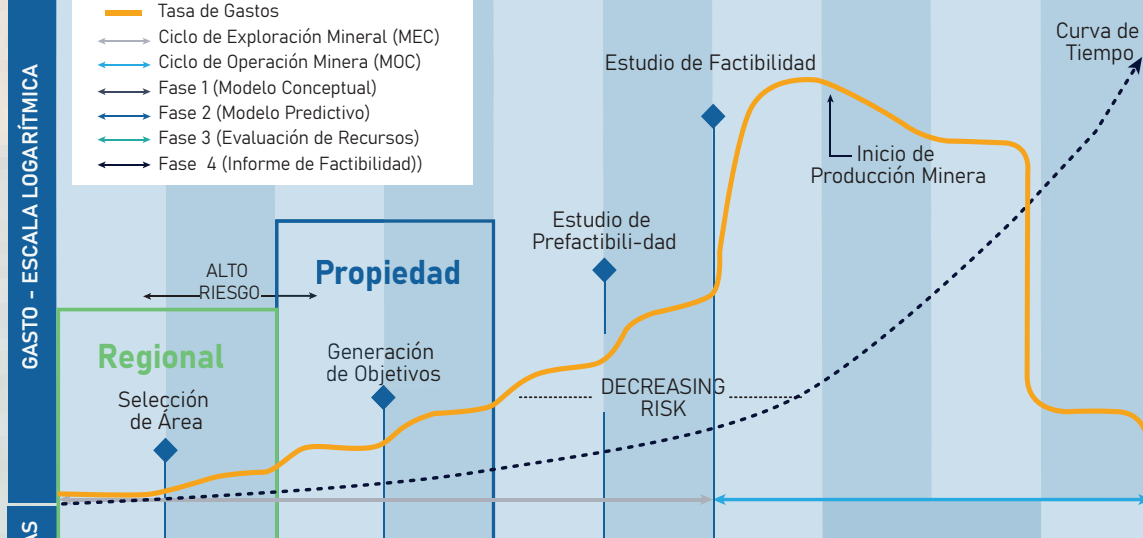
HET Regional

- De 1.000 a 100.000 km²
- Resolución espacial media
- Selección de área, concesiones de exploración, y generación de proyectos
- Comprender las tendencias regionales

HET de Propiedades

- Cientos de km²
- Alta resolución espacial
- Generación de objetivos de trabajo de campo
- Comprender la geología de la propiedad

Etapas del Proyecto de Exploración



PhotoSat saca partido a sus más de 200 años de experiencia conjunta y tecnología patentada para potenciar todo el ciclo de vida minero, desde la exploración hasta el cierre.

Mejores Datos. Mejores Decisiones.