



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: [www.sgp.org.pe](http://www.sgp.org.pe) ISSN 0079-1091

## **Análisis de aplicaciones espectrales derivados de imágenes Satelitales PerúSAT-1**

**Roy Andy Giraldo Colonia**

Laboratorio de Teledetección, INGEMMET, Lima, Perú

[telroy90@gmail.com](mailto:telroy90@gmail.com)

### **RESUMEN**

El siguiente artículo pretende mostrar las aplicaciones posibles de imágenes satelitales PerúSAT-1 para contribuir a futuros trabajos de Teledetección e Ingeniería, además de ver la utilidad de este sensor nacional. Dada las características espectrales del sensor, se pueden estimar y analizar los índices de vegetación, índice de agua, índice de nieve entre otros así como un análisis de anomalías espectrales por presencia de óxidos mediante el método de Análisis de Componentes Principales. Sin embargo la realización del análisis para arcillas, carbonatos y otros minerales es limitado por la ausencia de información en el SWIR Y TIR.

**PALABRAS CLAVE:** Componentes Principales, Índices Espectrales, Firma Espectral, Óxidos, PerúSat-1.

### **ABSTRACT**

The following article intends to show the possible applications of satellite images PeruSAT-1 to contribute to future works of Teledetection and Engineering, in addition to seeing the utility of this national sensor. Given the spectral characteristics of the sensor, we can estimate and analyze the vegetation indexes, water index, snow index among others as well as an analysis of spectral anomalies by the presence of oxides by the Principal Components Analysis method. However the performance of the analysis for clays, carbonates and other minerals is limited by the lack of infor-

mation in SWIR and TIR.

**KEY WORDS:** Principal Components, Spectral Indices, Spectral Signature, Oxides, PerúSat-1.

### **DESARROLLO**

El empleo de la teledetección se encuentra ligado a la resolución espacial, espectral y temporal de las imágenes disponibles. La llegada de PerúSAT-1 en el año 2016 permite tener acceso a nivel nacional de imágenes satelitales de alta resolución espacial y la posibilidad de desarrollar investigaciones y aplicaciones en ingeniería. La finalidad del presente estudio es contribuir con la frontera de posibilidades que genera PerúSAT-1 dado su resolución espectral (5 bandas), menor a otros sensores.

Las aplicaciones derivadas de las imágenes PerúSAT-1 del presente estudio son preliminares, por ende, requieren validación sobre el terreno. Sin embargo se replicó el modelo de análisis de muchos sensores ampliamente validados en el campo de la teledetección como lo son ASTER, SENTINEL-2 y LANDSAT-8 por mencionar algunos.

### **MATERIALES Y METODOS:**

Para el desarrollo de este estudio, se utilizaron dos imágenes PerúSAT-1 en formato nativo, y se analizó con el software ENVI 5.4.

i. PER1\_20170204145653\_SEN\_MS\_000041

## ii. PER1\_20170417153836\_SEN\_MS\_000659

Ubicación del área de estudio: En La libertad la ubicación corresponde al valle, desembocadura, del río Jequetepeque; en Arequipa corresponde al volcán Chachani. Se realizó la corrección geométrica y corrección atmosférica según la metadata de las imágenes en mención. Posteriormente se aplicó los índices espectrales a clasificar y finalmente la técnica PCA para identificación de óxidos.

### Análisis de Componentes Principales (PCA)

El método de Análisis de Componentes Principales es un procedimiento matemático usado en el procesamiento de imágenes satelitales para transformar un número de bandas espectrales altamente correlacionadas en un número menor de bandas espectrales no correlacionadas llamadas componentes principales. En el presente estudio se aplicó la técnica Crósta [1], útil en la determinación de arcillas y óxidos de hierro.

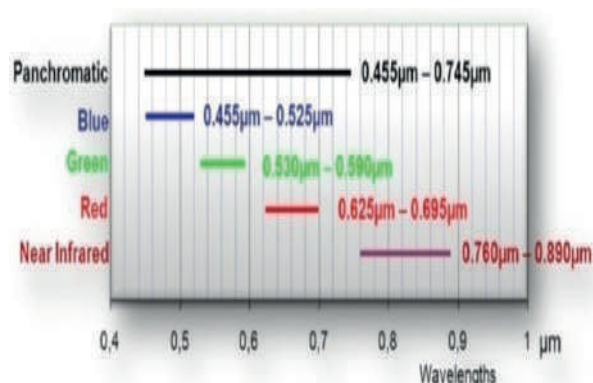


Figura 1. Alcance espectral, PerúSAT-1.

### Selección de las bandas de interés

En el caso de PerúSAT-1,

- Las bandas VNIR (Visible e infrarrojo cercano) cubren regiones de máxima reflectancia y máxima absorción, firma espectral de óxidos de Fe<sup>3+</sup>. Análisis viable.
- Las bandas VNIR y SWIR (Infrarrojo de onda corta) cubren regiones de máxima reflectancia y máxima absorción, para minerales que contienen OH<sup>-</sup> (arcillas: Jarosita, Alunita, Caolinita). Análisis inviable por falta de espectro.

### RESULTADOS

Posterior a las correcciones se aplicó el software, se obtuvieron las imágenes y capas vector resultantes a partir del proceso de identificación de la

firma espectral de interés, generando las aplicaciones derivadas.

Estas capas contienen los valores de cada uno de los índices espectrales evaluados y las anomalías espectrales por presencia de óxidos (técnica PCA).

### Aplicación de índices espectrales

Los índices espectrales son combinaciones de reflectancia superficial a dos o más longitudes de onda que indican abundancia relativa de características de interés. Permiten determinar rasgos fisiológicos de coberturas de vegetación, agua, nieve y alteraciones del terreno, los datos obtenidos a partir de estos índices son apropiados para estudios de ambientes dinámicos en escalas locales, regionales y globales.

### Índices de Vegetación: Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Este índice es una medida de vegetación sana.

La combinación de su formulación de diferencia normalizada y el uso de las regiones más altas de absorción y reflectancia de la clorofila la hacen robusta en una amplia gama de condiciones.  $NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$  ...[2]

Los valores de este índice fluctúan entre -1 y 1.

Los valores por encima de 0.1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores.

El NDVI y sus variables índices proporcionaron buenos resultados para imágenes PerúSAT-1, de los cuales el NDVI se aplicó positivamente para zonas de cultivos con una buena resolución. Las otras variables de índices de vegetación viables requieren un análisis más detallado de su aplicabilidad.

Una de las aplicaciones del NDVI es comparar zonas deforestadas. A través de imágenes de fechas anterior y posterior a la depredación, generando coeficientes multitemporales.

### Índice de Agua: Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI)

Este índice es sensible a los cambios en el contenido de agua, maximiza la reflectancia del agua usando para ello la banda del Infrarrojo Cercano (NIR) y la absorción de la vegetación y de suelo adyacente en la banda del Verde. ND-

$$WI = \frac{((GREEN - NIR))}{((GREEN + NIR))} \dots [3]$$

El resultado de esta ecuación realza las características acuáticas con los valores más altos, mientras que el suelo y la vegetación terrestre tienen valor de 0 o valores negativos. Proporcionó resultados satisfactorios para imágenes PeruSAT-1 y una mayor respuesta en aguas profundas. El rendimiento de este índice disminuye en zonas de sombra (en base a las imágenes procesadas).

Una de las aplicaciones del NDWI es comparar las áreas inundadas. A través de imágenes de fechas anterior y posterior al evento disruptor, generando coeficientes multitemporales.

### Índice de Nieve: Índice de Nieve de Diferencia Normalizada (NDSI)

Discrimina la cobertura nival en una imagen,

aprovechando la alta reflectancia del agua en estado sólido y absorción que tiene en los canales visible e infrarrojo, respectivamente.

Este índice pone de relieve la cubierta de hielo y nieve.  $NDSI = \frac{((BLUE - NIR))}{((BLUE + NIR))} \dots [4]$

Proporcionó buenos resultados para imágenes PeruSAT-1, identificando zonas de hielo y nieve con buena resolución. Es recomendable enmascarar las sombras (valores mínimos del NIR) antes de procesar este índice, de esta manera se obtiene mejores resultados.

Una de las aplicaciones del NDSI es identificar zonas de retroceso de glaciares. A través de imágenes de fechas anterior y posterior al deshielo, generando coeficientes multitemporales.

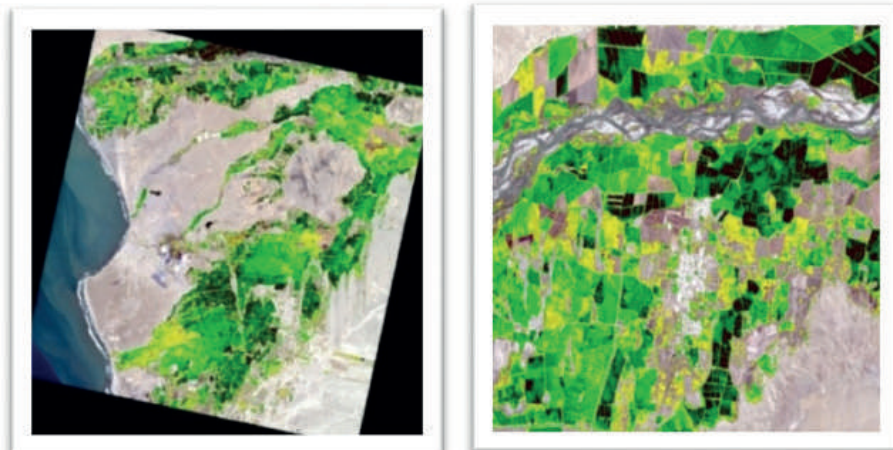


Figura 2. Índice de Vegetación Normalizado NDVI, colores verdes más oscuros representan vegetación más intensa. Resolución espacial var. 2m a 10m.

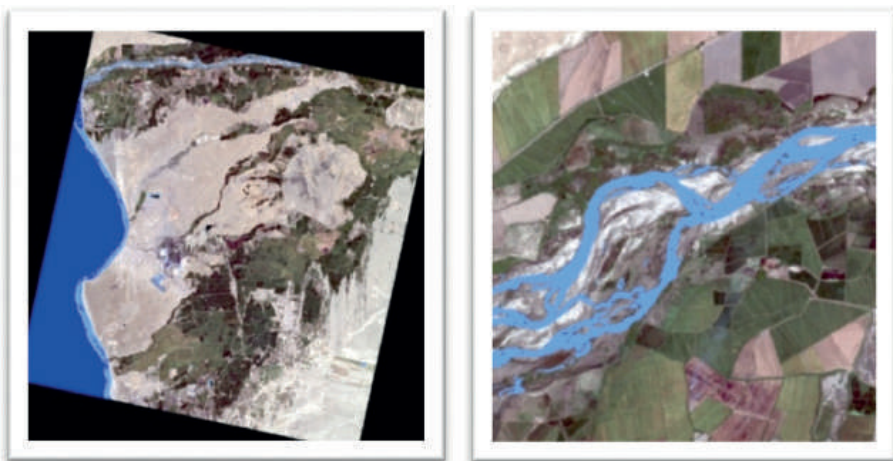


Figura 3. Índice de Agua de Diferencia Normalizada NDWI, color azul más oscuro representa aguas más profunda. Resolución espacial var. 2m a 10m.



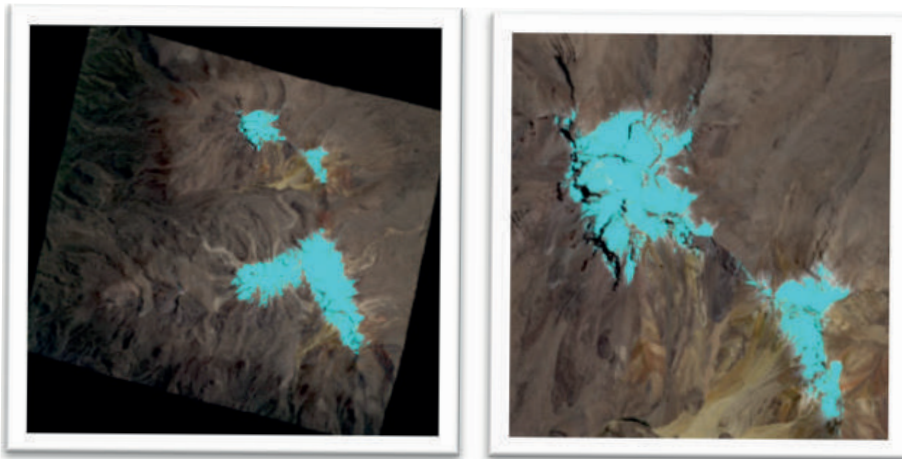


Figura 4. Índice de Nieve de Diferencia Normalizada NDSI, hielo y nieve de un celeste intenso. Resolución espacial var. 2m a 10m.

### Aplicación de anomalías espectrales

Anomalías espectrales son respuestas diferentes del espectro electromagnético en determinadas bandas y representan un valor atípico respecto al fondo.

Estas longitudes de onda diagnosticadas permiten identificar superficies o materiales de interés sobre el terreno.

Gracias a sus cualidades de automatización de procesos y la posibilidad de monitorear amplias regiones de terreno, es apropiado para estudios e ingeniería en ámbitos medioambientales y de prospección mineralógica.

### Obtención de Anomalías Espectrales por Presencia de Óxidos

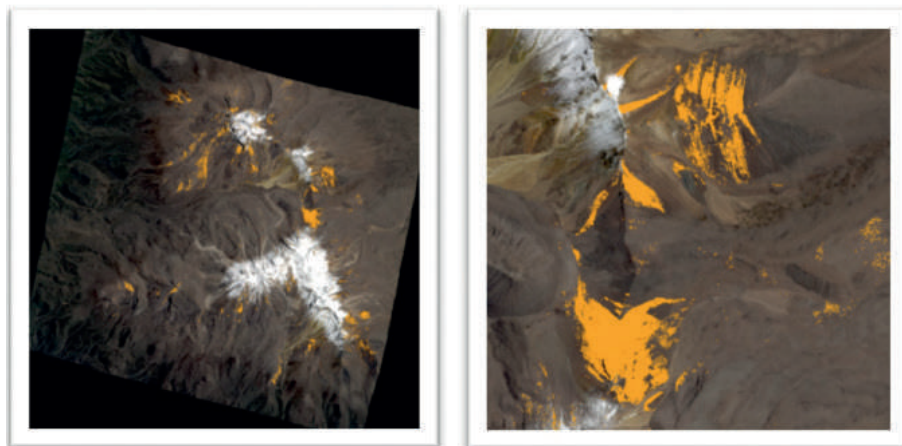
La anomalías se obtuvieron aplicando la técnica de análisis de Componente Principales, útil en la determinación de óxidos (asociados a la meteorización de sulfuros y otros ambientes) como indi-

cadore de mineralización en depósitos hidrotermales. Para resaltar las anomalías espectrales por presencia de Óxidos es necesario enmascarar las siguientes zonas en la imagen:

- Las zonas cubiertas por vegetación (NDVI u otros índices de vegetación)
- Las zonas que corresponden a cuerpos de agua y sombras por pendiente. (NDWI y valores mínimos del NIR)
- Las zonas de saturación (valores máximos de zonas blancas en la banda BLUE).

Proporcionó muy buenos resultados para imágenes PeruSAT-1, resaltando zonas concretas de óxidos con alta resolución espacial.

- Una de las aplicaciones es la identificación de zonas oxidadas para estudios de ambientes mineralizados a escalas locales y regionales. A través de imágenes o mosaico de de imágenes.



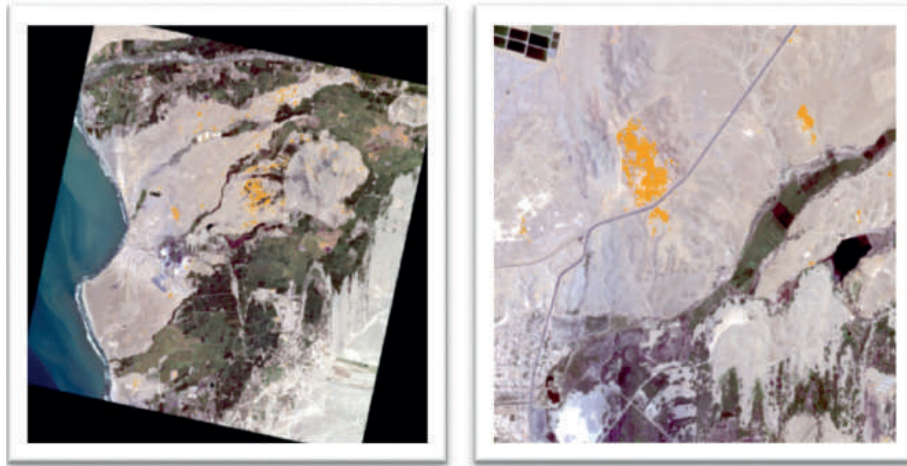


Figura 5. Anomalías Espectrales por Presencia de Óxidos aplicando la técnica PCA. Resolución espacial var. 2m a 10m.

## DISCUSIÓN

La metodología del modelo de análisis de índices espectrales y obtención de anomalías espectrales con la técnica de análisis de componentes principales fue replicada de muchos sensores ampliamente validados en el campo de la teledetección como lo son ASTER, SENTINEL-2 y LAND-

SAT-8 por mencionar algunos; metodología que generó buenos resultados de imágenes PeruSAT-1 para su alcance espectral. Es posible validar los resultados obtenidos comparándolos a los productos de sensores más solicitados en Teledetección [5], por clientes, en procesamiento de imágenes multi-espectrales.

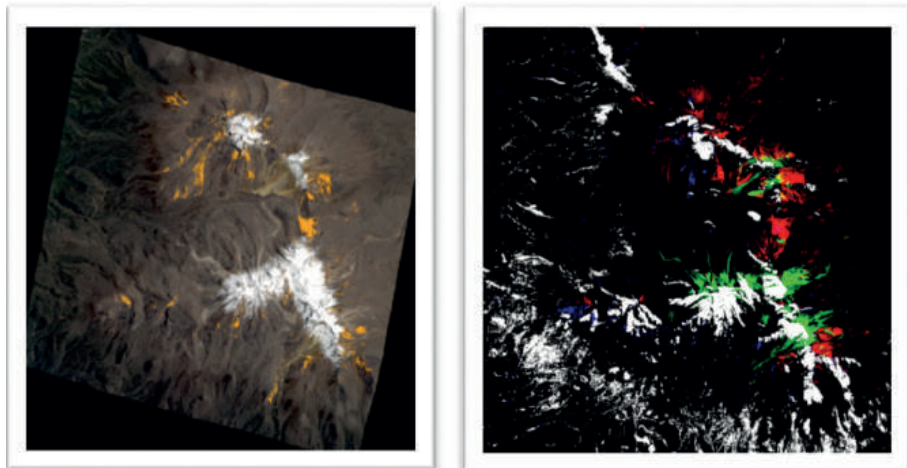


Figura 5. Comparación de anomalías espectrales por presencia de óxidos de imágenes PerúSAT-1 y composición RGB (ferrico-arcillas-ferroso) de imágenes SENTINEL-2. Se observa mayor resolución para PerúSAT-1.

## CONCLUSIONES

Queda demostrado la utilidad de la metodología del análisis para tratar imágenes satelitales obtenidas del sensor PerúSAT-1 y su aplicación para realizar estudios y mapeos de alta resolución.

Son varias las aplicaciones espectrales resultantes derivados y otras posibles, sin embargo la canti-

dad y diversidad están limitadas por el alcance espectral, que para imágenes satelitales PerúSAT-1 se encuentra en el VNIR.

Mediante el análisis de las imágenes satelitales PerúSAT-1 de alta resolución espacial (var. 2m a 10m) se pueden generar mapas de índices de vegetación, índice de agua, índice de nieve y anomalías espectrales por presencia de óxidos. Mapas

que definen las zonas a las que hay que prestar una especial atención, siendo las aplicaciones diversas en investigación e ingeniería.

El estudio requiere una validación sobre el terreno para verificar la precisión; la facilidad de la metodología permite generar productos en tiempos cortos sobre gran extensión de área y los beneficios ligados a la aplicabilidad están relacionados a la agricultura, al recurso hídrico, al estudio de glaciares y el análisis de óxidos, entre otros.

Comparando los resultados obtenidos de anomalías de óxidos a otros productos como SENTINEL-2 (incluso ASTER) se verificó gran porcentaje de similitud de las zonas resaltadas con valores máximos, sin embargo también hay diferencias en la distribución de resultados entre los sensores, sobre todo por el alcance espacial de cada uno, del cual PerúSAT-1 posee una mayor resolución.

## REFERENCIAS

Crosta y Moore, 1989, Loughlin, 1991

HARRIS GEOSPATIAL SOLUTIONS,  
<https://www.harrisgeospatial.com/>

US Geological Survey, <https://www.usgs.gov/>

Modificada para analizar imágenes PerúSAT-1, a partir de:  $NDWI = \frac{(GREEN - SWIR)}{(GREEN + SWIR)}$  ; HARRIS GEOSPATIAL SOLUTIONS, <https://www.harrisgeospatial.com/>

Laboratorio de Teledetección del Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET,  
<http://www.ingemmet.gob.pe/>