

## ANÁLISIS DE MINERALES EN LOS SENSORES LANDSAT 8, ASTER 1B, SENTINEL 2A, DE LA ZONA 22K; 22J; 21K; 21J.

Jhosy Yelsin, ALEJANDRO CHAVEZ

<sup>1</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Av. Los Próceres 703, Pasco, Perú  
(alejandro28194@gmail.com)

### 1. Resumen

El análisis de imágenes satelitales obtenidas con estos sensores nos permite trazar e identificar zonas de alteraciones hidrotermales y con estas a un ambiente favorable para el descubrimiento de yacimientos minerales.

Estas imágenes son útiles, ya que el rango en el espectro electromagnético, en el cual los sensores multiespectrales tienen la capacidad de registrar datos, es donde la reflexión de ciertos minerales de alteración hidrotermal es más característica. Teniendo en cuenta el marco teórico de todos los sensores, con el procesamiento adecuado en el software ENVI 5.3, descripción geológica de la zona y de los puntos de control, que viene ser minas cercanas a nuestra zona de trabajo. Se encontró anomalías de óxidos utilizando el Sensor Landsat LC-8, con el sensor Aster identificando minerales de arcillas, óxidos, carbonatos, granates y sílice; con el Sentinel 2A anomalías de óxidos que en comparación del sensor Aster y Landsat LC-8, esta nos precisa mejor las zonas de óxidos, debido a sus 8 bandas en el campo del VNIR.

**Palabras clave:** Imágenes satelitales, anomalías, alteración hidrotermal.

### 1. Abstract

The analysis of satellite images obtained with these sensors allows us to trace and identify areas of hydrothermal alterations and with these to a favorable environment for the discovery of mineral deposits.

These images are useful, since the range in the electromagnetic spectrum, in which multispectral sensors have the ability to record data, is where the reflection of certain hydrothermal alteration minerals is most characteristic. Taking into account the theoretical framework of all the sensors, with the appropriate processing, geological description of the area and the control points, which are mines near our work area. Oxide anomalies were found using the Landsat LC-8 Sensor, with the Aster sensor

identifying clay minerals, oxides, carbonates, garnets and silica; With the Sentinel 2A, oxide anomalies that in comparison to the Aster sensor and Landsat LC-8, this one better specifies the oxide zones, due to its 8 bands in the VNIR field.

**Key words:** Satellite images, anomalies, hydrothermal alteration.

### 2. Introducción

En la actualidad, el uso de imágenes satelitales es amplio, técnica que se viene aplicando con resultados satisfactorios en diferentes investigaciones, en relación con la exploración minera.

Se hace la descripción de la geología de toda la escena y de las minas dentro de la escena que nos ayudara como puntos de control para el análisis de anomalías. La evaluación de la escena del LANDSAT 8, enfocada en la detección de óxidos, usando métodos de discriminación de anomalías por band-ratios y análisis de componentes principales, se identificó anomalías en los puntos de control (Colquijirca, Quicay y Cerro de Pasco).

La evaluación de la escena ASTER 1B, enfocada en la detección de óxidos (hematita, goethita, jarosita), arcillas (alunita, muscovita, calcita, caolín, clorita, pirofillita, dickita), carbonatos (dolomita – carbonatos), silicatos (epidota, cuarzo), usando métodos de discriminación de anomalías por band ratios, análisis de componentes principales y con el método de mapeo (MTMF), controlando en las minas que están dentro de la escena.

El sensor SENTINEL 2A enfocada a la detección de óxidos para luego discriminar y analizar las anomalías en los puntos de control y el análisis de lineamientos.

### 3. Marco Geológico

#### 3.1. Geología Regional

Las rocas más antiguas que se presentan pertenecen al Paleozoico, Formación Excelsior, constituido por filitas, cuarcitas y lutitas carbonosas.

En cuanto a la edad de ésta formación ,Laughlín (1924) le signo una edad silúrica; sin embargo, a la fecha los trabajos de Megard, Marocco, Lavenes y otros estudiosos han determinado que el silúrico está casi ausente en el territorio, el Ordovícico si es abundante, pues se extiende a lo largo de la Cordillera oriental.

Sobre ésta formación Paleozoica, se extiende en la zona la Formación de calizas Pucará, que cubre el arco del Anticlinal Cerro de Pasco y que en la actualidad se ubica el Tajo Abierto "Raúl Rojas" compuesta por una Intercalación de calizas de color gris oscuro y delgados lentes de lutitas negras, originalmente se les asigna una Edad Triásico - Jurásico (Jenks-1951); pero ahora se les considera como perteneciente a la Formación Aramachay, por la similitud de la litología y la edad Hetangiano - Sinemuriano (Megard 1979), la Formación tiende marcadamente a una sedimentación marina epicontinental al Oeste de Cerro de Pasco con una mayor potencia y facie marina hacia el Este en cuyo final del Bajociano Superior a Batoniano, se produce una erosión y emersión, como lo evidencian las discordancias encontradas en Atacocha (Johnson 1955), y otros afloramientos que evidencian una estructura Nevadiana, finalmente en los alrededores del yacimiento de Cerro de Pasco, se presentan delgados bancos de material fluvio-glacial y aluviones más recientes.

### **3.2. Estratigrafía**

#### **3.2.1. Paleozoico Inferior (Pérmico - Cámbrico)**

Corresponden al Grupo Excelsior, se identifican, como las rocas más antiguas.

#### **3.2.2. Paleozoico Superior (Pérmico)**

Está representado por el Grupo Mitú; se encuentran hacia el Norte y Sur de Cerro de Pasco se hallan en lentes delgados de arenisca y cuarcitas.

#### **3.2.3. Triásico – Jurásico**

Representados por el complejo calcáreo de Uliachín- Paría de la Formación Pucara.

#### **3.2.4. Cretácico**

Afloramientos de la Formación Goyllarisquisga y la Formación calcárea Machay, que yacen en las localidades de Cerro de Pasco y Colquijirca, son las rocas más representativas de este grupo.

#### **3.2.5. Terciario**

Caracterizada por la erosión glacial, acumulación de morrenas y de depósitos fluvio-glaciares.

#### **3.2.6. Cuaternario**

Las rocas de esta época corresponden a la Formación Pocobamba que presenta tres unidades litológicas: el Miembro Inferior, el Conglomerado Shuco y el Miembro Calera

## **4. Puntos de Control**

### **4.1. Cerro De Pasco**

El depósito que tiene una importante producción global de Zn-Pb-Ag se encuentra ubicado al este de un complejo diatrema-domo, de edad miocénica, y de composición félsica.

La mineralización de Zn-Pb-Ag proviene de esfalerita rubia, de galena, acompañados de pirita, los centros de cobre gradan lateralmente a zonas piríticas con galena, esfalerita, matildita y luego a hematita, magnetita, carbonatos de Mn-Fe-Zn.

### **4.2. Colquijirca**

Productora de Ag, Pb, Zn y Cu, en las cuales existen 2 tipos de mineralización .

El primer tipo ocurre dentro del Centro Volcánico Marcapunta y consiste de una diseminación de Au-(Ag) acompañado de una alteración argílica avanzada y sílice porosa. El segundo tipo, de mayor importancia económica, es el más frecuente, se encuentra extendido regionalmente y es del tipo de vetas cordilleranas con relleno y reemplazamiento de metales básicos.

### **4.3. Mina Quicay**

Quicay es un depósito de Au-Ag, con un dato estimable de 1,000,000 de onzas de Au, siendo un epitermal de alta sulfuración. El depósito ocurre en lavas, tobos y piroclastos de composición andesítica a dacítica; igualmente afloran pórfidos dioríticos y cuarzomonzoníticos.

### **4.4. Mina de Oyon**

El yacimiento carbonífero de Oyon se encuentran de preferencia agrupados en unos paquetes denominados productivos, cuyo espesor representan solo una pequeña fracción de la potencia total de la secuencia Jurásico-Cretácica.

### **4.5. Uchucchacua**

Es un depósito con producción de Ag, Zn y Pb, siendo de tipo hidrotermal epigenético con relleno de fracturas (vetas), las cuales también fueron canales de circulación y emplazamiento metasomático de soluciones mineralizantes que finalmente formaron cuerpos de mineral.

### **4.6. Minas Ragra**

Minas Ragra considerada principal productor mundial de Vanadio en la región de Pasco. El mineral patrónita fue descubierto por primera vez ; con la producción de vanadio como producto secundario de la extracción de uranio a partir de carnotita, la mina tuvo que cerrar en 1955.

### **4.7. Iscaycruz**

Es un yacimiento polimetálico con producción de Zn, Pb y menor escala de Cu, ubicado a una altura de 4,700 m.s.n.m., en el distrito de Pachangara, provincia de Oyón, departamento de Lima.

## 5. Métodos y comprobación espectral de minerales.

### 5.1. Métodos de identificación

5.1.1. *ACP (Análisis de Componentes Principales)*: busca la proyección de una mejor representación de los datos en términos de mínimos cuadrados.

5.1.2. *BR (Band Ratios)*: Sirve para mejorar diferencias espectrales entre bandas y reducir efectos de topografía.

5.1.3. *MTMF (Mascara de filtro combinada)*: Agrega una imagen de inviabilidad la cual se usa para reducir números falsos de positivos.

### 5.2. Análisis y comprobación de Firma Espectral

La figura. 1 representa el análisis espectral por óxidos, en este caso el pixel de color blanco viene hacer semejante con la firma espectral de la jarosita.

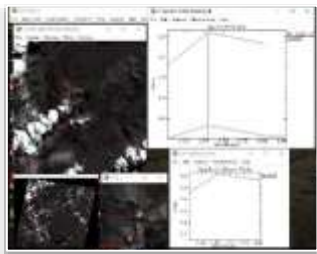


Fig.1

## 6. Trabajo con los sensores

### 6.1. Landsat 8

#### 6.1.1. Calibración

Se tiene dos métodos de calibración radiométrica y atmosférico; en el radiométrico se busca minimizar errores que influyen en la radiación en el atmosférico aplica la corrección de neblina o nubes.

#### 6.1.2. Datos

Datos utilizados en la imagen:

TIPO DE SENSOR: Multi Spectral – Landsat-8 OLI

GROUND ELEVATION (Km): 3.5

ATMOSPHERIC MODEL: Mid Latude Summer

FECHA: 06-02-2015

HORA: 15:09:52

### 6.2. Aster 1B

#### 6.2.1. Calibración

Se tiene dos métodos de calibración radiométrica y atmosférico; la radiométrica busca recuperar la radiancia intrínseca del objeto de estudio y la atmosférica por condiciones de iluminación.

#### 6.2.2. Datos

La imagen se adquirió el 7 de noviembre del 2002 a las 14:57:24 con un ángulo de elevación solar de 65,127959.

### 6.3. Sentinel 2A

#### 5.3.1. Calibración

Debido a las condiciones atmosféricas y de iluminación, por lo que se hace necesaria la corrección radiométrica de las imágenes.

#### 5.3.2. Datos

La imagen se adquirió el 15 de junio del 2001 a las 15:033:009

## 7. Conclusiones

- Los análisis de las anomalías se realizaron combinando las diferentes mascarar que se generaron de los sensores mediante los (métodos ACP, BR, MTMF), con la comparación de las firmas de la librería y las firmas espectrales de los pixeles obtenidos ,se obtuvo resultados de los diferentes minerales.
- A diferencia del Aster y Landsat LC-8, el sensor Sentinel 2A te permite obtener mejores resultados para los óxidos, debido a sus 8 bandas en el VNIR, mientras que el sensor Aster con minerales de arcilla y algunos carbonatos.
- Estos analisis son muy importantes porque contribuye a la primera etapa de la prospeccion, se pudo constatar en su mayoría las anomalías, con las minas y prospectos existentes en nuestra zona.

## Agradecimientos

El agradecimiento a Dios, a la escuela de Geología – Undac y docente el Ing. Favio MENA OSORIO.

## Referencias

Delendatti, G., 2003, Caracterización de zonas de alteración hidrotermal en los márgenes de rio Castaño, mediante Procesamiento digital de Imágenes TM. Revista de la Asociación Geológica Argentina – p. 1

Ruiz Armenta, J., Ledesma, R., 2008, Técnicas de procesamiento de imágenes en la exploración de yacimientos minerales de origen hidrotermal, Instituto de geofísica y posgrado en geofísica UACPYP, UNAM, p. 3

Rodríguez, R.; Cueva, E. & Carlotto, Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco (22-k). INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional V. (2011).-, p.1-2

cVargas C., , carmen villon reinoso, José Pasapera Gonzales

Comparación de técnicas para el mapeo de cobertura glaciar con imágenes landsat y aster en la cordillera blanca, Ancash, Perú

## Ilustraciones

