La Aplicación de las Imágenes Landsat-2 en el Campo de la Geología

Olivares Martell, Jorge H.*

INTRODUCCION

Los avances de la ciencia son ilimitados, esto ha quedado demostrado con el paso del tiempo. La contribución de este trabajo tiene como objetivo, mostrar una vez más las aplicaciones que tiene una imagen de Landsat; metodología que se utilizó y algo del material que es necesario para trabajar con las imágenes.

Actualmente la Dirección General de Estudios del Territorio Nacional en este año de 1978, pondrá a la disposición del público cuatro nuevos productos de gran utilidad para el país, que servirán de base para conocer mejor nuestros recursos: la Carta Geológica 1:1,000,000; la Carta Geológica 1:250,000 y las Cartas Geohidrológicas Superficial y Subterránea a escala 1:250,000.

Los dos primeros productos (cartas geológicas 1:1,000,000 y 1:250,000) han sido apoyados en análisis realizados a imágenes Landsat.

Material y Equipo Utilizado:

- Una lupa (cuatro dioptrías)
- Cuatro negativos a escala 1:3'369,000 que contienen las cuatro bandas de una imagen.
- El aparato 12 S Mini—Addcol Additive Color Viewer (Visor de Imágenes por el Método Aditivo VIMA), para interpretar imágenes en

blanco y negro, y en compósito de falso color escala 1:500,000.

- Película Ark—wright, en donde se plasmó la información al momento de interpretar.
- Cartas Geológicas que cubren la imagen.

Metodología:

I. Interpretación de la imagen.

Para la interpretación de imágenes Landsat-2, se consideraron las teorías aplicables al estudio de la imagen proporcionada por el barredor multiespectral y parte de las usadas en la interpretación convencional que consiste en analizar el patrón del drenaje, las geoformas, tono, textura, etc.

Esta interpretación se realizó en el Mini-Addcol Additive Color Viewer con el auxilio de una lupa, y lo interpretado se registró en material transparente ark—wright usando como trazados una plumilla "01" rapidograph y tinta china negra. También se puede usar como base de trazo película "stabilene" transparente que no obstruye la visibilidad de la imagen en lo más mínimo.

Se observaron varias bandas usando diferentes filtros, con el propósito de experimentar cuál y cuáles son las más óptimas para la evaluación de los recursos geológicos. Debido a la gran combinación que se pueden hacer con el aparato, se optó por presentar los resultados más sobresalientes.

a) Drenaje de la zona:

* Dirección de Estudios del Territorio Nacional.

Se comenzó a trazar todo el drenaje de la imagen así como los cuerpos de agua (presas, lagos, etc.), iniciándose en la parte norte y terminando en la parte sur.

Su importancia:

Uno de los elementos que conducen al análisis de los rasgos naturales y que son registrados en la imagen de Landsat-2 y de considerable importancia, es la hidrografía, ya que la configuración del drenaje superficial es una gran guía de las condiciones superficiales del terreno.

La ordenación del sistema del drenaje, permite verificar valiosas observaciones, ya que es un indicador directo y fidedigno de las condiciones del terreno, inclusive la ausencia de él, nos está proporcionando datos valiosos, auxiliado con otros como el clima y la morfología y vegetación, que nos revelará sobre el área que se desarrolle la existencia de un material con ciertas características de acuerdo a su resistencia, y a su composición mineralógica.

En síntesis, el drenaje en la interpretación de imágenes tiene la facultad de poner en evidencia determinados tipos de roca, estructuras geológicas a las cuales se acomoda, así como ciertos accidentes tectónicos a los que muchas veces adopta su forma superficial y que nos hace resaltar en la imagen de Landsat, con la ventaja de tener una mejor visión de conjunto.

b) Lineamientos:

Los lineamientos son de gran importancia, ya que en ellos es donde se localizan parte de los yacimientos minerales económicos y que pueden ser explotados, haciéndolo un estudio en donde se considere rentable y utilizando como punto de base la información obtenida con la imagen del Landsat-2.

Desde el punto de vista económico, se ha observado que a lo largo de estos grandes lineamientos (en donde se presentan la mayor incidencia de emplazamiento) en los lugares en donde se intersectan la mineralización es más común.

En este estudio se observó que la sierra ubicada en la parte centro de la imagen entre Río Verde, S.L.P. y San Luis de la Paz, Gto., es en donde ocurren el mayor número de lineamientos de varios kilómetros, incluso algunos

revasan las centenas de kilómetros y se intersectan en varias zonas.

Ya se han hecho estudios de lineamientos (Ver bibliografía trabajo presentado por el Ing. Guillermo P. Salas), en donde se muestra claramente que los grandes distritos mineros de México ocurren en donde están ubicados éstos.

Existen algunos complejos circulares (a unos 5 km. de San Luis de la Paz), que no se habían detectado antes de la aparición de este material. Estos están formados, algunos por intrusiones en la roca aflorante (para más detalle, ver bibliografía (4)), el cual también puede ser susceptible de mineralización, dependiendo de las condiciones geológicas imperantes en la zona.

c) Litología:

Se procedió a trazar los contactos que nos separan las diferentes rocas que fueron cartografiadas con la imagen.

Una de las primeras limitantes para la interpretación geológica, es la falta de estereoscopia.

La gran ventaja, es que se observa un área bastante grande que nos permite clasificar grandes unidades de roca, y de esta manera tener datos de la geología de las zonas en donde no existe información de este tipo.

II. Verificación de Campo.

Es la etapa más importante en el desarrollo del trabajo, siendo el objetivo principal de observación, clasificación y comprobación de lo detectado en la imagen directamente en el terreno para su correcta ubicación.

Trabajar con las imágenes en campo no es sencillo, ya que: el área abarcada es bastante grande, (35,000 Km.² aprox.), muchos de los rasgos del terreno no son captados por la imagen, debido a su gran altura (950 km.). Por esto no imposibilita la verificación de campo, ya que las ciudades y grandes geoformas y algunos caminos (pavimentación y brechas), para transitar en vehículo son detectadas por este sensor. Además, llevando un mapa escala pequeña y una regla sí es posible ubicarse en la imagen.

El uso del helicóptero es de gran utilidad, ya que se perciben mejor las geoformas del terreno complementando de esta manera la verificación de

campo.

III. Reinterpretación:

Con los resultados obtenidos en la verificación de campo, se procedió a realizar una reinterpretación de la imagen y consiste en:

- a) Corrección de contactos.— Los que por error y al ser verificados hayan estado mal situados o pasado desapercibidos o anular los inexistentes al interpretar la imagen como falsos colores formados en el compósito y que al ser verificados se disipó la duda.
- d) Ver que las claves usadas están en el lugar correcto.

IV. Vaciado de Datos:

Esta etapa consiste en vaciar la información que contienen las imágenes a un plano base. Para esto es necesario utilizar un sketchmaster o el aparato "Zoom Transferscope" Bauscha and Lomb., este último amplifica y reduce imágenes opacas o transparentes según se desee.

Tenemos otra que es útil para vaciar la información de la imagen a un plano base llamado Map O—Graph modelo 55 art—O graph inc. amplifica o reduce limitándose sólo a imágenes opacas. En general tiene el mismo sistema que "Zoom Transferscope", pero es menos versátil que éste.

IV. Resultados:

Los resultados de la interpretación de la imagen, fueron los siguientes:

Litología:

Se pudieron delimitar:

- a) Rocas ígneas extrusivas (sin especificar), rocas ígneas extrusivas ácidas y basaltos.
- b) Rocas sedimentarias, entre las que se encuentran las calizas, calizas y lutitas, areniscas y lutitas interestratificadas, lutitas, brechas sedimentarias y conglomerado. Los suelos se agruparon con la clave "Q", que encierran las siguientes unidades: aluvial, residual, gravas, arenas, limos, etc., en su interpretación inicial.
- c) Las rocas metamórficas fueron localizadas con el auxilio de información adicional.

Facilidades de interpretación con esta imagen:

- a) Las Rocas Ígneas.— Esta familia de rocas se nos presenta en esta imagen con geoformas diferentes a las de las rocas sedimentarias, llegando a la siguiente conclusión:
- 1o Las rocas marcadas con claves Igea (roca ígnea extrusiva ácida), engloban otras unidades de roca como calizas, rocas ígneas extrusivas intermedias y otras que no fueron separadas en este trabajo.

Estas rocas Igeas, presentan un drenaje general de tipo dendrítico y barbado, una geoformas y texturas que las hacen resaltar de las otras familias de rocas.

- 2o. Las rocas basálticas presentan en general formas de meseta y de derrames con un drenaje escaso, debido a su composición mineralógica se presenta de tonos oscuros y textura suave, siendo relativamente fácil de interpretar y sobresaliendo de las otras unidades más claras.
- b) Rocas Sedimentarias.— De las rocas sedimentarias en general, se pueden detectar las calizas formando los núcleos de las sierras con un drenaje paralelo y subparalelo, textura suave; las calizas y lutitas con textura media y depositado en los flancos de las sierras presentando un drenaje paralelo y subparalelo, pero más denso con una textura media. Las lutitas y areniscas interestratificadas con drenaje pinado y textura gruesa. Las lutitas con drenaje dendrítico rellenando las partes bajas y localizado en valles, planicies o entre sierras, presentando una textura fina.

Respecto a los Yesos (Y), se presentan en el compósito en falso color con un tono blanco grisáceo en la parte Norte Centro de la imagen. Si son posibles de cartografiar con este material.

Los suelos se agruparon con la clave "Q", que encierra las siguientes unidades: aluvial residual, gravas, arenas y limos en su interpretación inicial.

Este material se encuentra rellenando las partes bajas del área. El poco drenaje formado, su textura fina y sus diferentes tonos suaves, nos ayudan en la imagen a cartografiar con este material.

- c) Rocas Metamórficas.— Estas son de difícil localización en esta imagen, ya que no se pu-

dieron detectar fácilmente con el compósito en falso color, sus características de interpretación se asemejan a las rocas circundantes (parte SW de la imagen), quizá debido a la gran altura de la toma.

En total se cartografiaron trece unidades diferentes de rocas.

Lineaciones.— En general existen dos direcciones de lineaciones en esta zona: La predominante NW—SE y NE—SW. Algunas como ya se dijo son de varios kilómetros y se intersectan en varios tramos. Se cartografían mejor y con más información con este material que con las fotografías aéreas.

Hidrología.— Con el compósito en falso color se detectaron los lagos, mostrándonos en color rojo intenso que los hace fácil de cartografiar.

Ríos, arroyos, etc.— Se pueden observar cauces de ríos con tonos rojizos igual que los lagos; éstos siguiendo su cauce en unas partes se intensifica el color y en otros se pierde. Con lo anterior se puede deducir en términos generales, cuáles tramos tienen agua y en cuáles está ausente en la fecha de la toma de la imagen.

Al analizar información geológica de la zona se observó lo siguiente:

- En mapas geológicos escala 1:50,000 se tiene que:
- Las fracturas y fallas son muy locales y pequeñas comparadas con las lineaciones que fueron obtenidas en la lámina No. 2 en base a la imagen.
- Estas imágenes son un auxilio muy bueno para que los Fotointérpretes que trabajan con fotografías a escalas grandes (1:25,000 y 1:50,000), para que continúen grandes lineaciones más fácilmente y de esta manera enriquecen la interpretación de la tectónica de la zona.
- Para las Cartas Geológicas e Hidráulicas a escalas pequeñas con el auxilio de las imágenes se tendría más información, ya que nos presenta información fidedigna y actualizada del terreno en estudio.

Se hicieron tres láminas de la zona que contie-

nen el Drenaje, las Lineaciones (fallas y fracturas) y la Litología que se anexan en este trabajo.

- a) Para trazar las lineaciones se usaron las cuatro bandas con los siguientes filtros:

Las bandas 5 y 6 — el verde; la banda 7 — el rojo y la banda 4 sin filtro.

Si se tuviera que usar sólo una banda y en blanco y negro se considera que la 7 nos proporciona más información.

- b) Para trazar la litología y los modelos o patrones de drenaje, se usaron tres bandas 4, 5 y 7 con los filtros: Azul para la banda 4, verde para la banda 5 y rojo para la banda 7. La banda 6 sin filtro. Con este compósito se obtuvo la mayor sensación del relieve.

- c) Para la delimitación de la hidrología también se usaron las bandas 7 (filtro verde) y la 5 (filtro rojo); las dos en su máxima intensidad (8.5).

De esta manera se presenta este trabajo con el propósito de contribuir a evaluar y desarrollar la técnica de la percepción remota, usando Imágenes del Satélite Landsat—2, para la evaluación de los recursos geológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CETENAL, 1968—1975. Carta Geológica escala 1:50,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. México, D.F.
- FRAISSER, CHRISTIAN, 1976. Utilización de las imágenes del Landsat—1 en la Cartografía del IMP, México, D.F.
- GUERRA PEÑA, F., 1976. Interpretación de la Tectónica Mexicana en las Imágenes del Satélite Artificial Landsat—1. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Informe y Mapa—México, D.F.
- LOPEZ RAMOS, E., 1970. Carta Geológica del Estado de Guanajuato escala 1:500,000. Instituto de Geología de la UNAM—México
- NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, 1972. Earth Resources Technology Satellite Data Users Handbook U.S.A.
- OLIVARES MARTELL, JORGE H., 1976. La Fotointerpretación en el Área de Antiguo Morelos, Tamps. III Congreso Latinoamericano de Geología—Acapulco, México.
- P. SALAS, GUILLERMO, 1975. Tectónica Continental y Procesos Metalogénicos en la República Mexicana. C.R.M. México, D.F.
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, 1975. Primera Reunión Sobre el Aprovechamiento de los Datos Derivados de los Satélites Tecnológicos para el Estudio de los Recursos Naturales. CONEE, S.C.T.— México.
- SOCIEDAD DE FOTOGRAFIA, FOTOINTERPRETACION Y GEODESIA, 1974. Memorias del I Congreso Panamericano, III Nacional de Fotogrametría, Fotointerpretación y Geodesia. México, D.F.