

Los satélites artificiales y la teleobservación

Pablo Martín González (Argentina) – Grupo Astronómico Omega Centauro – gaoc@ciudad.com.ar

Una de las aplicaciones más directas de la tecnología espacial es la capacidad de observar a nuestro planeta desde una gran distancia. Al comienzo, los cohetes y satélites estaban equipados con cámaras fotográficas y de televisión que no contaban con demasiada resolución; pero en la actualidad puede ponerse en órbita una gran cantidad de instrumentos.

La teleobservación de la Tierra permite obtener información de un objeto, área o fenómeno a través del análisis de los datos adquiridos en forma remota, sin necesidad de estar en contacto con el objeto de estudio. Los sensores con los que van equipados los satélites de observación pueden detectar variaciones de la radiación emitida o reflejada por la superficie terrestre. En este proceso intervienen la luz solar, la atmósfera (dispersando o absorbiendo radiación), la superficie terrestre, el sensor y su plataforma y el sistema de procesamiento.

Radiación electromagnética y sus efectos

La luz visible es sólo una porción de la energía capaz de captar un sensor. Existe una variedad muy grande de radiación distribuida en el *espectro electromagnético*. Este espectro caracteriza a la energía a través de una de sus propiedades más importantes: la longitud de onda, que es la distancia entre dos máximos de onda (la radiación se propaga en forma ondulatoria a la velocidad de la luz). Cuando se colecta una información a través de un sensor remoto, la mayoría de las veces la señal colectada corresponde a la radiación proveniente del sol, que interactúa con la atmósfera hasta alcanzar la superficie y retorna al sensor interactuando

nuevamente con la atmósfera. Aunque la señal medida sea la radiación emitida por la Tierra, siempre interactúa con la atmósfera hasta alcanzar el sensor. Existen regiones del espectro electromagnético en las cuales la atmósfera es opaca, o sea, no permite el paso de la radiación electromagnética. Estas regiones definen las "bandas de absorción de la atmósfera". Las regiones del espectro electromagnético en las que la atmósfera es transparente a la radiación electromagnética

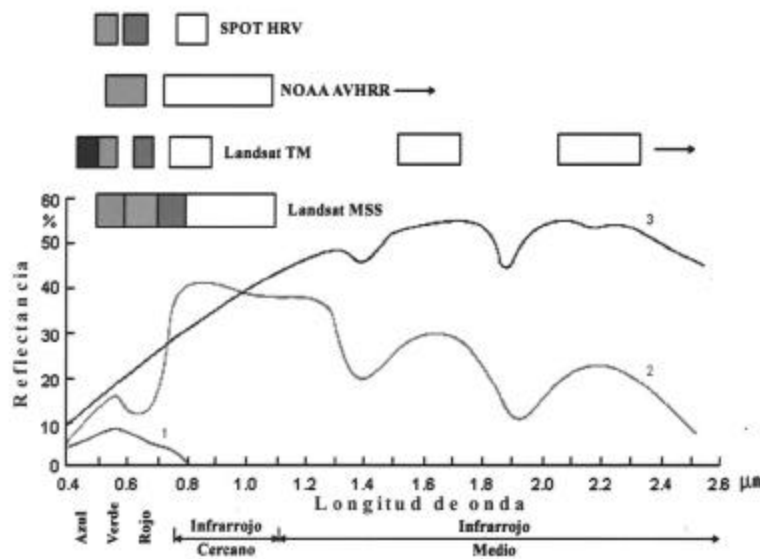
monóxido de carbono. En muchos casos, la absorción puede ser despreciada por ser muy pequeña. En cambio, debe tenerse muy en cuenta la dispersión, que se genera cuando el haz de radiaciones sufre los efectos por cambios de dirección al chocar con las moléculas atmosféricas. Cuando el tamaño de estas últimas es menor que la longitud de onda del haz, el efecto producido se llama *dispersión Rayleigh* (el color celeste del cielo diurno es su consecuencia

más evidente); cuando el tamaño molecular es mayor se denomina *dispersión MIE* (los atardeceres rojos son un ejemplo). La superficie terrestre también modifica la radiación incidente absorbiendo, transmitiendo o reflejando la energía incidente en mayor o menor

medida según el tipo de objeto (agua, vegetación, edificaciones, etc.).

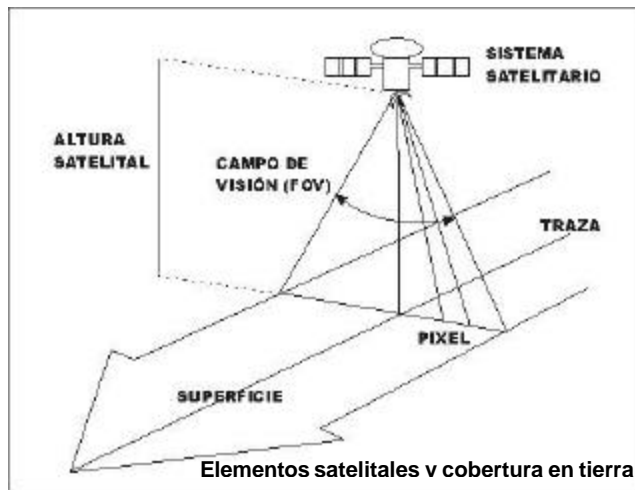
Los sensores

Son los dispositivos que reciben la energía, la convierten en valores mensurables y presentan en forma adecuada para obtener información del sector observado. En función de la fuente de energía que reciben, pueden clasificarse en *pasivos*, que se limitan a recibir la radiación emitida o reflejada por fuentes naturales, y los *activos*, que poseen su propia fuente de energía y generan la radiación que luego captan, como por ejemplo los radares. Además, un



Respuesta de objetos de la superficie terrestre a la radiación incidente: 1: agua, 2: vegetación, 3: suelo (CONAE)

proveniente del sol, son conocidas como "ventanas atmosféricas". De esta manera, hay factores que interfieren en la teleobservación y siempre deben ser asociados con la atmósfera: absorción, efectos de masa de aire, dispersiones debido a moléculas gaseosas o partículas en suspensión, refracción, turbulencias, emisión de radiación por los constituyentes atmosféricos, entre otros. La atmósfera atenúa la radiación de dos formas: por absorción o por dispersión. En la absorción, la energía de un haz de radiación electromagnética es transformada en otras formas de energía. Es una atenuación selectiva observada en varios constituyentes, tales como vapor de agua, ozono y



sensor puede o no producir una imagen del objeto que estudia; los altímetros o magnetómetros instalados en los satélites no producen imágenes. Los satélites generadores de imágenes pueden clasificarse en dos tipos principales: fotográficos y electrónicos. Los primeros se utilizaban originalmente en los satélites, y actualmente siguen usándose en aviones. Los electrónicos se originaron para cubrir la laguna dejada por los problemas inherentes al uso del más difundido sensor óptico, la cámara fotográfica. Esta, a pesar de presentar condiciones más fáciles de operación y costos reducidos, tiene una limitación en captar la respuesta espectral, debido a que las películas cubren solamente el espectro del ultravioleta próximo al infrarrojo lejano. Como los datos de estos sensores no fotográficos son colectados en forma de señal eléctrica, estos datos podrán ser fácilmente transmitidos para estaciones distantes, donde un procesamiento electrónico hará el análisis discriminatorio.

Características de un sistema satelital

Para obtener una imagen satelital, debemos colocar al sensor en una plataforma orbital. Estos sistemas satelitales se caracterizan por cuatro tipos de resolución: *espacial*, *espectral*, *radiométrica* y *temporal*. La resolución espacial es la medida del objeto más pequeño que puede distinguir el sensor, por lo que si el tamaño del objeto es pequeño, tendrá una gran resolución espacial. La resolución espectral es el rango de longitudes de onda que puede registrar el sensor. La resolución radiométrica

es la capacidad del sensor para diferenciar los distintos niveles de energía recibidos. Y por último, la resolución temporal indica la frecuencia con la que el satélite obtiene imágenes de un sector en particular.

¿Cómo caracterizan estas resoluciones a los sistemas satelitales? Veamos algunos ejemplos. Un satélite que tiene baja resolución espacial podría eventualmente cubrir un área mayor que uno con alta resolución, pero no podría distinguir muchos detalles. Las diferencias de valores de intensidad de la radiación solar reflejada por el agua son muy pequeñas, por lo que hace falta contar con un sensor de alta resolución radiométrica para captar las diferencias. Y un satélite capaz de cubrir la misma área varias veces al día tendrá una resolución espacial mucho mayor que aquel que lo hace una vez al día.

Adquisición y análisis de los datos

Los sistemas satelitales dotados de sensores que generan imágenes poseen por lo general dispositivos de carga acoplada (CCD) los cuales generan señales eléctricas que responden a las variaciones de energía recibida. Esta información electrónica se representa mediante una imagen, en la cual la intensidad de cada pixel corresponde al brillo promedio o *radiancia* recibida por el sensor. El rango espectral en el cual recibe el sensor se agrupa en *bandas*, en las que se destaca la BANDA 1

(visible) BANDA 2 (cercano infrarrojo) y BANDA 3 (infrarrojo térmico). Las bandas varían su rango de acuerdo al sistema satelital: mientras que la banda 1 corresponde al rango 0,58-0,68micrones para el LANDSAT, el satélite SPOT tiene un rango de 0,58-0,8 micrones para su cámara pancromática. Mediante la utilización de filtros adecuados puede generarse una imagen de *falso color*, la cual tiene la ventaja de presentar un alto contraste y permite identificar objetos más fácilmente. Por otra parte, el tamaño del pixel es diferente según el uso del satélite: mientras que los datos obtenidos para la observación de la Tierra tienen un tamaño de pixel menor a 100 metros, los de observación meteorológica tienen pixeles de 1 km. de lado. Si bien cada pixel representa una porción de terreno, no siempre existe una relación biunívoca entre la imagen y el terreno real. Para ajustar la imagen se realizan correcciones geométricas, radiométricas y geográficas con un adecuado trabajo de campo.

Bibliografía

- “La energía radiante en la atmósfera” – Emilio A. Caimi – EUDEBA - 1979
- “Conocimientos básicos sobre teleobservación” - Comisión Nacional de Actividades Espaciales – CONAE – 1999
- “Introducción a la percepción remota” – INPE – Brasil - 2001
- “Introducción a la Astrodinámica” – Pedro E. Zadunaisky – CONAE – 1998

