

## Capítulo 3

### Instrumentos remotos

#### 3.1 ENVISAT

Este sistema de la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés), cuyo satélite fue lanzado en marzo de 2002 es un avanzado sistema de observación terrestre con el satélite en órbita polar que puede obtener mediciones de la atmósfera, los océanos, tierra y hielo. [3]

Los datos que provee el ENVISAT soportan investigación científica y permiten el monitoreo de la evolución de los cambios climáticos.

A grandes rasgos el ENVISAT cuenta con 2 sistemas principales:

- El Segmento Espacial (el satélite en sí) que incluye la Plataforma Polar y la Carga Útil.
- El Segmento Terrestre que consiste en el Segmento de Datos Útiles y el Segmento Operacional Aéreo

Los instrumentos que se encuentran en el satélite son los que se muestran en la siguiente figura:

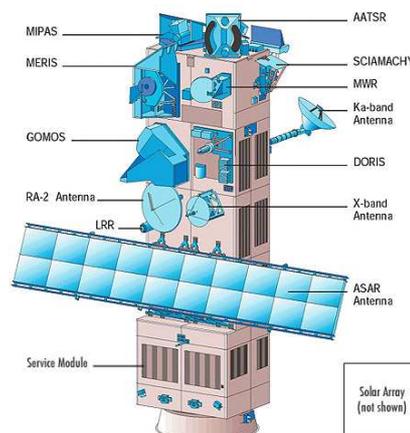


Figura 3.1.1 Satélite ENVISAT [3]

A continuación se encuentra una pequeña descripción de cada uno de los instrumentos:

- RA-2 (Radar Altimeter 2): este instrumento sirve para determinar el retraso del eco del radar desde la superficie de la Tierra con una alta precisión, menos de un nanosegundo. También mide la potencia y la forma de los pulsos reflejados del radar. Opera sobre los océanos, sus mediciones son usadas para determinar la topología de los océanos y con esto permite el estudio de la circulación de las corrientes marinas, la medición del oleaje y las características geológicas marinas. También es capaz de mapear y monitorear hielo marino, placas polares de hielo y la mayoría de superficies terrestres. La medición de la potencia y forma de la señal es utilizada para la determinación de la

velocidad del viento, la medición de alturas significativas de las olas y así soportando la predicción del clima. A continuación se muestran la imágenes de la antena y la electrónica usada en este instrumento.



Figura 3.1.2 Antena del RA-2 del ENVISAT [3]

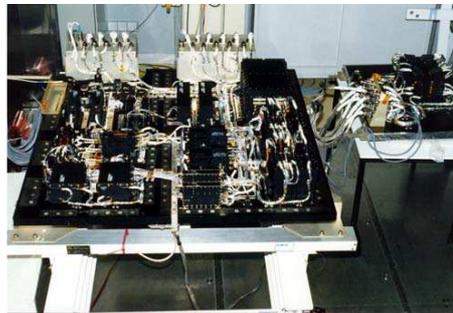


Figura 3.3 Electrónica usada en el RA-2 del ENVISAT [3]

- MWR (MicroWave Radiometer): el objetivo principal de este instrumento es la medición combinada de la columna de vapor de agua de la atmósfera y el contenido de agua líquida de las nubes, como una corrección al RA2



Figura 3.4 MWR del ENVISAT [3]

- MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric Sounding): este instrumento, es un espectrómetro de transformada de Fourier, utilizado para la medición del espectro de emisiones gaseosas de alta resolución de las partes de la Tierra. Opera en las cercanías del centro del infrarrojo donde muchos de los trazos gaseosos atmosféricos que juegan un papel un papel importante en la química atmosférica tienen emisiones características importantes. Los objetivos del MIPAS son: medición simultánea y global de parámetros geofísicos en medio de la atmósfera; química estratosférica  $O_3$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $HNO_3$  y climatología; temperatura  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $O_3$ ; estudio

de dinámicas de composición químicas y radiación en medio de la atmósfera; monitorear el ozono y los CFC's de la estratosfera.

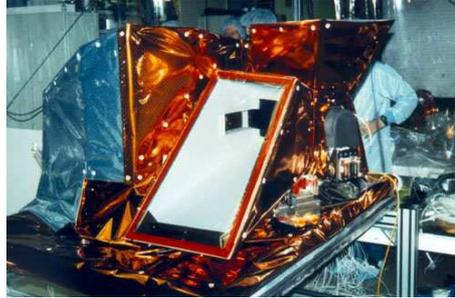


Figura 3.1.5 MIPAS óptico del ENVISAT [3]



Figura 3.1.6 Interferómetro del MIPAS del ENVISAT [3]



Figura 3.1.7 Forma final del MIPAS del ENVISAT [3]

- MERIS (Medium Resolution Image Spectrometer Instrument): este instrumento mide la radiación solar reflejada por la tierra, a una resolución de 300 metros, en 15 bandas espectrales, programables en ancho y posición, en el espectro visible y cercano al infrarrojo. La misión principal del MERIS es la medición del color de los océanos y de las áreas costeras. El conocimiento del color marino, puede traducirse en la medición de la concentración de pigmento de clorofila, concentración de sedimentos suspendidos y capas de aerosol sobre el lecho marino. Otras aplicaciones para el conocimiento del color marino son: identificar el ciclo del carbón; el régimen térmico de la superficie marina; la administración de la pesca y la administración de las zonas costeras. Este instrumento también es capaz de obtener la altura de las nubes, el vapor total de las columnas de nubes, y las capas

de aerosol sobre superficies terrestres; esto consiste en la misión secundaria del MERIS.



Figura 3.1.8 Cámara del MERIS del ENVISAT [3]



Figura 3.1.9 MERIS armado del ENVISAT [3]

- LRR (Laser Retroreflector): este instrumento se encarga de llevar a cabo dos funciones, soportar el alcance del satélite y calibrar la altitud del RA-2. El LRR es un instrumento pasivo, que se usa como reflector para las estaciones terrestres SLR usando un láser de pulsos de alta potencia. El principio de operación se basa en la medición en tierra del tiempo que tardan los pulsos del láser en realizar el viaje hacia el satélite y de regreso; al llegar los pulsos al satélite, estos son regresados de manera paralela a la cuál llegaron, gracias a su diseño de compensadores, que evitan que el láser reflejado se vea afectado por la velocidad del satélite; esto es importante debido a que el satélite se mueve aproximadamente cuarenta metros desde que el haz es enviado desde la tierra hasta que llega al satélite, a pesar de lo cuál el haz reflejado no se ve afectado.



Figura 3.1.10 LRR del ENVISAT [3]

- GOMOS (Global Ozone Monitoring by Ocultation by Stars): este instrumento, el más nuevo de ESA para el monitoreo de la capa de ozono, es una herramienta que nos permite obtener mapas globales de ozono, así como las tendencias, en función de la altitud. Esta información es obtenida con gran precisión, la necesaria para poder entender la química del ozono y poder validar los modelos de la misma. Los principales objetivos del GOMOS son: medición de los perfiles de ozono,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , OClO, temperatura y vapor de agua; capacidad de medición de día y de noche; cobertura global con alrededor de 600 perfiles medidos diariamente; capacidad de medición de la altitud entre la troposfera y 100 kilómetros; resolución de altitud mejor a 1.7 kilómetros.

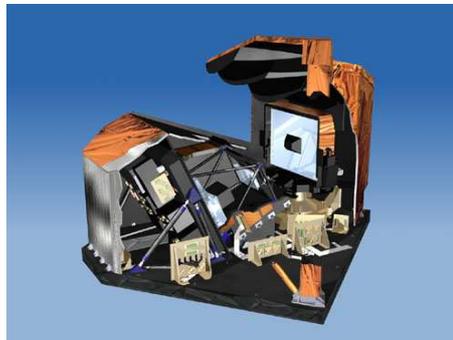


Figura 3.1.11 GOMOS AI del ENVISAT [3]



Figura 3.1.12 GOMOS FM del ENVISAT [3]

- DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite): es un sistema rastreador que provee mediciones de señales de una densa red de estaciones terrestres. Estos datos son procesados en tierra obteniendo la órbita del satélite con una precisión del orden de decenas de centímetro. Además de permitir la determinación de la órbita del satélite, los datos también pueden ser usados para: ayudar en el entendimiento de la dinámica de la tierra sólida; monitorear glaciares, movimientos de tierra y volcanes; mejorar el modelo gravitacional de la Tierra y de la ionósfera.

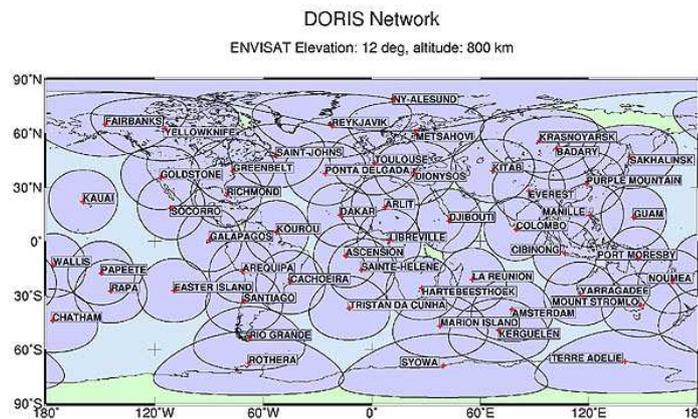


Figura 3.1.13 Red DORIS del ENVISAT [3]

### 3.2 ASTER

El ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) [4] es un avanzado sistema de toma de imágenes multiespectrales que fue lanzado a bordo de la nave Terra de la NASA en diciembre de 1999. ASTER cubre una amplia región espectral con 14 bandas que cubren desde el visible hasta el infrarrojo térmico con alta resolución espacial, espectral y radiométrica. Una banda adicional trasera cercana al infrarrojo provee de cobertura en estereo. La resolución espacial varía la longitud de onda: 15 metros en el visible y cerca del infrarrojo (VNIR), 30 metros en la onda infrarroja corta (SWIR), y 90 metros en el infrarrojo térmico (TIR). Cada escena cubre un área de 60 por 60 km.

Terra es el primero de una serie de naves multi-instrumento que forman el Sistema de Observación de la Tierra de la NASA (EOS). EOS consiste de componentes científicos y un sistema de información (EOSDIS), los cuáles soportan una serie de satélites coordinados de baja inclinación y órbita polar para observaciones globales a largo plazo de la superficie de la tierra, la biosfera, la Tierra sólida, la atmósfera, y los océanos. Además de ASTER, los otros instrumentos en Terra son MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer), MISR (Multi-angle Imaging Spectro-Radiometer), CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System), y MOPITT (Measurements of Pollution in the Troposphere). Como el único instrumento de alta resolución espacial en Terra, el ASTER es el "lente de aumento" de los otros instrumentos. Terra están en una órbita síncrona con el sol, cruzando el ecuador cerca de las 10:30 a.m. tiempo local solar.

ASTER puede adquirir datos alrededor del globo con un ciclo promedio de trabajo de 8% por órbita. Esto se traduce en la adquisición de cerca de 650 en escenas por día, que son procesados por el Nivel 1-A; de estas alrededor de 150 son procesadas en el Nivel 1-B. Todas las escenas 1-A y 1-B son transferidas al archivo de EOSDIS y al centro de datos EROS (EDC), para almacenaje, distribución, y procesamiento de productos de alto nivel. Todos los productos de aster son almacenados en una implementación específica del Formato de Datos Jerárquicos llamado HDF-EOS.

ASTER es el esfuerzo cooperativo entre la NASA y el Ministerio Japonés de Comercio Económico e Industrial (METI) antes conocido como el Ministerio de Comercio Internacional e Industrial (MITI), para la colaboración de científicos y organizaciones industriales en ambos países. Los instrumentos del ASTER consisten en tres subsistemas de instrumentos separados.

Estos subsistemas son los siguientes:

- VNIR: este subsistema consiste en dos telescopios independientes ensamblados para minimizar la distorsión de la imagen en los telescopios traseros y nadir. Los detectores para cada una de las bandas consiste en 5000 detectores (CCD). Únicamente de 4000 esto detectores son usados al mismo tiempo, esto es debido al tiempo entre la adquisición del imagen trasera y la imagen nadir, ya que durante este tiempo la rotación de la tierra desplaza el centro del imagen; el subsistema automáticamente extrae los 4000 pixeles correctos basado en información de la posición de la órbita proveída por la plataforma EOS. Este subsistema produce por mucho la más alta tasa de datos de los tres subsistemas de imagen del ASTER, con las cuatro bandas operando (3 nadir y 1 trasera) la tasa de datos incluyendo los datos de la imagen, información suplementaria y los datos de ingeniería es de 62 Mbps.

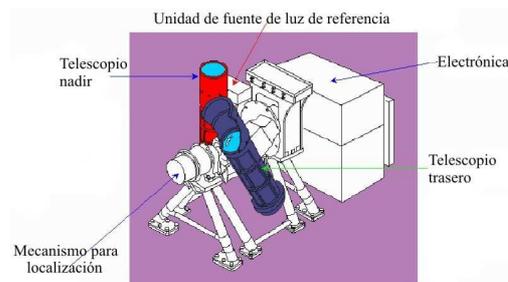


Figura 3.2.1 VNIR del ASTER [4]

- SWIR: este subsistema consiste en un telescopio refractario único. El detector de cada una de las seis bandas del subsistema es un arreglo lineal de barrera Schottky de platino y silicio (PtSi-Si). Seis filtros ópticos de paso banda son usados para realizar la separación espectral, los prismas y los elementos dichroic no son usados para este fin. Este subsistema cuenta con un dispositivo de calibración similar al usado por el subsistema VNIR, con la diferencia de que solamente consta de un solo dispositivo. La tasa de datos combinada de las seis bandas de

este subsistema, incluyendo telemetría suplementaria y telemetría de ingeniería es de 23 Mbps.

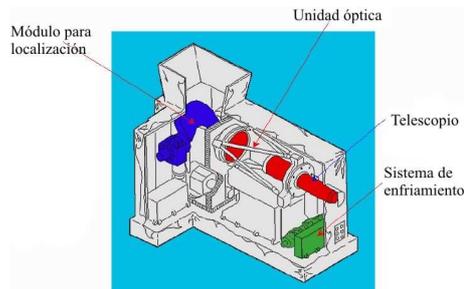


Figura 3.2.2 SWIR del ASTER [4]

- TIR: Este subsistema usa un sistema newtoniano omnidireccional con un espejo principal y lentes para la corrección de errores. A diferencia de los telescopios usados por los subsistemas VNIR y el SWIR, el telescopio del subsistema TIR apunta y escanea con un espejo. Cada banda usa diez detectores de Mercurio-Cadmio-Telurio (HgCdTe) en un arreglo escalonado con filtros pasobanda ópticos en cada elemento detector; cada detector tiene su propio pre y post amplificador. El espejo tiene dos funciones, la de escanear y la de apuntar. En el modo de escaneo, el espejo oscila a una frecuencia de alrededor de 7 Hertz. Para su calibración el espejo rota 180° de la posición nadir para ver un cuerpo oscuro que puede ser calentado o enfriado. La tasa total de datos del subsistema, incluyendo telemetría suplementaria y telemetría de ingeniería, es de 4.2 Mbps. Debido a que el subsistema puede obtener información útil tanto de día como de noche, su ciclo de trabajo es de 16%.

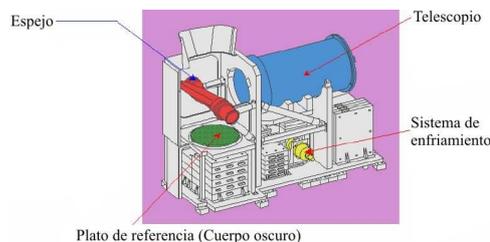


Figura 3.2.3 TIR del ASTER [4]

### 3.3 LANDSAT

LANDSAT [5] es un programa que cumple con el propósito de proveer a científicos e ingenieros de aplicación del mundo con un flujo continuo de datos de percepción remota para monitorear y administrar los recursos de la Tierra. Con los satélites de este programa, del cuál el LANDSAT 7 es el último, se han podido llevar un registro multispectral de la superficie de la tierra desde 1972.

El LANDSAT-7 fue lanzado el 15 de abril de 1999 desde la base de la Fuerza Aérea en Vandenburg; es un satélite de la clase de 5000 libras, diseñado para una órbita síncrona con el sol, con una inclinación de 98.2 grados, a una altitud de 705 kilómetros, realizando un ciclo cada 16 días.

La carga útil consta de un instrumento de localización nadir sencillo, la banda S del ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) es usada para operaciones de comando y tareas locales de telemetría mientras que la banda X es usada para el envío de datos de los instrumentos. Un grabador de estado sólido (SSR) de 378 Gigabits puede almacenar 42 minutos de datos de los instrumentos y 29 horas de datos locales de telemetría simultáneamente. La energía es proporcionada por un arreglo solar de seguimiento y dos baterías de Níquel-hidrógeno de 50 Amperes por hora. El control de altitud es llevado a cabo mediante cuatro ruedas de reacción, tres giroscopios de dos canales con actualización celeste, un sensor estático de la Tierra, un procesador 1750A, una caña de torque y magnetómetros para momentos de descarga. El control de órbita y el respaldo para el momento de descarga es realizado por un sistema de hydrazine con un único tanque que contiene 270 libras de hydrazine, el sistema de bombeo y 12 jets de una libra. El peso aproximado del satélite es de aproximadamente de 4632 libras a la hora del despegue.

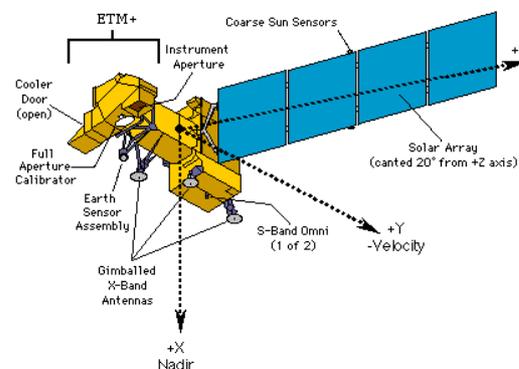


Figura 3.3.1 Satélite LANDSAT [5]

EL ETM+, es el sensor incorporado al LANDSAT 7, el diseño del ETM+ provee de visión nadir, con un radiómetro multiespectral de 8 bandas capaz de obtener imágenes de alta resolución de la superficie de la tierra. El ETM+ está diseñado para coleccionar, filtrar y detectar la radiación proveniente de la Tierra en un paso de 185 kilómetros de ancho.

### 3.4 IKONOS

Este es el primer satélite de obtención de imágenes para uso comercial que posibilita la captación de imágenes con un metro de resolución espacial. [6]

Estas imágenes son consecuencia directa de liberación tecnológica promover en 1994 por el gobierno de los Estados Unidos de América. Anteriormente a esa época esta tecnología estaba disponible para satélite con fines militares.

IKONOS colecta información de cualquier zona en promedio dos veces al día, cubriendo áreas de 20,000 km<sup>2</sup> en la misma pasada y produciendo como resultado imágenes de 1 metro de resolución cada 3 días y de 2 metros de resolución todos los días.

El satélite IKONOS pesa alrededor de 720 kilogramos y realiza una vuelta a la tierra cada 98 minutos a una altitud de casi 680 kilómetros en forma centralizada con el sol. La órbita cubierta puede satélite se concentra lejos del área directamente debajo de recorrido del mismo, y los datos de un lugar determinado pueden ser

captados casi diariamente, si bien en todos los casos con 1 metro de resolución. El satélite fue diseñado y fabricado por la empresa Lockheed Martin Commercial Space Systems, y la empresa Raytheon Company construyó el sistema de apoyo terrestre, geoprocesamiento digital, manejo de archivos y servicio al cliente, requerido para distribuir la información captada por IKONOS.