



Curso "ALCANCES DE LA TELEDETECCION ESPACIAL"

4al 5 de abril del 2017, Ciudad Rosario.

Teledetección o percepción remota (*'Remote Sensing'*)

Disciplina científica que integra un amplio conjunto de conocimientos y tecnologías utilizadas para

- ✓ la observación,
- ✓ el análisis y
- ✓ la interpretación de

fenómenos **terrestres y atmosféricos.**

Principales fuentes de información:

- ✓ **medidas**
- ✓ **imágenes**

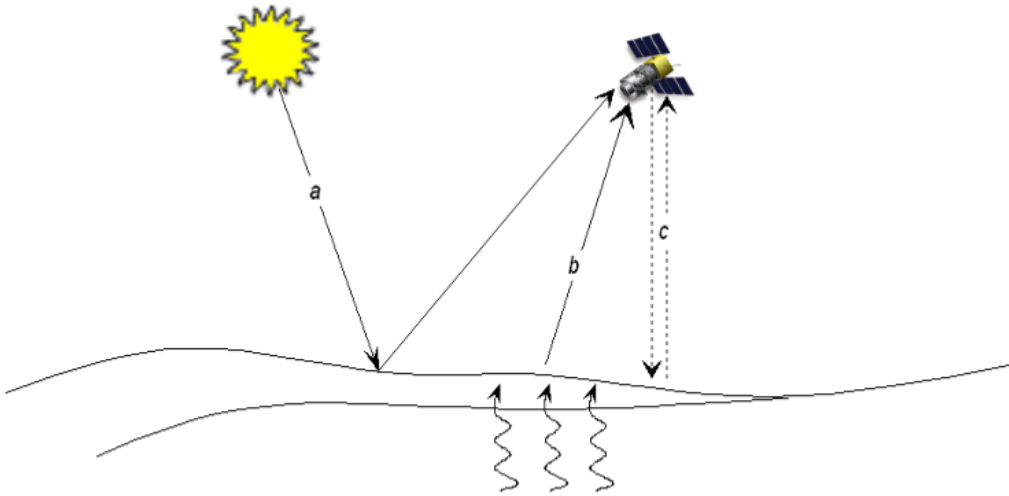
obtenidas con la ayuda de **plataformas aéreas y espaciales.**



La teledetección

➤ **Formas de Teledetección** → Formas de adquisición de información por el sensor remoto:

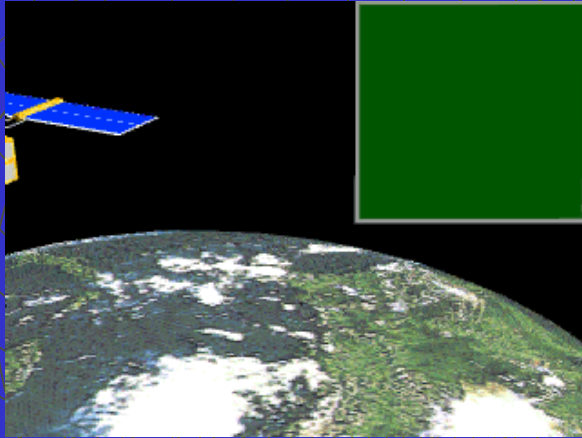
- Por reflexión (a).
- Por emisión (b).
- Por emisión-reflexión (c).



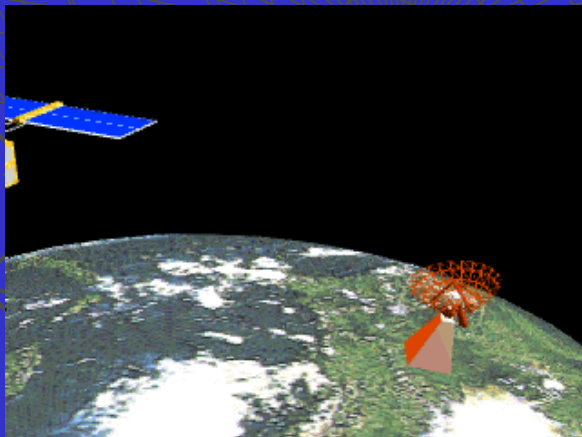
La adquisición de información a distancia implica la existencia de un **flujo de información** entre el objeto observado y el captador.

El portador de esta información es la **radiación electromagnética**, esta puede ser **emitida** por el objeto o proceder de otro cuerpo y haber sido **reflejada** por este.

La teledetección



técnica aeroespacial que utiliza la **energía electromagnética** para la captación de datos de la **superficie terrestre y atmósfera circundante**, mediante sistemas sensores remotos"



Medida o adquisición de información de ciertas propiedades de un objeto o fenómeno, según un **sistema de registro que no está en contacto físico con el objeto o fenómeno estudiado**"

El sensor remoto

Instrumento diseñado para registrar características físicas de un objeto sin entrar en contacto con el mismo. Ej.: **los ojos de los seres vivos, la cámara fotográfica, el sensor multispectral o hiperespectral** transportado en un avión ó en un satélite.

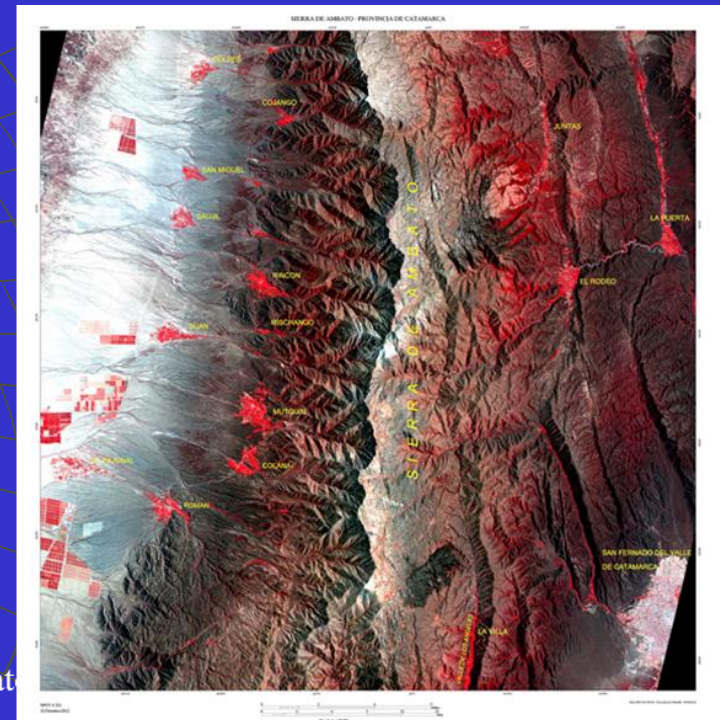
LANDSAT ETM Bariloche



Huracán, imagen NOAA-AVHRR



Mosaico SPOT Sierra de Ambato



El sensor remoto Satelital

Cuando el **sensor remoto**, está abordo de un satélite que orbita la Tierra.

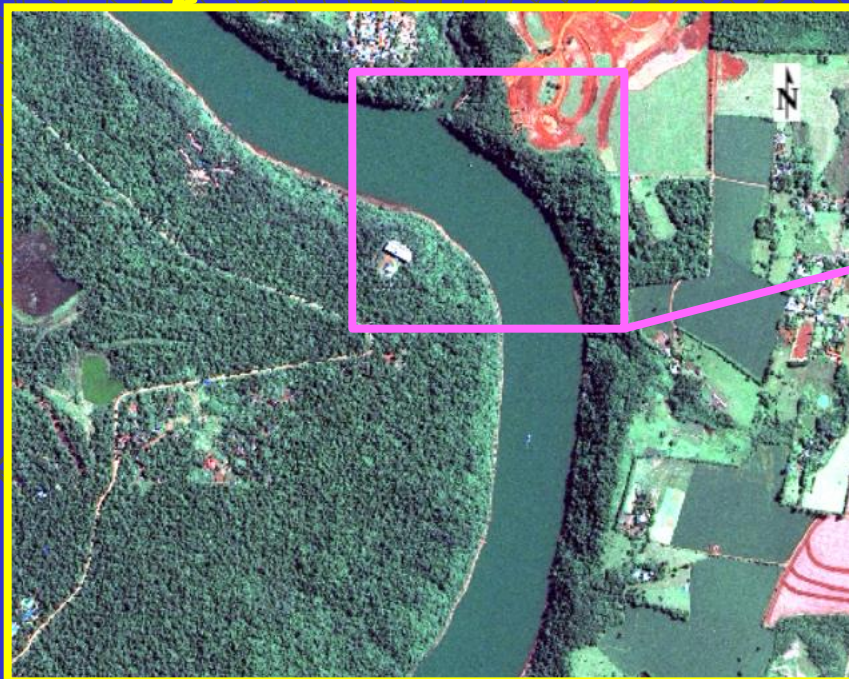
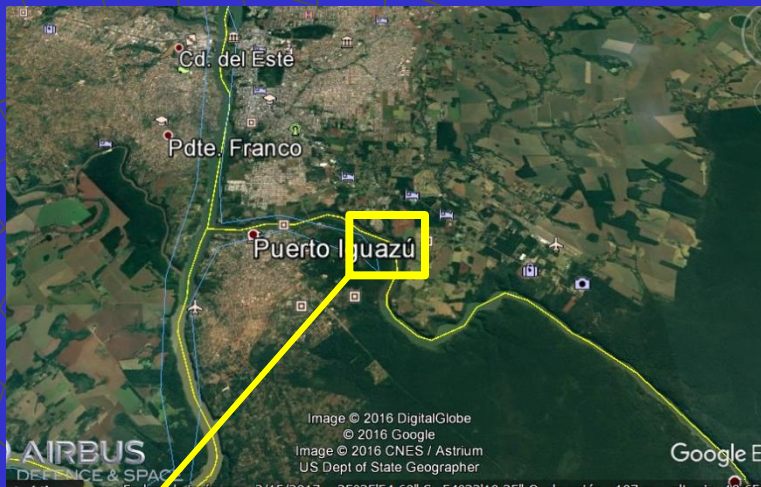
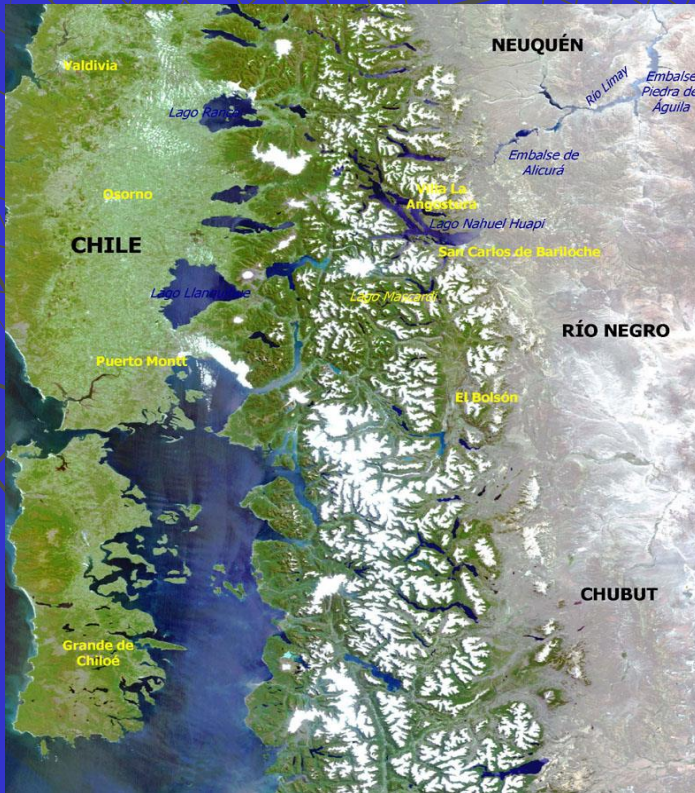


Imagen Satelital

Una imagen satelital es el producto que representa las **características físicas** de un sector de la superficie terrestre en un determinado momento.

Se obtiene a partir de la **radiación reflejada y emitida** por cada elemento de la superficie,

SAC-C MMRS
Cordillera de los Andes Sur



LANDSAT ETM La Serena



ASTER VNIR Triple Frontera



IKONOS Puente ferroviario-Cipolletti



Fuente de energía

Sistema de Teledetección Espacial

Sistema sensor

atmósfera



Cubierta terrestre



Sistema receptor

Tratamiento Digital

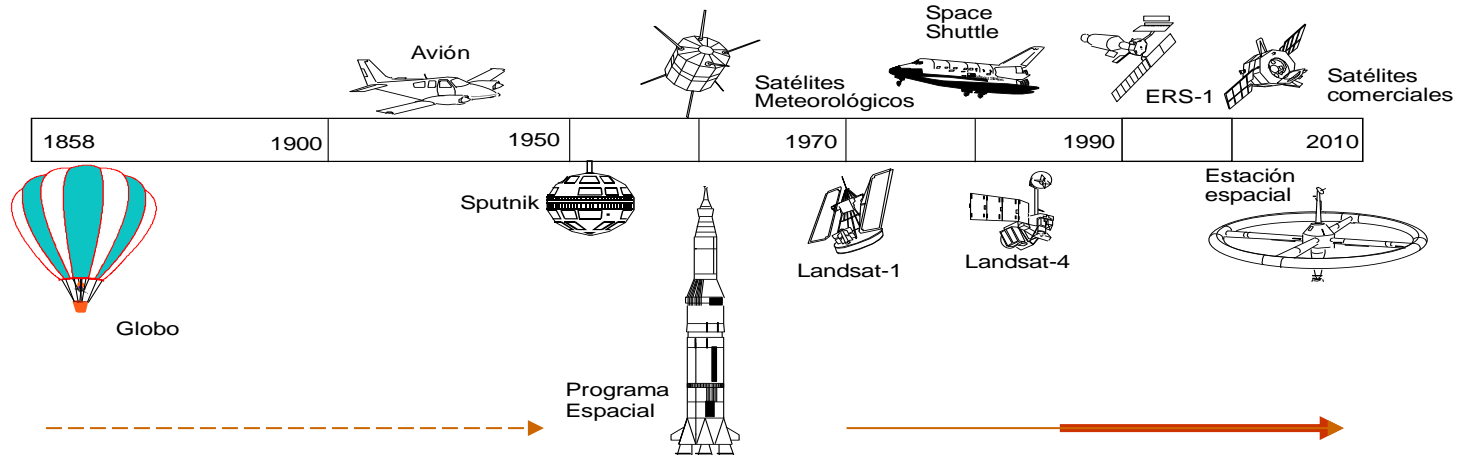


Interprete



Usuario final

Evolución histórica de la Teledetección

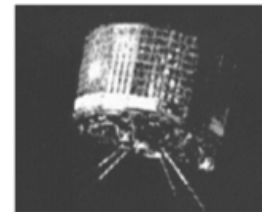


□ ACONTECIMIENTOS RELEVANTES

- El invento de la fotografía hizo posible la teledetección.
- La teledetección tuvo su origen en 1860 con la fotografía de la superficie terrestre tomada desde un globo por Tournachin.
- Primer satélite de observación de la Tierra en 1960 (TIROS-I).
- Actualmente existen múltiples Agencias Públicas y Privadas y Centros de Enseñanza e Investigación que trabajan activamente en el campo de la teledetección.

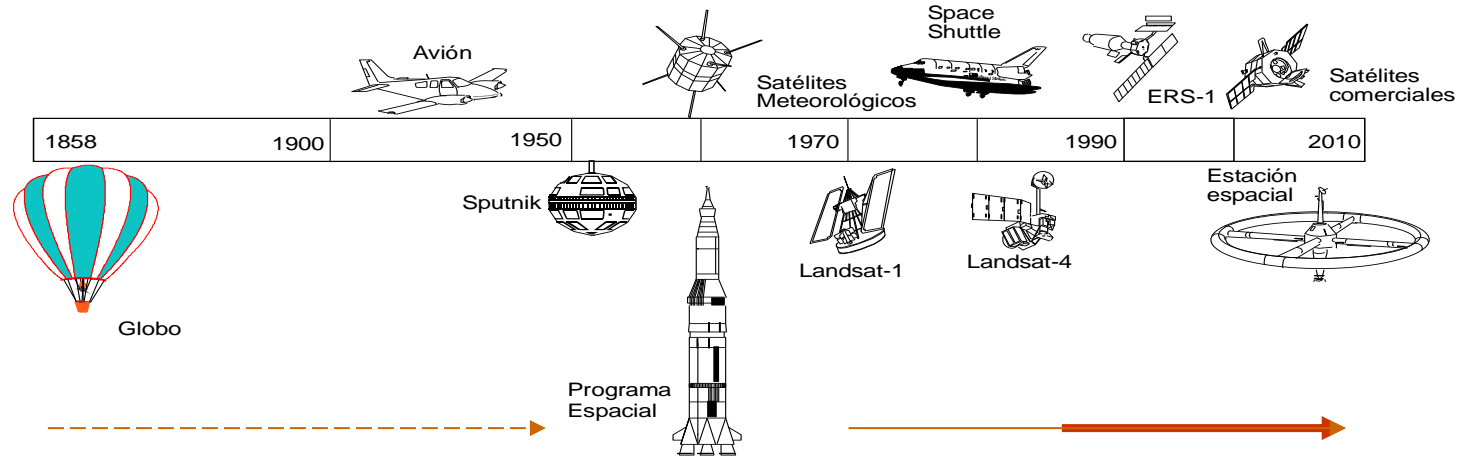


↓ 1859 G.F. Tournachon

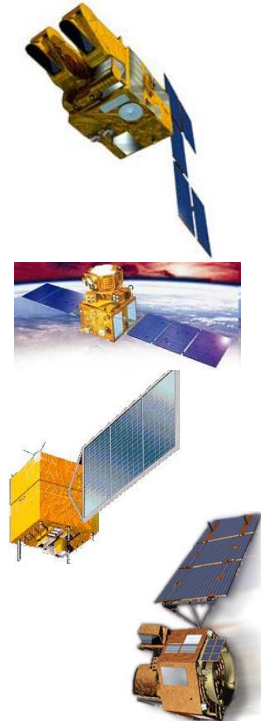
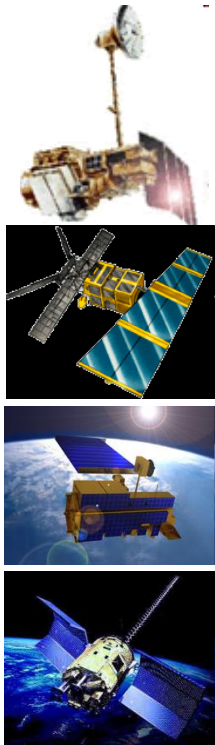


↓ 1960 TIROS-I

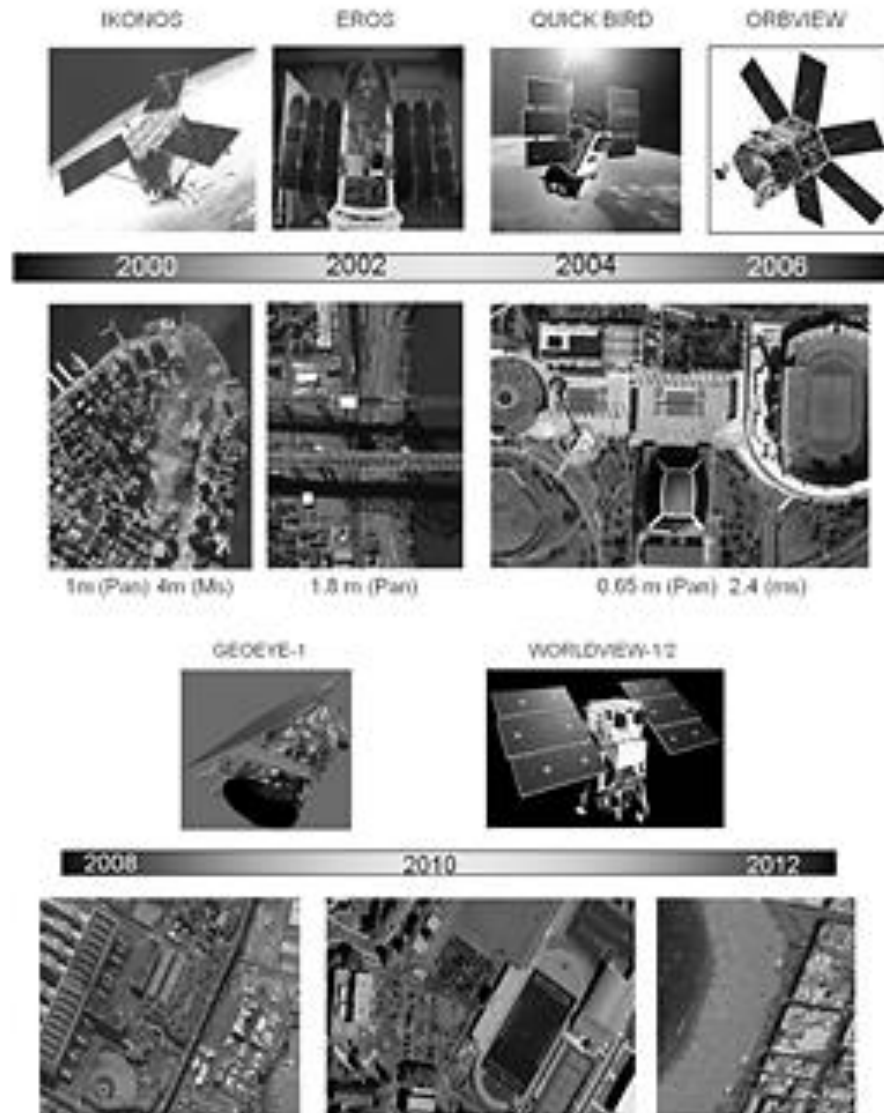
Evolución histórica de la Teledetección



- 1972 - Lanzamiento del Landsat-1 (MSS)
- 1982 - Landsat-4 (TM)
- 1986 - Lanzamiento del SPOT (primer satélite comercial)
- 1987 – Primer satélite japonés MOS1
- 1988 – Primer satélite indio IRS-1A
- 1991 - Se lanza el primer satélite de la ESA (ERS-1)
- 1992 – Se lanza el JERS1
- 1998 - Primer satélite argentino SAC-A
- 1999 - Se lanzan: Landsat-7 (ETM), Terra, Ikonos y Cbers.
- 2000 – Satélite argentino SAC-C y el EO-1 (Hyperion)
- 2011 – Satélite argentino SAC-D
- 2013 – Landsat 8
- 2014 - ALOS 2
- 2015 Serie Sentinel
- 2016 – ISRO (India)



Evolución histórica de la Teledetección



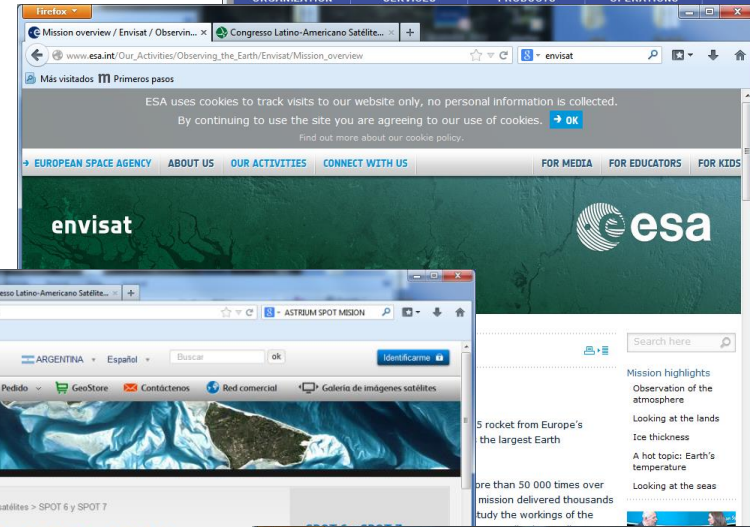
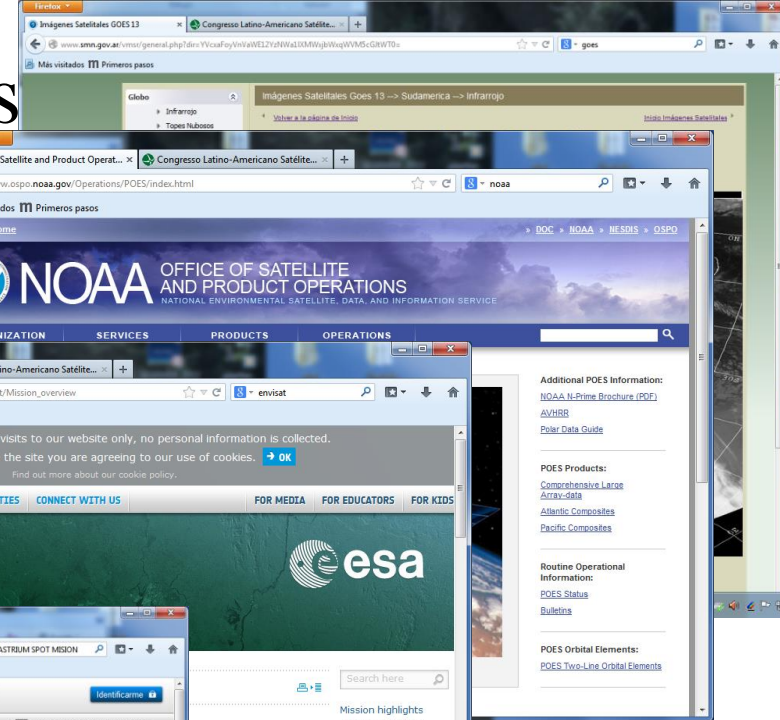
Misiones espaciales

- USA: Landsat 8, GOES, NOAA, Ikonos, Quickbird

- ESA: Meteosat, Envisat

- Francia: Spot 4, 5 y 6

- China: Formosat 1 y 2



Misiones espaciales ad

- India: IMS-1, Gsat7 y 14, Oceansa-2, Resourcesat-2, Risat 1
- Canadá: Radarsat 1 y 2
- Rusia: Spin-2, Resurs
- Japón: Adeos, Alos2
- Brasil: Cbers 1 y 2B
- Argentina SAC-D Aquarius



Ventajas de la Teleobservación

- Cobertura global

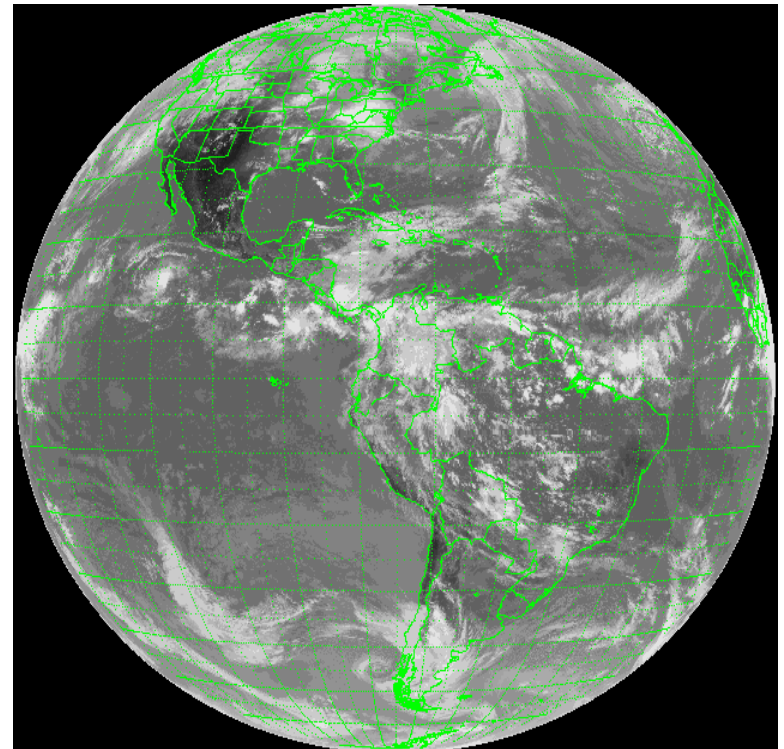
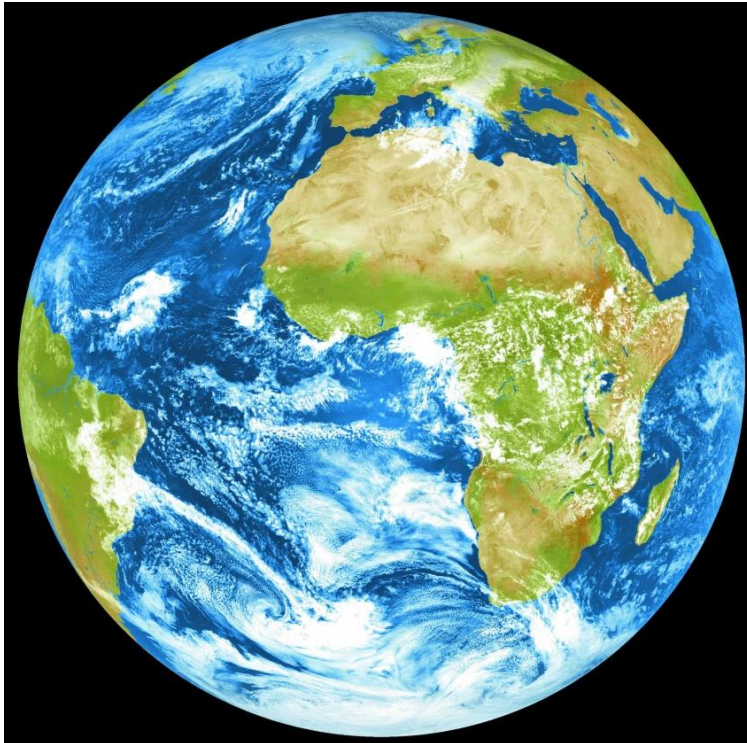
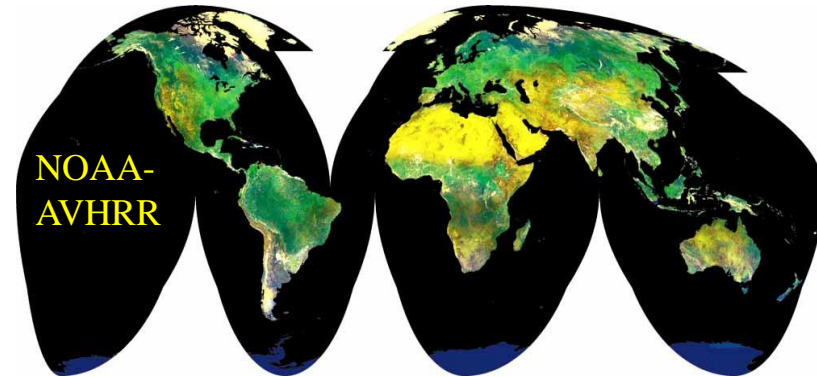
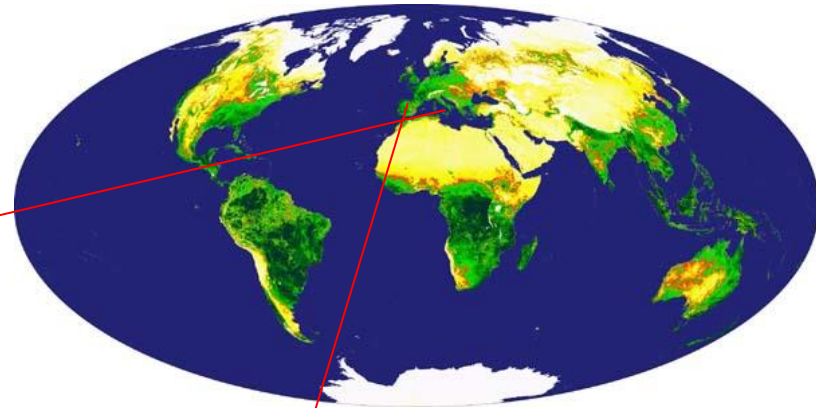


Imagen completas del Meteosat y GOES

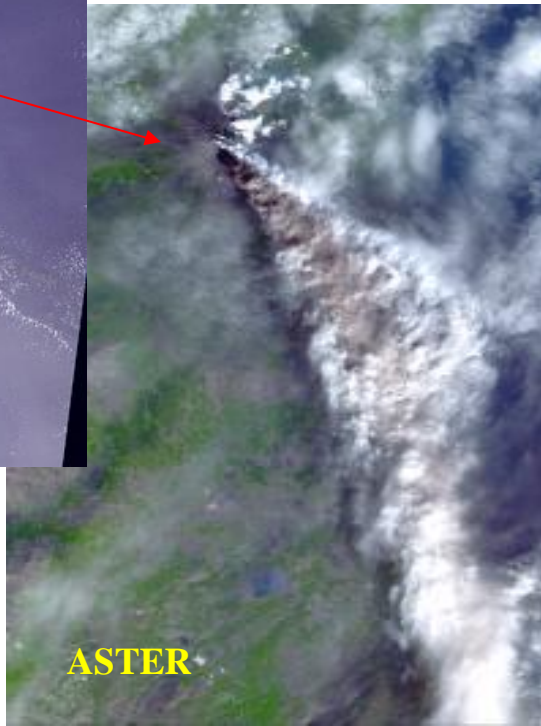
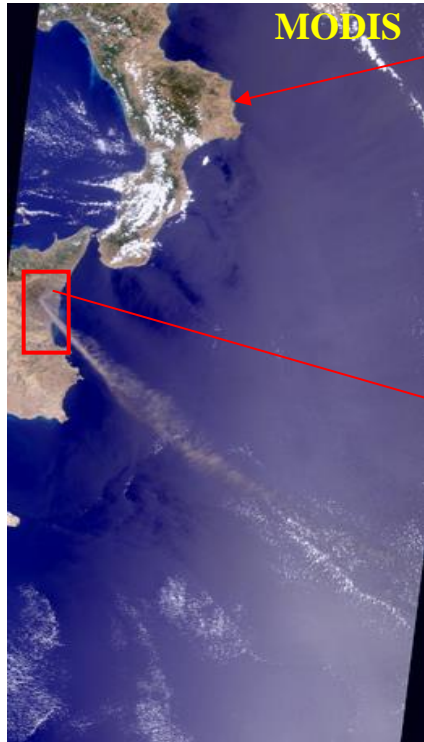
Ventajas de la Teleobservación

- Imágenes a distintas escalas



MODIS

Volcán Etna, 2001



ASTER

Alcalá de Henares, España



Landsat-ETM (30 m)



Spín-2 (2 m)



Landsat-ETM (15 m)

- Imágenes a distintas escalas



Imagen SAC-C
www.invap.net/space

Islas Malvinas

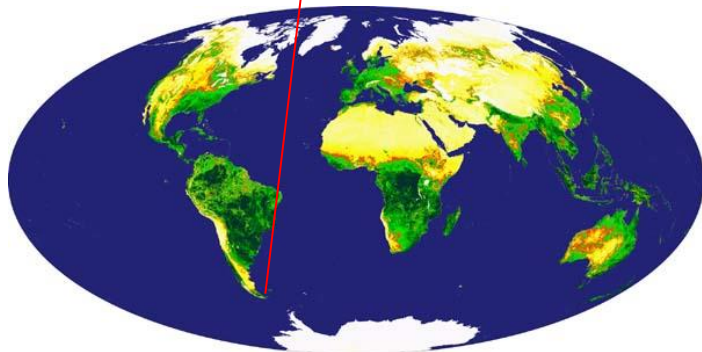
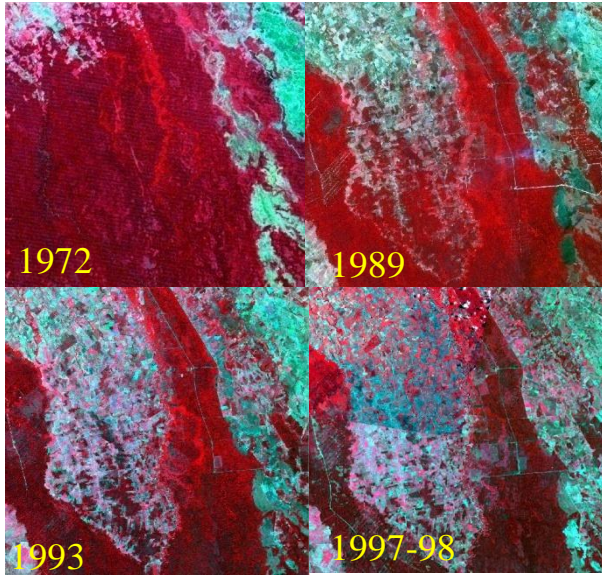


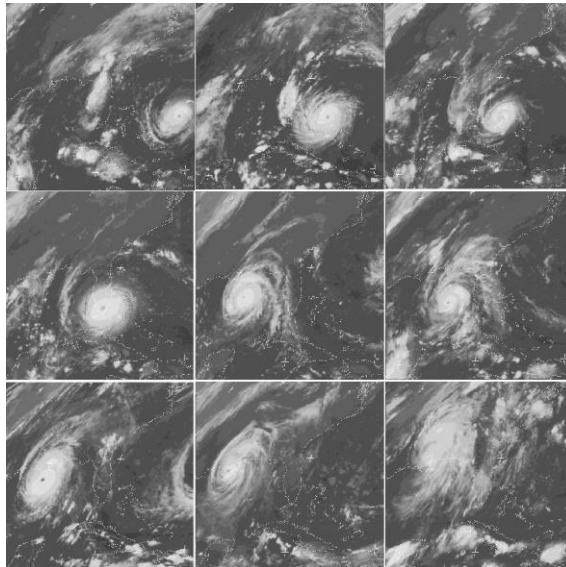
Imagen LANDSAT ETM

Ventajas de la Teleobservación

- Cobertura frecuente



Dinámica a medio plazo



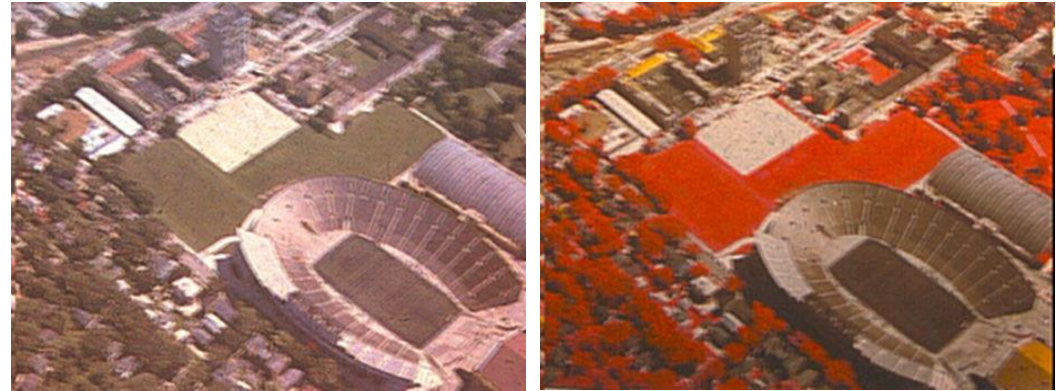
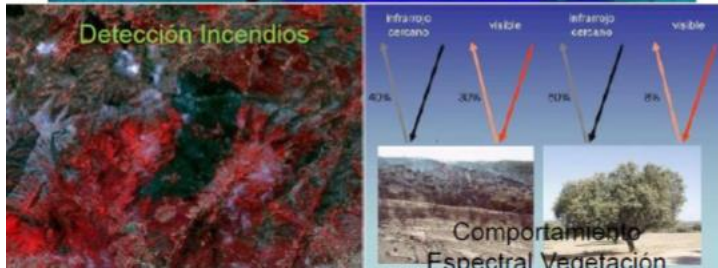
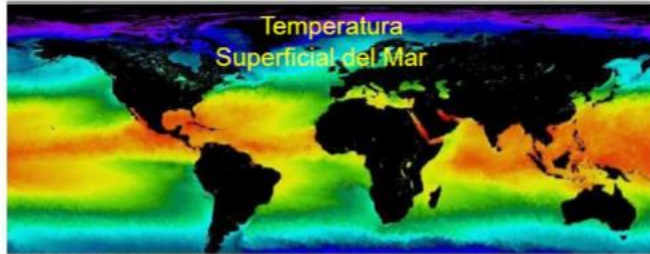
Imágenes Meteosat del
Huracán Andrew



San Carlos de Bariloche

Ventajas de la Teleobservación

- Regiones no visibles del espectro



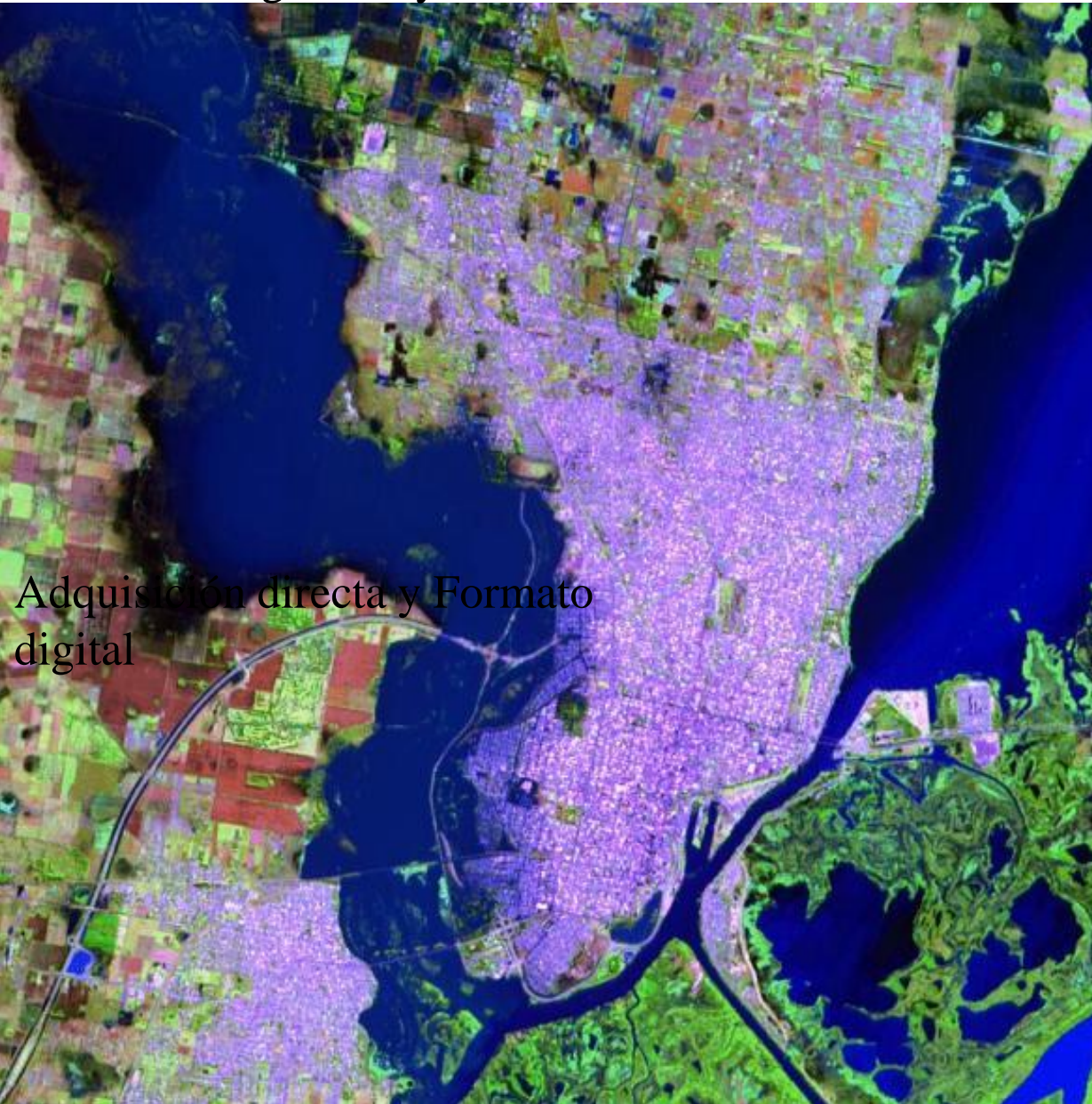
Tomado del manual de la ASPRS: 2nd Ed., Colwell, 1983)

Adquisición directa y Formato digital



- Adquisición en Tiempo Real
uso en Emergencias y Desastres

Ventajas de la Teleobservación

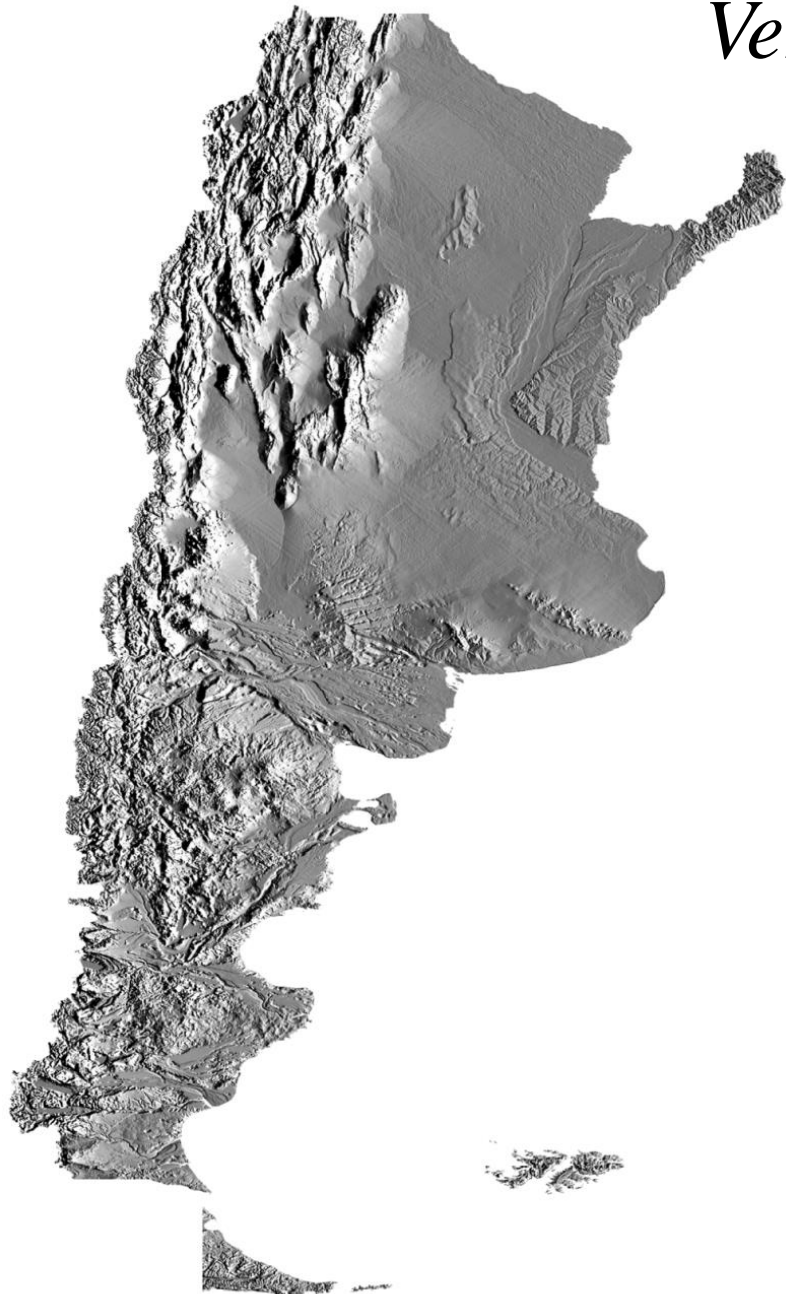


Adquisición directa y Formato digital



Río Salado: el 29 de abril de 2003 inundó de modo violento prácticamente 1/4 del casco urbano de la ciudad de Santa Fé.

Ventajas de la Teleobservación

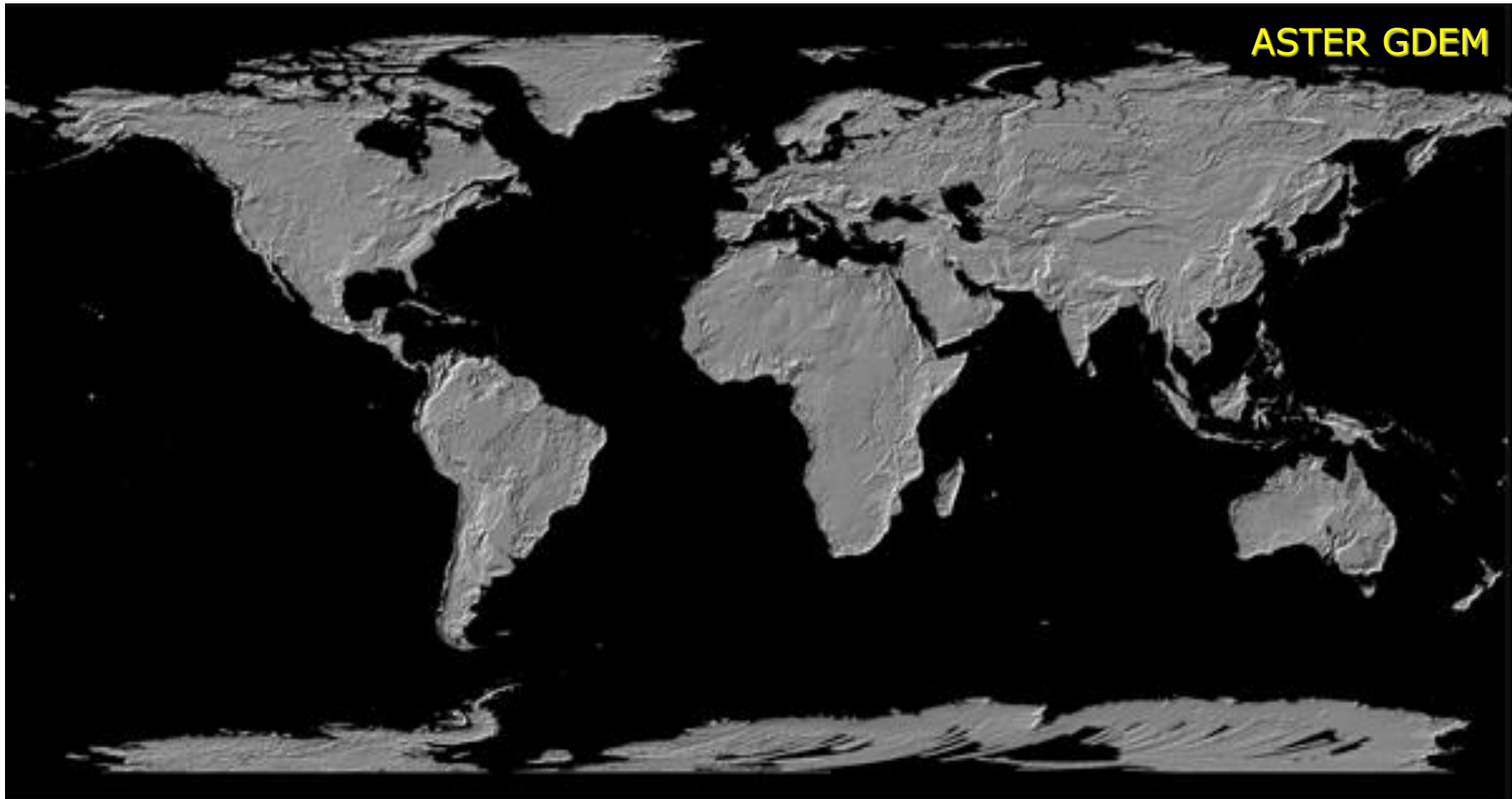


- Visión estereoscópica y generación de modelo digital de elevaciones

SRTM

Ventajas de la Teleobservación

- Visión estereoscópica y generación de modelo digital de elevaciones



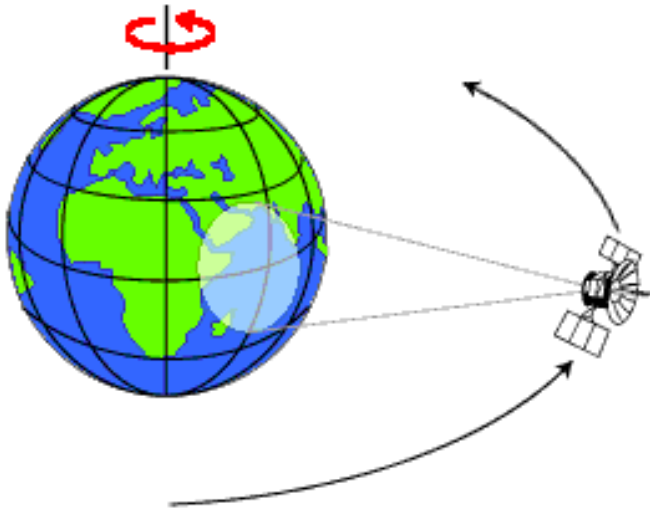
Plataformas y Sensores

Plataformas satelitales disponibles en función de su órbita son:

- **Geosíncronas o Geoestacionarias**

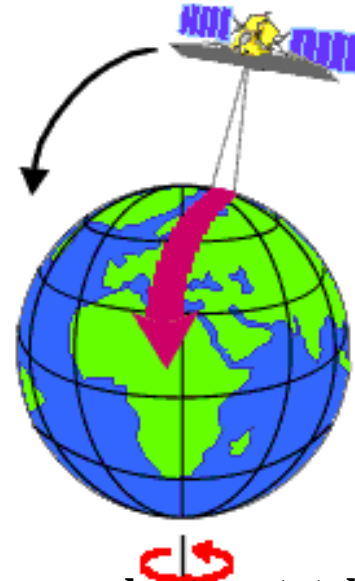
- **Heliosíncronas o Móviles**, en general son de órbita polar y están programadas para observar cada sector de la Tierra a una hora solar fija.

Orbita Geoestacionaria



- **Observan siempre la misma región de la Tierra.**
- **Altura de la órbita: del orden de los 36.000 Km.**
- **Período de la orbita: 24 hs.**
- **Ejemplos: METEOSAT, GOES.**

Orbita Heliosincrónica



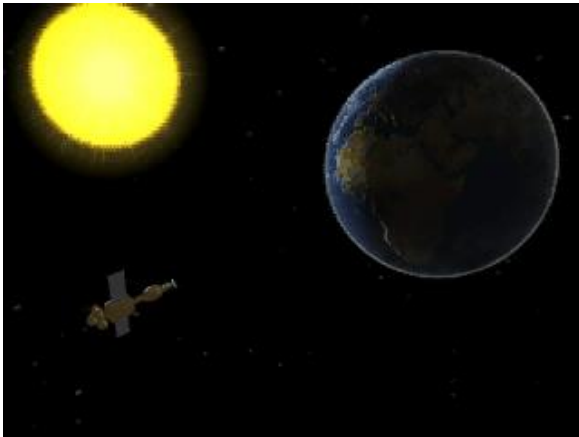
- **Asegura cobertura total de la superficie terrestre y las mismas condiciones de iluminación solar para la misma zona.**

Ejemplos: SAC-C, LANDSAT, SPOT, TERRA, NOAA.

Plataformas y Sensores

- **Observan siempre la misma región de la Tierra.**
- **Altura de la órbita: del orden de los 36.000 Km.**
- **Período de la orbita: 24 hs.**
- **Ejemplos: METEOSAT, GOES.**

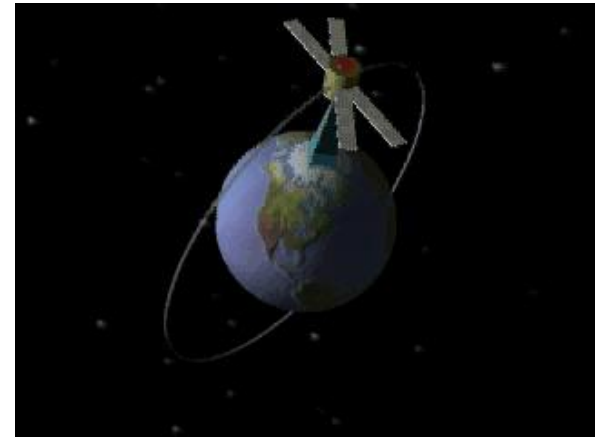
Orbita Geoestacionaria



- **Asegura cobertura total de la superficie terrestre y las mismas condiciones de iluminación solar para la misma zona.**

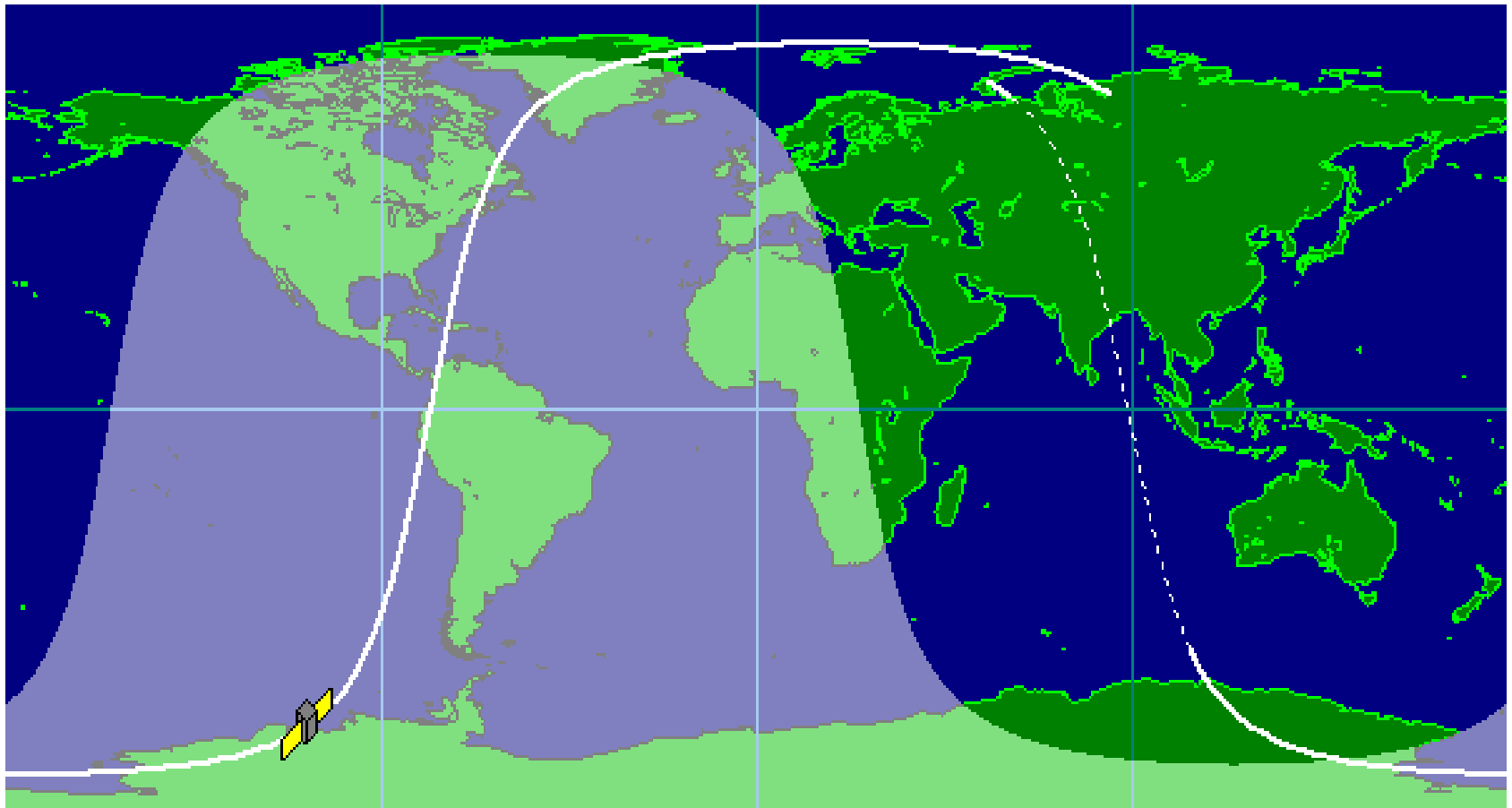
**Ejemplos: SAC-C, LANDSAT, SPOT, TERRA
NOAA.**

Orbita Heliosincrónica



Orbita Helio-sincrónica, altitud alrededor de 800km

- Para compensar los efectos de la rotación de la Tierra la inclinación de la órbita del satélite es hacia el oeste.
- El nodo descendente es siempre sobre la cara iluminada.
- Todas las escenas son observadas a igual hora local.
- La iluminación del sol varía con las estaciones debido a la inclinación del eje terrestre.
- Los satélites con módulos termales y radar toman datos tanto en la órbita descendente como en la ascendente (día y noche).



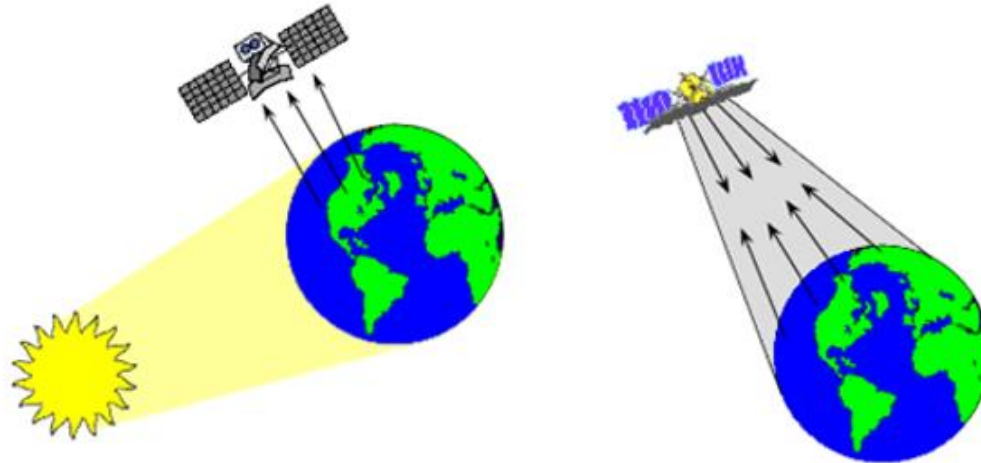
Plataformas y Sensores

SENSORES

En función de la procedencia de la energía que miden de los elementos de la superficie terrestre, los sensores remotos se clasifican, en:

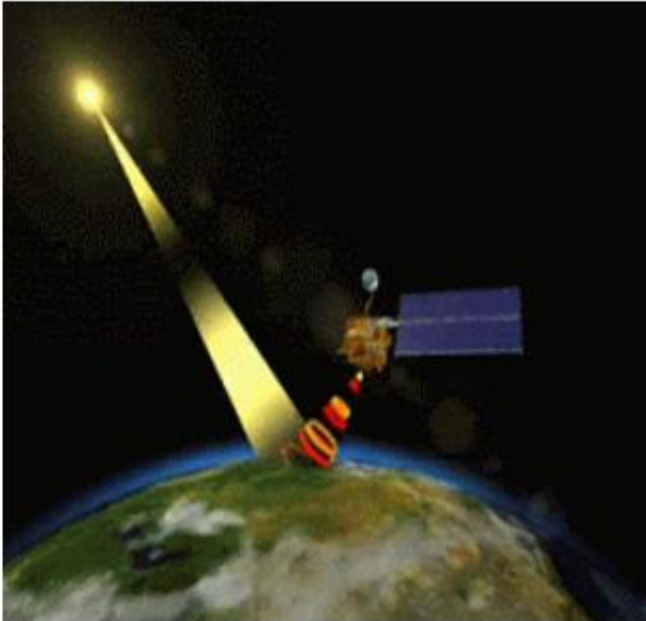
- **PASIVOS:** son sensores que registran la energía emitida por un foco exterior a ellos, por ejemplo, reciben la energía solar reflejada o la energía emitida por la superficie de la Tierra. A su vez, en función de grabación de la energía recibida se clasifican en: fotográficos, óptico-electrónicos y de antena.

- **ACTIVOS:** son sensores que emiten su propio haz de energía, que luego recogen tras su reflexión sobre la superficie terrestre, como por ejemplo el radar.

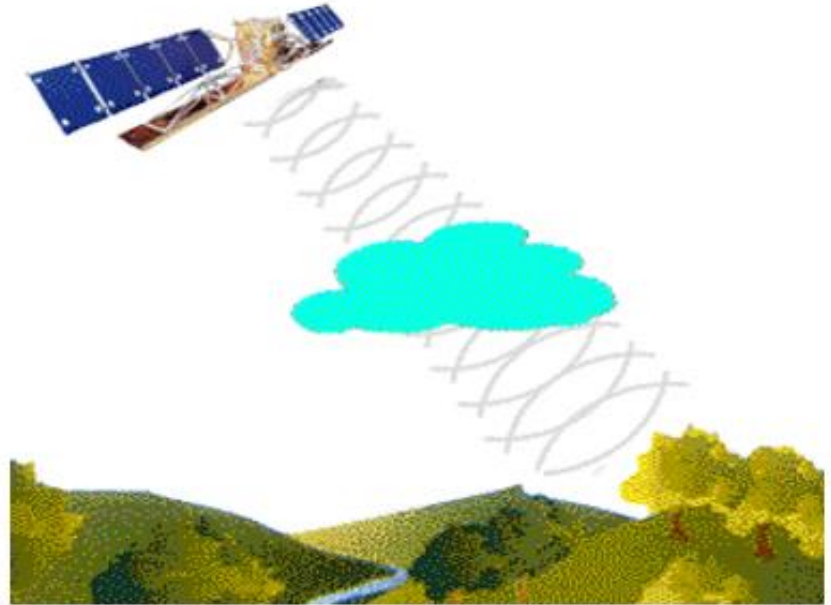


Plataformas y Sensores

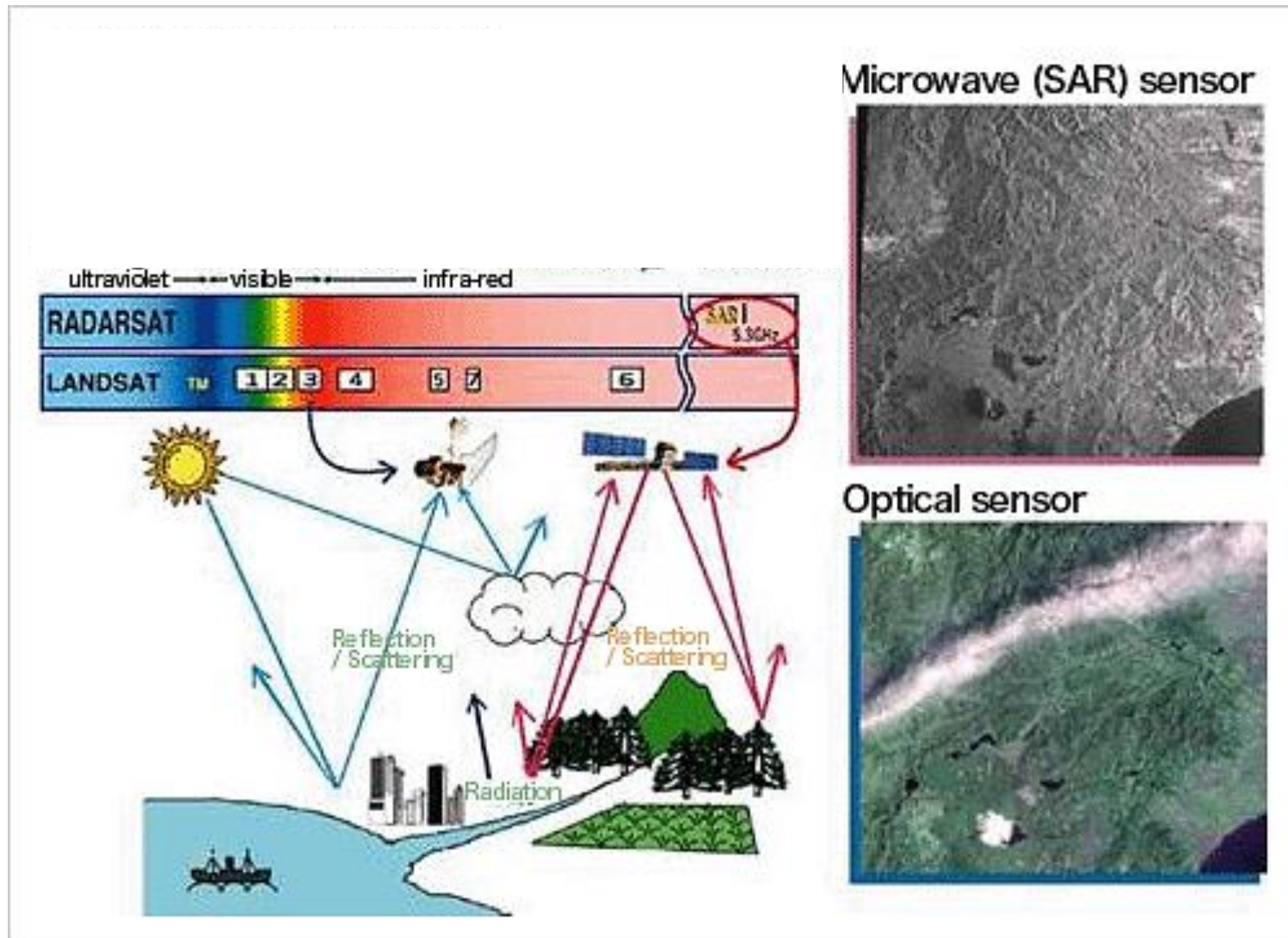
TELEDETECCIÓN PASIVA



TELEDETECCIÓN ACTIVA



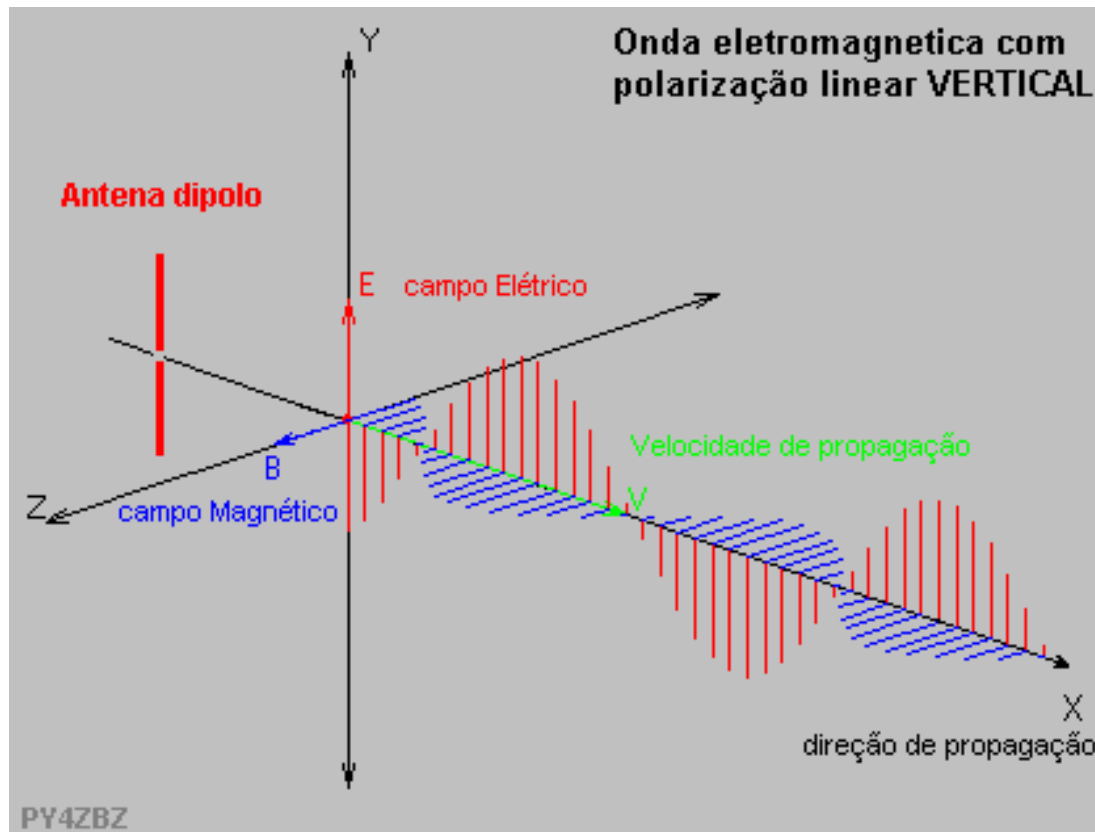
Plataformas y Sensores



Radiación electromagnética

La energía radiante se mueve a la velocidad de la luz y se propaga con un patrón armónico ondulatorio.

La radiación electromagnética esta formada por la combinación de campos **eléctricos y magnéticos**, que se propagan a través del espacio en forma de **ondas portadoras de energía**.



Atributo de la onda

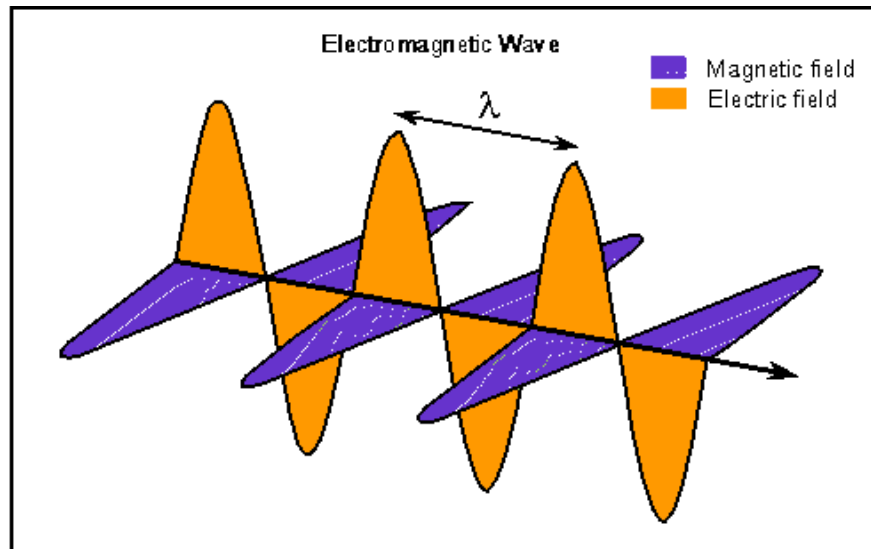
La naturaleza ondulatoria de la luz se expresa en:

Longitud de onda (λ): distancia entre picos sucesivos; $1\mu\text{m}=1000\text{nm}$

Frecuencia (ν): el número de picos por unidad de tiempo con respecto a un punto fijo; Hz Hertz o GHz Giga Hertz

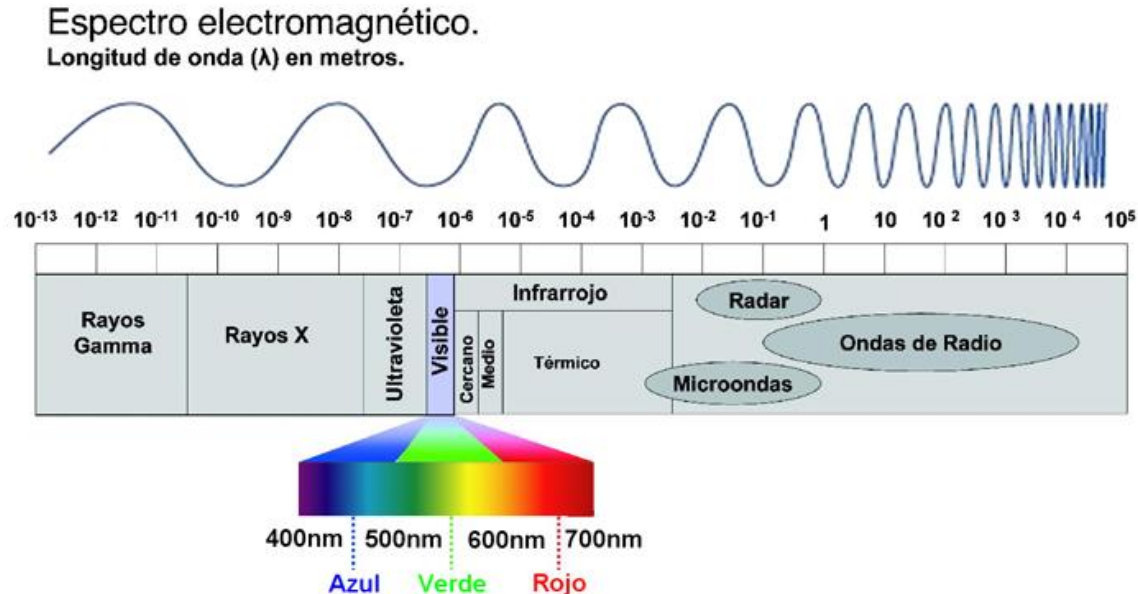
Velocidad (c) : en m/s, la cual es una constante 3×10^8 m/s

Se relacionan con la siguiente ecuación: $\mathbf{c} = \lambda \times \nu$



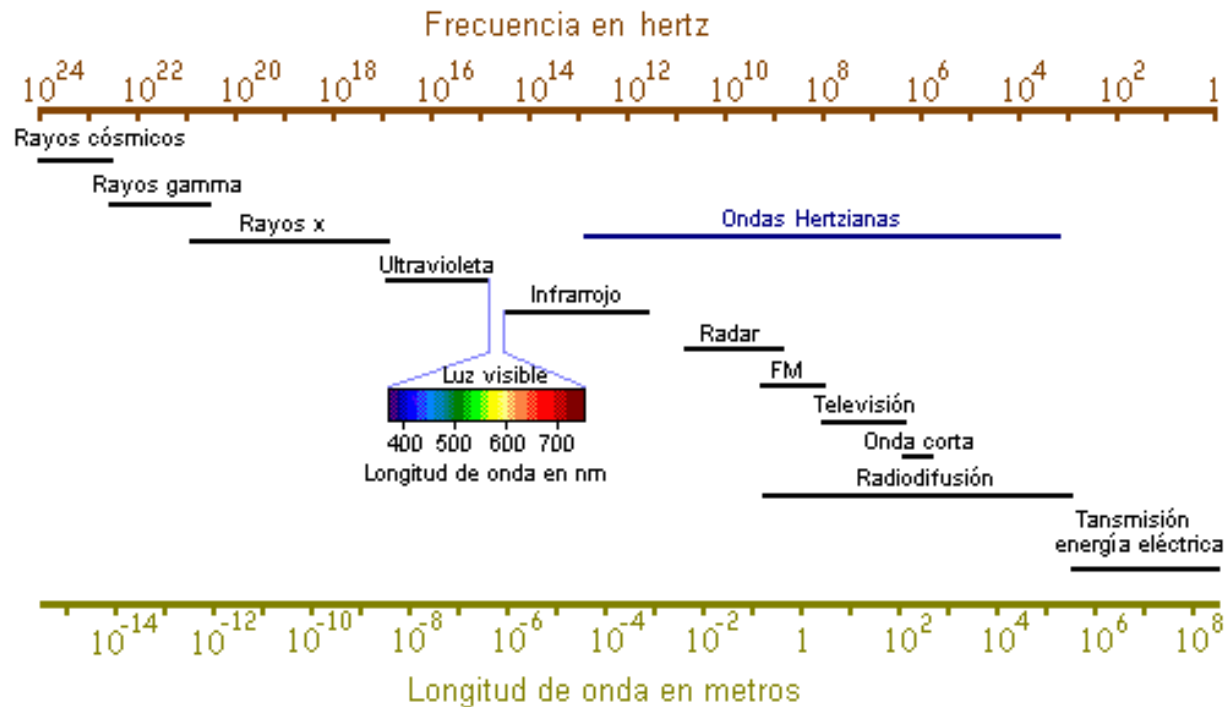
Atributo de la onda

La energía radiante es función su longitud de onda o frecuencia. La sucesión de valores de longitud de onda es continua, pero se establece una serie de **BANDAS** con comportamiento similar. La organización de esas bandas de longitud de onda o frecuencia se denomina **ESPECTRO ELECTROMAGNETICO**.



Espectro electromagnético

El espectro sirve para identificar cualquier sustancia. Es como una **huella dactilar** de un cuerpo cualquiera.



Espectro electromagnético

La teledetección utiliza una serie de bandas espectrales con mayor frecuencia:

- **Espectro Visible** – de 0,4 a 0,7 μm – Se identifican 3 bandas denominadas: **azul** (A) 0,4 a 0,5 μm , **verde** (V) 0,5 a 0,6 μm y **rojo** (R) 0,6 a 0,7 μm .
- **Infrarrojo Cercano** (IRC o NIR) – 0,7 a 1,3 μm - importante para identificar vegetación.
- **Infrarrojo Medio** (IRM) – 1,3 a 8 μm – Se divide en dos bandas principales: el infrarrojo de onda corta (SWIR) de 1,3 a 2,5 μm relacionada a procesos de reflexión de la luz solar (humedad en suelos y vegetación; minerales, etc), y la banda infrarrojo media (IRM), alrededor de 3,7 μm relacionada a emisión de la superficie terrestres (identificación de focos de calor, volcanes, incendios,etc.)
- **Infrarrojo lejano o térmico** (IRT) – 8 a 14 μm – abarca la porción emisiva del espectro de la Tierra (detecta calor emitido por los elementos de la superficie)
- **Micro-ondas** (M) – por encima de 1 mm – esta energía puede penetrar nubes.

Sistemas de Observación de la Tierra

1. Programa ERTS (*Earth Resource Technology Satellite -1972*) mas conocido como LANDSAT, es el primer programa de observación de la Tierra y el más fructífero de la teledetección espacial. Sus productos se emplean por expertos en muy variadas aplicaciones, hasta el presente. Los sensores son: MSS, TM, ETM+, OLI y TIRS.
2. Satélite SPOT (*Systeme Pour l'Observation de la Terre–1986*). Sistema comercial que ha puesto en órbita 6 satélites incrementando la resolución espacial de sus productos. Fue el primer sistema con un dispositivo móvil para variar la dirección de observación.
3. Programa IRS (*Indian Remote Sensing Satellite – 1988*).
4. Programa EOS (*Earth Observing System - 1999*). La primer plataforma de este proyecto de NASA es el TERRA con varios sensores: ASTER, CERES, MISR, MODIS y MOPITT
5. ERS –ENVISAT (*European Remote Sensing Satellite –1991*)
6. RADARSAT (1995)
7. CBERS (1999): cuatro cámaras: PANMUX, MUXCAM, IRSCAM y WFIC
8. SAC-C (2000) Con tres instrumentos: una Cámara Multiespectral de Mediana Resolución (MMRS), dos magnetómetros (MMP) y un receptor de GPS (GOLPE)
9. SAC-D (2011)