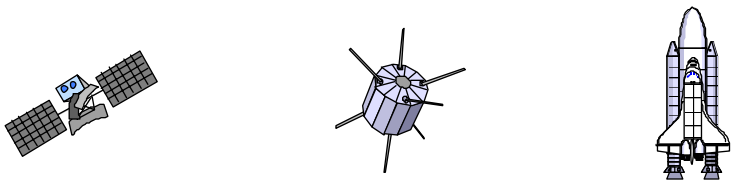
Sensores remotos



Sistemas de teledetección
Introducción

Boudewijn van Leeuwen, ITC-RSG-GTS
Ruben D. Vargas, ITC-ESA
Credits: T. Feingersh, C. Pohl and W. Bakker

Contenido de la presentación

- General
- Plataformas:
  - Orbitas
  - Resolución
- Sensores
  - Activo/Pasivo
  - Wiskbroom/pushbroom
- Ejemplos de satélites:
  - Baja resolución
  - Media resolución
  - Alta resolución
- Desarrollos y lanzamientos
- Selección de datos

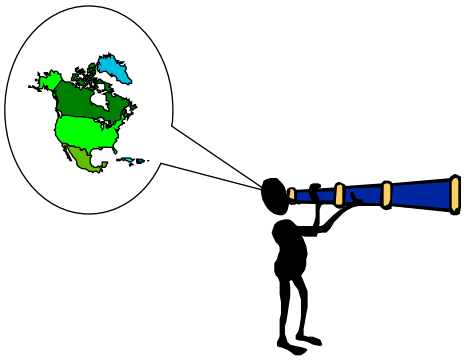
Sensores y Plataformas

Cuales son los parámetros que pueden ser utilizados para definir el tipo imágenes a usar en el desarrollo de un proyecto específico?

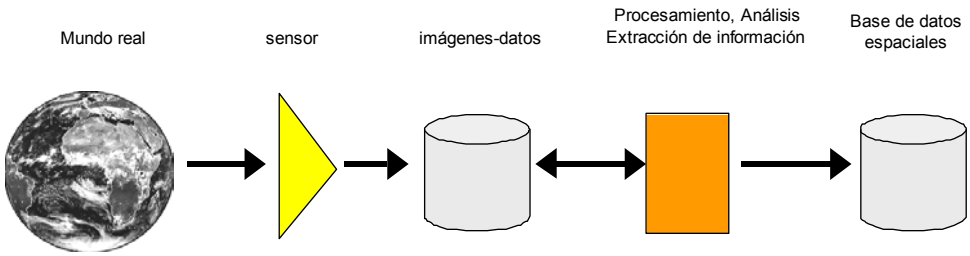
?

Sensores y Plataformas

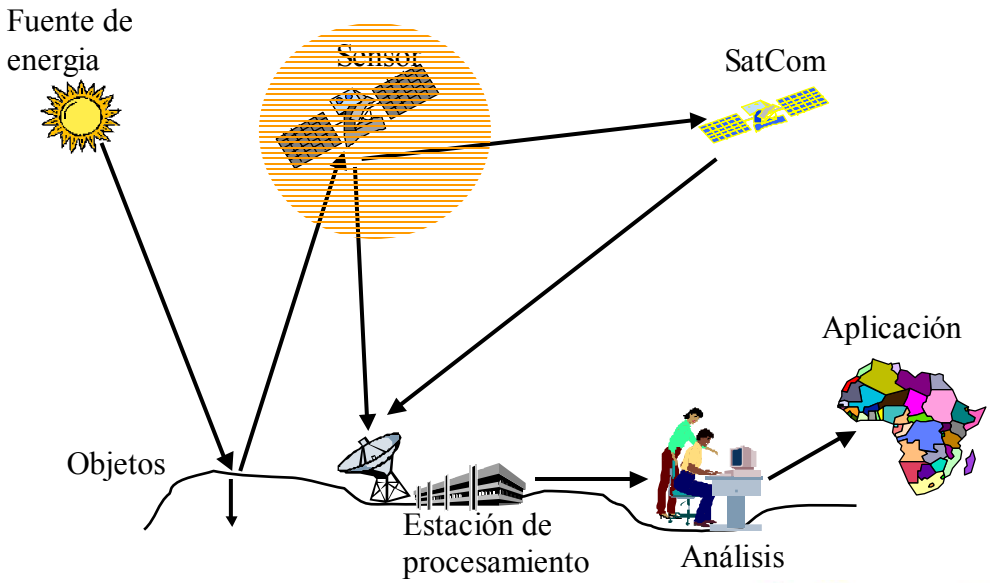
Sensores y plataformas que son usados para crear imágenes-datos del planeta.



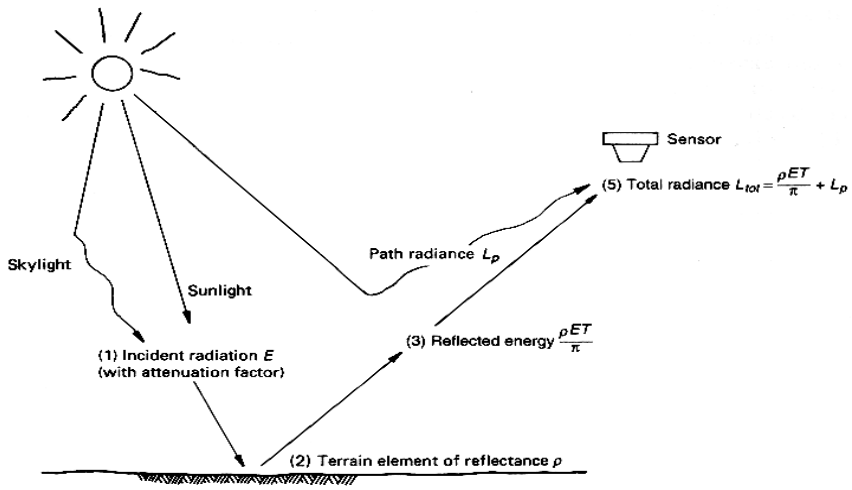
Sistemas de teledetección: principios básicos



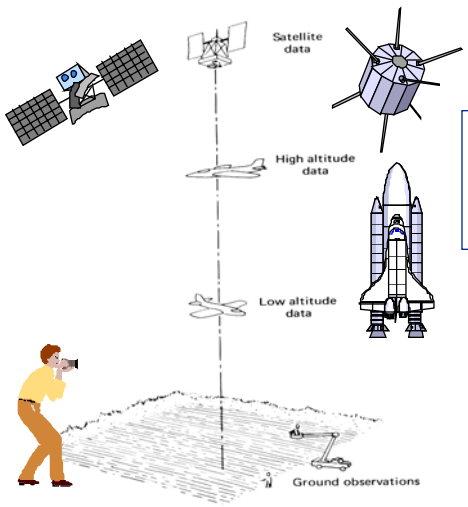
Sistemas de teledetección



Interacción energia y objetos mundo real

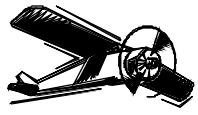


Plataformas según altura

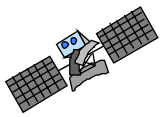


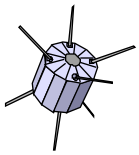
Rangos de altura varian desde unos pocos metros hasta 36,000 km de altura

Tipos de plataformas:
- •Terrestres
- •Aereas (dentro de la atmosfera)
- •Espaciales (fuera de la atmosfera)



Plataformas según altura: satélites





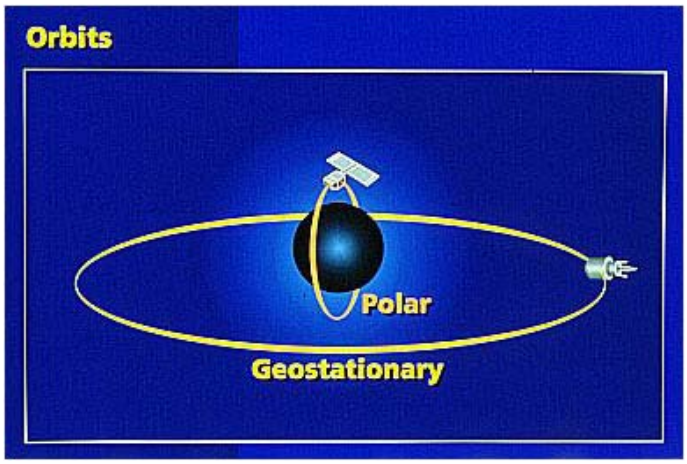
satélites GEO (Geo-stationary earth orbit) 36000 km de altura

satélites LEO (Low earth orbit) 300 –1500 km de altura

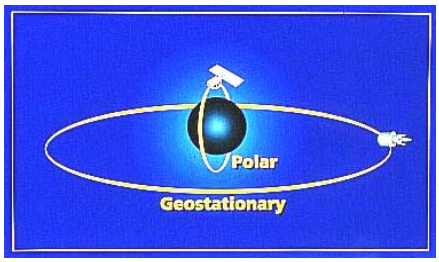
satélites MEO (Low earth orbit) 500 –15000 km de altura

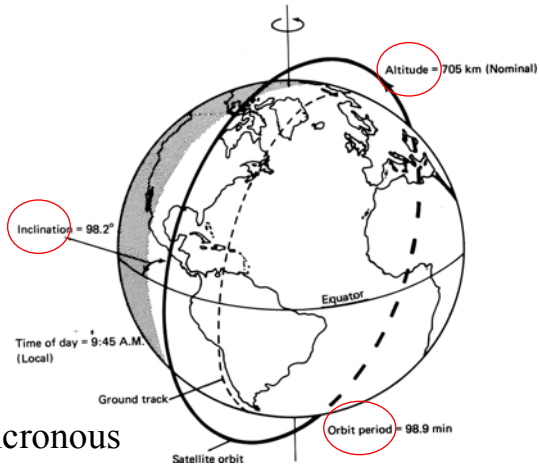
LEO

Orbitas:



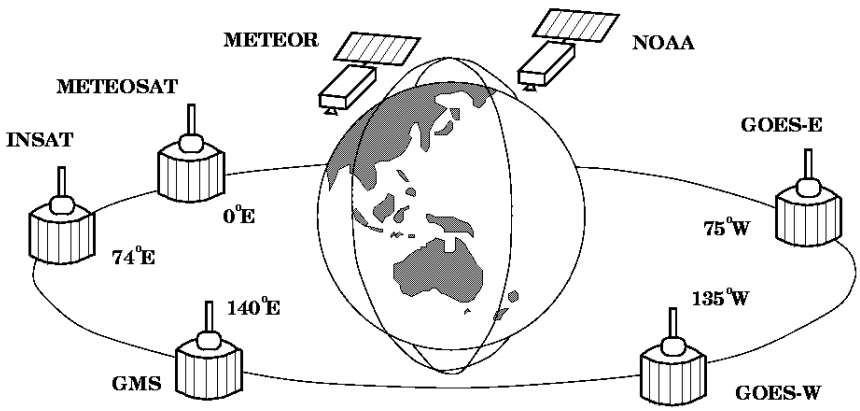
Tipos de orbitas



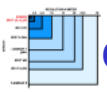


- Polar
- Geo-stacionaria
- Inclinadas
- Sun-syncronous
- Rotación
- Not sun-syncronous

Orbitas: LEO y GEO (satélites metereología)



Re ción



λ

- Resolución espacial

  Medida de la distancia angular o línear mas pequeña que puede captar un sensor-superficie de la tierra representada por un pixel

- Resolución espectral

  Tamaño y número de intervalos de longitud de onda especifica del espectro EM que puede ser detectado por un sensor

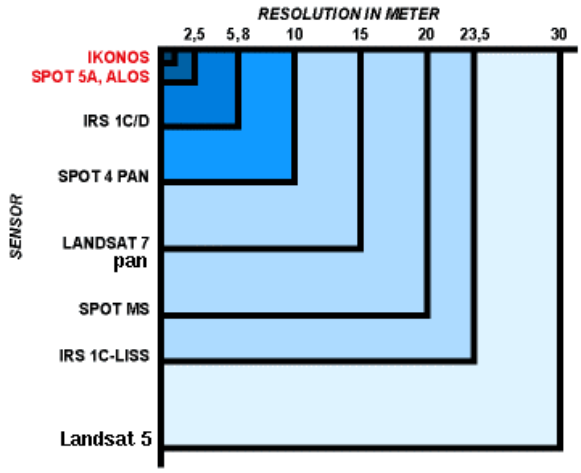
- Resolución radiometrica

  Define la sensibilidad de un detector a las diferencias de fuerza de la señal detectada

- Resolución temporal

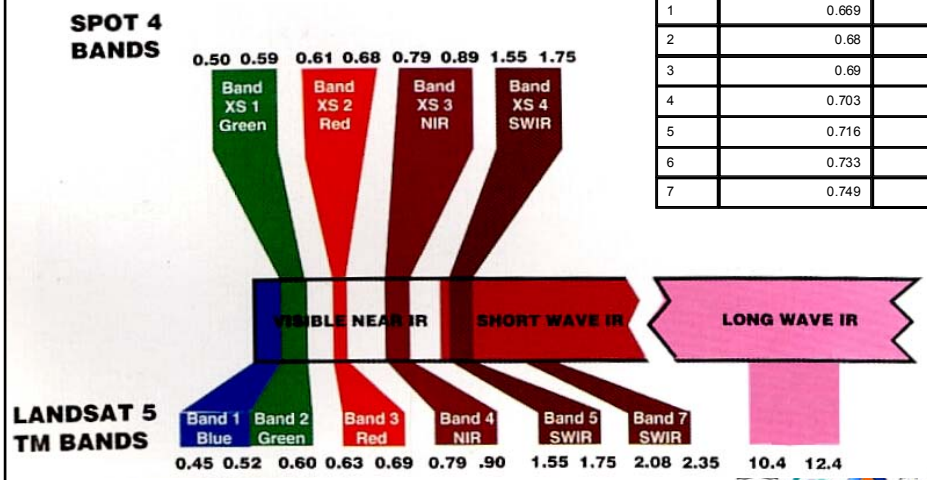
  Define la frecuencia con que un satelite puede obtener imágenes de un área en particular

Comparación de la resolución espacial para diferentes sistemas



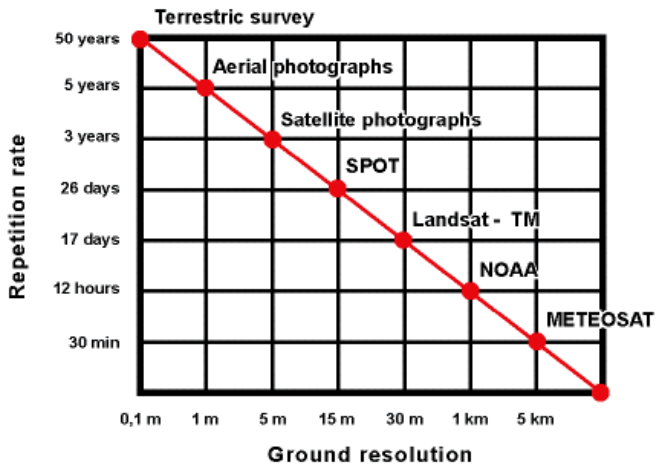
Resolución espectral & radiométrica

Banda	Longitud de onda central en µm	Amplitud de banda en µm
1	0.669	3
2	0.68	10
3	0.69	12
4	0.703	16
5	0.716	16
6	0.733	16
7	0.749	16



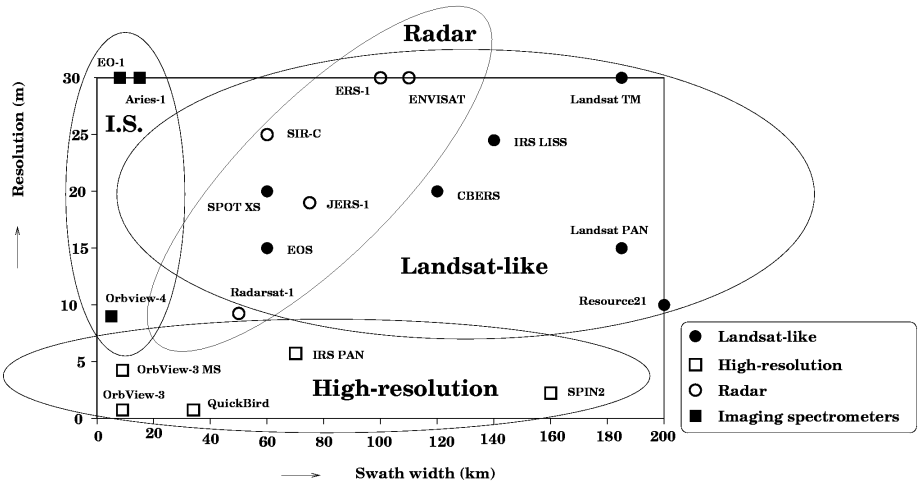
UNESCO RAPCA

Resolución espacial versus Resolución temporal

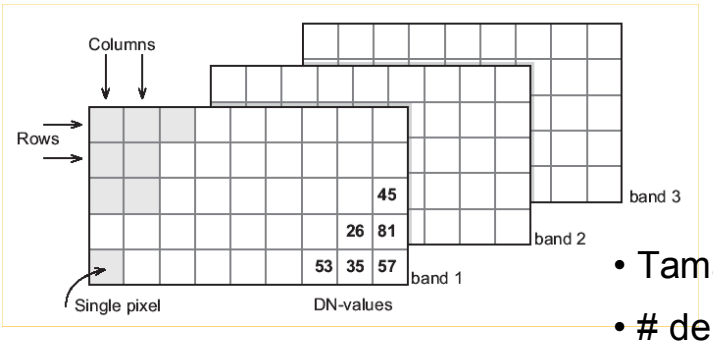


UNESCO RAPCA

Swath versus Resolución espacial

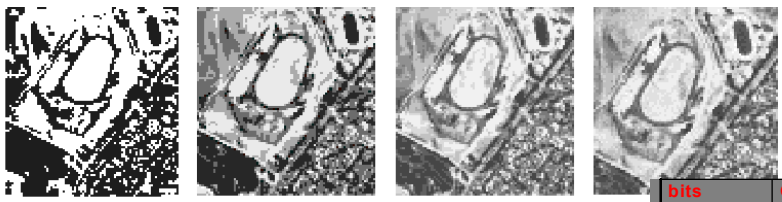


imágenes-datos

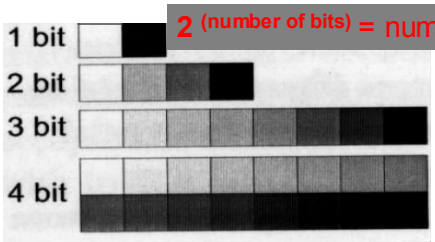


- Tamaño de la imágen
- # de bandas
- Cuantización
- Tamaño pixel

Quantisation / Resolución radiométrica



1 bit 2 bit 3 bit 8 bit

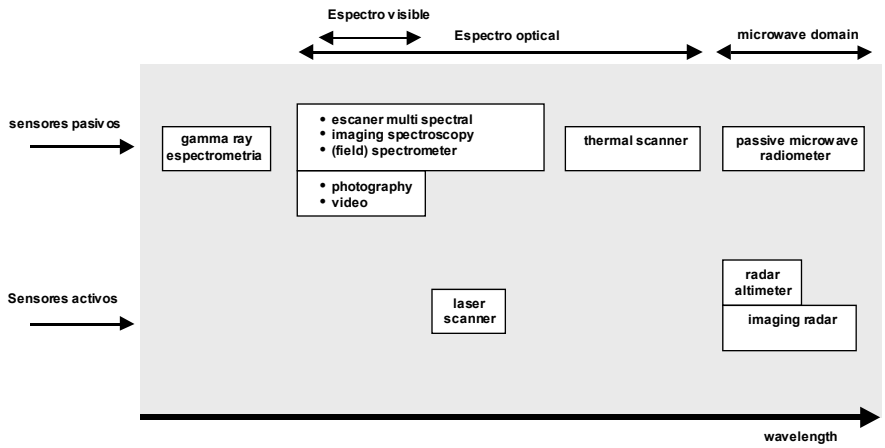


2 (number of bits) = number of grey levels

bits	GL's	range (b-w)
1	2	0-1
2	4	0-3
3	8	0-7
4	16	0-15
5	32	0-31
6	64	0-63
7	128	0-127
8	256	0-255
9	512	0-511
10	1024	0-1203

UNESCO RAPCA

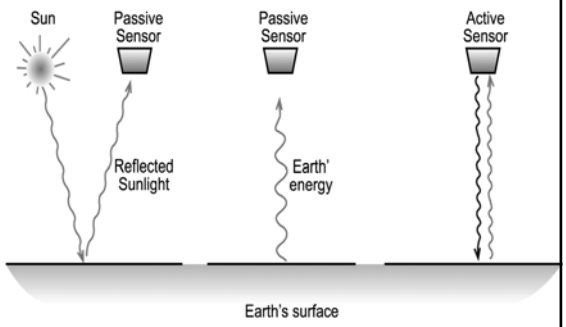
Tipo de sensores



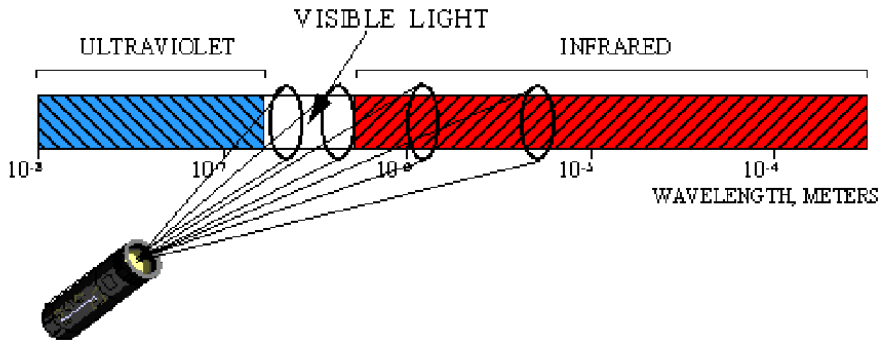
UNESCO RAPCA

Sensores Pasivos / Activos

- Sensores pasivos registran
  - Luz reflejada
  - Emisión termal (TIR)
- Sensores activos poseen fuente propia de energia
  - pueden operar en la noche
  - pueden penetrar nubes
  - LIDAR, RADAR

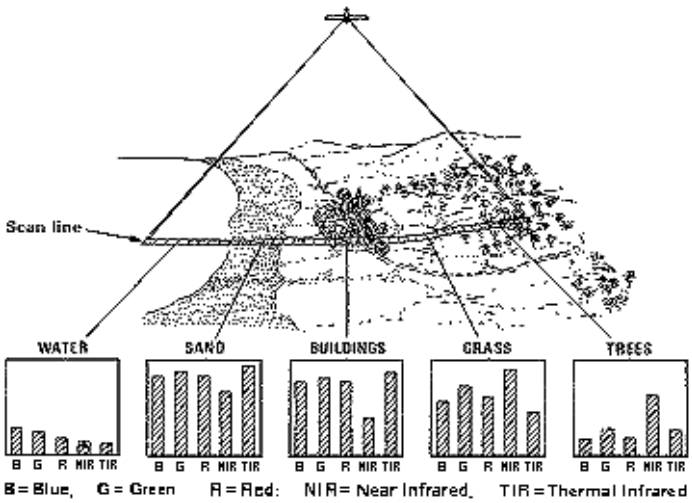


Escaners Multi Spectral (MSS)

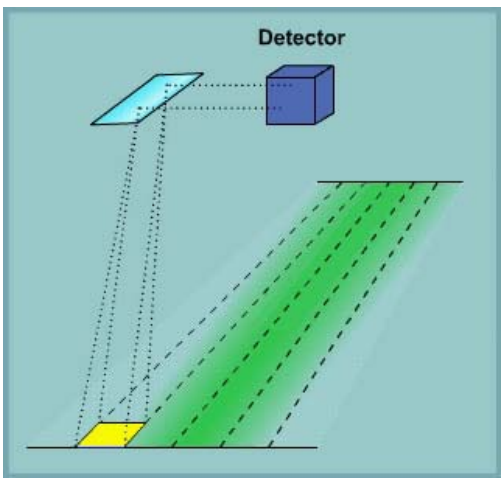


Un escaner multi-spectral es un sensor individual que detecta varias regiones específicas del espectro (narrow wavebands of energy) de manera simultánea.

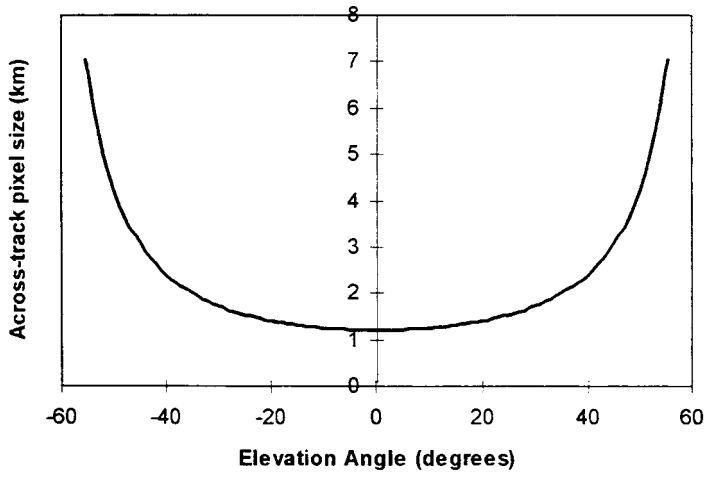
Multi Spectral Scanners (MSS)



Scanner: Principios



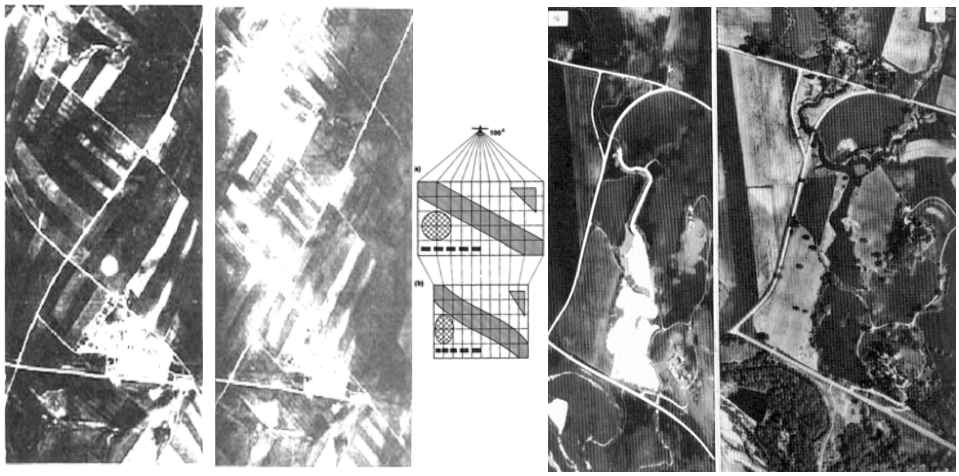
Whiskbroom: Perpendicular a la línea de vuelo (across-track)-tamaño pixel



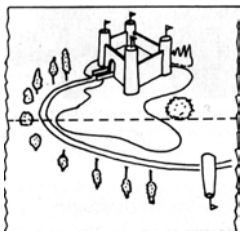
Degradación de la resolución a lo largo de la dirección de escaneo para una línea de un sensor AVHRR del satélite NOAA.

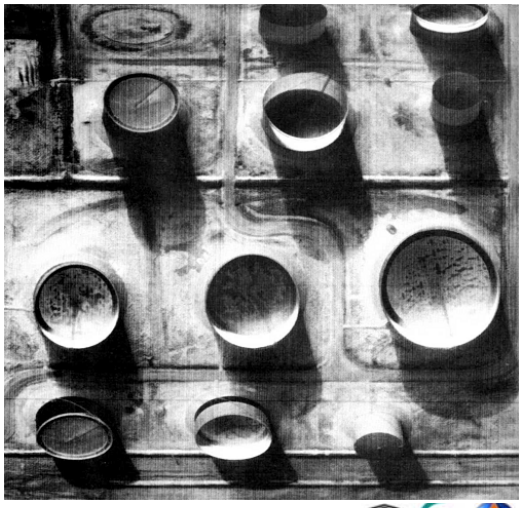
Tamaño del Pixel es incrementado debido a la curvatura de la tierra.

MSS (Whiskbroom) scanner distorsión tangencial de la escala

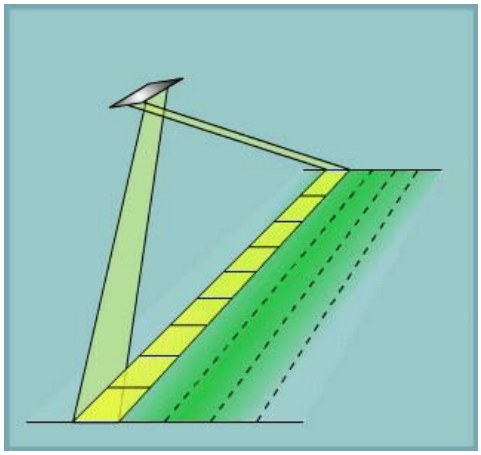


MSS (Whiskbroom) scanner distorsión de la escala 1D

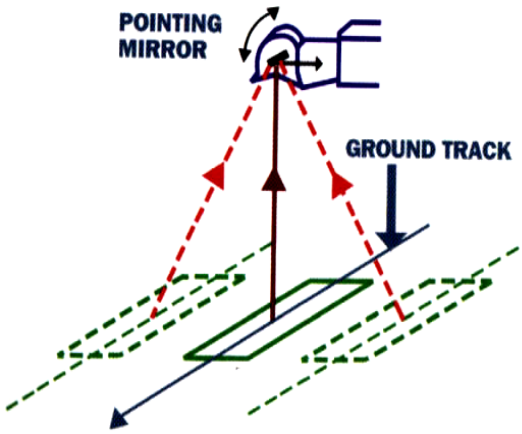




Scanning Principal - Push-broom

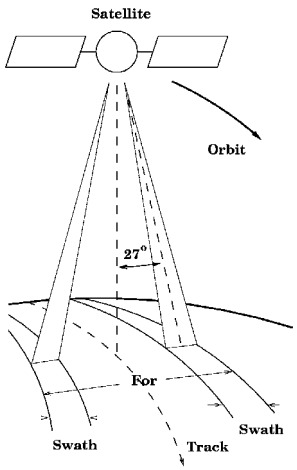


Vista lateral (Pointing / off-track)



- Mayor resolución temporal
- en SPOT 27º x 2 = 54º

Imágenes estereo



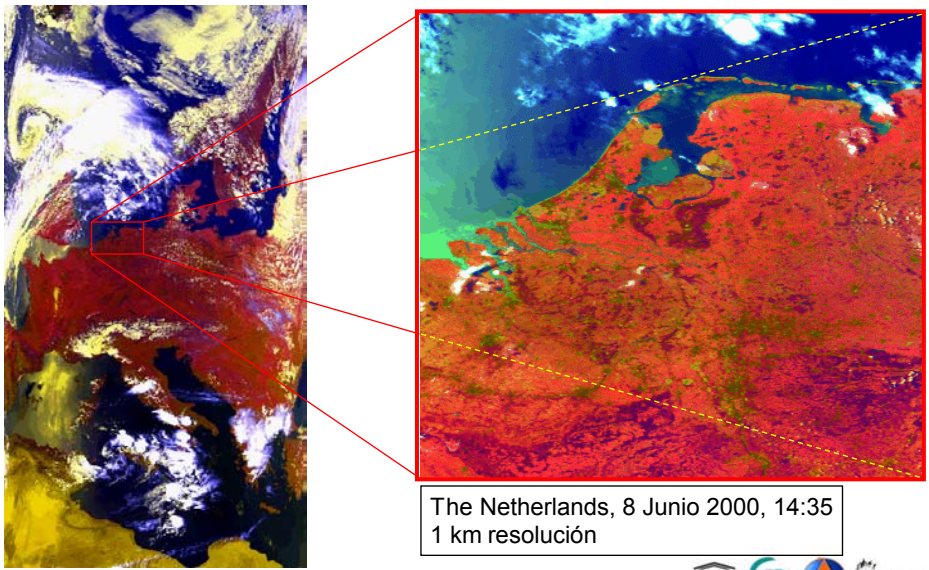
Visión lateral(Off-nadir viewing) permite la creación de pares estereoscópicos.

Esto posibilita tambien aumentar la resolución temporal.

Algunos satélites de baja resolución

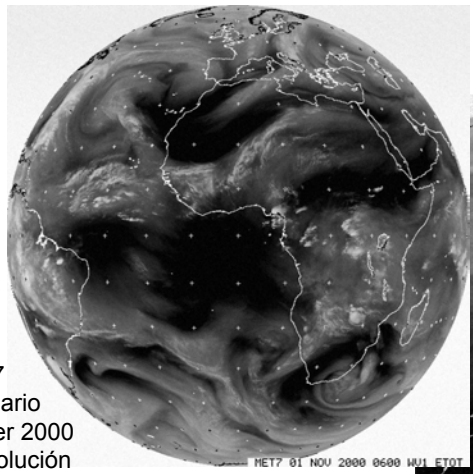
Platform	Orbit	Sensor	Res.	#b	Swath	Revisit
Meteosat	**GEO**	**VISSR**	**2.5 km**	**3**	**½Earth**	**30 min**
NOAA	**Polar**	**AVHRR**	**1 km**	**7**	**3000 km**	**Daily**
Resurs-O1	**S-sync**	**MSU-SK1**	**200 m**	**4**	**760 km**	**3-5 days**
SeaStar	**S-sync**	**SeaWiFS**	**1.1 km**	**8**	**2800 km**	**Daily**

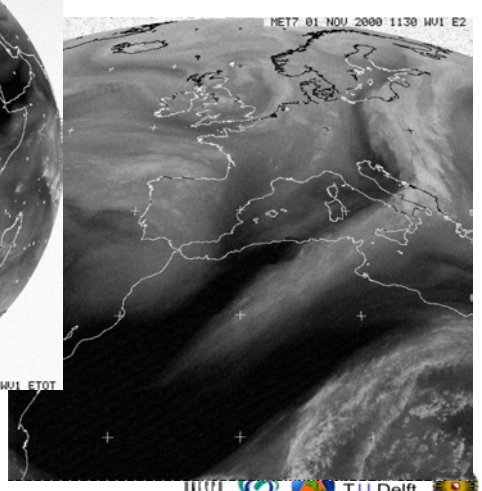
Ejemplo: imágen AVHRR



The Netherlands, 8 Junio 2000, 14:35
1 km resolución

Baja resolución desde el espacio





Meteosat-7
geostacionario
1 November 2000
2.5 km resolución

Algunos satélites resolución- media

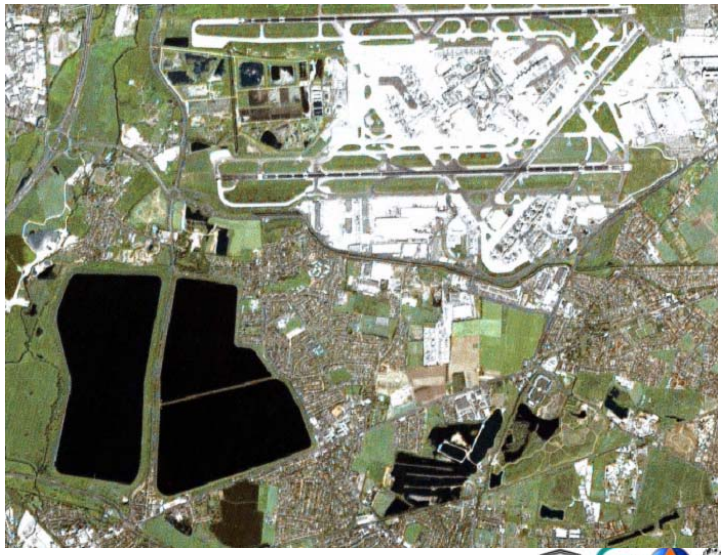
Platform	Sensor	Resolution	#B	Swath	Angle	Revisit
Landsat 4 & 5	**TM**	**30 m**	**7**	**185 km**	**No**	**16 days**
IRS 1C & 1D	**LISS-3**	**24 m**	**4**	**142 km**	**No**	**24 days**
Landsat 7	**ETM+**	**15 m (PAN)**	**8**	**185 km**	**No**	**16 days**
Spot 1-3	**HRV**	**10 m (PAN)**	**3**	**60 km**	**±27°**	**4-6 days**
Spot 4	**HRVIR**	**10 m (PAN)**	**4**	**60 km**	**±27°**	**4-6 days**
Spot 5	**HRG**	**5 m (PAN)**	**5**	**60 km**	**±27°**	**1-4 days**
Terra (EOS AM-1)	**ASTER**	**15 m (VIS)**	**14**	**60 km**	**±24°**	**5 days**

Resolución media

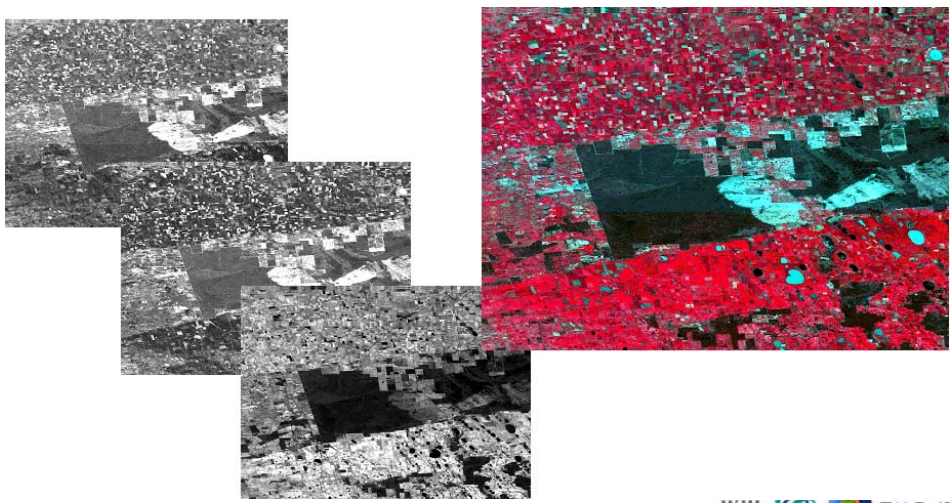
IRS

5.8m resolución (coloreada con 24m resolución)

Heathrow airport, Londres

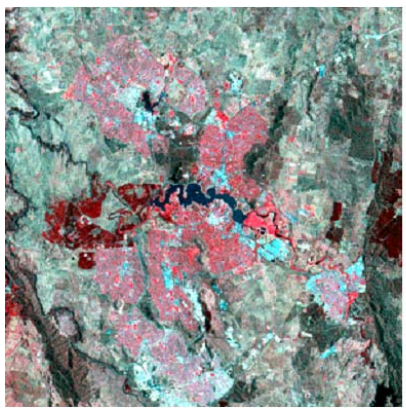


Landsat TM (30m) G(4)+R(5)+SWIR(7)

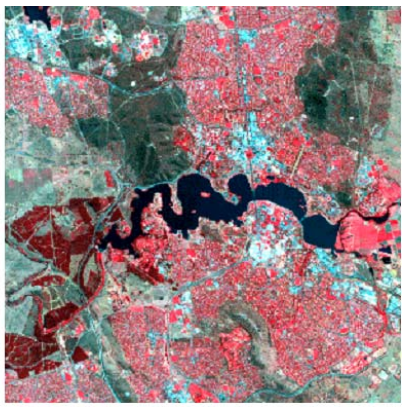


Landsat ETM+ (30m+15m combinados)

Resolución media: SPOT & Landsat

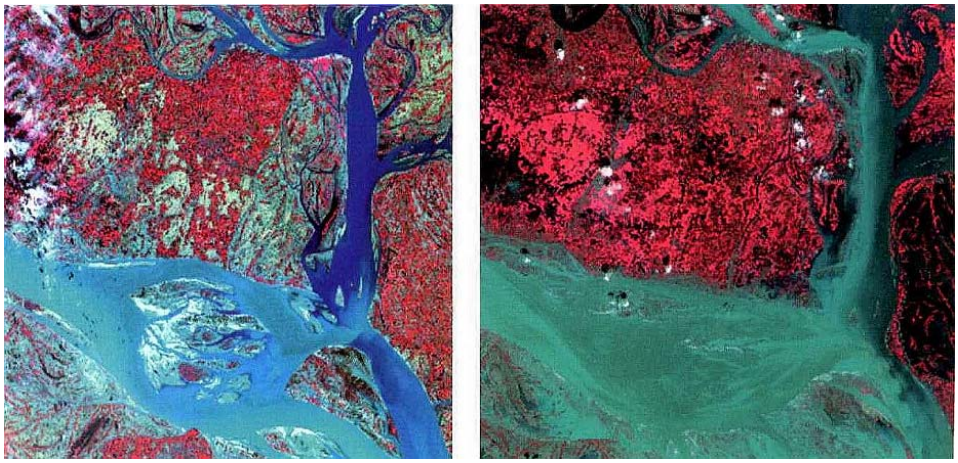


Landsat MSS, 80m resolución
Landsat TM, 30m resolución
Landast ETM+, 15m resolución

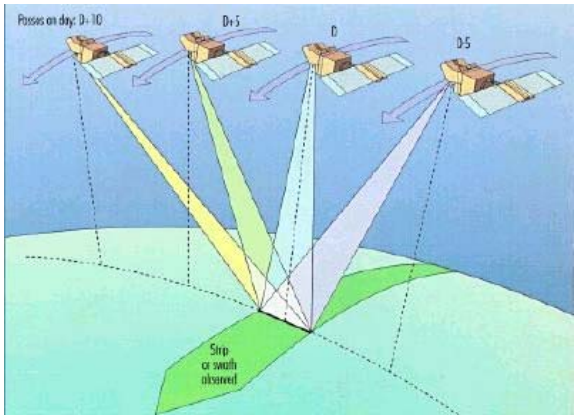


Spot
MSS
20m resolución

SPOT & resolución temporal



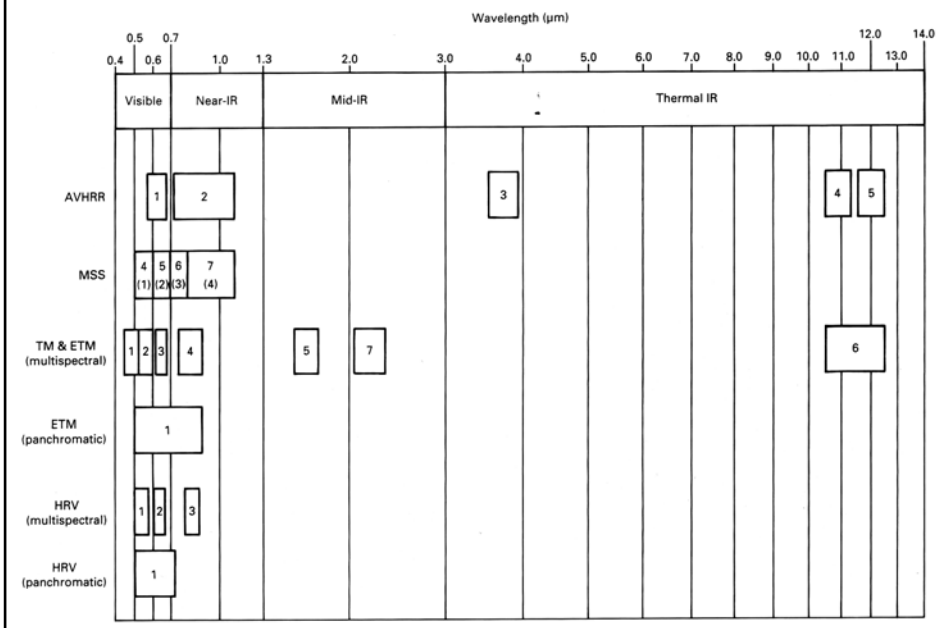
Estereoscopia



SPOT 3D

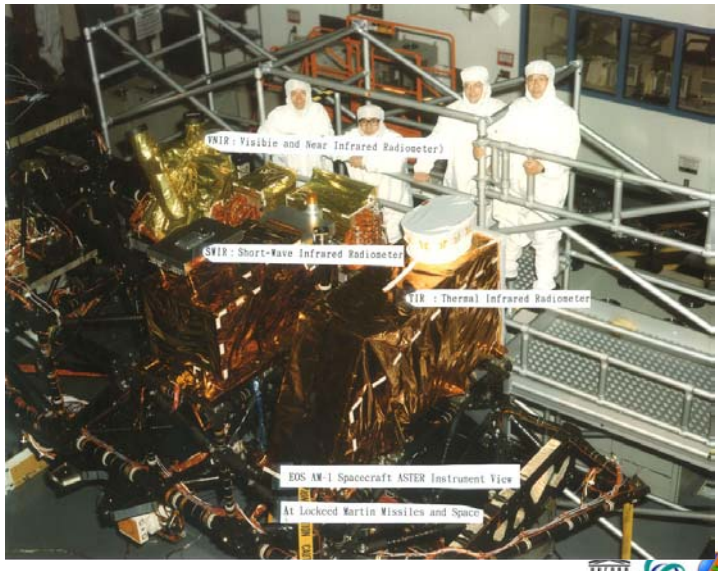
Honolulu, Hawai

SPOT & Land



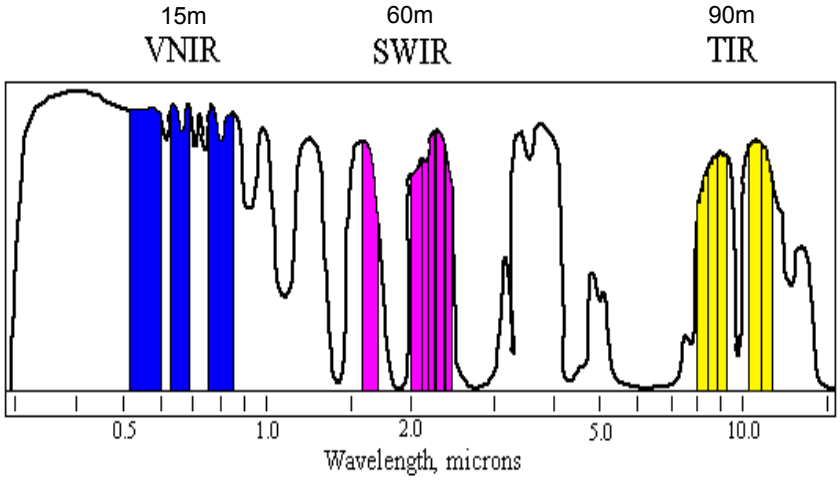
UNESCO RAPCA

ASTER (VNIR-SWIR-TIR)



UNESCO RAPCA

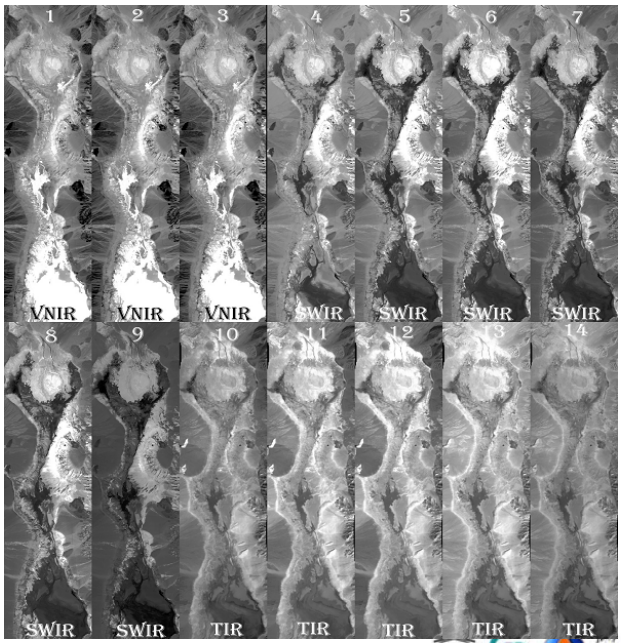
ASTER (on TERRA)



UNESCO RAPCA

Death Valley

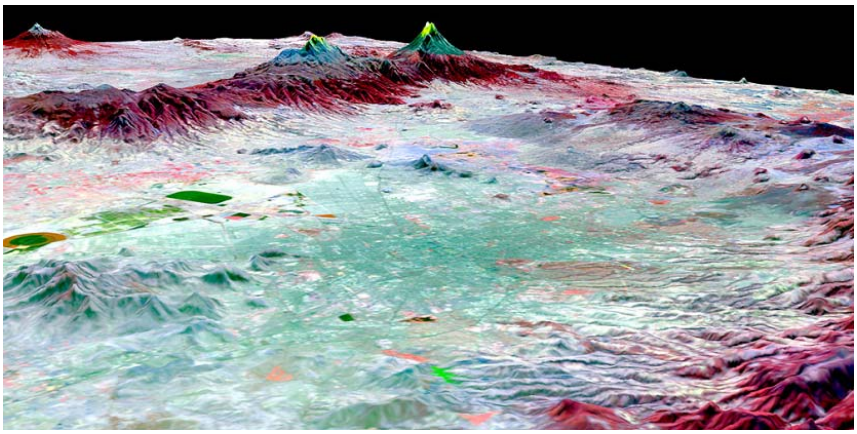
radiance
en canales 14



UNESCO RAPCA

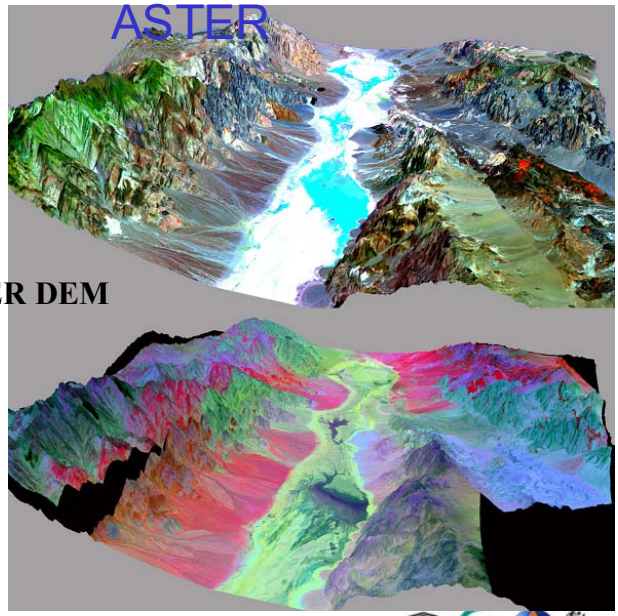
ASTER

Popocatepetl Volcano, Mexico



ASTER

Death Valley
60 x 60 km image



VNIR-SWIR + ASTER DEM

TIR + ASTER DEM

Algunos satélites de alta resolución

Platform	Sensor	Res.	#b	Swath	Angle	Revisit
IRS 1C & 1D	**PAN**	**5.8 m**	**1 band**	**70 km**	**±26°**	**5 days**
Cosmos	**KVR-1000**		**2 m**	**1 band**	**160 km**	**No**
	N/A					
EROS A1	**CCD**	**1 m**	**1 band**	**12.5 km**	**±45°**	**3 days**
Ikonos	**OSA**	**1 m**	**4 bands**	**11 km**	**±45°**	**1-3 days**
QuickBird	**QBP**	**61 cm**	**4 bands**	**16 km**	**±30°**	**1-3 days**
OrbView-3*	**PAN**	**1 m**	**4 bands**	**8 km**	**±45°**	**3 days**

* = not operational at 1-11-2002

Alta resolución desde el espacio

IKONOS
Pancromatica
1m resolución
Londres (derecha),
Washington DC ↓

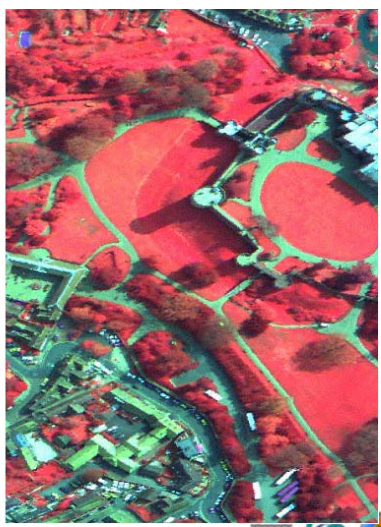
Alta resolución desde el espacio

Quickbird
61 cm resolución
Paris, France

UNESCO RAPCA

MSS Plataforma aérea (Airborne)

NCC



FCC

UNESCO RAPCA

Plataforma aérea “thermal scanner”

Lanzamientos 2000 & 2001

Helios 1B		Launched 3 December
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program	Launched 12 December
Terra (EOS AM-1)	Terra-Nasa	Launched 18 December
KOMPSAT	Korea Aerospace Research Institute	Launched 21 December
	2000	
ASUSAT1	ASUSAT1 Homepage	Launched 27 January
SRTM	Shuttle Radar Topography Misson	Launched 11 February
MTI	MTI Homepage	Launched 12 March
GOES-L	NOAA-GOES	Launched 3 May
Fengyun-2B	National Satellite Meteorological Center	launched 26 June
SNAP-1	SSTL Nanosatellites	Launched 28 June
Tsinghua-1	SSTL	Launched 20 June
BIRD-Rubin	http://www.fire.uni-freiburg.de/iffn/tech/tech_9.htm	Launched 15 July
Mightysat-2.1 (Sindri)	http://quark.plk.af.mil/vsd/mightysatII/	Launched 19 July
Ziyuan-2 (ZY-2, Jianbing-3 (?))		Launched 1 September
NOAA-L	NOAA-POES Home Page	Launched 21 September
TiungSat	Space Science Studies Division	Launched 27 September
Kometa-20		Launched 29 September
Quickbird-1	DigitalGlobe	**Failed** 20 November
NMP/EO-1	EO-1 Home Page EO-1 GSFC	Launched 21 Novemver
SAC-C	CONAE Home Page - SAC-C	Launched 21 November
EROS-A1	ImageSat International	Launched 5 December
	2001	
GOES-M	NOAA-GOES	Launched 23 July
Orbview 4	ORBIMAGE	**Failed** 21 September
QuikTOMS	QuikTOMS-NASA	**Failed** 21 September
Quickbird	DigitalGlobe	Launched 18 October
TES	TES-NASA	Launched 22 October
BIRD-1	http://spacesensors.dlr.de/SE/bird/	Launched 22 October
Proba-1	CHRIS-PROBA Mission	Launched 22 October
Jason-1	Ocean Surface Topography - Jason 1	Launched 7 December
TIMED	GTP - TIMED Mission	Launched 7 December
Meteor-3M/SAGE III	SAGE III Meteor-3M Mission	Launched 10 December
BADR-B	http://www.suparco.gov.pk/sat_badr2.htm	Launched 10 December
Maroc-Tubsat	TU Berlin	Launched 10 December

Lanzamientos 2002

Maroc-Tubsat	ITU Berlin	Launched 16 December
	2002	
ENVISAT	ESA	Launched 1 March
	ESA	
	http://www.leos.le.ac.uk/home/aatsr/	
GRACE	http://www.csr.utexas.edu/grace/	Launched 17 March
AQUA- EOS-PM1	NASA	Launched 4 May
	Aqua Website	
	Remote Sensing Technology Center of Japan	
SPOT-5	SPOT Image	Launched 4 May
Fengyun		Launched 15 May
Haiyang 1		Launched 15 May
OFEQ-5		Launched 28 May
NOAA-M (NOAA-17)	NOAASIS Satellite Information Gateway	Launched 24 June
MSG-1 (MeteoSat 8)	ESA	Launched 28 August
	Eumetsat	
METSAT	Indian Space Research Organisation	Launched 12 September
Ziyuan-2 (ZY-2)		Launched 27 October
AlSat-1		Plesetsk Cosmodrome, Russia, 28 November
IRS-P6 (ResourceSat)	Indian Space Research Organisation	Sriharikota, India, End 2002
SOURCE	LASP SOURCE page	Cape Canaveral, December
ADEOS-II	Remote Sensing Technology Center of Japan	Japan, 10 December
	http://winds.jpl.nasa.gov/missions/seawinds/seaindex.html	
Coriolis		Vandenberg AFB, 15 December
ICESAT/CATSAT	NASA	Vanderberg AFB, 19 December 2002

Lanzamientos 2003 -

	2003	
SciSat 1	CSA - SCISAT	Vandenberg AFB, 1 March
Orbview 3	OrbImage	Vanderberg AFB, March
DMSP-16	Defense Meteorological Satellite Program	Vanderberg AFB, May
Resource21	http://www.resource21.com/	?
	http://www.boeing.com/	
RadarSat 2	RadarSat International	November
	OrbImage	
IRS-P5 (Cartosat-1)	Indian Space Research Organisation	Sriharikota, India, 2003
CBERS-2	http://www.inpe.br/programas/cbers/english/index.html	End 2003
KOMPSAT-2	Korea Aerospace Research Institute	End 2003
ROCSAT-2	National Space Program Office	2003
	2004	
Aura (EOS Chemistry 1)	Aura NASA	January
NOAA-N	NOAASIS Satellite Information Gateway	June
EROS B1	ImageSat	Plesetsk Cosmodrome, Russia, 2004
ALOS	NASDA ALOS	Japan, 2004
	Remote Sensing Technology Center of Japan	
GOES-N		2004
CryoSat	ESA	2004
CALIPSO	EarthObservatory-CALIPSO	2004
	2005	
GOES-O		2005
MetOp	ESA-MetOp	December
OSTM	Ocean Surface Topography Mission	2005
ROCSAT-3	National Space Program Office	2005
	2006	
GOCE	ESA-GOCE	Beginning 2006
SMOS	ESA-SMOS	2006
	2007	
GOES-P		2007
	2008	
NOAA-N'	POES launch table	March
GOES-Q		2008
	2009	
NPOESS	POES launch table	January

Desarrollos

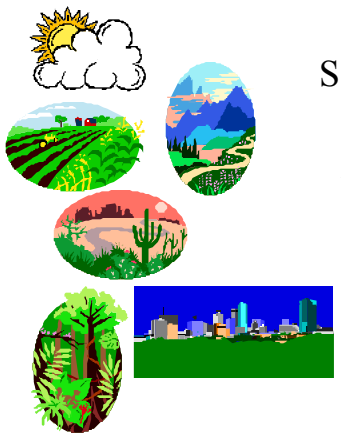
Mejor resolución:

- Mayor resolución espacial < 1 m
- Mayor resolución espectral > 100 bands
- Mayor resolución temporal revisita < 3 dias

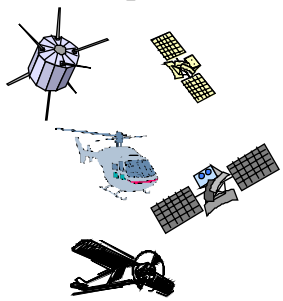
Criterios para la seleccion ...

Data selection criteria

Applicaciones



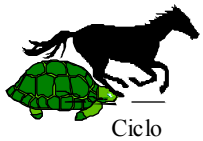
Sensores/plataformas



Caracteristicas datos

Espacial

Cuando



Ciclo

Espectral

Criterios para la selección…

Fotografía aérea

- Alta resolución espacial
- Cubre áreas pequeñas
- Adecuado en mapas de escala pequeña y grande
- Almacenamiento eficiente

Satellite Imagery

- Menor (?) resolución espacial
- Cubre grandes áreas
- Información multi-espectral
- Archivos de datos de gran volumen – listos para ser procesados
- Pueden ser utiles en mapas de escala pequeña

Data selection criteria

Disponibilidad
- En archivos
- Sera adquirida

Algunos sensores en el espacio son:
- Pan: SPOT, IRS, IKONOS
- Multispectral: Landsat, SPOT, IKONOS
- Radar: ERS, Radarsat

Sensores aerotransportados (Airborne)
- Photo cameras
- Digital cameras
- Laser scanners
- Spectrometers
- Radar

Costos estan relacionados con.
- resolución
- cualidad
- disponibilidad

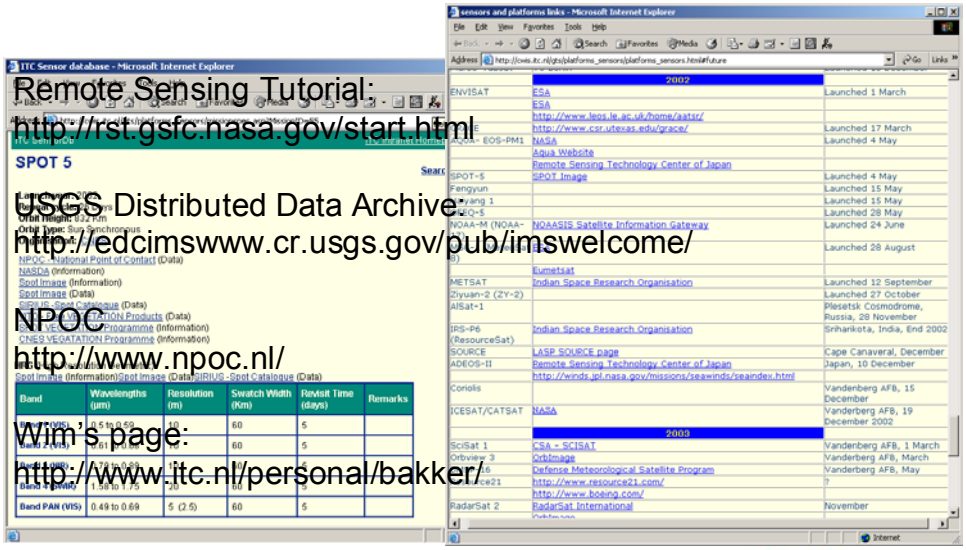
Costos son indicados km^2

Conclusiones

- Muchos y muy diferentes tipos de plataformas
- Muchos tipos de sensores
- Muchos tipos de productos
- Cada producto tiene ventajas y desventajas. Comparacion se hace dificil debido a la gran cantidad de factores involucrados. Que adquirir depende de las necesidades especificas
- Desarrollos sigue su marcha: nuevos plataformas, productos
- Nuevos satélites: complementarios antes que competitivos
- Mercado en proceso de cambio: Gobierno → Comercial
- Costos todavia una limitante

Database de Sensores & Tabla de Lanzamientos

http://www.itc.nl



Remote Sensing Tutorial:
http://rst.gsfc.nasa.gov/start.html

USGS Distributed Data Archive:
http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/

NPOC
http://www.npoc.nl/

Wim's page:
http://www.itc.nl/personal/bakker/