

Características de las imágenes satelitales

Parte 1

IMAGEN DIGITAL Y RESOLUCIÓN

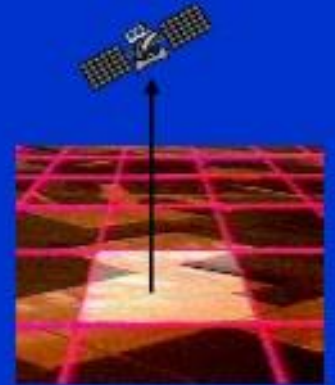
Graciela Salinas de Salmuni 1,2

¹ UNSJ (Universidad Nacional de San Juan)

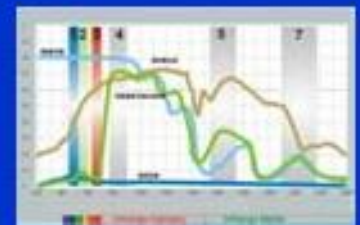
²-CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales),

gsalmuni@conae.gov.ar

La imagen numérica



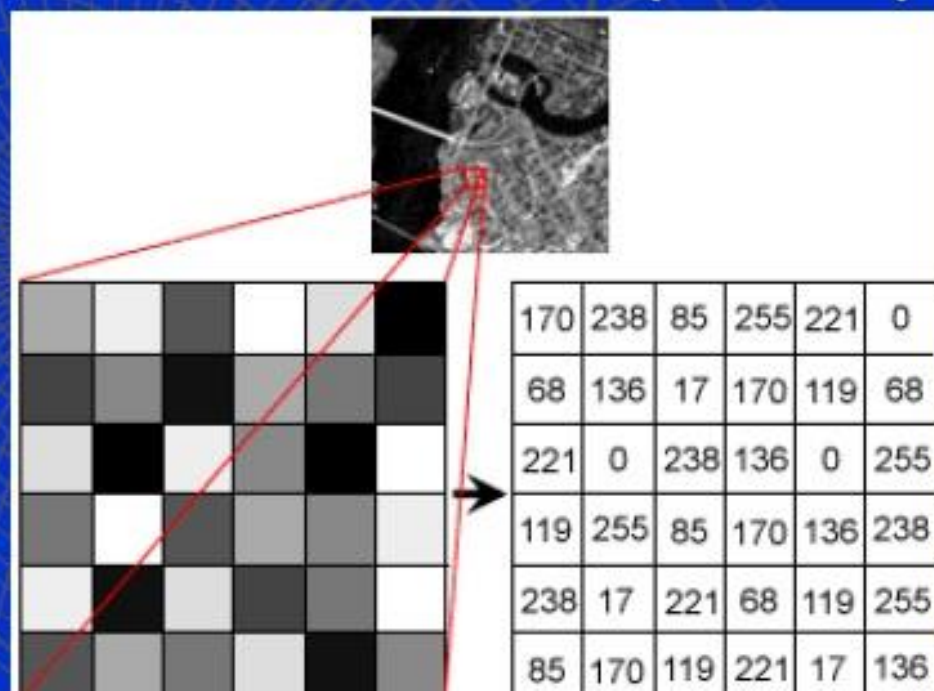
Row	132	134	136	138	140	142
144	2139	2139	2139	2122	2100	2100
145	2145	2124	2124	2120	2120	2120
146	2145	2124	2124	2120	2120	2120
147	2136	2106	2106	2100	2113	2113
148	2074	2000	2000	2001	2001	2001
149	2074	2000	2000	2001	2004	2004
150	2067	2049	2049	2070	2084	2084
151	2077	2057	2057	2060	2089	2089
152	2126	2080	2103	2112	2091	2091
153	2126	2107	2119	2119	2106	2106
154	2136	2107	2119	2119	2106	2106



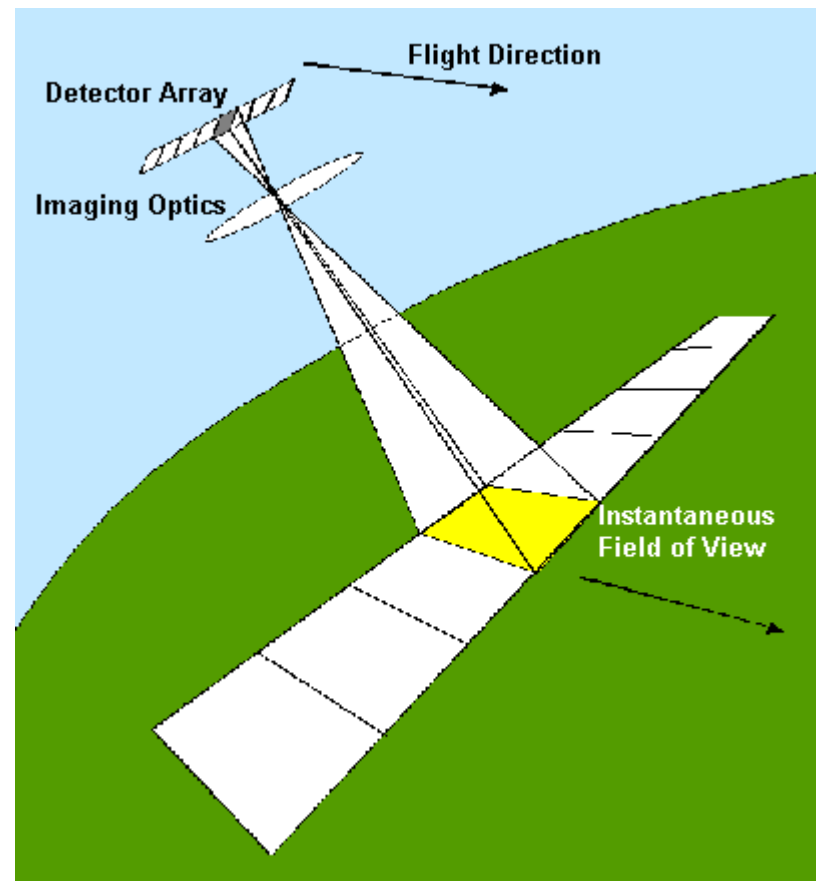
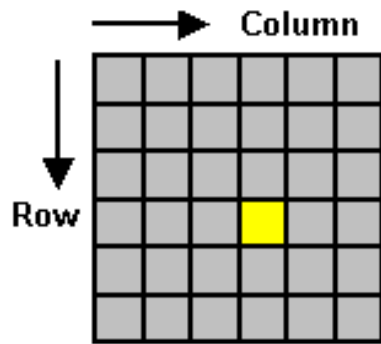
- las imágenes se forman con los registros de radiancia que capta el sensor
- Es una matriz de datos.
- Cada dato de la matriz corresponde a lo que se denomina píxel (menor unidad de medida de una imagen).
- Cada píxel representa una unidad discreta de área en el terreno, cuyo valor se obtiene integrando el flujo radiante en esa área.
- La intensidad de cada píxel corresponde a la media de brillo o radiancia, medida electrónicamente por los detectores del sistema sensor sobre un área en el terreno.

La imagen numérica

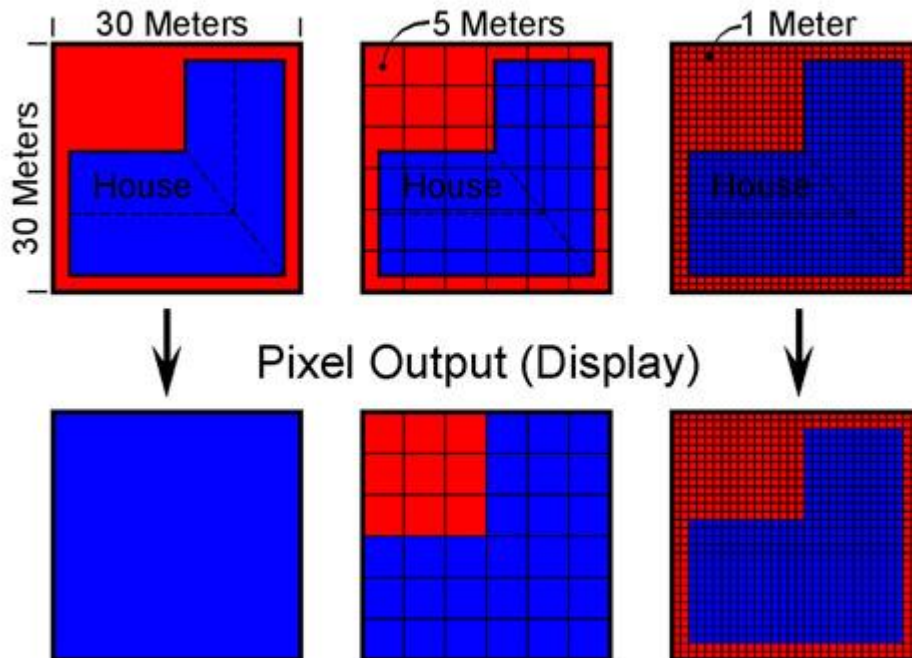
- ◆ Los sensores convierten los valores de reflectividad en valores numéricos también llamados valores radiométricos que se extienden entre 0 y 255. Estos valores son almacenados en matrices compuestas de píxeles (generalmente cuadrados). Existe una matriz por banda.
- ◆ El píxel se define a través de su posición (fila/columna) y su valor.



pixel



Pixel Size (Resolution)



Matriz de imagen numérica

4	12	11	5	203	225	205	221
9	8	10	214	221	222	218	219
12	10	55	212	225	230	244	210
9	8	70	210	220	224	221	220
11	7	146	214	218	227	230	219
6	122	125	146	222	235	249	231
78	114	120	135	138	139	140	146
123	132	135	138	141	132	134	129

Muestreo de valores radiométricos para una banda espectral dada

- ◆ Valores radiométricos entre 0 y 255:
 - 0 (0% de reflectividad): Negro
 - 255 (100% reflectividad): Blanco
- ◆ Estas matrices de valores radiométricos se pueden visualizar:
 - En matices de gris
 - En composiciones coloreadas (mediante una combinación de varias bandas)

Estructura de la imagen

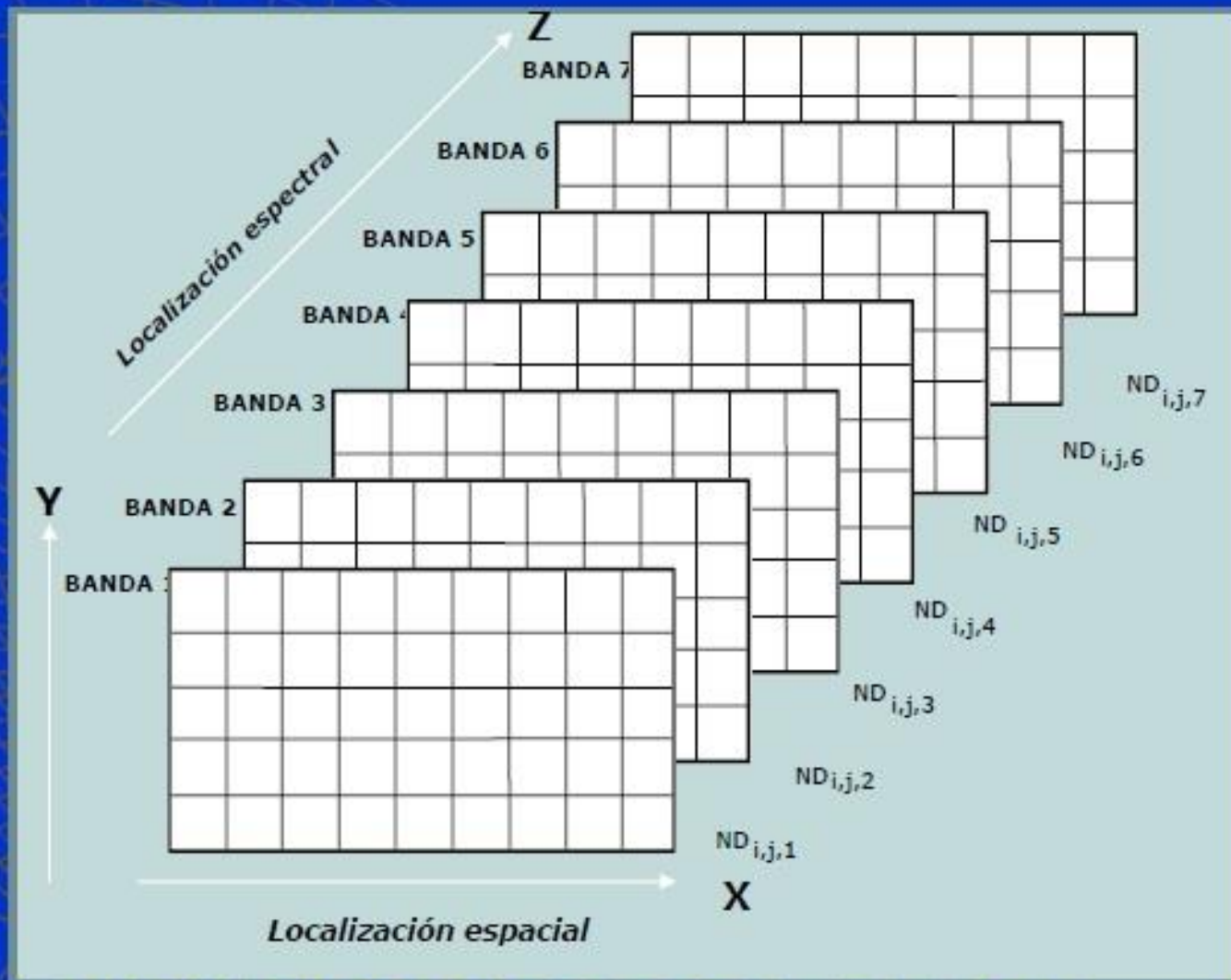
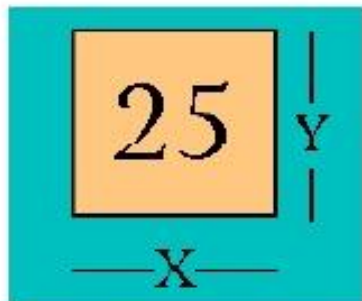


Imagen digital: estructura



Pixel unidad mínima de mapeo



Línea de barrido

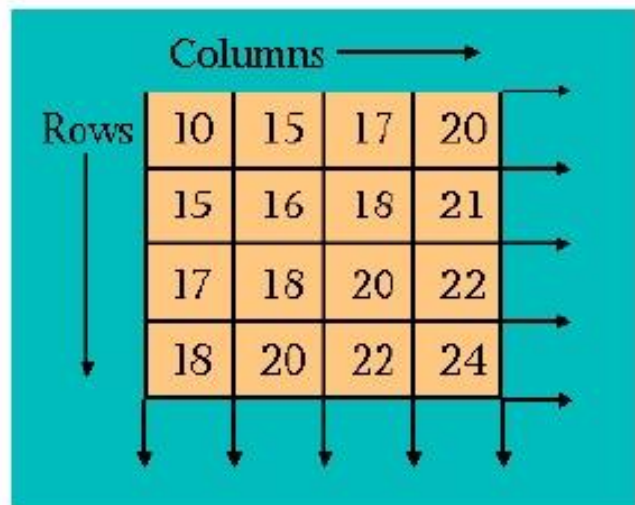


Imagen : 1 raster que almacena la toma de datos espacial

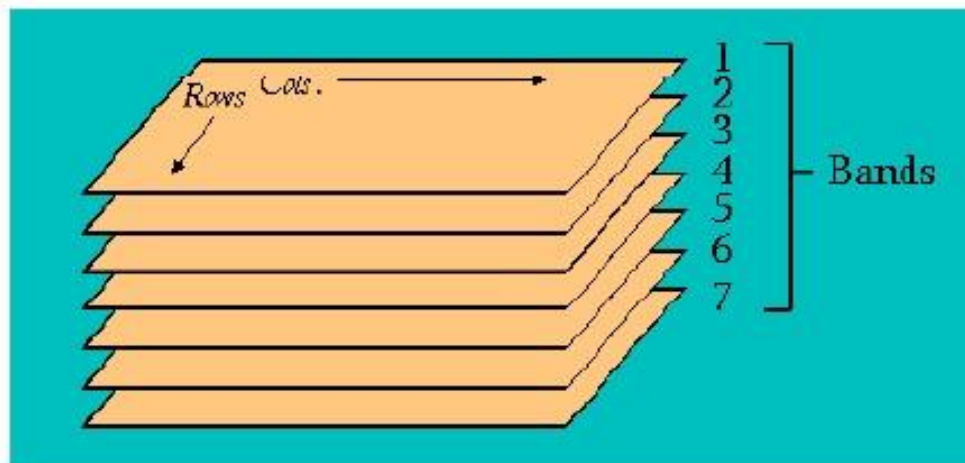


Imagen multicapa almacena un raster para cada tipo de información electromagnética (banda)

Equipo de tratamiento digital de imágenes



Despliegue

Almacenamiento
Dvd, disco duro,
ftp

Procesamiento (software)

Entrada de Información

¿Qué es una imagen?

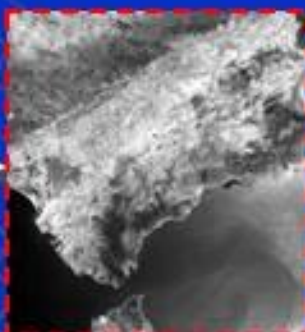
conjunto de valores digitales:

tonos de gris:

composición de color

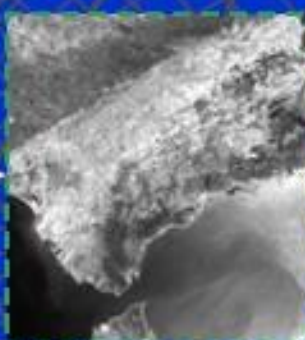
banda 3

196	165	163	159	172	179	163	140	143
154	164	161	151	157	150	148	147	150
165	184	188	178	165	147	137	149	158
183	194	178	155	142	158	142	143	148
184	208	227	191	155	179	183	165	124
160	205	241	212	153	171	184	127	91
172	204	196	191	165	155	166	127	97
178	204	205	204	184	177	187	175	140
171	200	223	223	195	178	180	167	143



banda 2

211	186	182	178	190	182	182	172	158
187	184	159	157	169	178	167	153	148
151	167	158	145	155	153	151	154	158
157	175	178	166	163	151	142	151	152
174	187	188	145	140	162	149	147	147
183	196	214	180	145	170	181	114	132
164	194	213	196	142	182	180	132	108
166	197	185	195	159	146	164	135	113
180	206	213	213	177	167	175	185	135
181	205	221	222	188	171	171	157	137



banda 1

111	107	112	96	104	116	114	84	82
119	88	94	89	92	96	86	82	84
91	106	114	93	94	87	90	91	90
112	116	114	106	104	93	82	91	93
114	125	127	89	85	102	80	81	85
116	128	146	116	90	111	121	113	73
95	118	144	123	85	100	117	78	51
111	122	116	119	100	90	106	81	60
115	119	125	127	112	109	116	117	86
111	119	142	142	123	115	118	113	91



R: banda 3

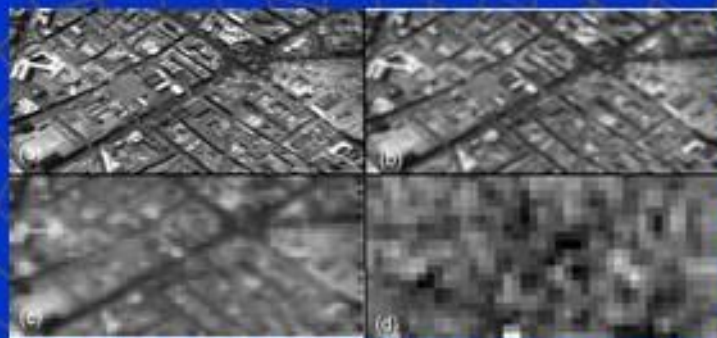
V: banda 2

A: banda 1

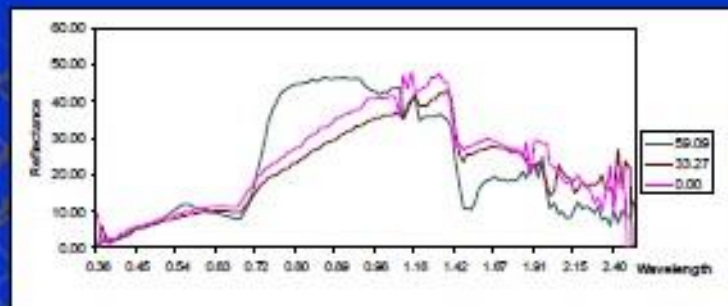
SAC-C MMRS, 09-Jun-02

Concepto de Resolución

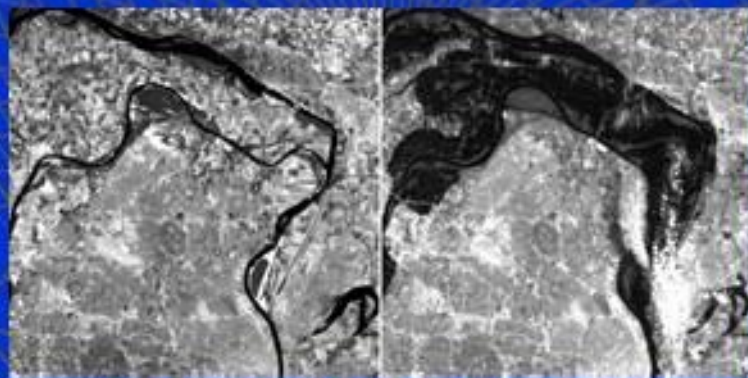
Espacial



Espectral



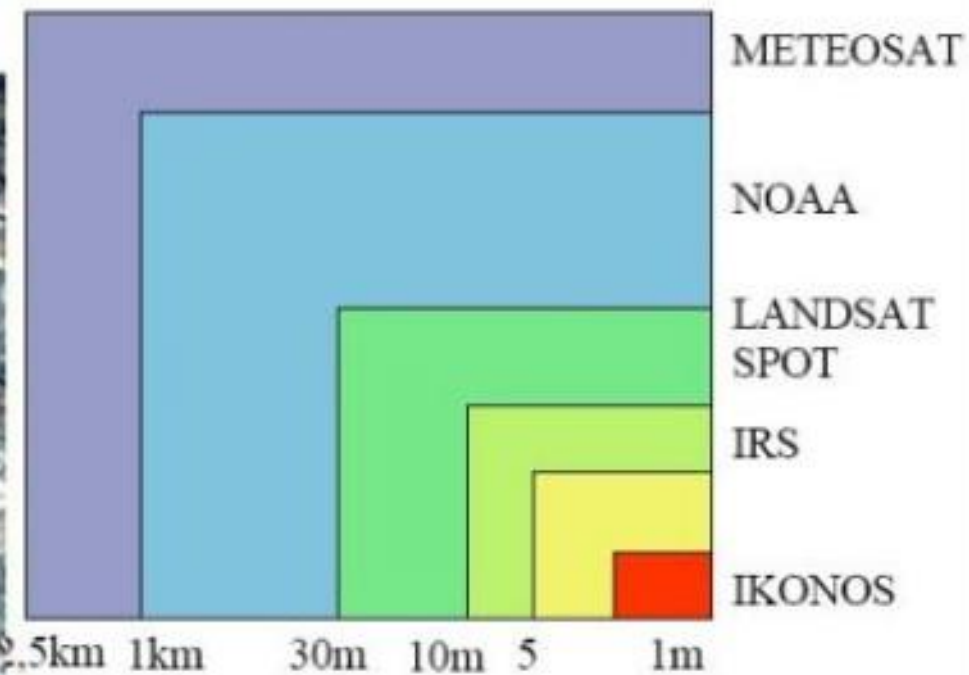
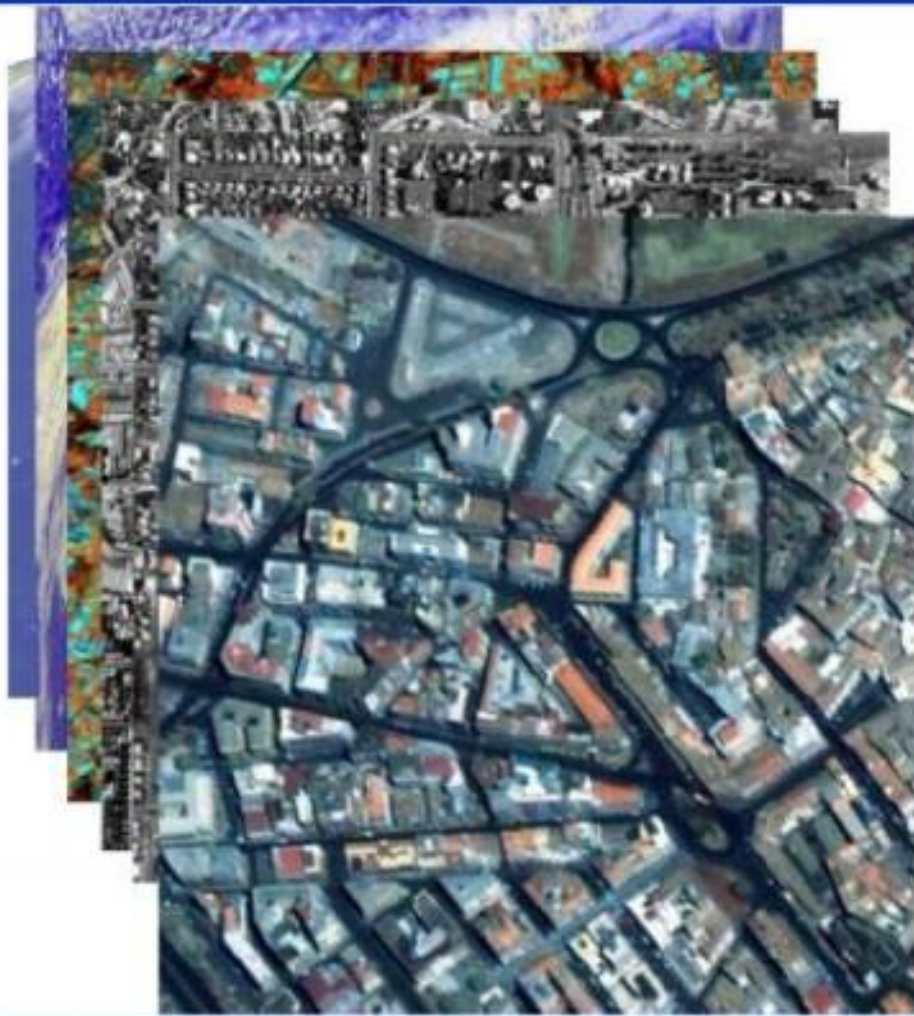
Temporal



Radiométrica



la resolución espacial: tamaño de píxel.



RESOLUCION ESPACIAL

- Alta resolución espacial: 0.5 - 4 m
- Media resolución espacial: 4 - 30 m
- Baja resolución espacial: 30 - 1000 m



1 m

10 m



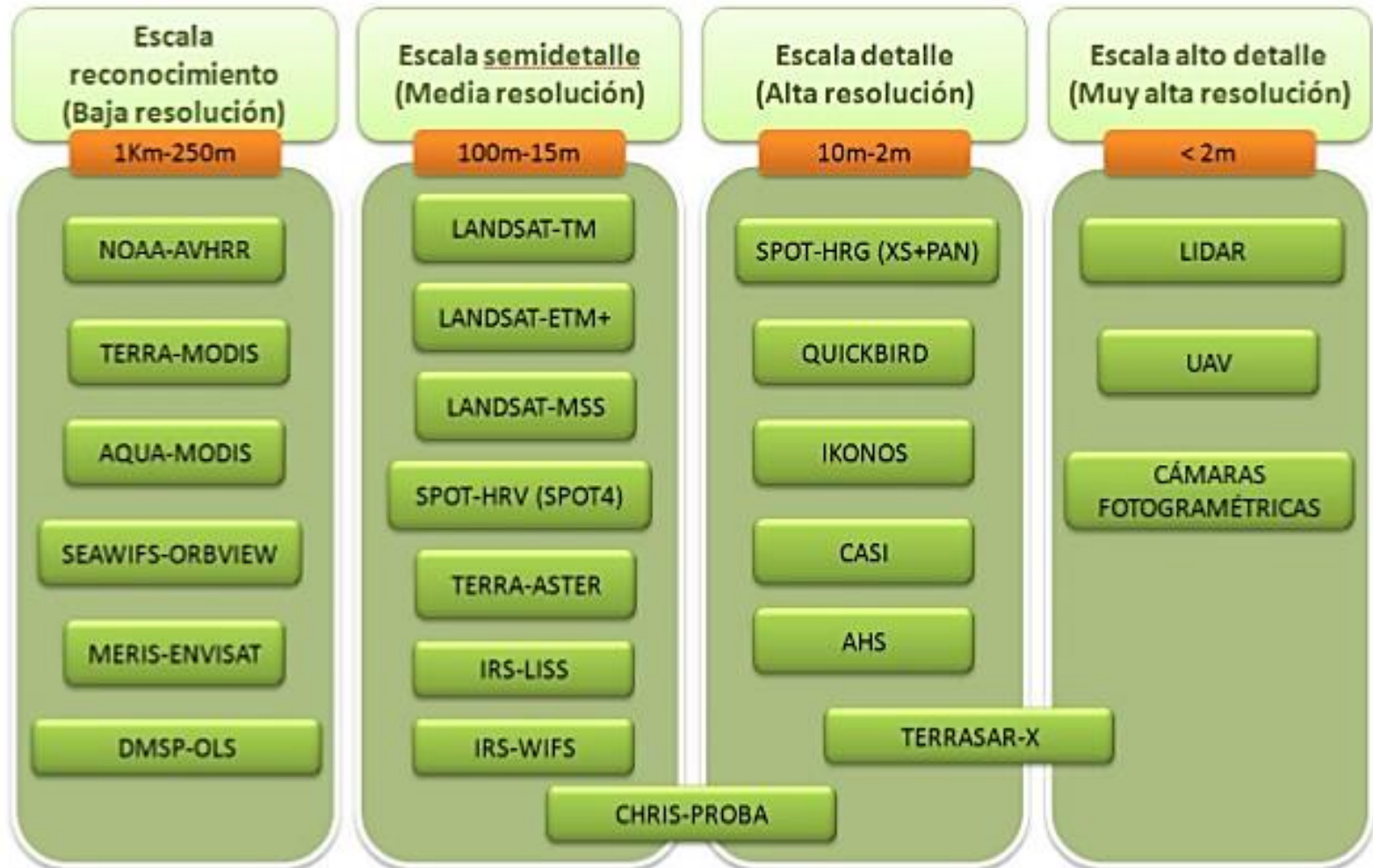
20 m

30 m

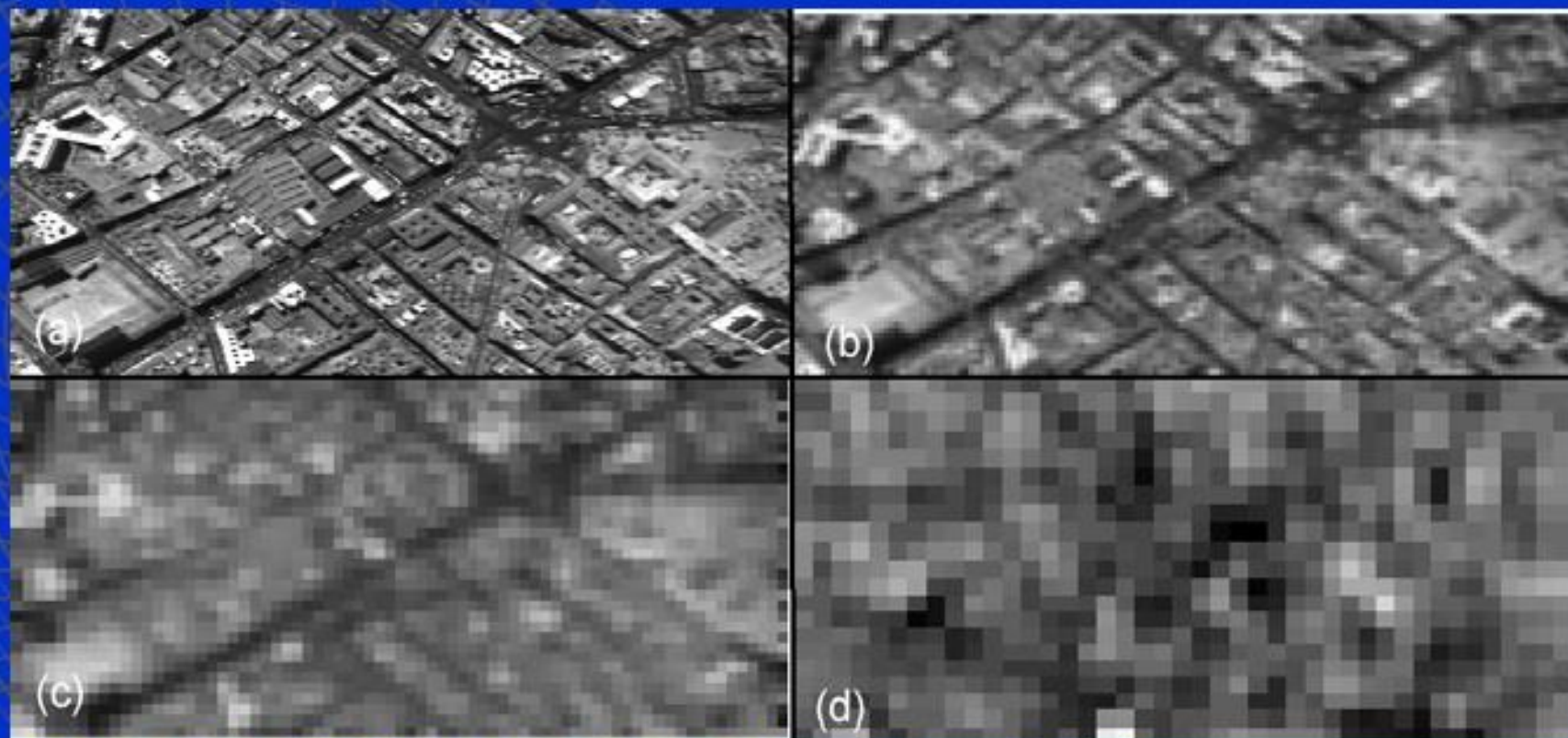
RESOLUCION ESPACIAL

Resolución espacial alta: < 5m.	Resolución espacial media: 5 a 30m:	Resolución espacial baja: 30 - > 1000 m
GeoEye-1	SPOT-5	AVHRR NOAA
WorldView-2	ASTER	SeaWifs
QuickBird	LANDSAT 7	MODIS
IKONOS	CBERS-2	
FORMOSAT-2		
ALOS		
CARTOSAT-1		

RESOLUCION ESPACIAL



Distintos rangos de resolución espacial



(a) 1 m; (b) 5 m; (c) 10 m; (d) 30 m

RESOLUCION ESPACIAL

Satellite images

12,8 m



6,4 m



3,2 m



1,6 m



0,80 m



- Area which a pixel covers on earth.

Aerial images

0,40 m



0,20 m

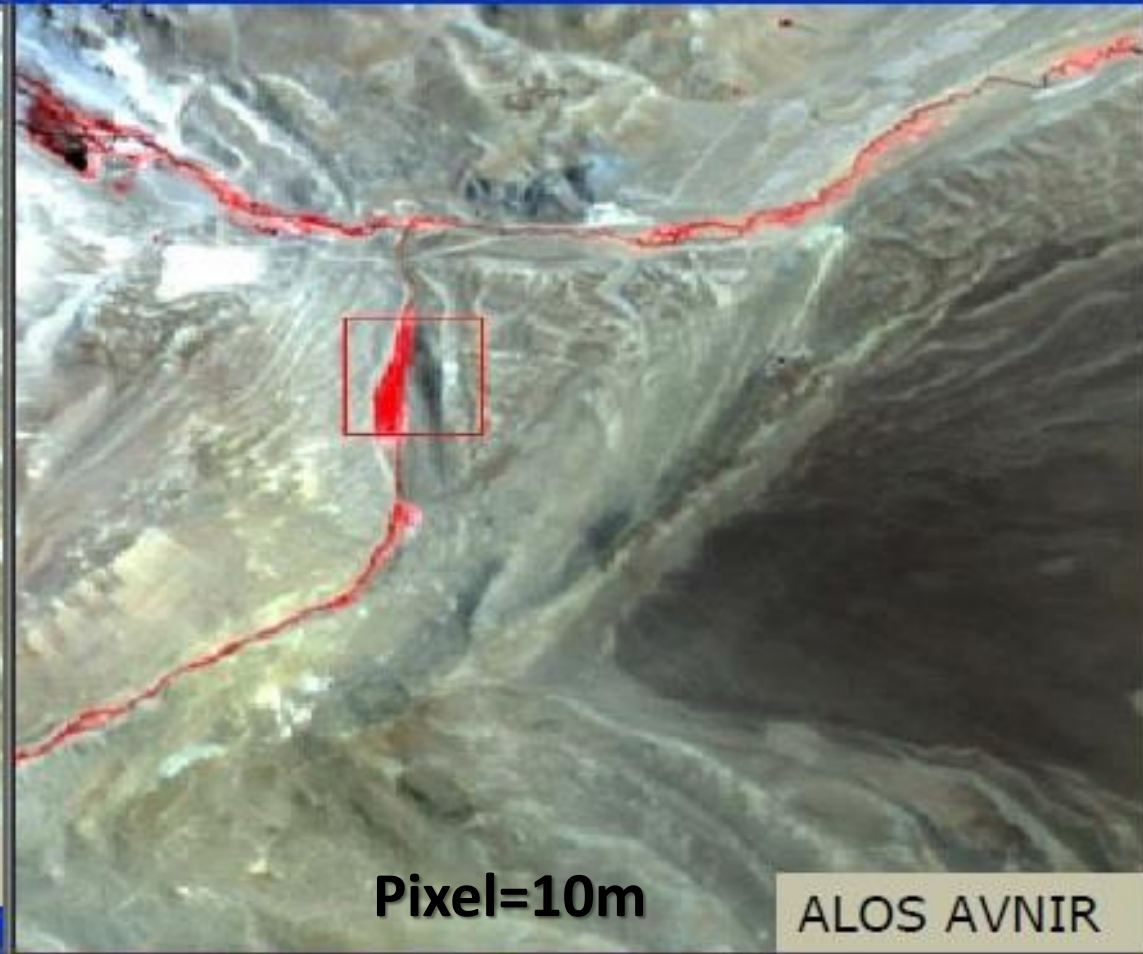
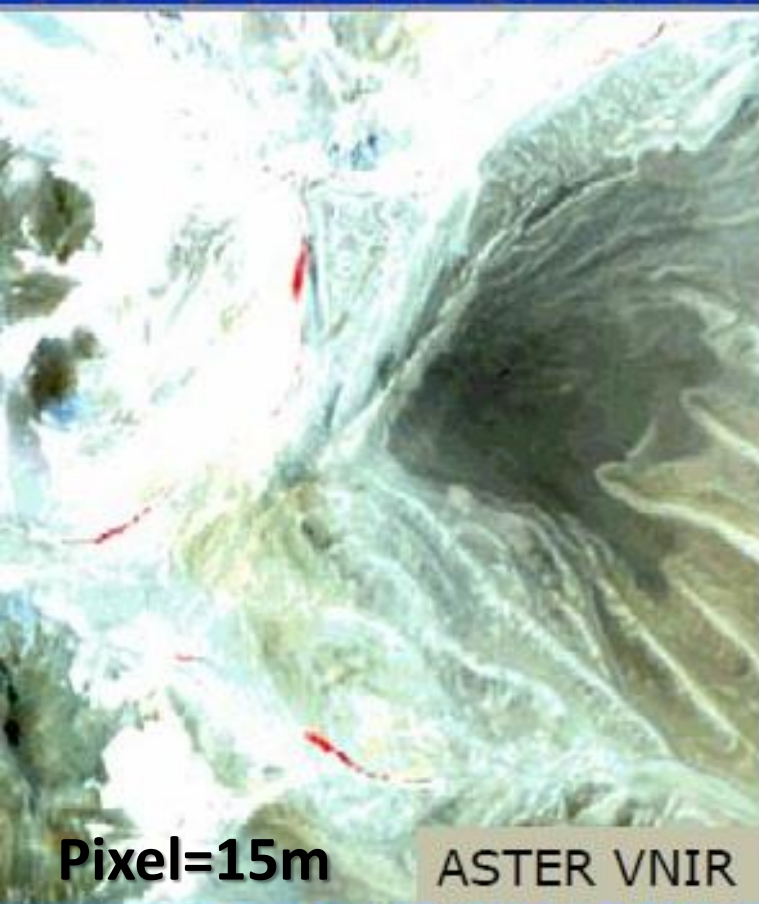


0,10 m



RESOLUCION ESPACIAL

Humedales de alta montaña (vegas)

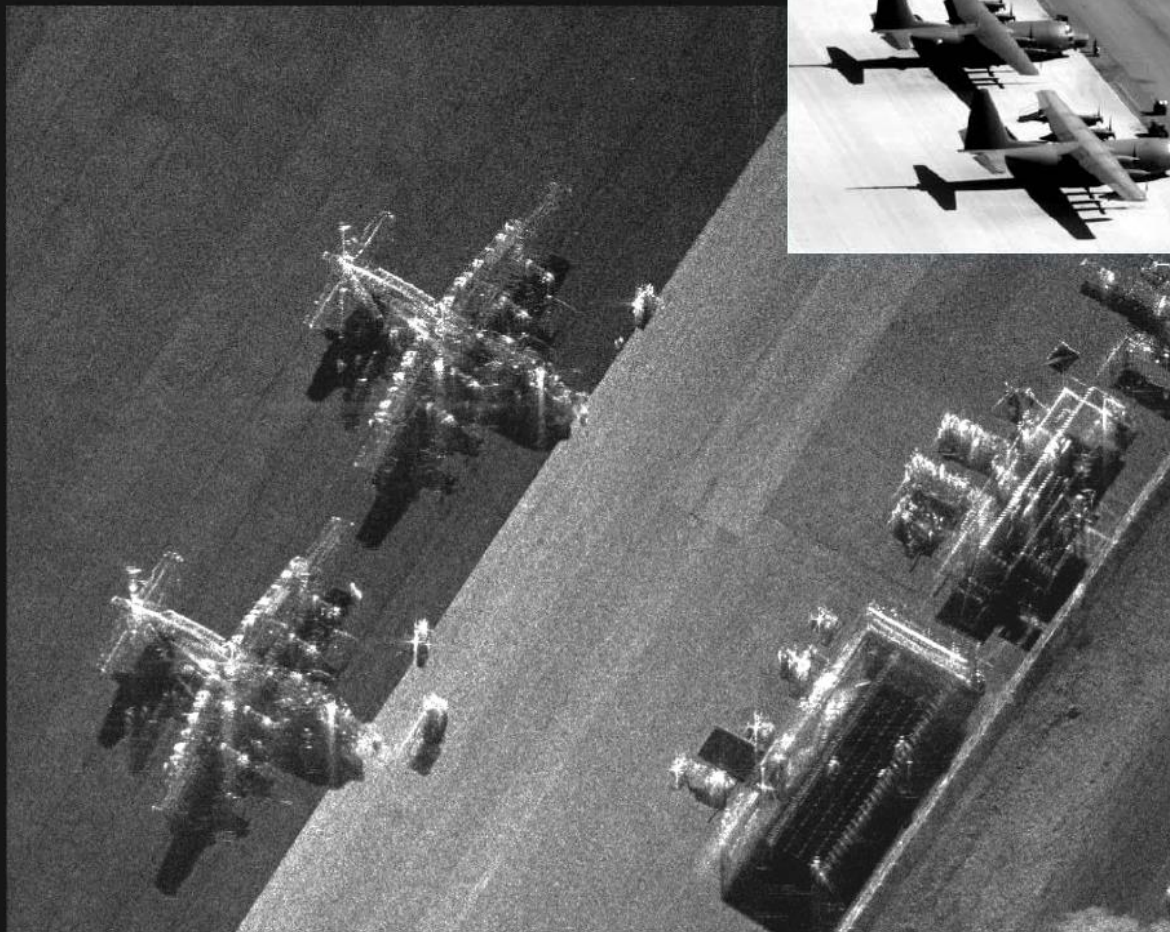




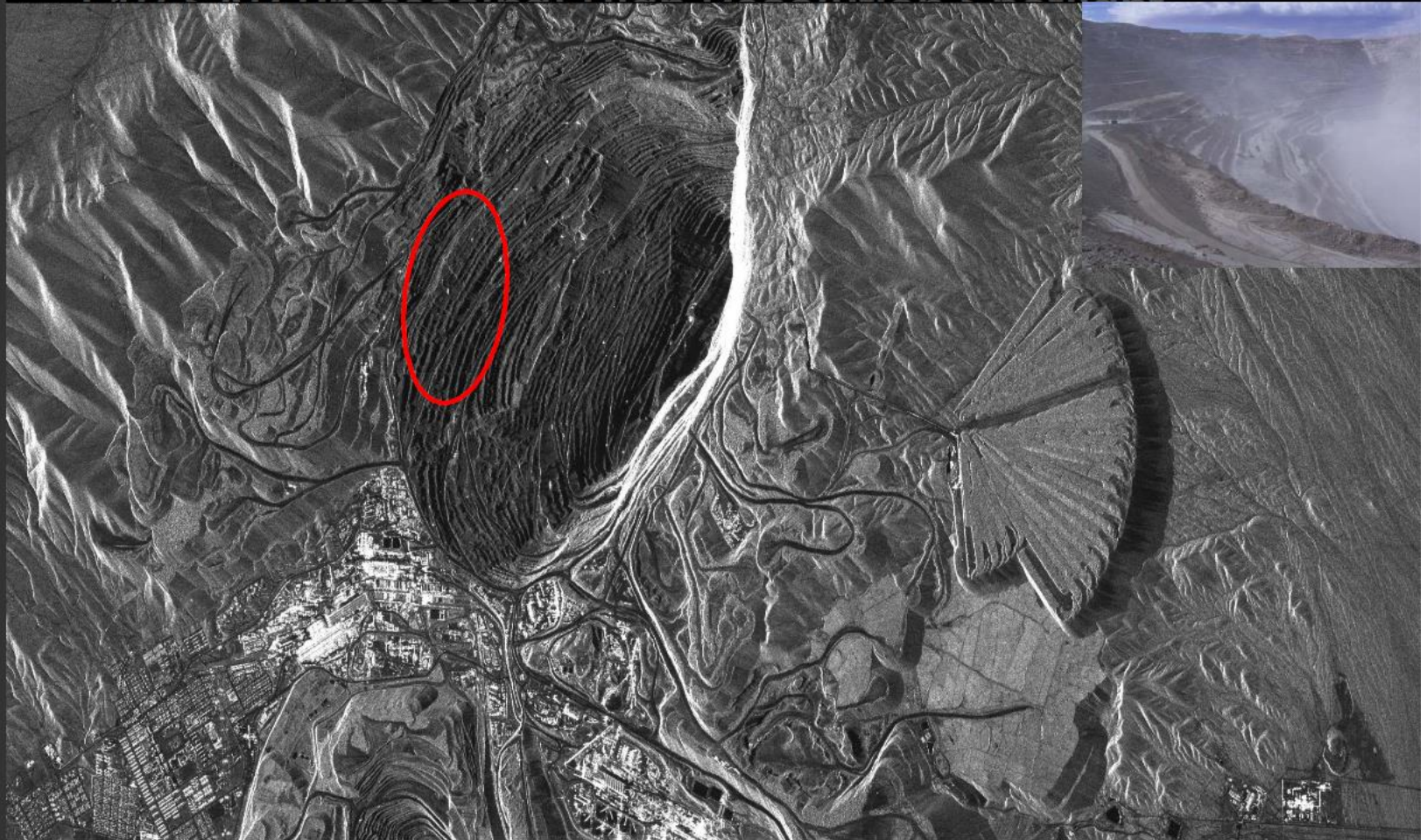
Helicóptero y aviones históricos
Banda K, resolución 9,4 cm



**Banda K, resolución 9,4 cm
Sobre la línea de vuelo**



Chuquicamata, Chile

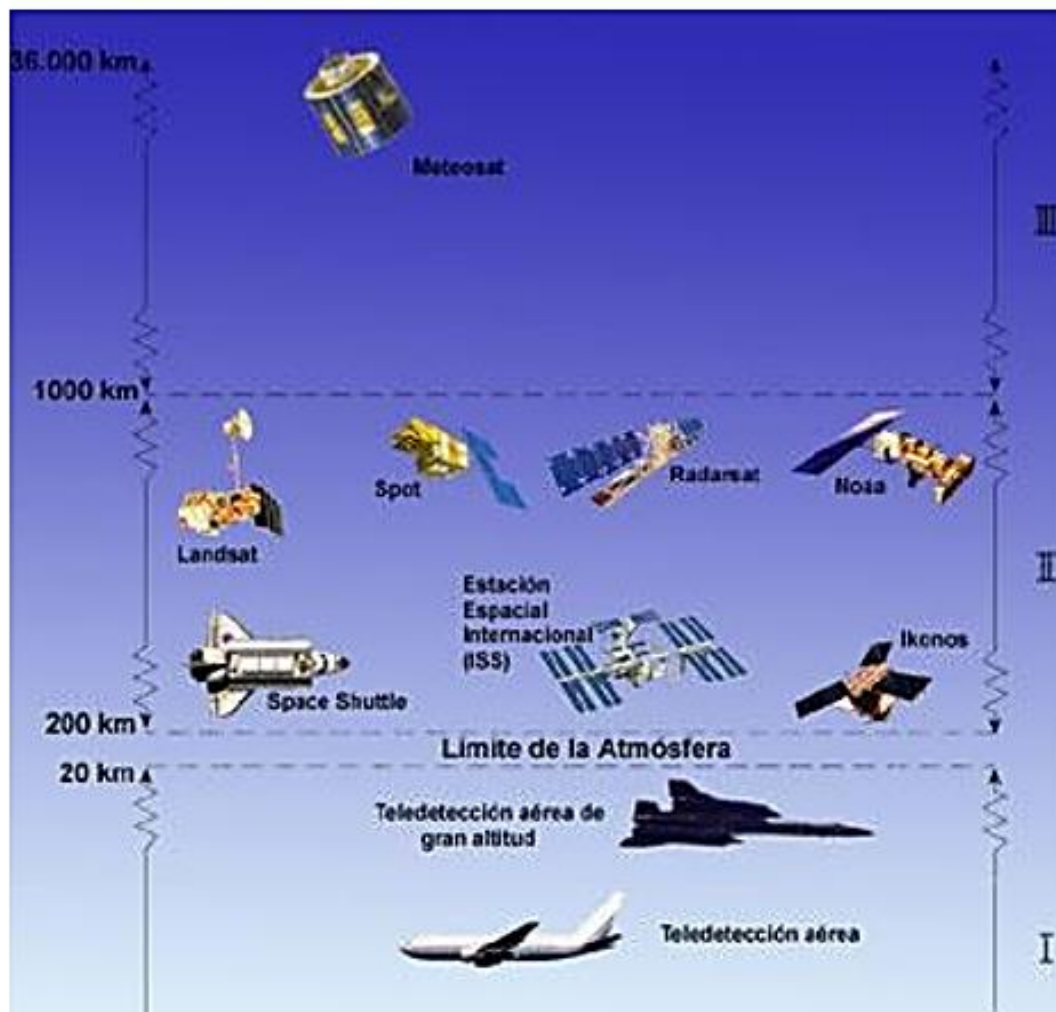


Spotlight, HH, 1 m x 3 m



RESOLUCION ESPACIAL

- **Escalas de resolución espacial:** Disminución de la resolución con la altura del sensor de exploración.



Meteorológicos
de órbita geostacionaria
($\approx 5 \text{ km}^2$)

Tendencias en resolución espacial

Tamaño del píxel (m)

1000



Meteorológicos
de órbita polar
($\approx 1 \text{ km}^2$)

Recursos Naturales
($\approx 1 \text{ Ha}$)



Recursos
Naturales
($\approx 0.1 \text{ Ha}$)

Alta resolución
civil ($\approx 1 \text{ m}^2$)



0.1

1960

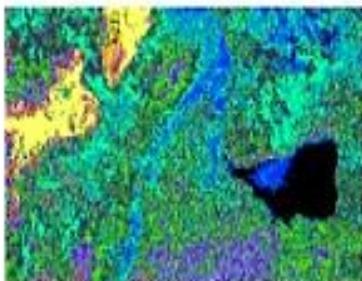
1970

1980

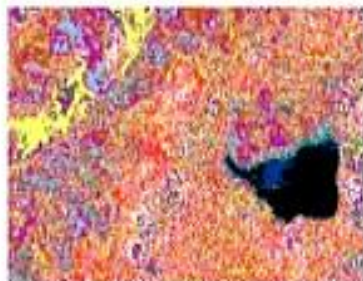
1990

2000

RESOLUCION ESPECTRAL



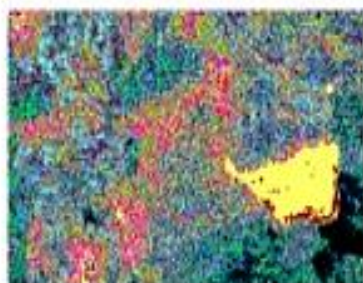
BANDA 1



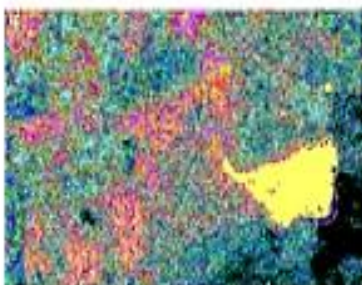
BANDA 2



BANDA 3



BANDA 4



BANDA 5

Imagen satelital
MULTI BANDA

Resolución Espectral

Cantidad de Bandas del sensor



aerofotografia
MONOBANDA 1 banda)

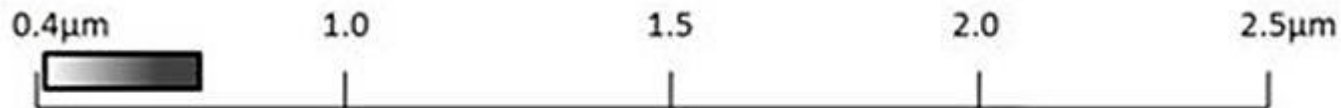


RESOLUCION ESPECTRAL

Spectral Resolution of Different Sensors

Panchromatic Sensor

(single-channel detector sensitive to radiation within a broad wavelength range)



**B&W
Aerial
Photos**

Multispectral Sensor

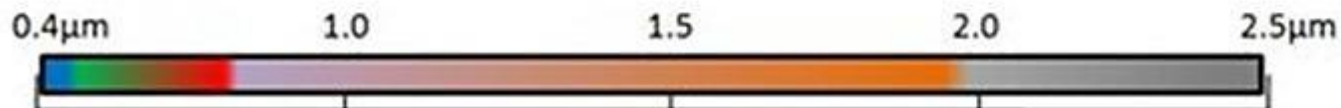
(2 to ~15 channels chosen at discrete wavelengths along the optical spectrum)



**RGB Imagery
Landsat
WorldView-2
NAIP**

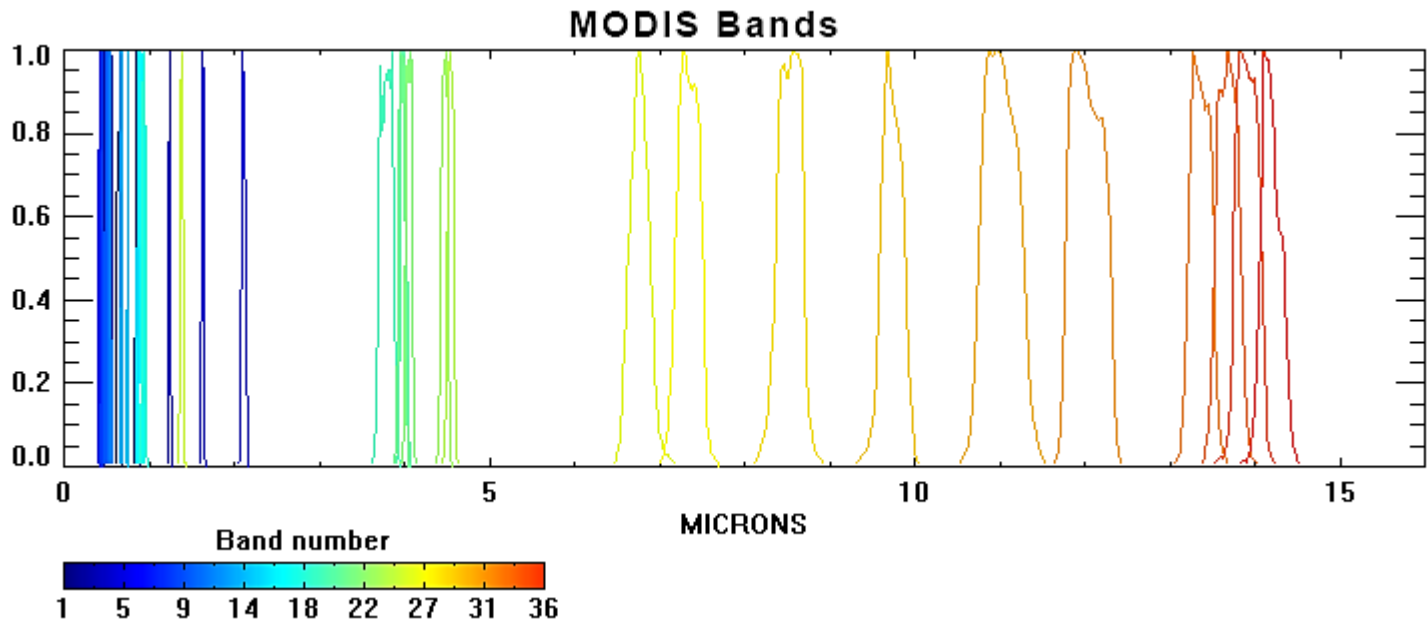
Hyperspectral Sensor

(hundreds of channels provide a near continuous reading of the optical spectrum)



AVIRIS

RESOLUCION ESPECTRAL



QuickBird

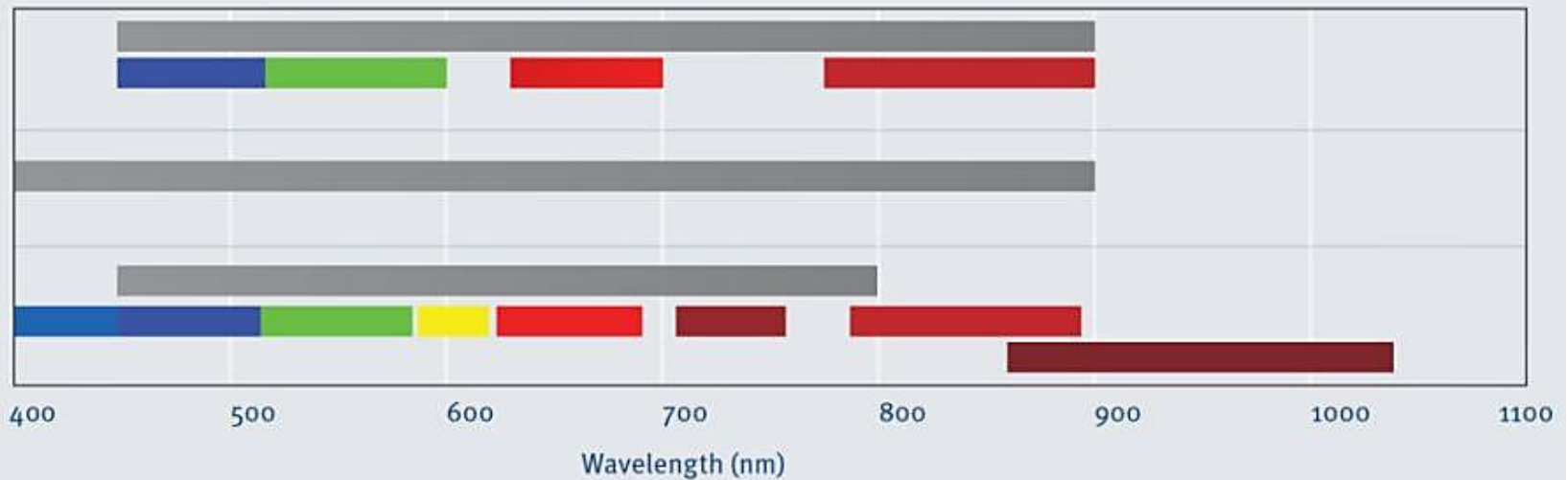
Panchromatic
Multispectral

WorldView-1

Panchromatic

WorldView-2

Panchromatic
Multispectral



la **resolución radiométrica**: número de intervalos de intensidad que pueden captarse

Es la sensibilidad del sensor o su capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe (Chuvieco, 1996)

Llamada usualmente *rango dinámico* esta representado por el número de bits (2^n) con que los datos de energía son grabados

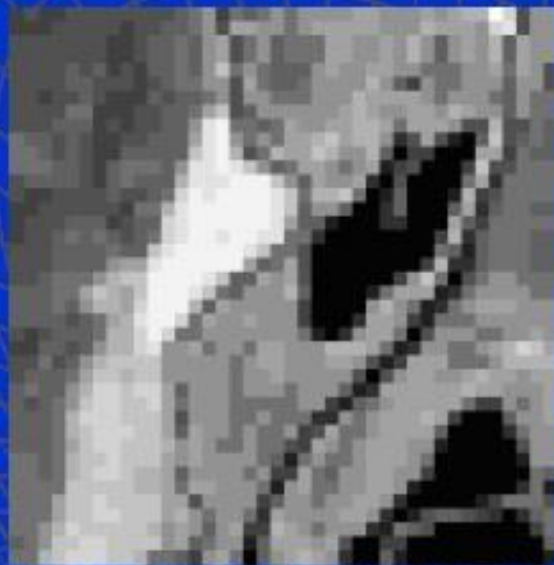


Gráfico de la señal emitida por el sensor y resultados de la discretización. a) señal analógica; b) Señal representada con 2 niveles (1 bit), c) Idem b) con 4 niveles (2 bits), y d) Idem anterior con 8 niveles (3 bits).

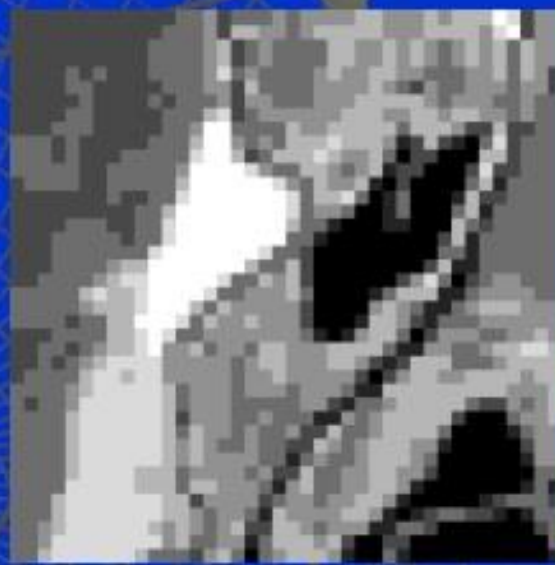
la **resolución radiométrica**: número de intervalos de intensidad que pueden captarse

(1 cuenta vs. energía)

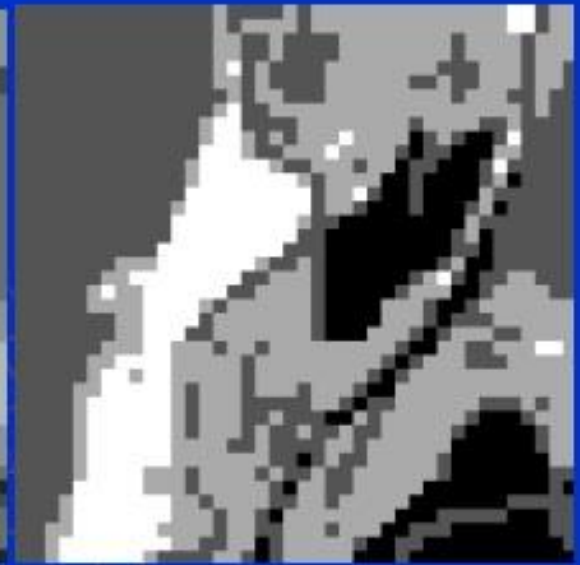
8 a 24 bits



4 bits



3 bits



2 bits

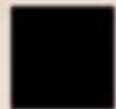
Radiometric resolution



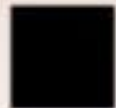
1-bit -> 2 values



7-bit -> 0-127 values



8-bit -> 0-255 values



9-bit -> 0-511 values



10-bit -> 0-1023 values



11-bit -> 0-2047 values



8-bit quantization (256 levels)



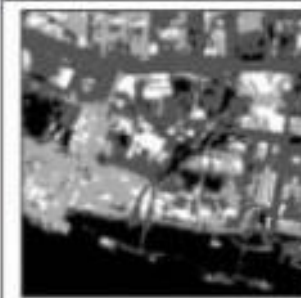
6-bit quantization (64 levels)



4-bit quantization (16 levels)



3-bit quantization (8 levels)



2-bit quantization (4 levels)



1-bit quantization (2 levels)

<http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/image.htm>

Efecto de la resolución radiométrica

11 bits: 2048

8 bits: 256



**AREA 1: Areas
brillantes**

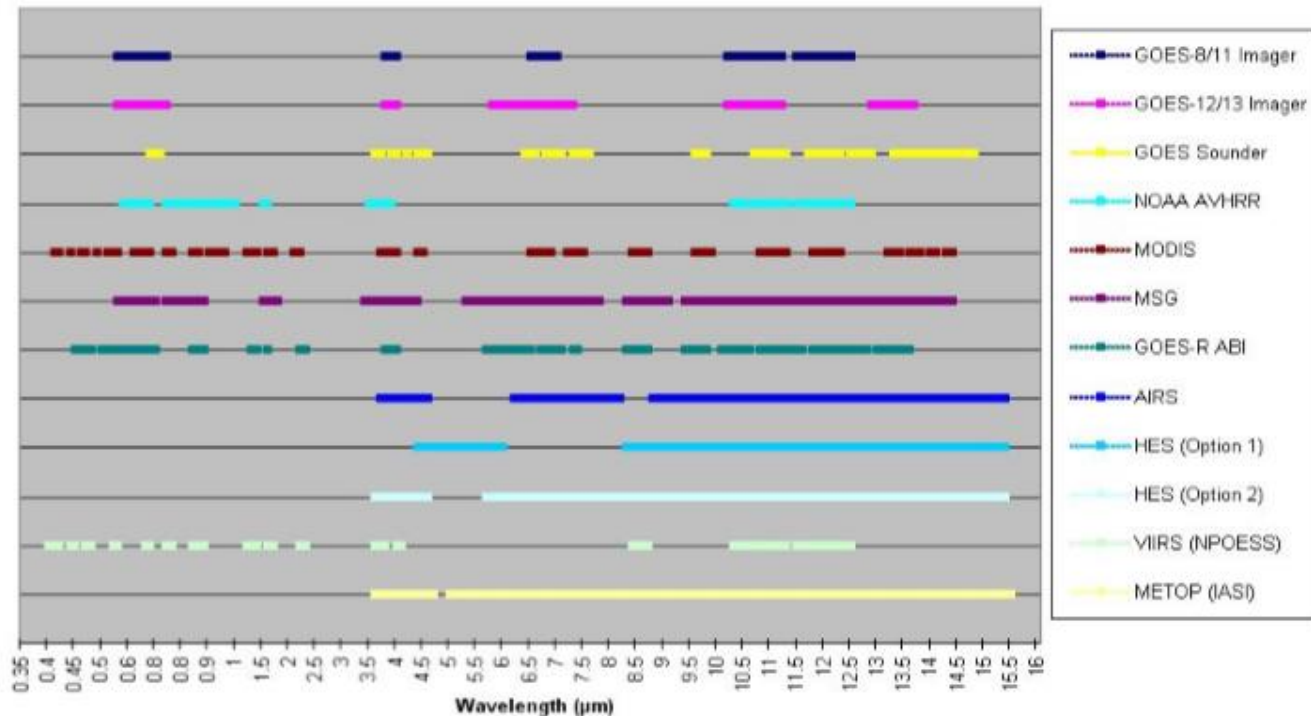


**AREA 2: Areas
oscuras**

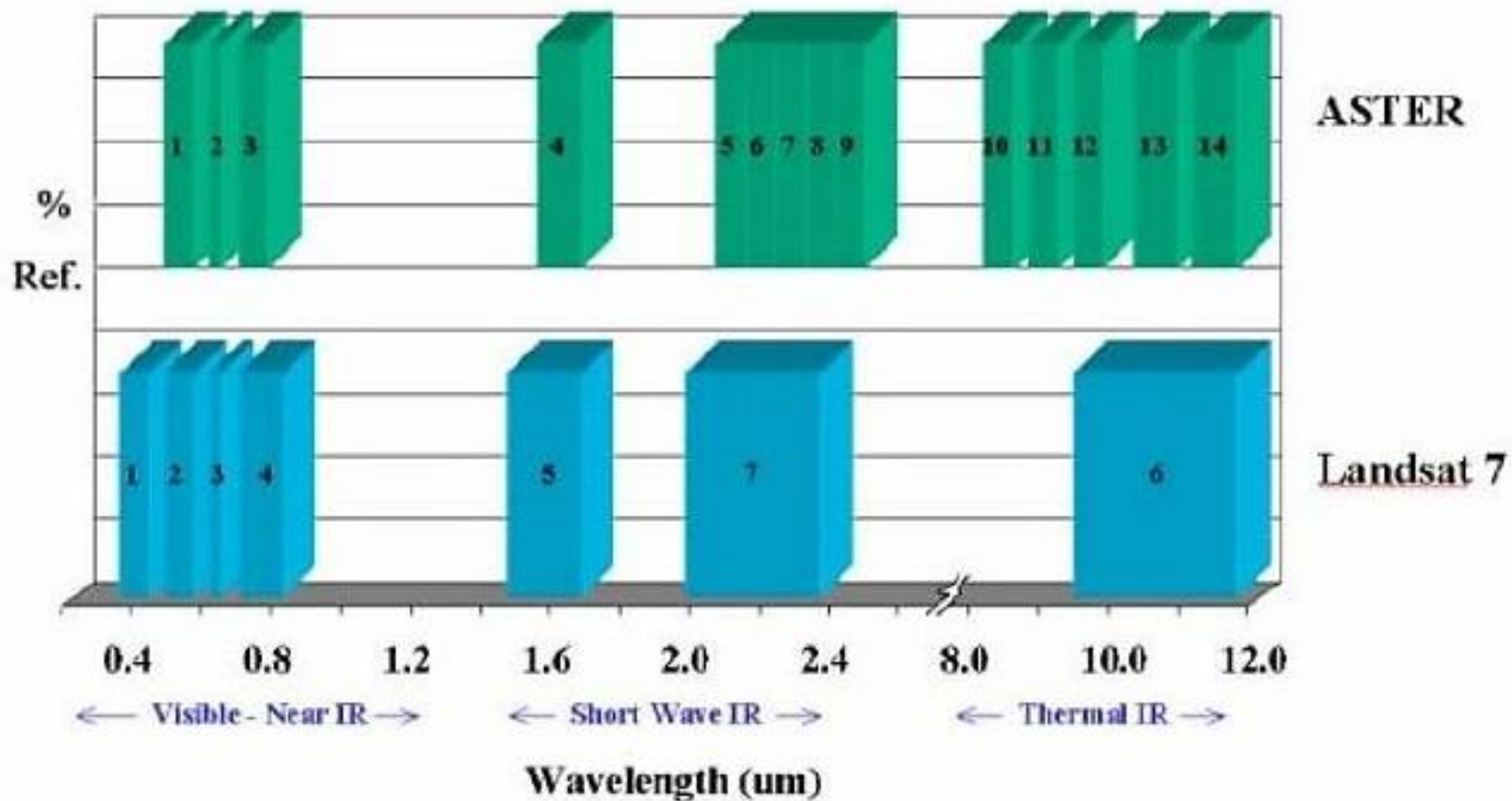
(Cortesía Indra-Espacio)

RESOLUCIÓN ESPECTRAL

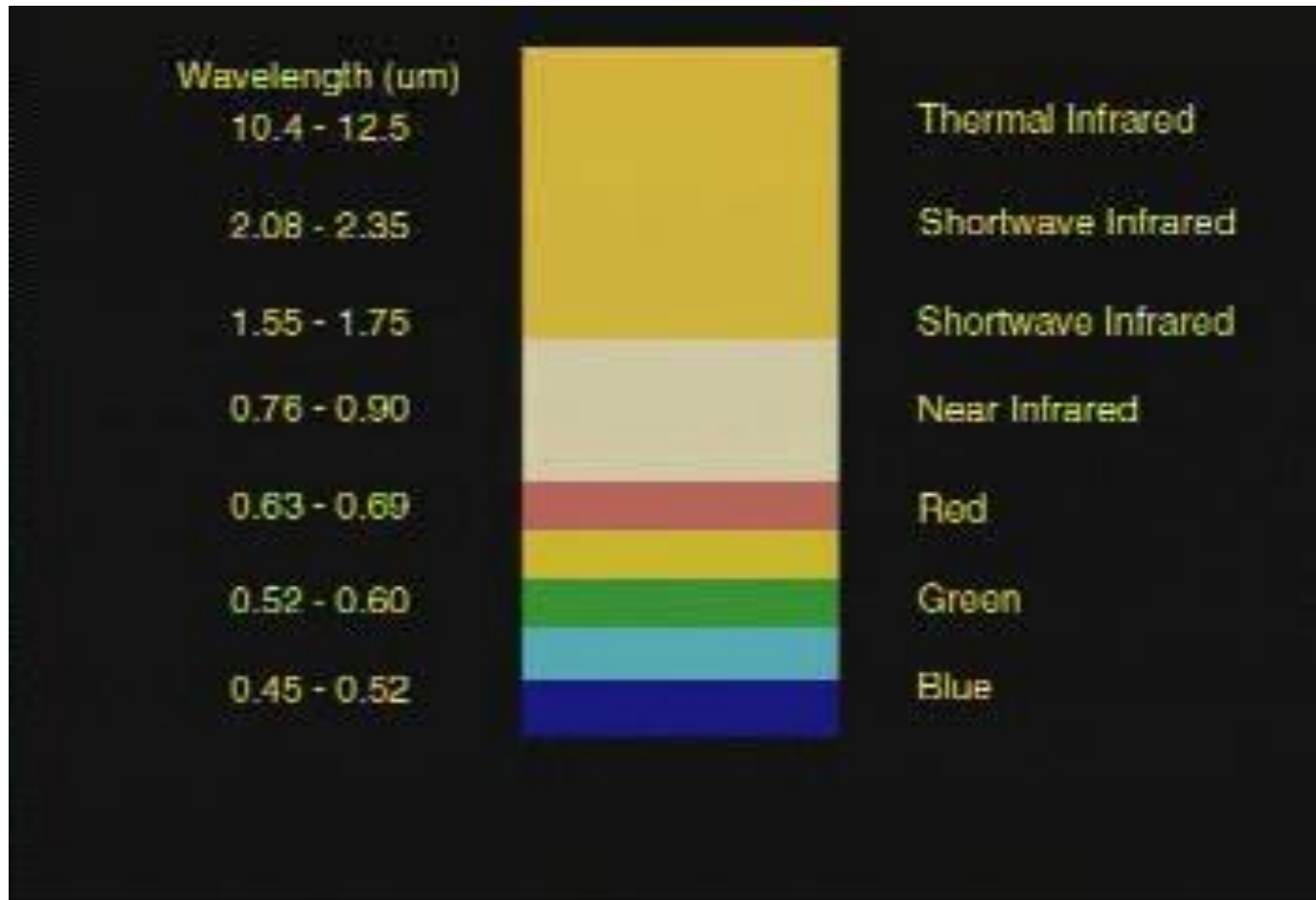
- El número de bandas no es el único aspecto importante de la resolución espectral: La posición de las bandas en el espectro electromagnético es un aspecto clave.



RESOLUCIÓN ESPECTRAL



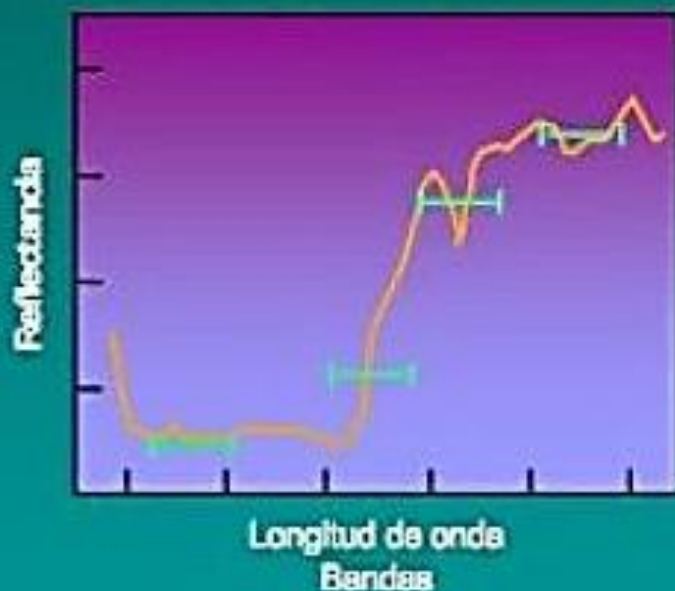
RESOLUCIÓN ESPECTRAL



Caracterización Multi e Hiperespectral

**Imágenes
Hiperespectrales
Cientos de bandas**

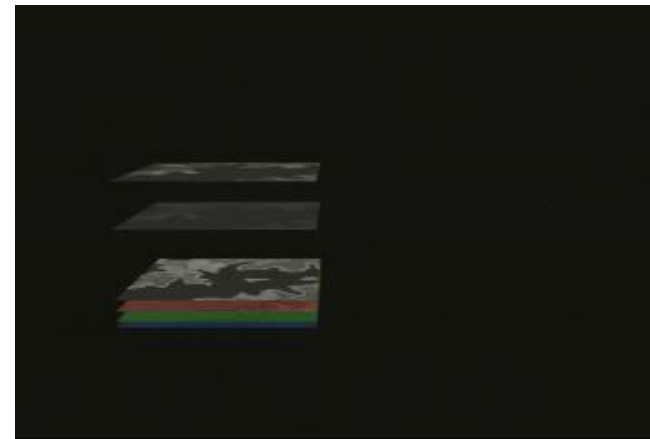
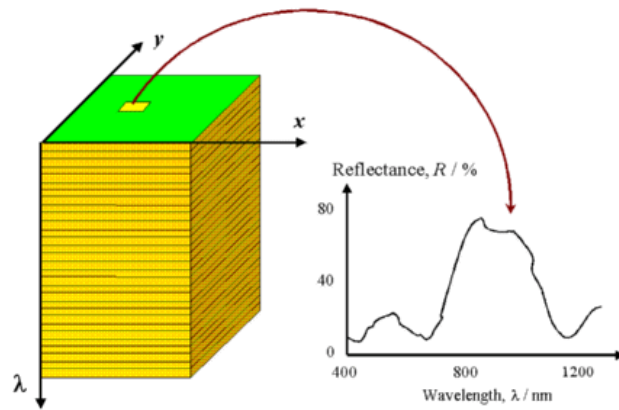
Característica espectral de una escena



**Imágenes
Multiespectrales
Pocas bandas**



Imagen Hiperespectral

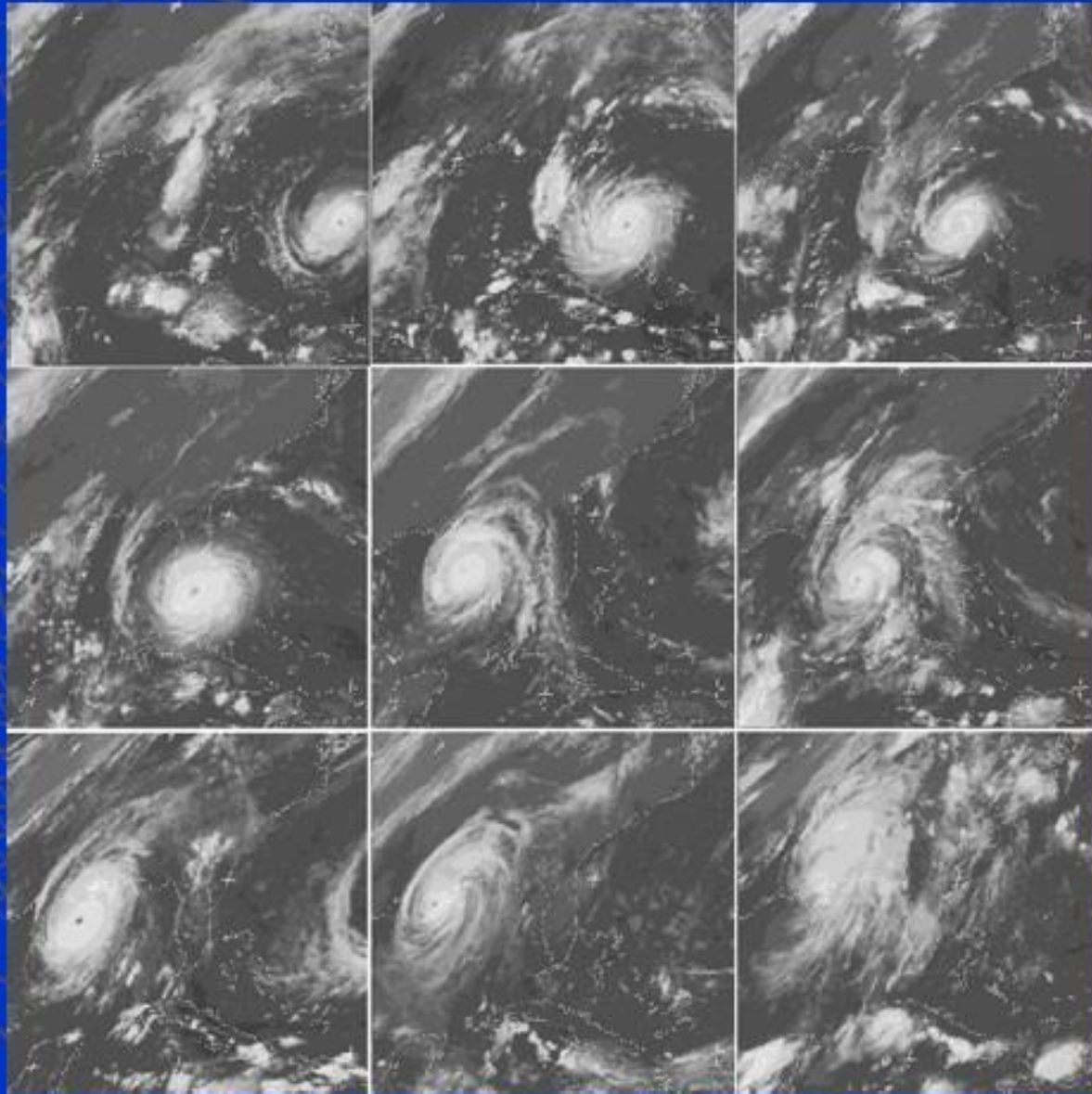


□ RESOLUCIÓN TEMPORAL

- La resolución temporal especifica la frecuencia de revisita de un satélite para una ubicación específica (depende de la latitud y la anchura del swath).

- El factor tiempo es importante cuando:
 - ✓ Nubes persistentes ofrecen vistas directas limitadas de la superficie de la Tierra.
 - ✓ Fenómenos de corta duración (inundaciones, mareas negras, etc).
 - ✓ Fenómenos que cambian rápidamente (atmosférica).
 - Alta resolución temporal: < 1 día - 3 días
 - Media resolución temporal: 4 - 16 días
 - Baja resolución temporal: > 16 días

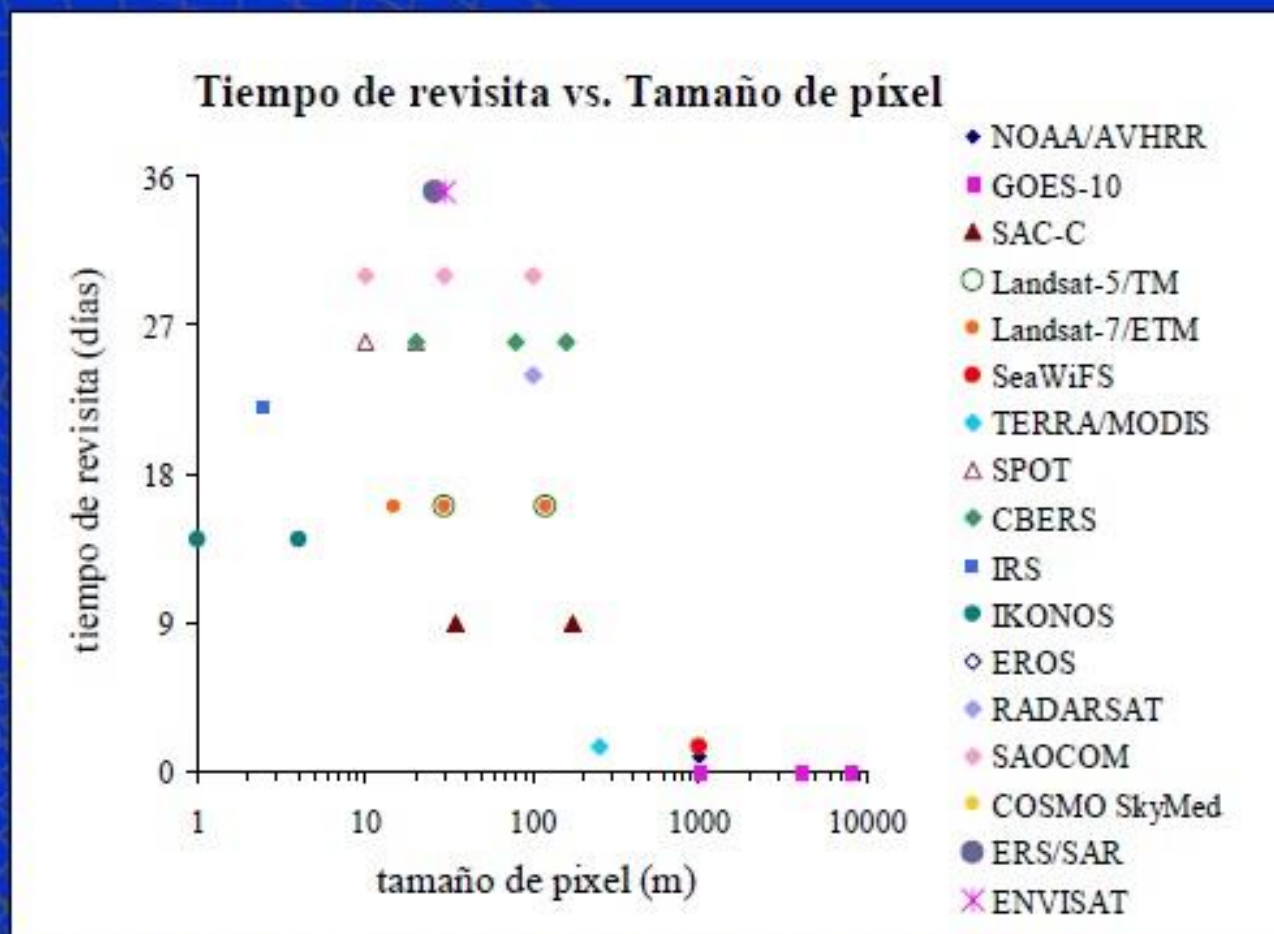
Resolución temporal



(Huracán Andrew, 1992)

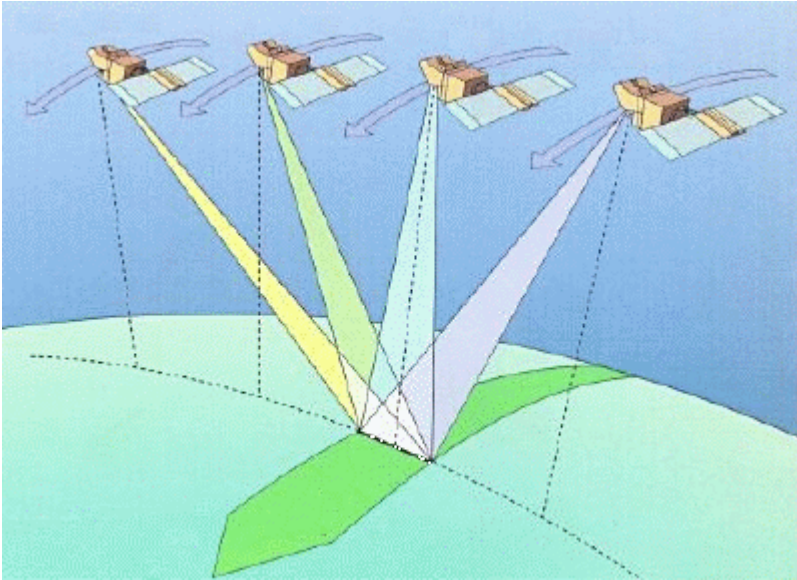
Cortesía ESA

la **resolución temporal**: tiempo que transcurre entre la adquisición de dos imágenes del mismo lugar: Tiempo de revisita



Características espaciales vs. temporales

RESOLUCIÓN TEMPORAL



**SPOT intervalo de revisita corto 1 to 3 dias.
2 satellites SPOT6 y SPOT7**



**intervalo de revisita corto .
4 satellites COSMO SKYMED**



El proyecto SAOCOM

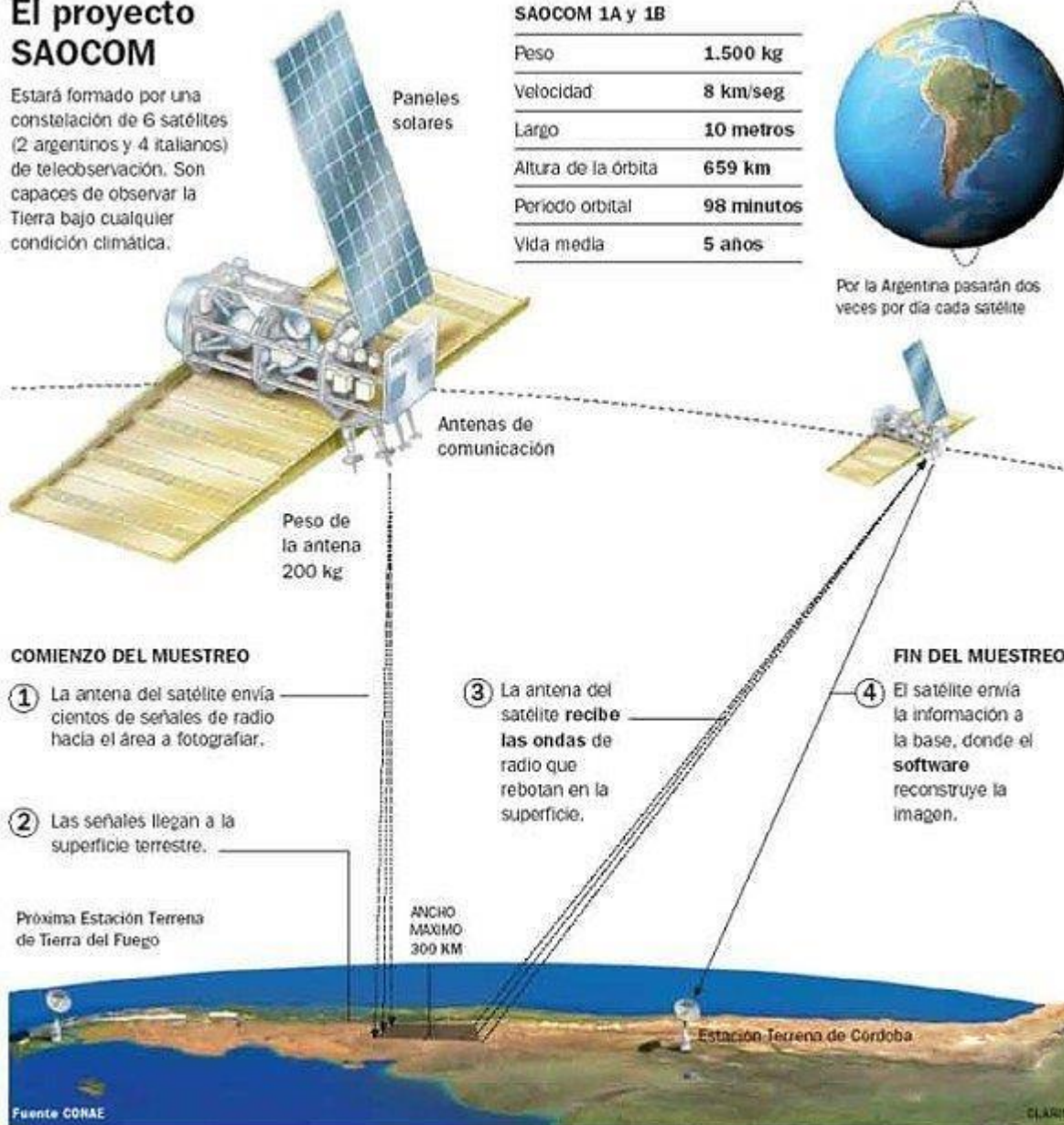
Estará formado por una constelación de 6 satélites (2 argentinos y 4 italianos) de teleobservación. Son capaces de observar la Tierra bajo cualquier condición climática.

SAOCOM 1A y 1B

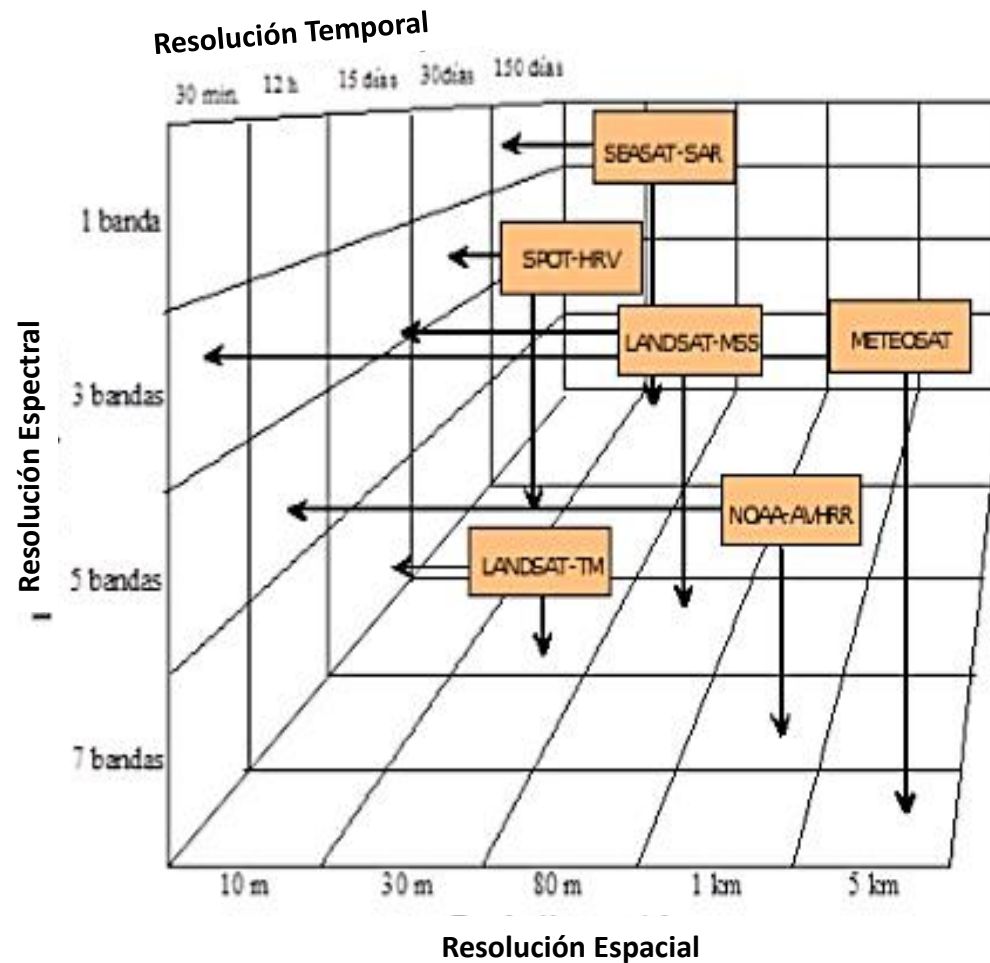
Peso	1.500 kg
Velocidad	8 km/seg
Largo	10 metros
Altura de la órbita	659 km
Período orbital	98 minutos
Vida media	5 años



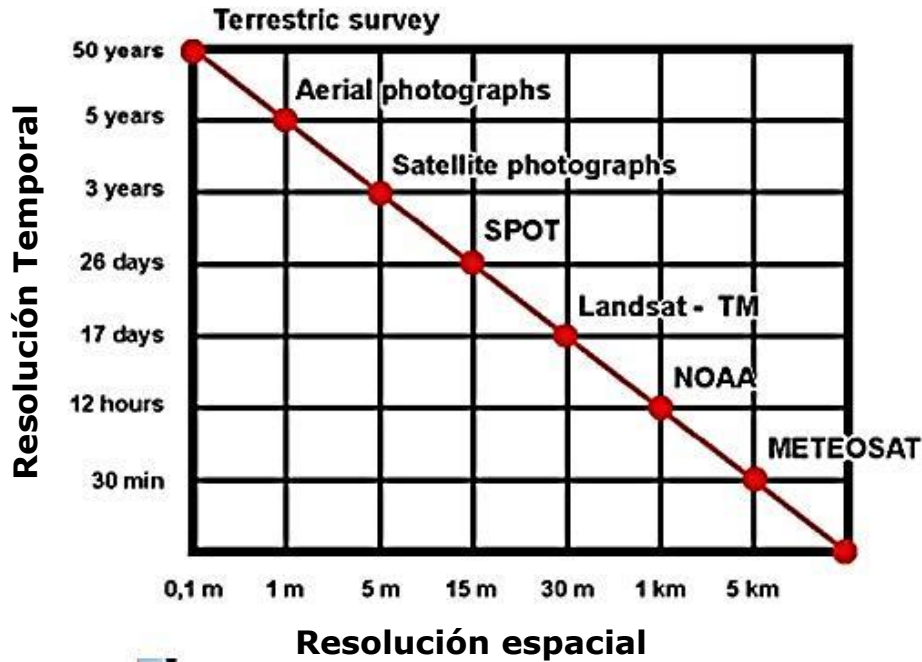
Por la Argentina pasarán dos veces por día cada satélite



Relación entre todos los tipos de resoluciones: Compromiso



RESOLUCION DE IMAGENES



RESOLUCION DE IMAGENES

Resoluciones de diferentes satélites y sensores remotos

Satélite	Sensor	Resolución Espacial	Resolución Espectral	Resolución Temporal
LANDSAT 5	MSS	75 m	4 bandas	16 días
	TM	30m	7 bandas	16 días
LANDSAT 7	ETM+ (Multiespectral)	30 m	7 bandas	16 días
	ETM+ (Pancro)	15m	1banda	16 días
SPOT	Multiespectral	20m 10m (SPOT 5)	4 bandas	26 días
	Pancro	10m 5m (SPOT 5)	1 banda	26 días
NOAA	AVHRR	1.1 Km.	5 bandas	12 horas
		4 Km.	2 bandas	12 horas
Ikonos	Multiespectral	4 m	4 bandas	2 días
	Pancro	1 m	1 bandas	2 días
QuickBird	Multiespectral	2,50 m	4 Bandas	1-4 días
	Pancro	0,61 m	1 Bandas	1-4 días