



Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

Introduzione ai dati satellitari e possibili usi in sanità animale in ambito di sorveglianza e ricerca



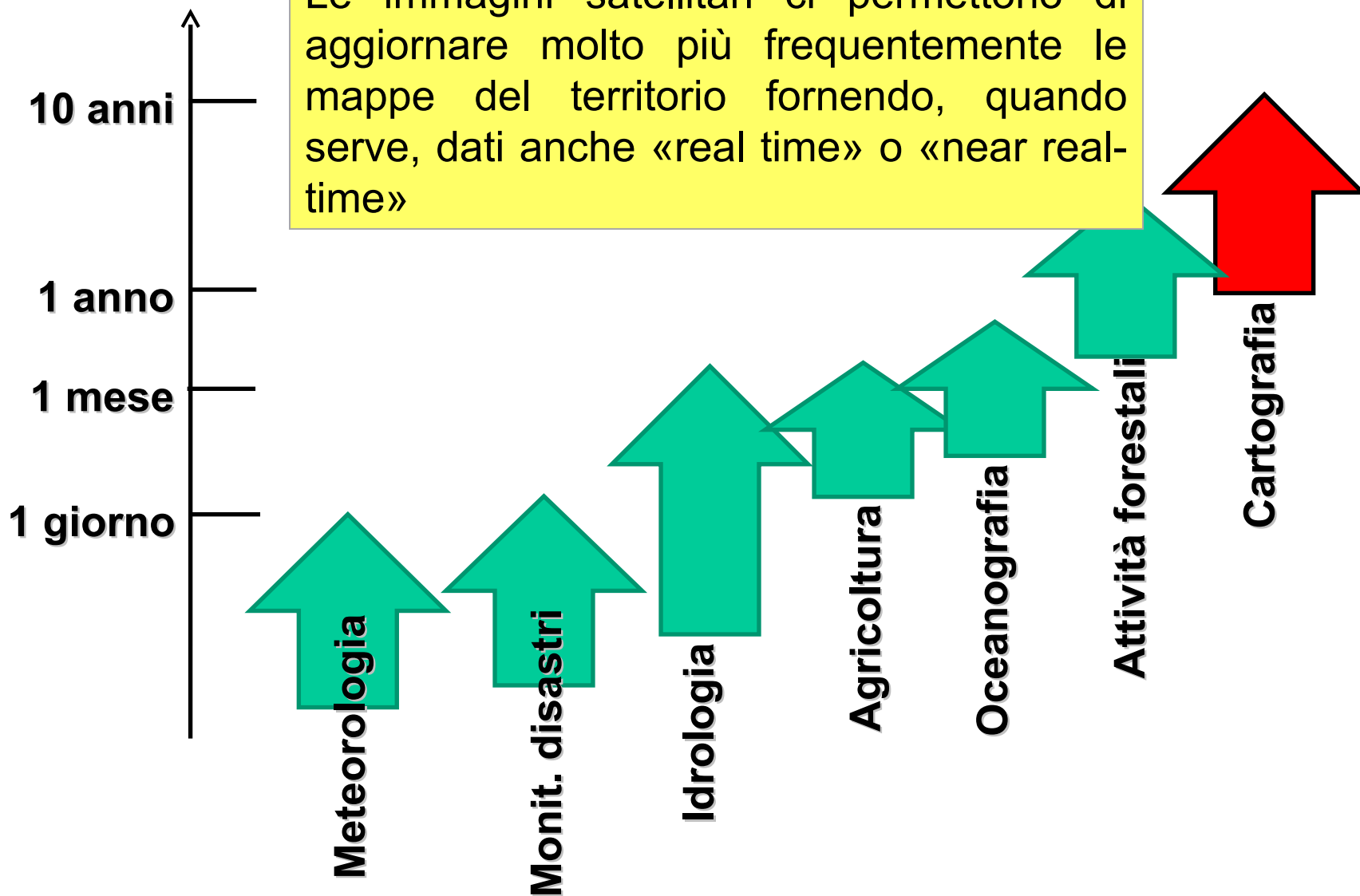


I dati satellitari hanno assunto negli anni un ruolo sempre più importante nella gestione delle risorse territoriali, dove è spesso necessario valutare e prendere decisioni in **tempi** più o meno **rapidi**, sulla base di **informazioni valide** ed **aggiornate**.

Si pensi alla gestione dei **disastri** (terremoti, inondazioni, incendi, ...) e dei rischi ad essi relativi ma anche alla velocità con cui il territorio è cambiato negli ultimi decenni (**espansione tessuto urbano**, ...)



Le immagini satellitari ci permettono di aggiornare molto più frequentemente le mappe del territorio fornendo, quando serve, dati anche «real time» o «near real-time»





Concetti di base

1. TELERILEVAMENTO (o REMOTE SENSING)
2. LE COMPONENTI DI UN SISTEMA DI RS
3. SENSORI e SPETTRO ELETTRROMAGNETICO (EM)
4. RS ATTIVO E PASSIVO
5. LA FIRMA SPETTRALE
6. LE RISOLUZIONI
7. LE ORBITE





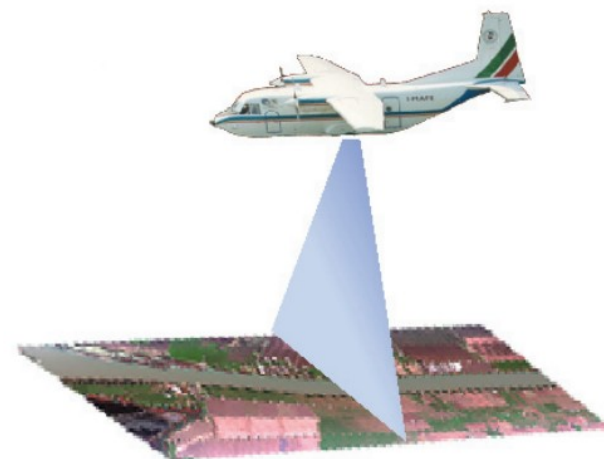
Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri

TELERILEVAMENTO o REMOTE SENSING (RS)

definizione



Il RS permette di ricavare informazioni, qualitative e quantitative (immagini/dati numerici) da oggetti posti a distanza, mediante misure della radiazione elettromagnetica (emessa, riflessa o trasmessa) frutto dell'interazione con le superfici fisiche di interesse.



Tele-rilevare: rilevare lontano





Il *remote sensing* serve a restituirci 3 informazioni fondamentali della realtà, relative a:

1.Geometria degli oggetti;

2.Composizione chimica degli oggetti;

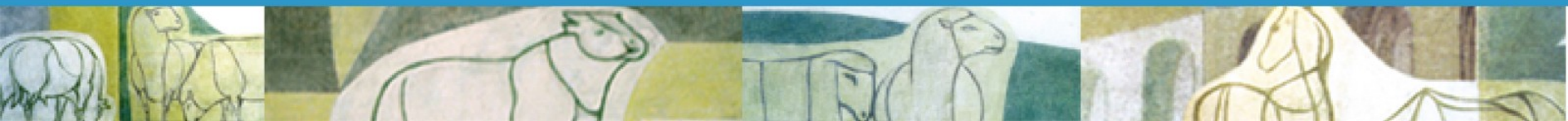
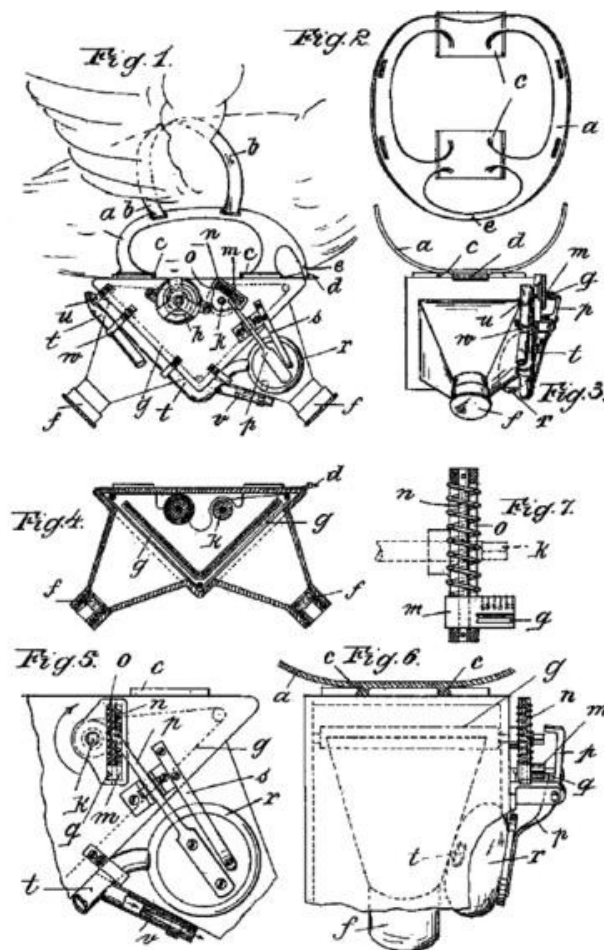
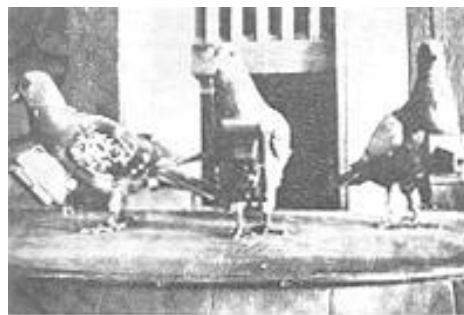
3.Proprietà fisiche degli oggetti;

Ma il RS non ha come oggetto solo lo studio della superficie delle terre emerse ma anche dell'**idrosfera** (mari, laghi, ...) e dell'**atmosfera**.

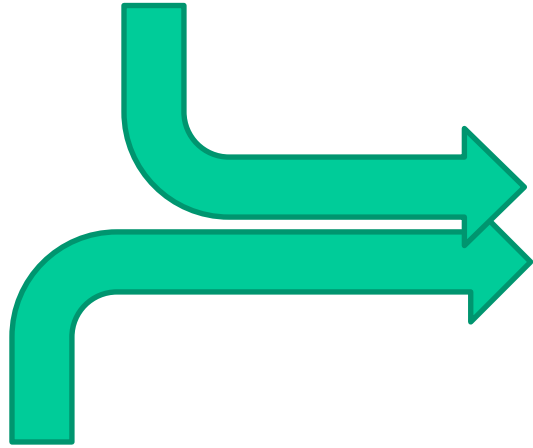


Origini del Telerilevamento

- Fotografia da mongolfiera (1840)
- Fotografia da aquilone (1890)
- Piccione con macchina fotografica (1903-1908)



VOLO AEREO (1903)



TELERILEVAMENTO

FOTOGRAFIA (1839)

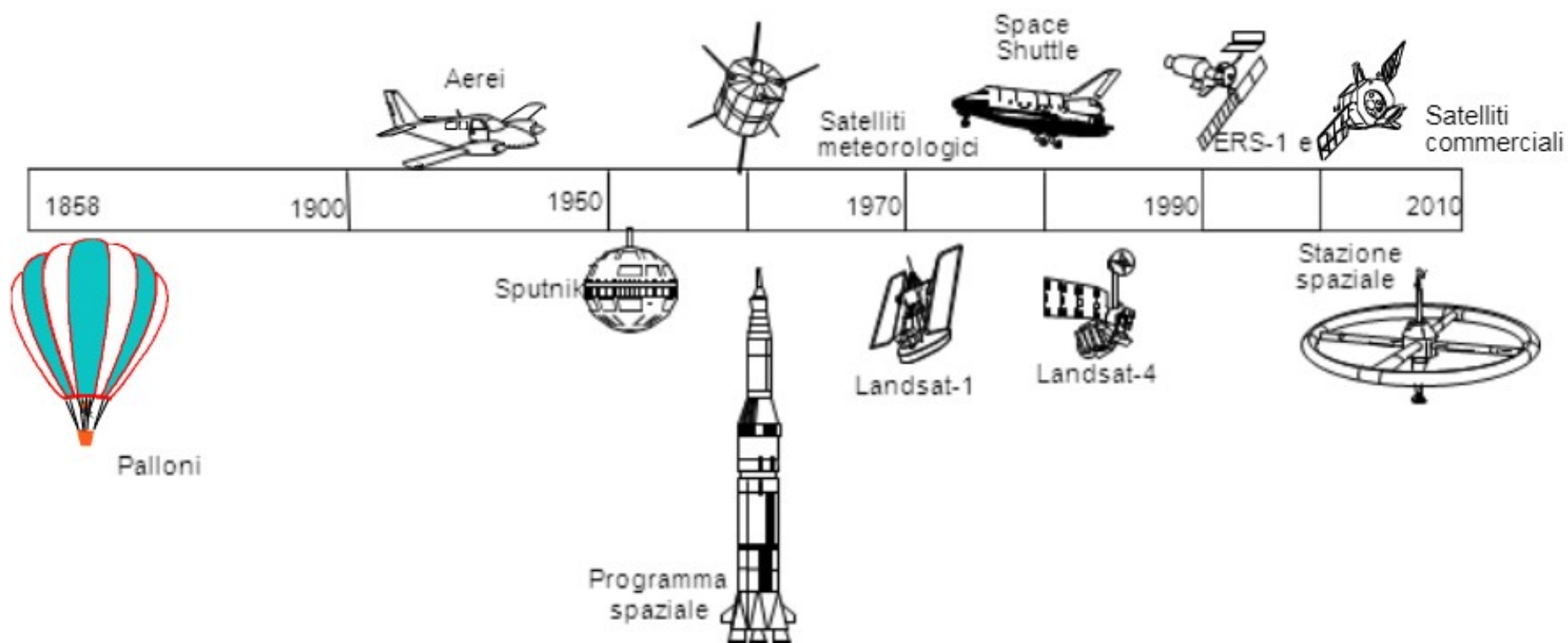
- Fotografia da Aereo (I e II Guerra Mondiale)
- Fotografia da satellite (1947)



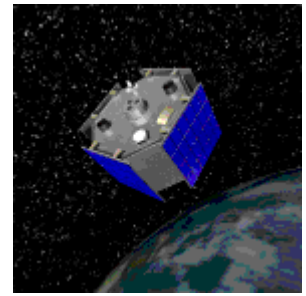
Foto aerea II Guerra Mondiale 1944

Blue Marble 1972





I primi satelliti hanno scopi militari, poi tecnici e solo in seguito anche scientifici

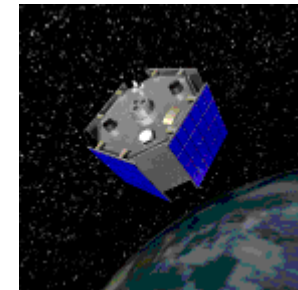


- Il primo satellite artificiale della Terra fu lo **Sputnik 1**, lanciato dall'Unione Sovietica nel 1957, che rimase in orbita per 92 giorni. Negli anni della guerra fredda la tecnologia satellitare si affermò infatti rapidamente per ragioni di ordine militare.
- (dal 1958) I satelliti per **telecomunicazioni**, tra i primi a essere messi in orbita dopo il lancio dello Sputnik 1, vengono usati nella telefonia e per la trasmissione di dati e immagini televisive.
- (dal 1959) Vengono poi i satelliti **meteorologici**, posizionati sia in orbita geostazionaria (es. METEOSAT) sia in orbita polare (es. satelliti NOAA). Essi raccolgono costantemente immagini della Terra nel visibile e nell'infrarosso,





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana M. Aleandri



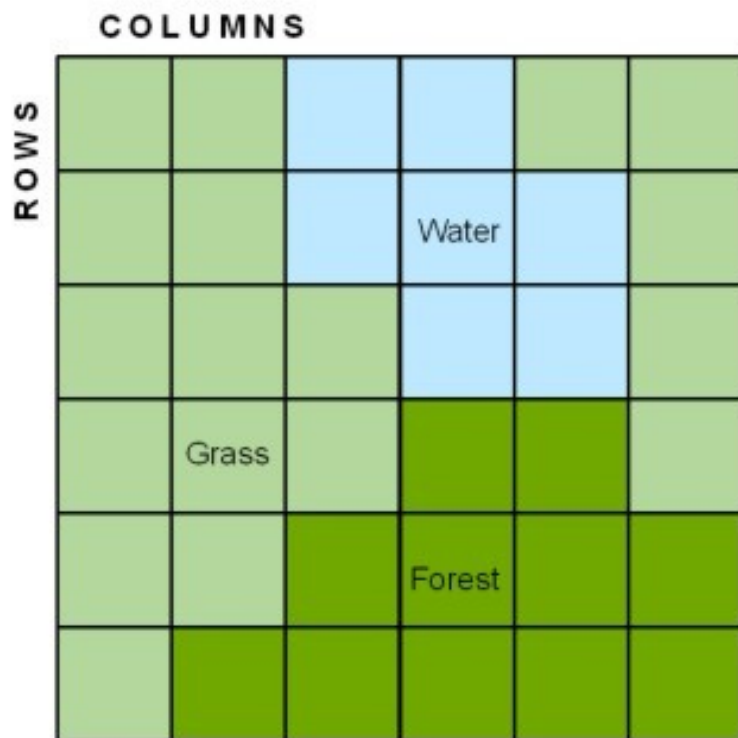
- (dal 1971) stazioni orbitanti, es. Stazione Spaziale Internazionale, Skylab, Mir;
- **(dal 1972) I satelliti per telerilevamento, o per la cartografia e l'osservazione della terra (es. satelliti Landsat, QuickBird, Envisat, IKONOS o RapidEye);**
- i satelliti per la navigazione o posizionamento (costellazioni in orbita bassa quasipolare): GPS, GLONASS, Galileo, ...
(dagli anni '80 ma solo in seguito per scopi civili)



Esempi di layer RASTER:

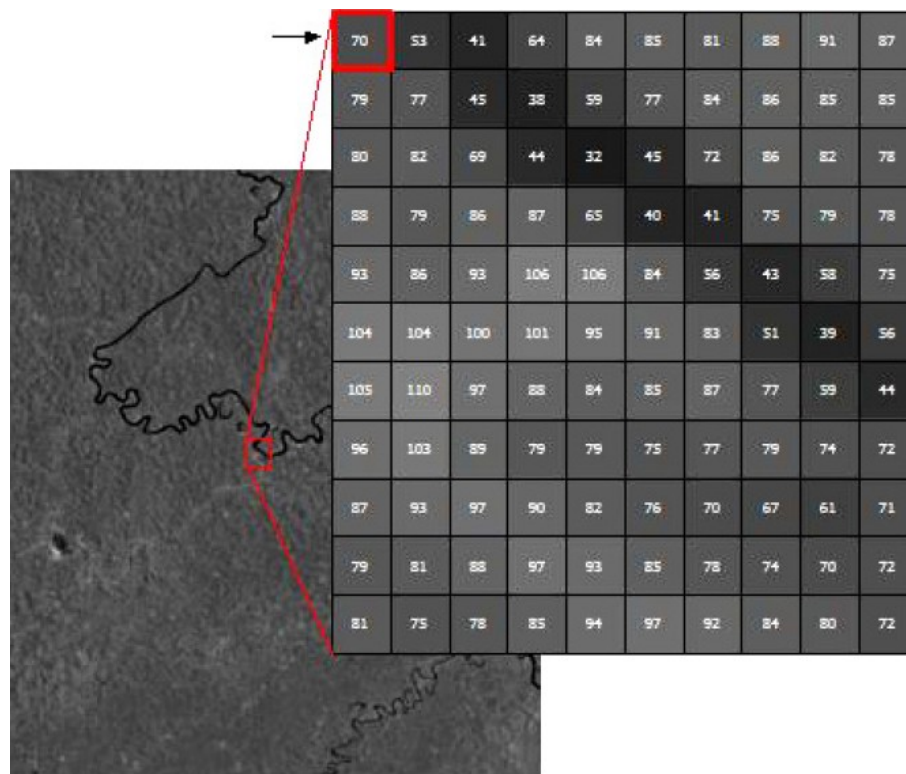
Ad ogni **cella** è associato un **valore numerico** che può rappresentare:

Il **codice** di corrispondenza a una **classe qualitativa** (es. 1 = prateria; 2 = bosco; ...)

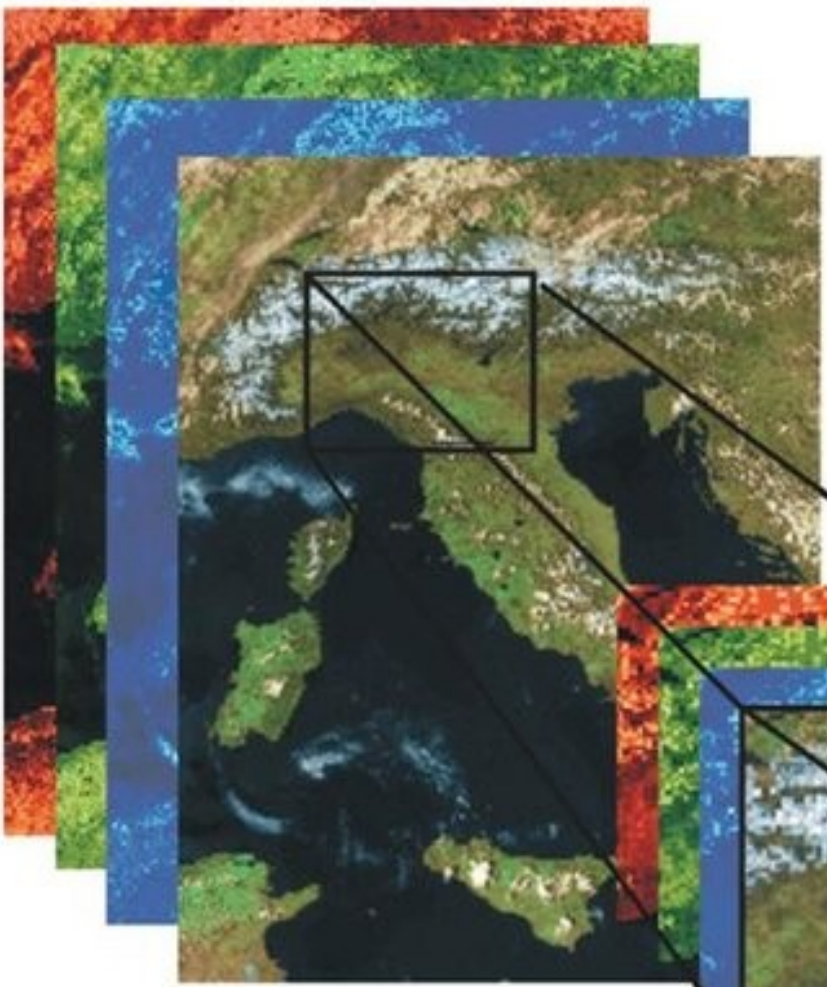
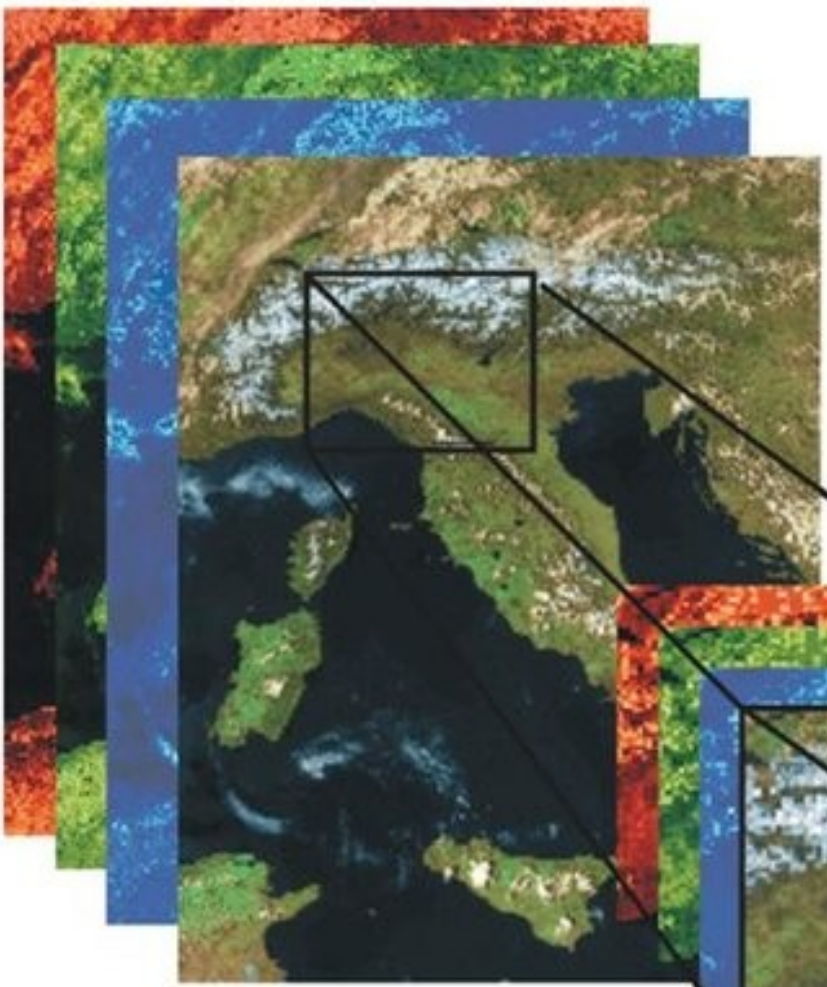


Carta Land Cover

L'**entità quantitativa** (o intensità) del fenomeno (es. quota, % di pendenza, ..)



Digital Elevation Model



Pro e Contro del Remote Sensing

Pro

1. Velocità e facilità di acquisizione dei dati
2. Metodo non invasivo e non distruttivo
3. Permette studi a scala globale (ma anche locale)
4. Acquisizione dati in aree inaccessibili, vietate o pericolose (o in aree senza una cartografia ufficiale utile)
5. Acquisizione di informazioni oltre il campo del visibile
6. Regolarità di acquisizione
7. Ripresa stabile
8. Acquisizione delle firme spettrali dei corpi (con sensori multispettrali)
9. Costi relativamente contenuti o addirittura open data



Pro e Contro del Remote Sensing

Contro

1. Impossibile acquisire dati di notte → **superabile**
2. Impossibile acquisire dati se il cielo è coperto → **superabile**
3. Alcune limitazioni sulle serie storiche (le riprese ad alta risoluzione, da satellite sono disponibili solo dagli anni '70)
→ in buona parte **superabile**



Le COMPONENTI
di un
SISTEMA di RS

Sistema di Telerilevamento Satellitare

Gli elementi che caratterizzano un particolare sistema di telerilevamento, e quindi la sua missione, sono sostanzialmente i seguenti:

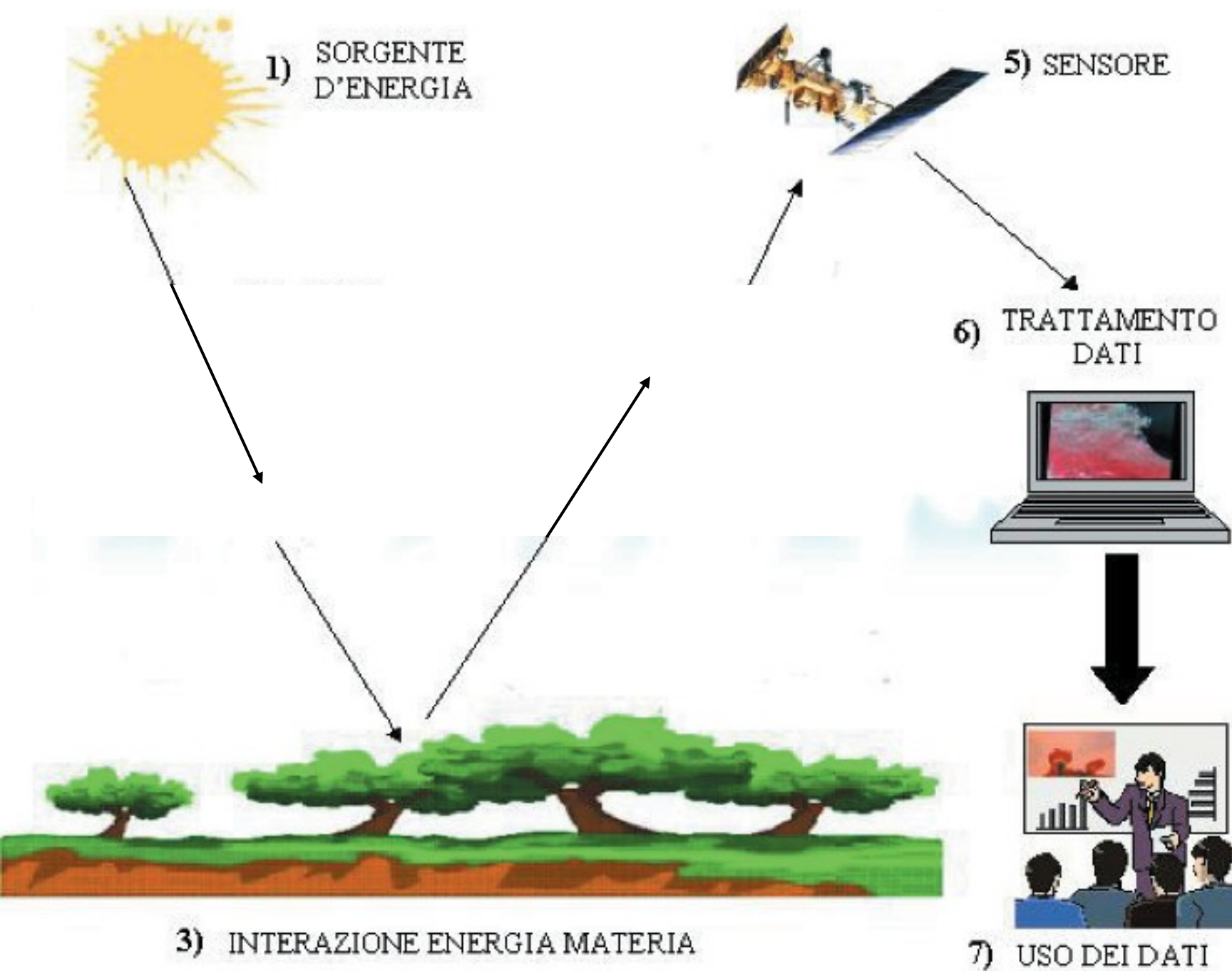
SEGMENTO SPAZIALE

- La tipologia di **sensori** imbarcati sui satelliti
- L'**orbita** dei satelliti stessi
- Il numero di satelliti costituenti la **costellazione**

SEGMENTO A TERRA

- Il numero e la dislocazione delle **stazioni di terra**





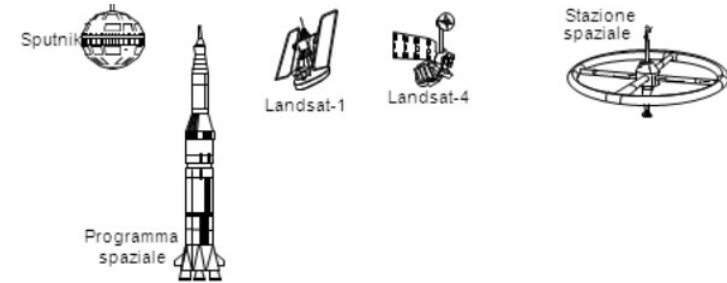
SEGMENTO SPAZIALE

SEGMENTO TERRESTRE

Piattaforme e sensori

Piattaforma

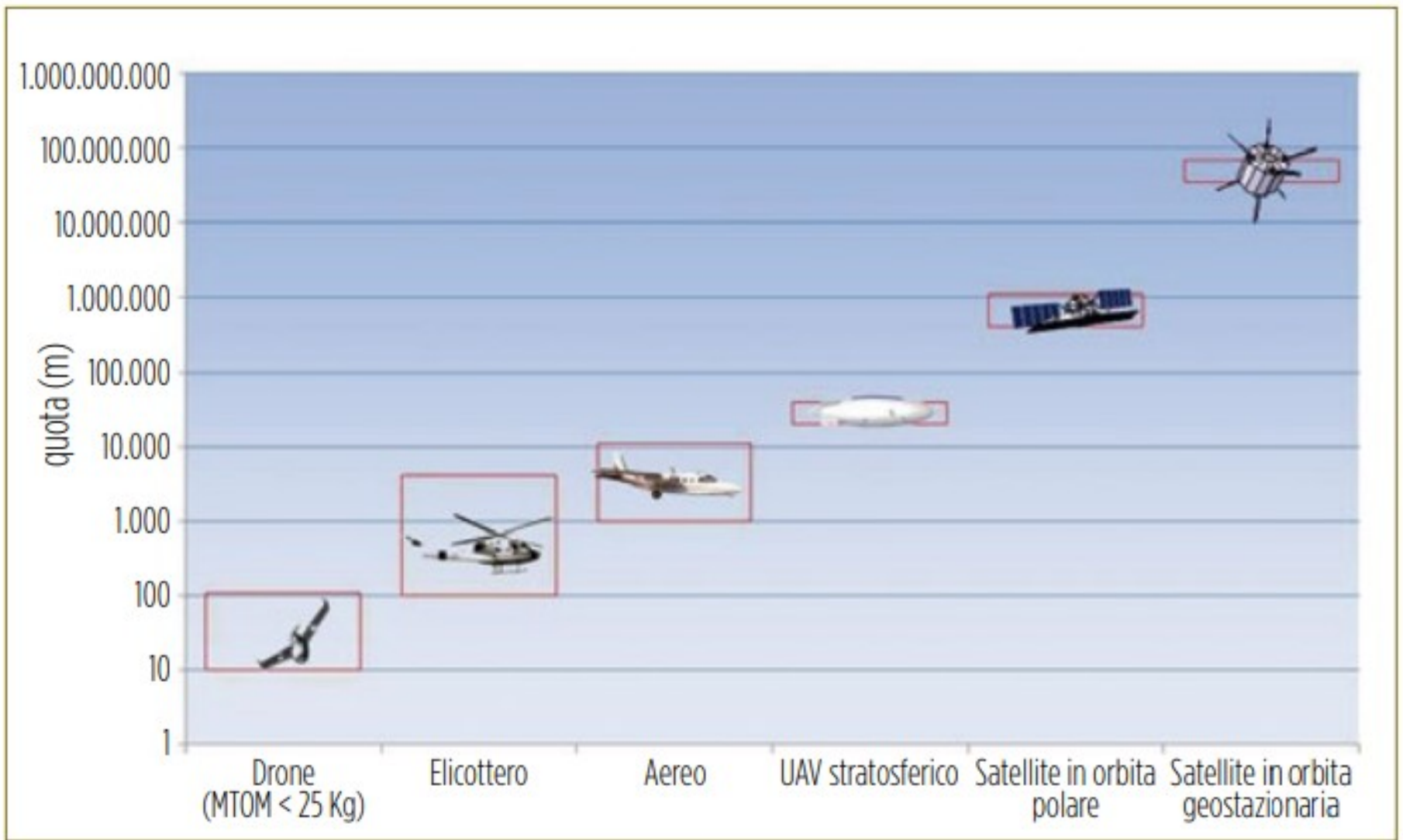
è il supporto per il/i sensore/i. Può essere rappresentato da aerei, satelliti, droni e sonde spaziali.



Sensore

è il rilevatore della radiazione elettromagnetica proveniente dalle superfici di interesse.





Le principali piattaforme di Earth observation e la loro quota operativa.

**SENSORI e SPETTRO
ELETTROMAGNETICO
(EM)**

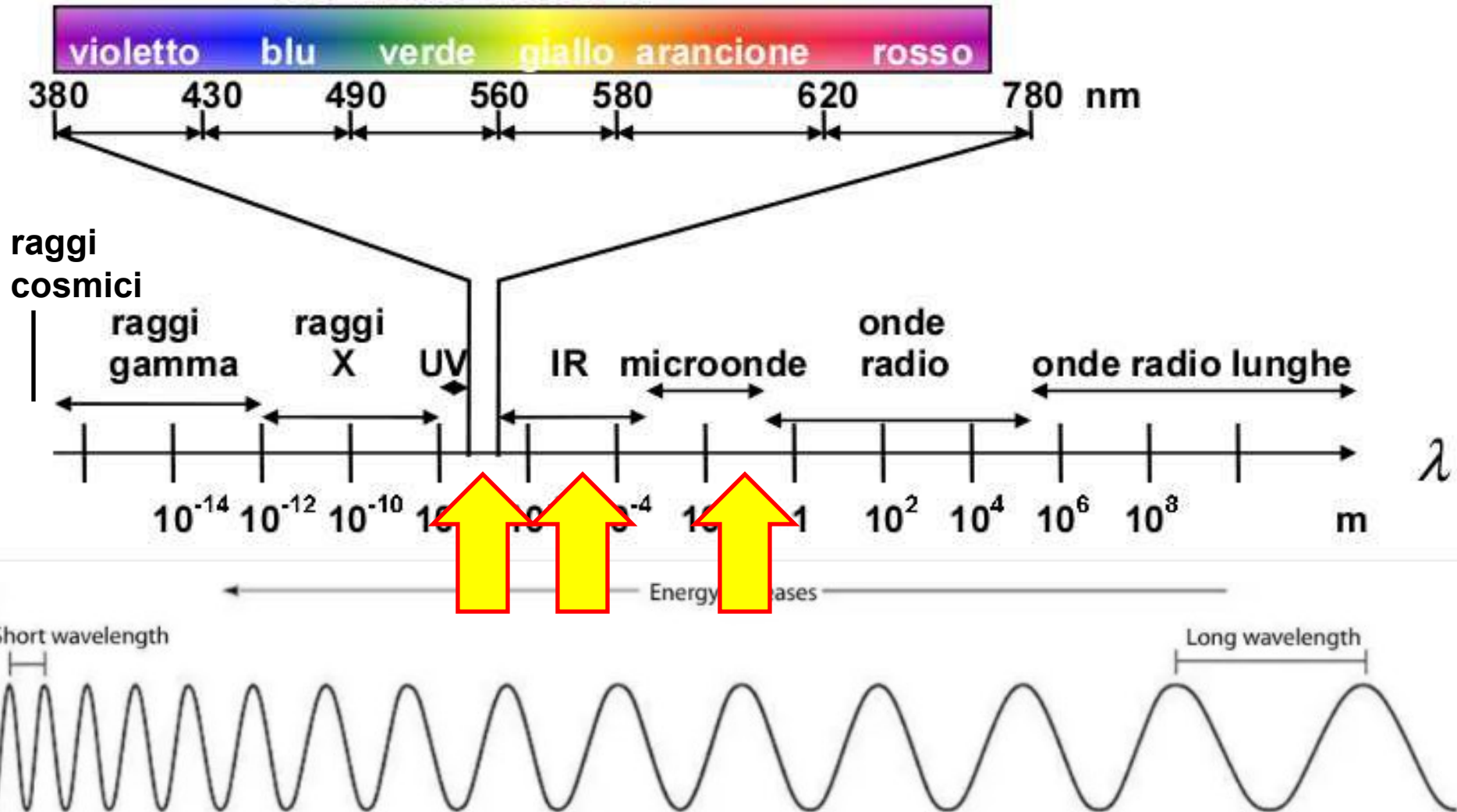
Lo **spettro elettromagnetico** è l'insieme continuo di tutte le radiazioni elettromagnetiche, ordinate secondo la loro lunghezza d'onda.

Viene convenzionalmente suddiviso in diverse regioni o **bande spettrali**



Spettro Elettromagnetico (EM)

SPETTRO VISIBILE

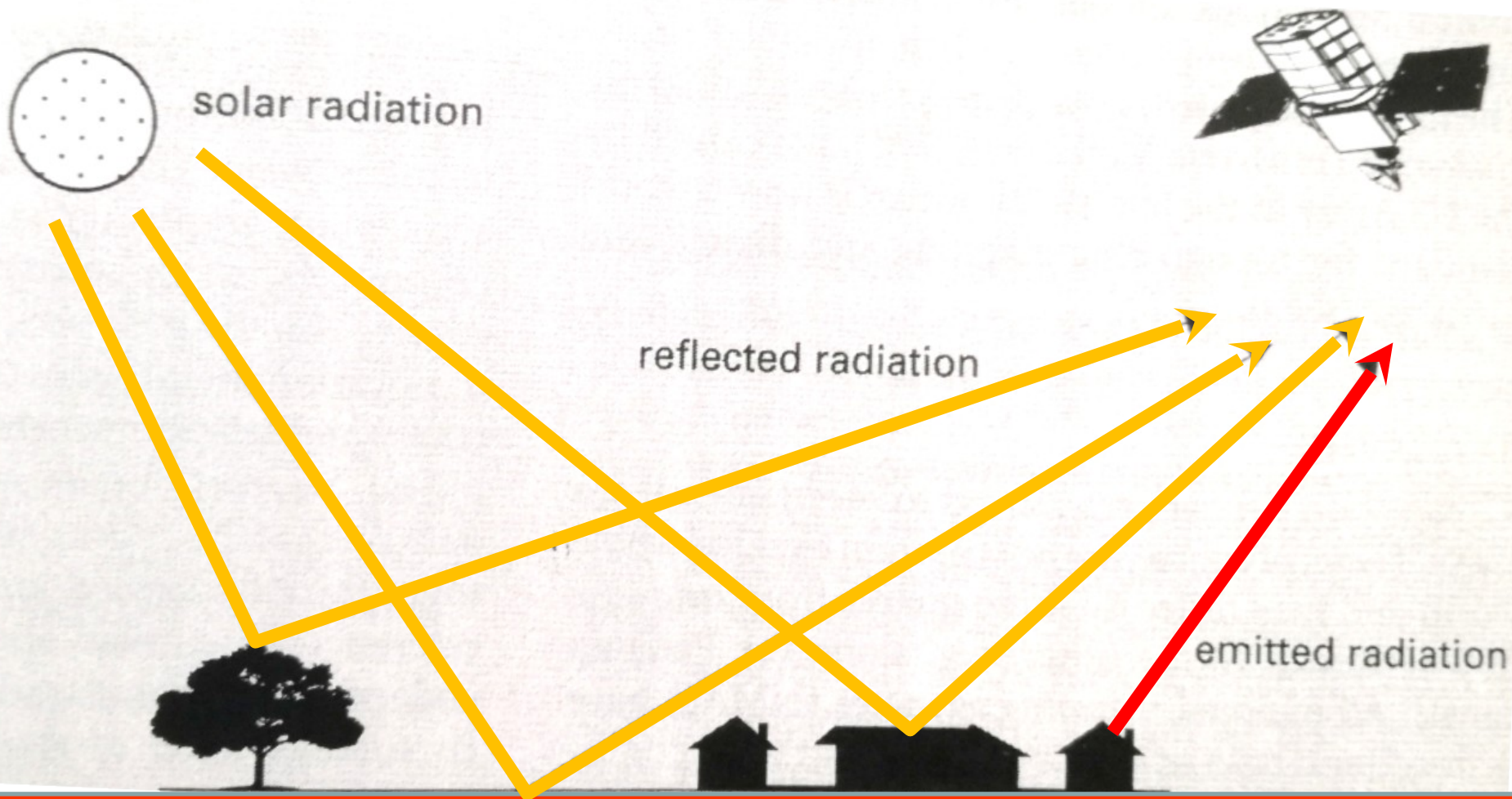


Bande su cui opera il Remote Sensing:

- *Ultravioletto (UV)*
- **Visibile (VIS): R, G, B**
- **Infrarosso**
 - infrarosso vicino (**NIR**)
 - infrarosso termico (**TIR**)
 - lontano infrarosso (**FIR**)
- **microonde (MW)**



Il telerilevamento sfrutta la possibilità di rilevare la radiazione elettromagnetica **riflessa** o **emessa** da un corpo



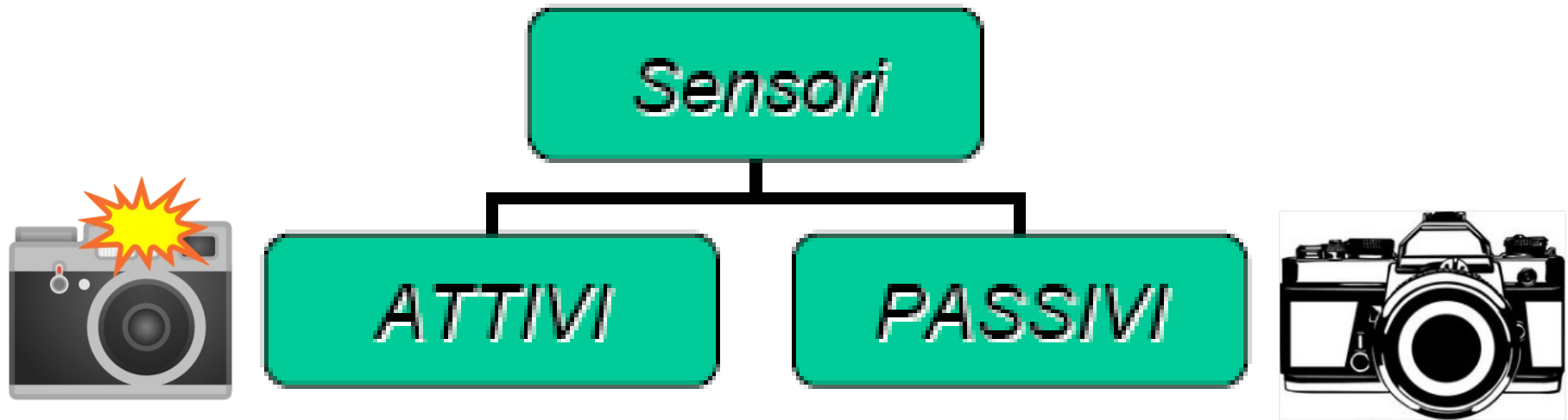
La principale fonte di energia EM è il **Sole** che emette la più grande quantità di energia nello spettro del visibile. Diversamente, la **Terra** emette la maggior parte dell'energia nell'infrarosso termico.



Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

REMOTE SENSING ATTIVO e PASSIVO





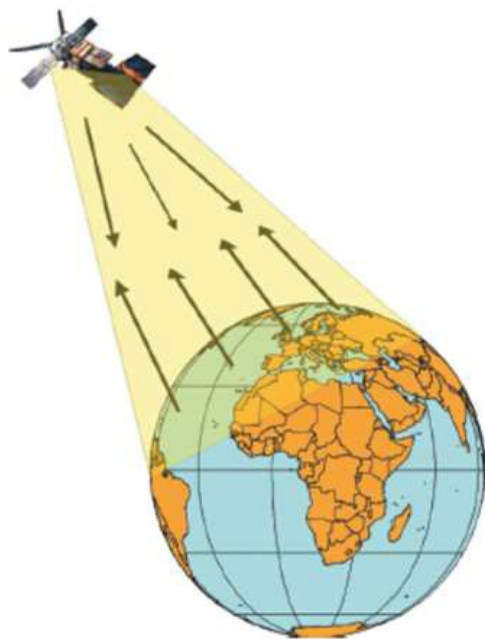
Telerilevamento attivo (o radar): Fungono sia da generatori di segnale (MW) che da ricevitori, ovvero «Illuminano» l'area di interesse.

Telerilevamento passivo (o ottico): Rileva l'energia emessa dal Sole (VIS e NIR) o da un corpo (TIR) es. la Terra.

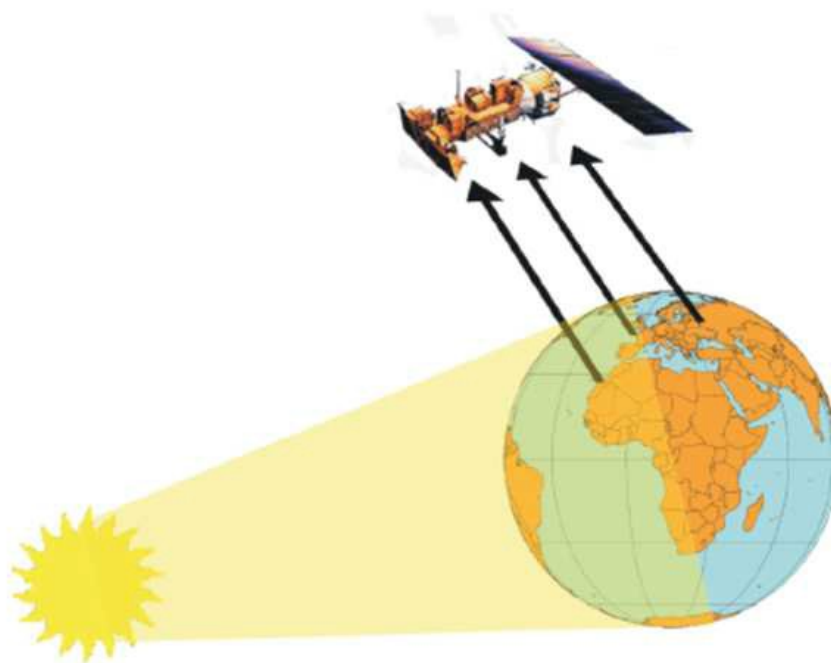
La fotocamera come sensore attivo e passivo



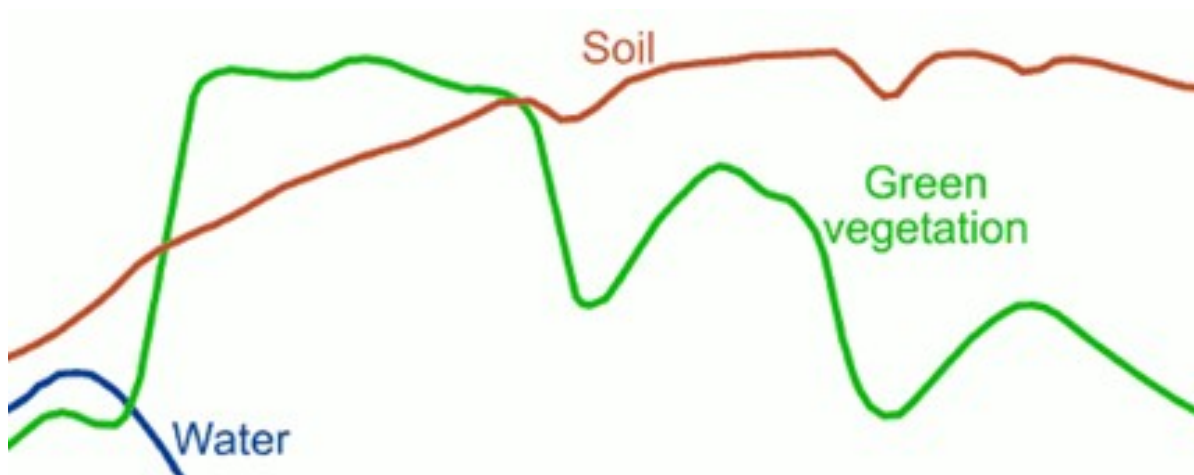
Sensore attivo



Sensore passivo



La FIRMA SPETTRALE





La radiazione elettromagnetica (EM) che arriva al sensore è il frutto di un percorso che l'ha portata ad interagire con **l'ATMOSFERA** e con la **SUPERFICIE TERRESTRE** (terra o acque).

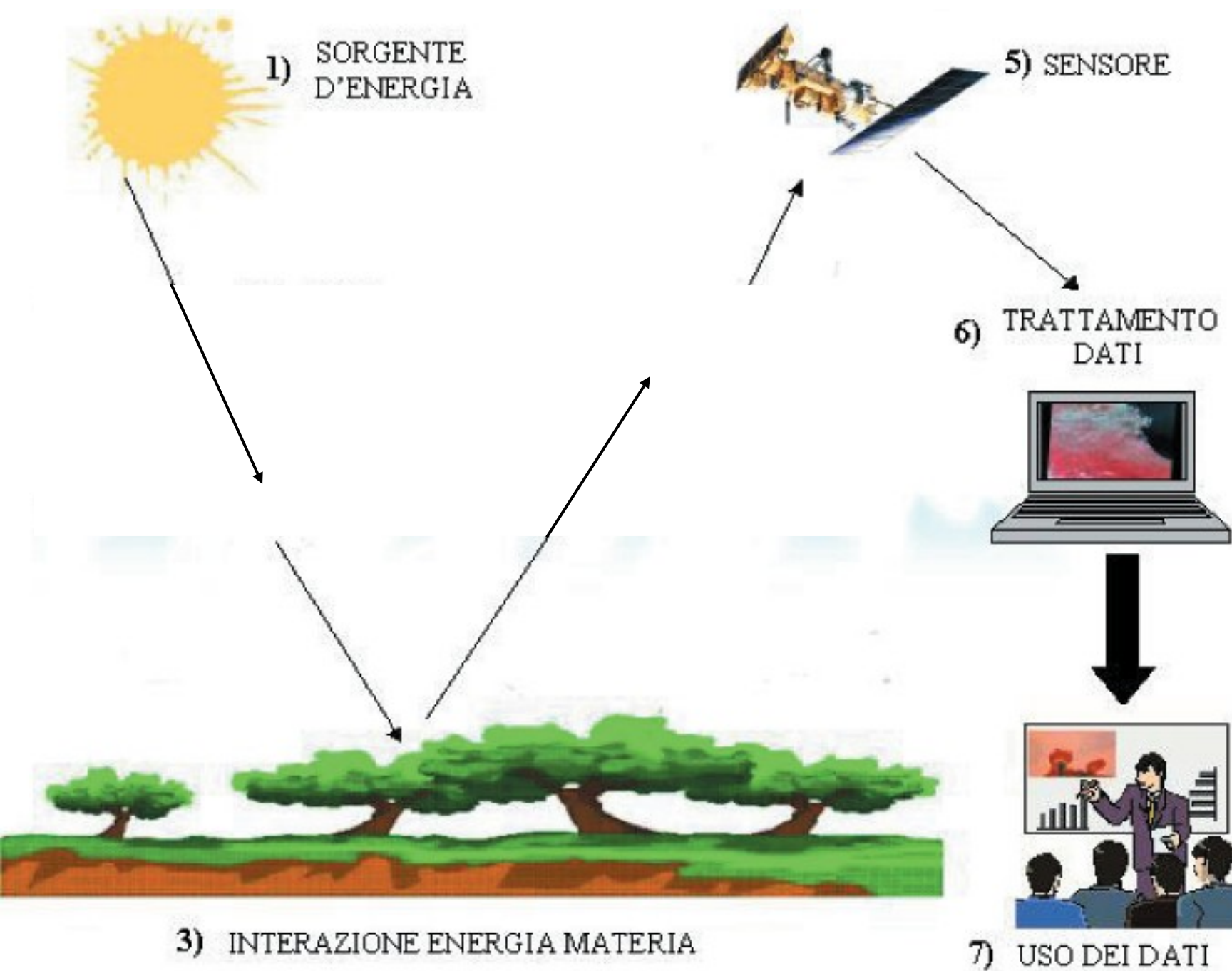
Dall'analisi di questa interazione dipende la finalità principale del RS:

conoscere la natura (composizione e forma) degli «oggetti illuminati», attraverso l'identificazione di superfici al suolo di natura simile (superfici di iso-comportamento)

ovvero

Con la stessa **FIRMA SPETTRALE**





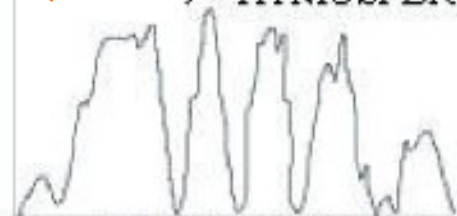
SEGMENTO SPAZIALE

SEGMENTO TERRESTRE

1) SORGENTE D'ENERGIA



2) FINESTRA ATMOSFERICA



LUNGHEZZA D'ONDA

4) FIRMA SPETTRALE



LUNGHEZZA D'ONDA

5) SENSORE



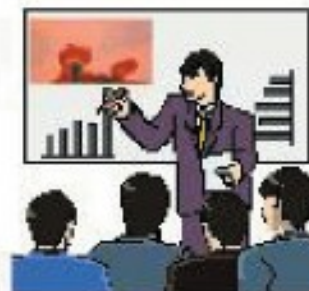
6) TRATTAMENTO DATI



3) INTERAZIONE ENERGIA MATERIA



7) USO DEI DATI



SEGMENTO SPAZIALE

SEGMENTO TERRESTRE



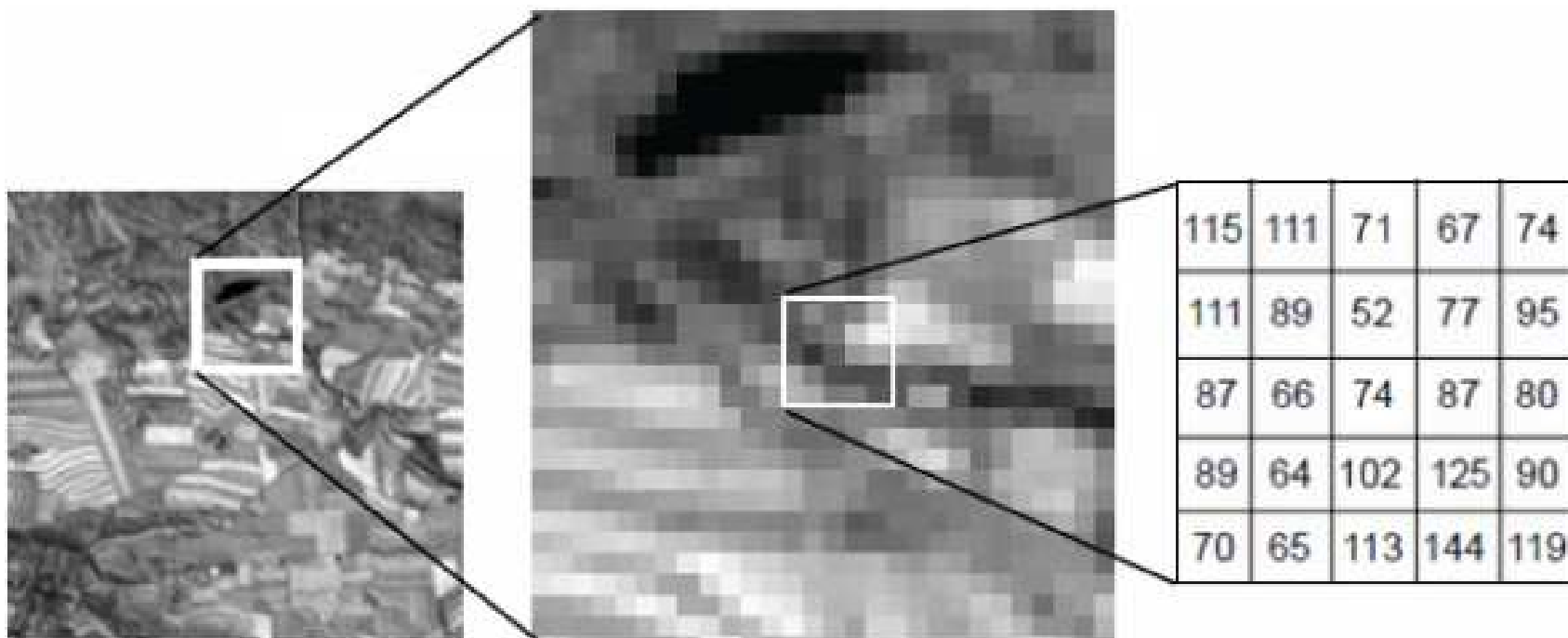
L'analisi di tale componente riflessa è importante perché ci da informazioni

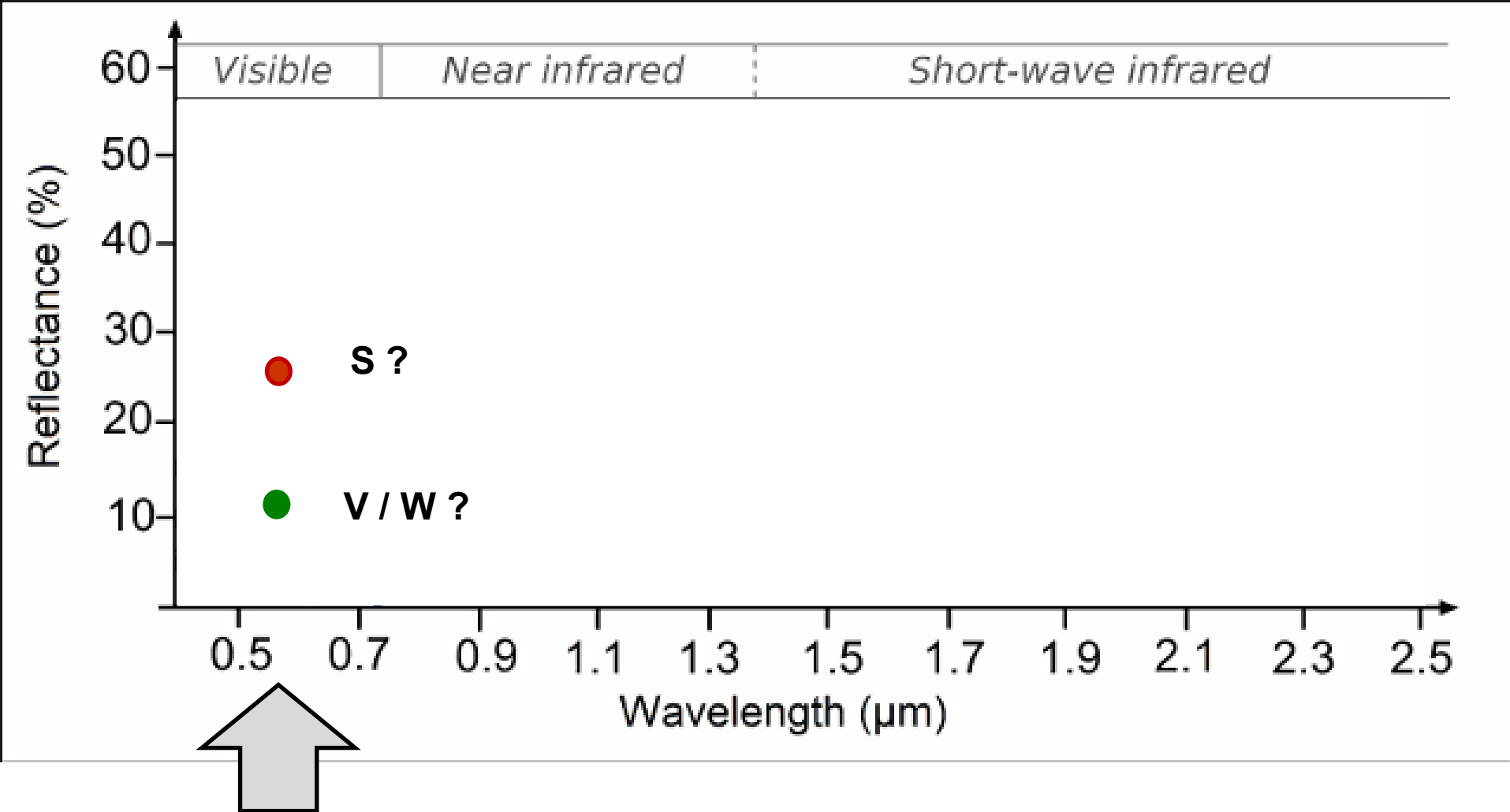
- sulla struttura geometrica delle superfici
- sulla natura e composizione dei corpi

(ad esempio, il contenuto in acqua di un suolo o vegetazione, oppure, al contrario, il contenuto di particelle solide in sospensione in un corpo idrico, la presenza di pigmenti fogliari nella vegetazione, ecc.)

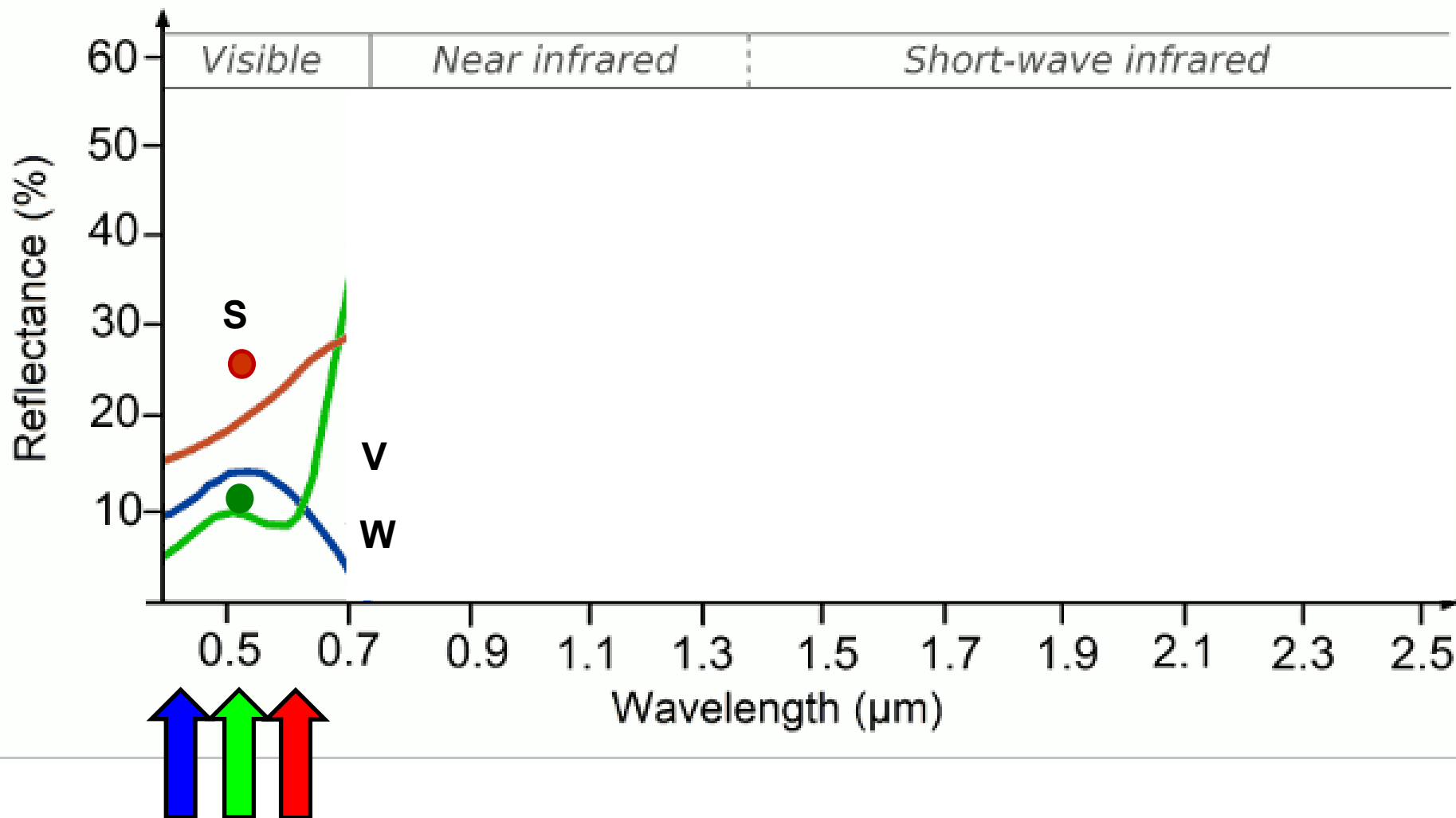


Il sensore produce una immagine raster: ogni pixel contiene il valore medio della radianza della porzione corrispondente del territorio.

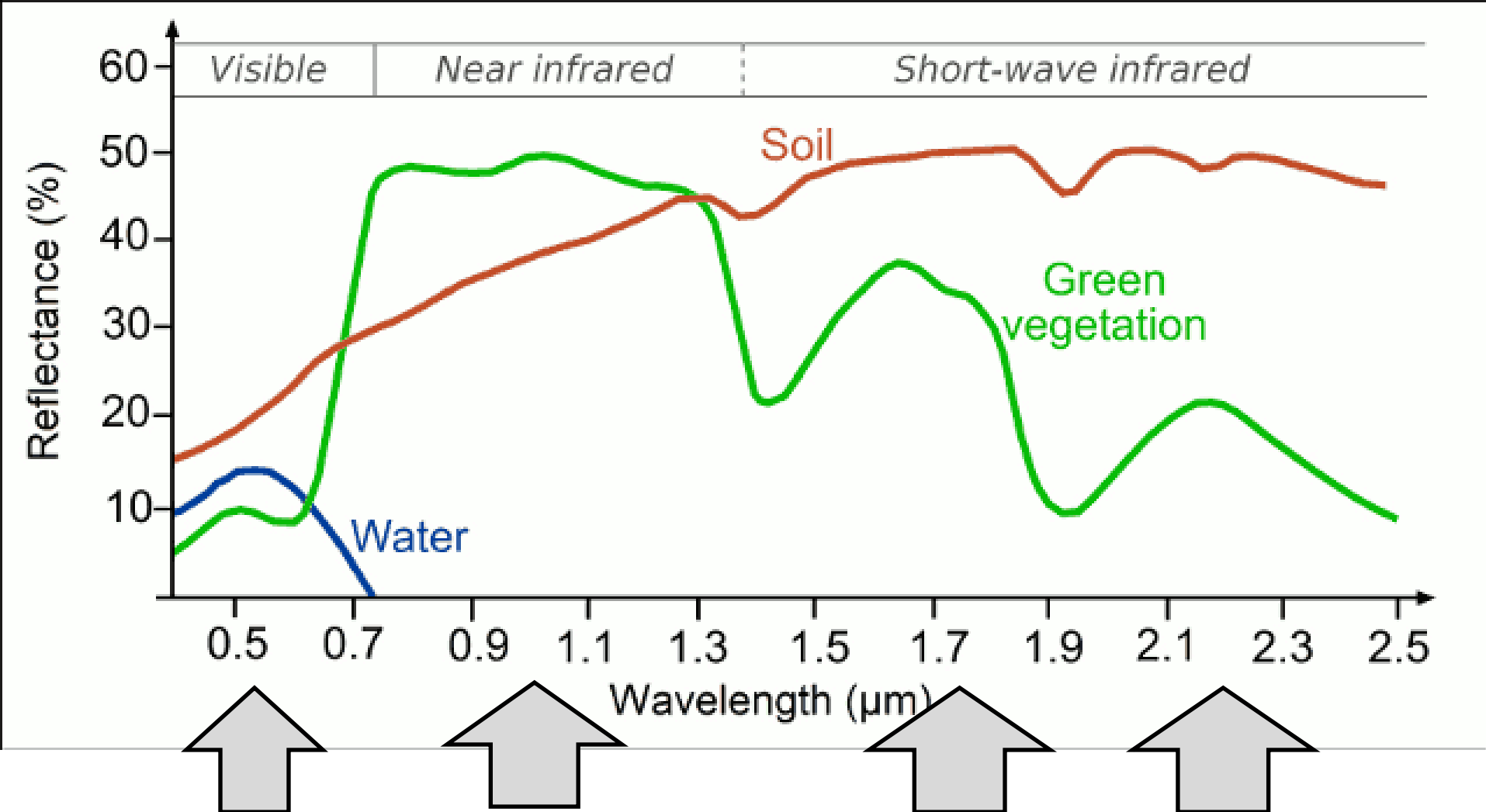




Percentuale di luce riflessa ad una certa lunghezza d'onda (λ)
ovvero in una sola banda di frequenza



Con 3 bande di frequenza nel visibile



Determinare (a una data temperatura) l'andamento della percentuale di luce riflessa in funzione della lunghezza d'onda, significa conoscere la **Firma spettrale** di un dato corpo (o superficie)

Firma spettrale

È il profilo di assorbimento/riflessione che ogni materiale ha in rapporto alle radiazioni elettromagnetiche (EM) a diverse lunghezze d'onda.

Conoscendo la firma spettrale di un oggetto, è possibile identificarlo univocamente.

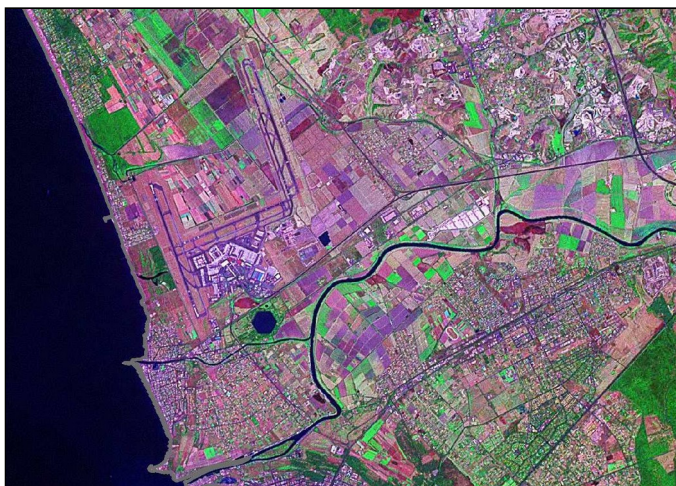
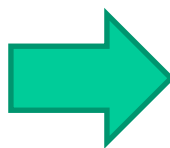
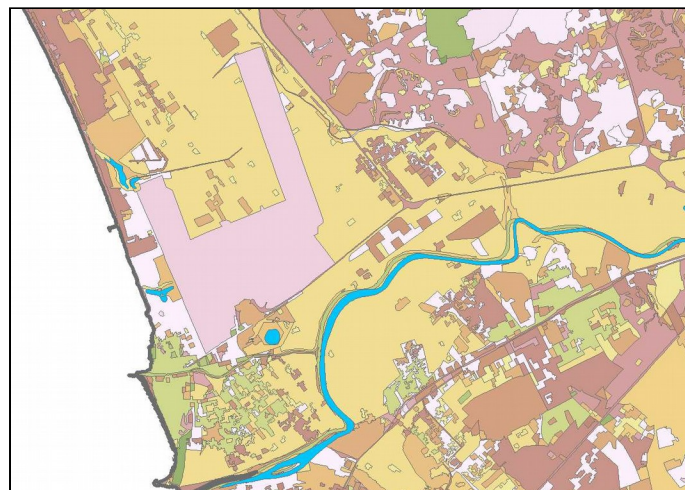


Immagine Landsat 7



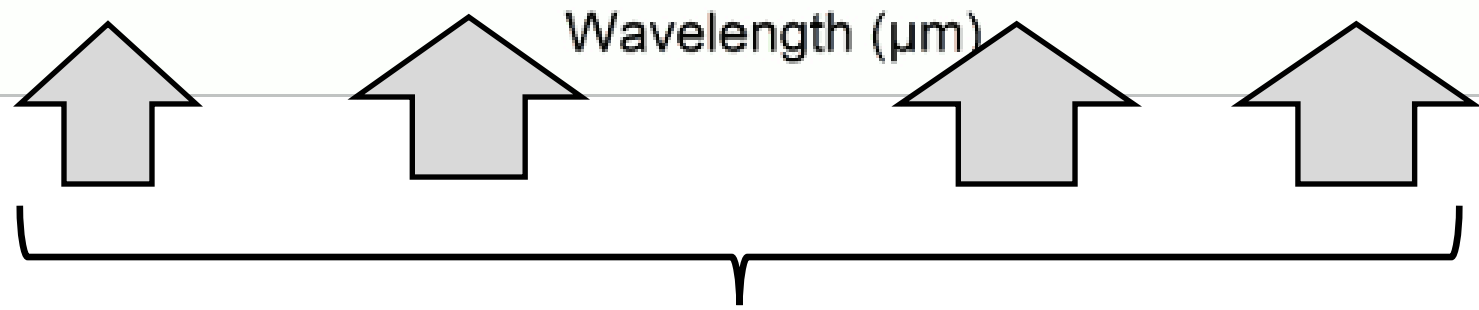
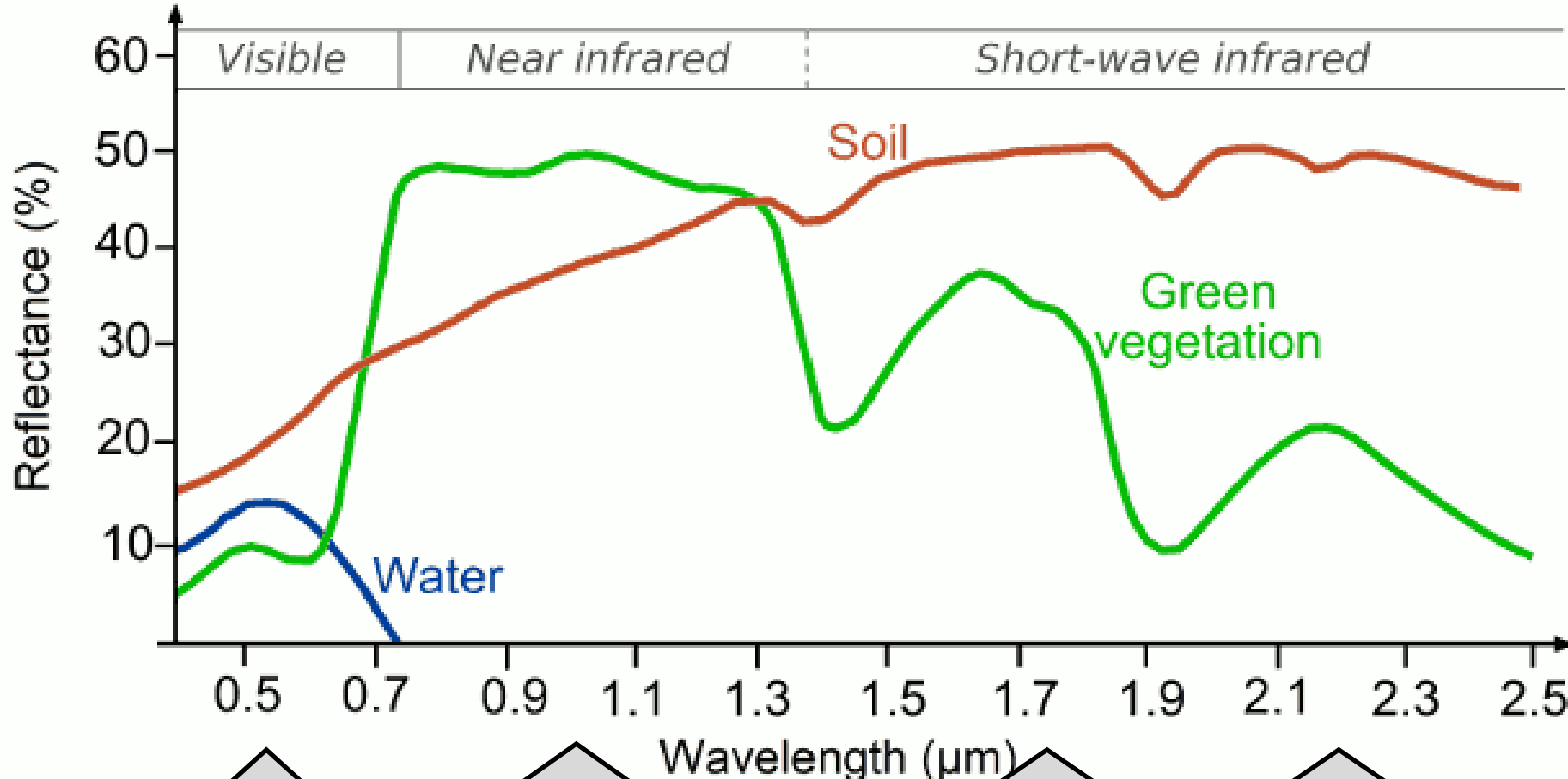
Classificazione

Estraendo le firme spettrali dalle immagini digitali è possibile classificare gruppi di pixel come elementi di mappe tematiche (es. bosco, pascoli, edificato, ..)

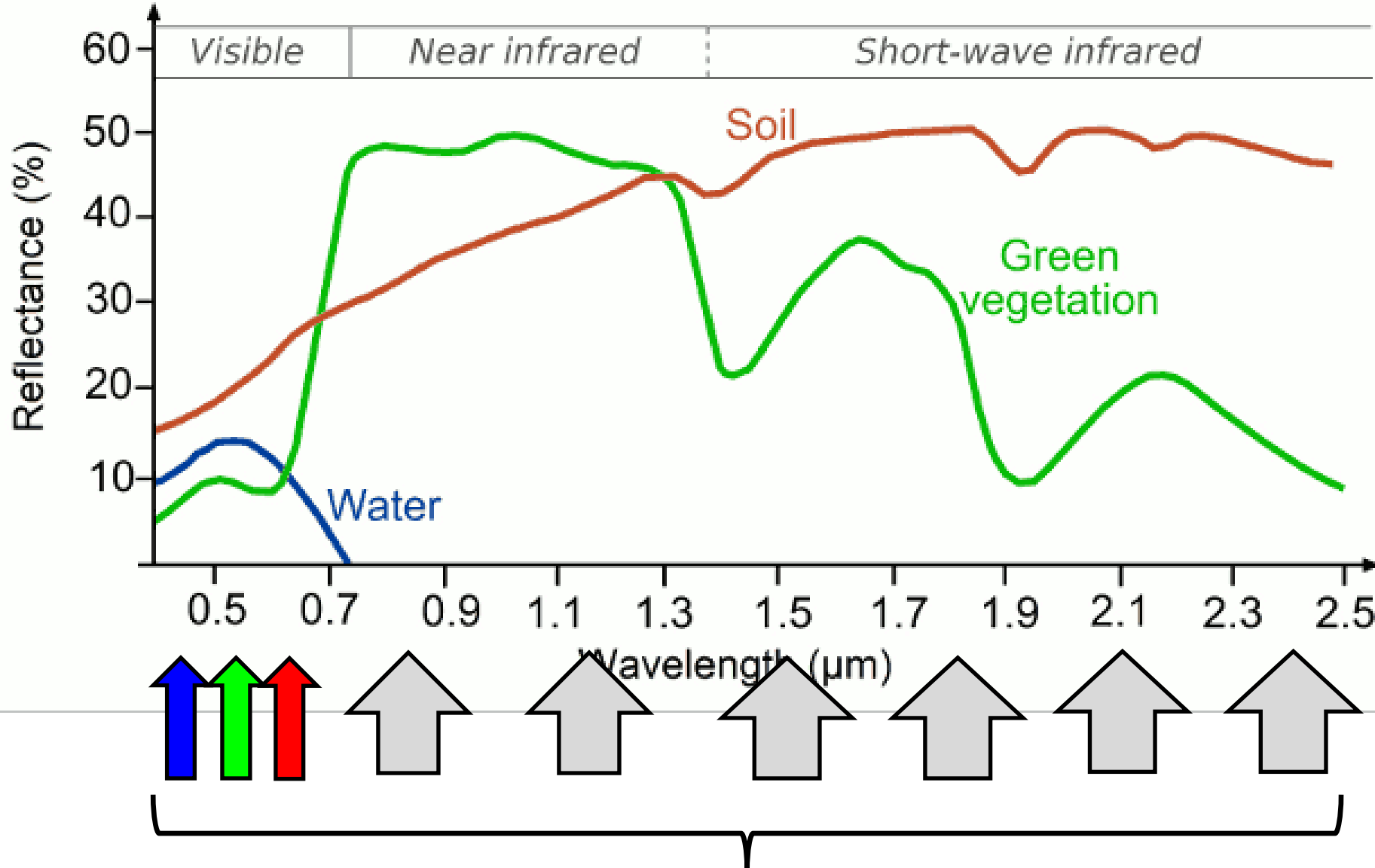


Rispettiva immagine classificata
(CLC Cus Lazio)



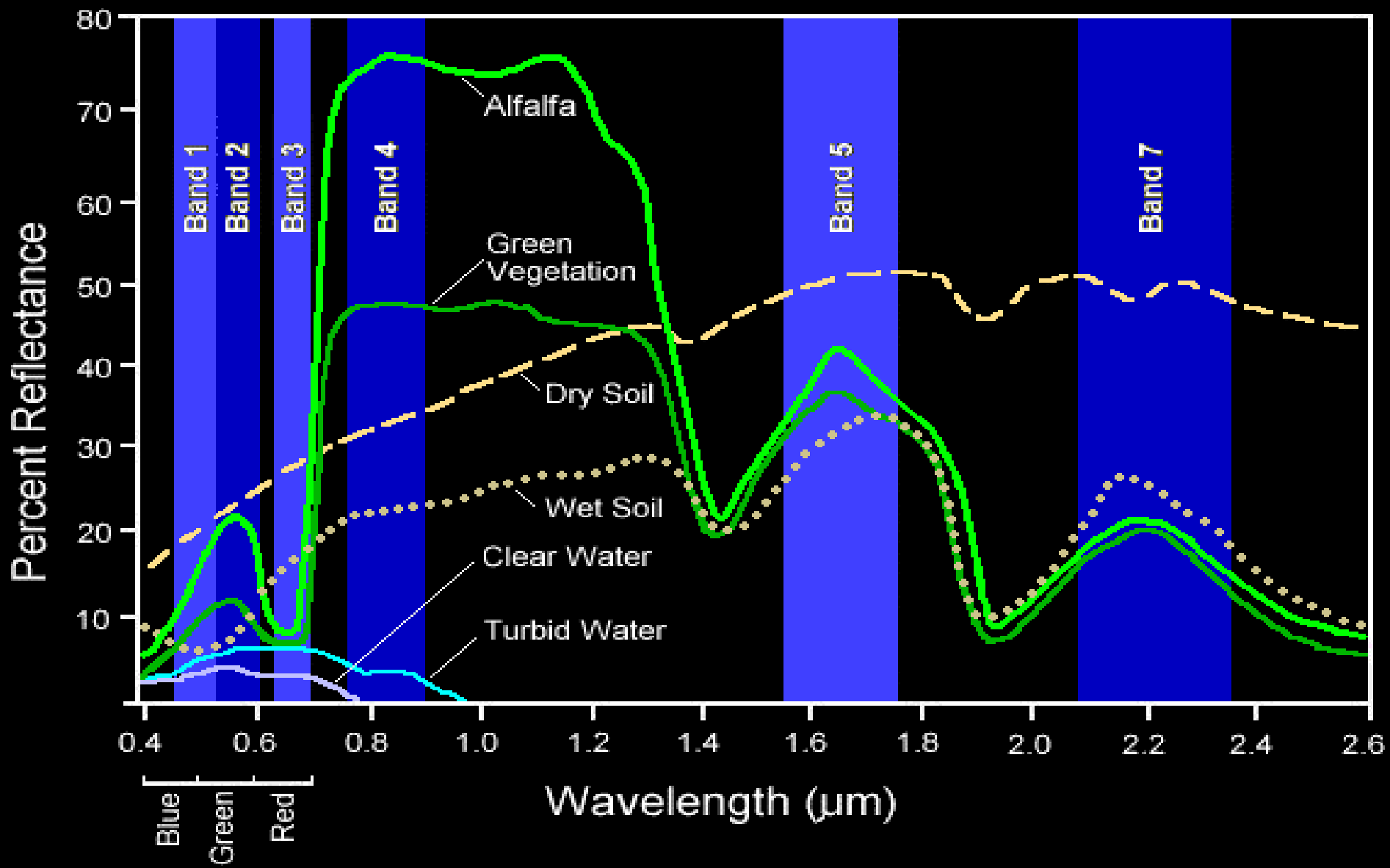


Sensore multi-spettrale



Sensore Multi-spettrale \rightarrow Iper-spettrale

Visible Near-Infrared Mid-Infrared

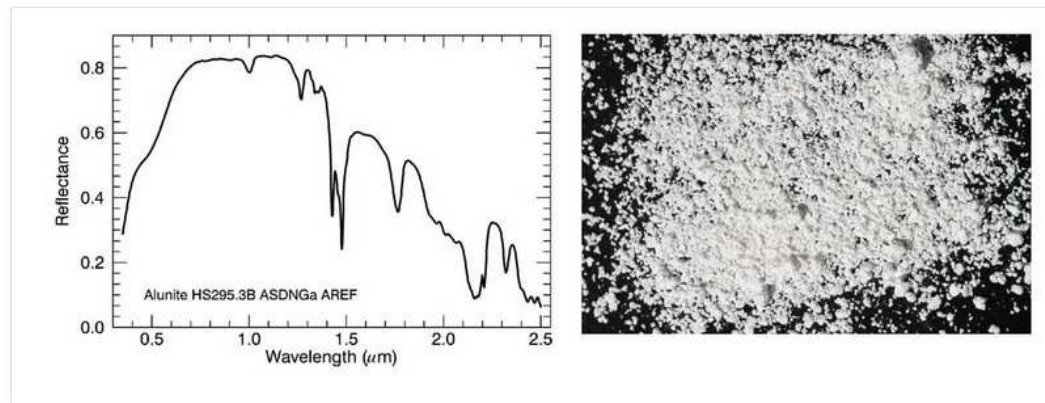


USGS Spectral Library

[Current Version](#) [Description](#) [Software](#) [Superseded Versions](#)

USGS Spectral Library Version 7

[Explore and download spectra](#) | [Spectral library publication](#) | [Data Release](#)



Example spectra and sample photo.

librerie delle
firme spettrali

- Sono disponibili **librerie delle firme spettrali** per i principali materiali.
- Sono calcolate con strumentazione di laboratorio (spettroradiometri) o sensori iperspettrali.
- Possono essere analizzate e scaricate per essere impiegate nel riconoscimento e classificazione dei materiali.
- Esempio: **USGS Spectral Library**





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Le RISOLUZIONI

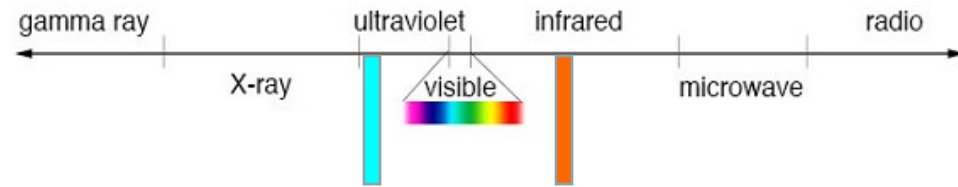
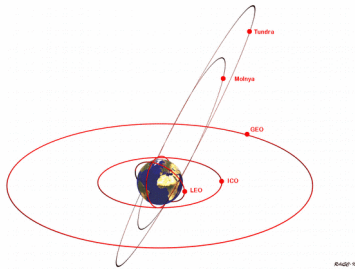




Ogni sensore per il telerilevamento è caratterizzato da quattro parametri, dipendenti sia dall'ingegneria dello strumento che dalle caratteristiche della piattaforma e dall'altezza di volo o tipo di orbita:

- risoluzione spaziale;
- risoluzione temporale;
- risoluzione spettrale;
- risoluzione radiometrica





Temporale

periodo di tempo che intercorre tra due riprese successive di una stessa area.

Spaziale o geometrica

dimensioni dell'area elementare al suolo (pixel) di cui si rileva l'energia elettromagnetica.

Oggi max 30 cm (o 10 con aeree e droni)

Risoluzione

Spettrale

indica l'ampiezza delle bande di acquisizione ed è legata al loro numero.

Radiometrica

rappresenta i livelli di intensità dell'energia della radiazione che il sensore è in grado di distinguere (rappresentabili come livelli di grigio).

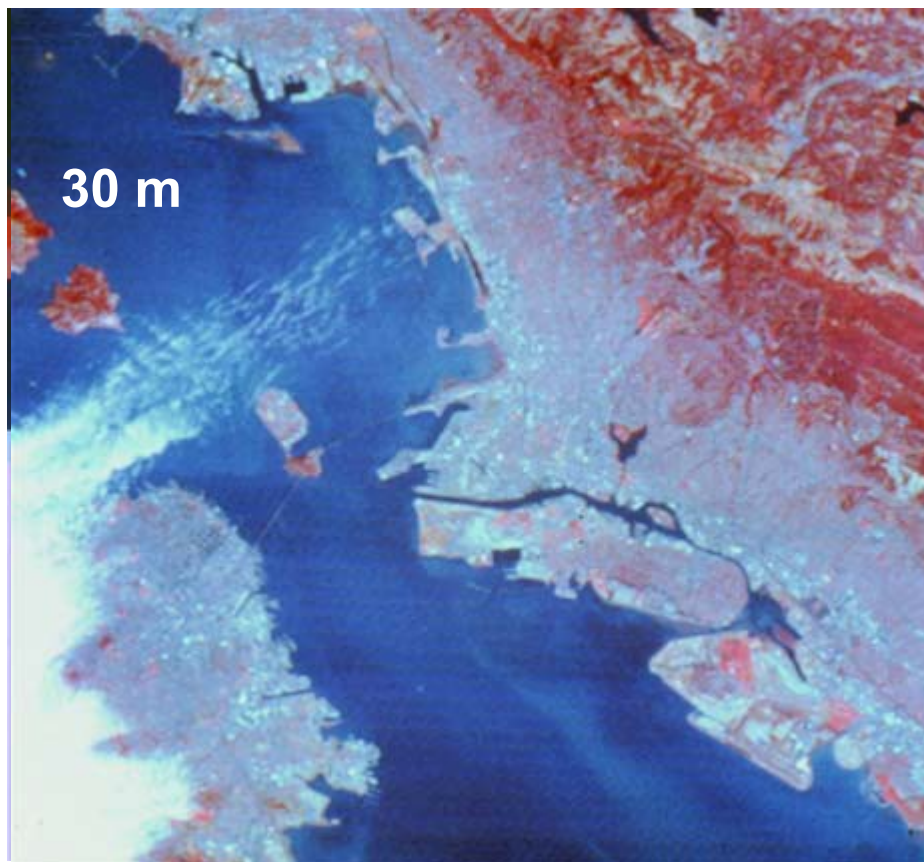


Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Classi di risoluzione	Risoluzione in metri	Definizione di risoluzione	semplificazione
1	0,1-0,5	Altissima	Alta
2	0,5- 1	Molto alta	
3	1-4	Alta	
4	4-12	Media	Medio- alta
5	12-50	Medio- bassa	Media
6	50-250	Bassa	Bassa
7	250-1000	Molto bassa	
8	> 1000	Bassissima	Bassissima



Spatial Resolution



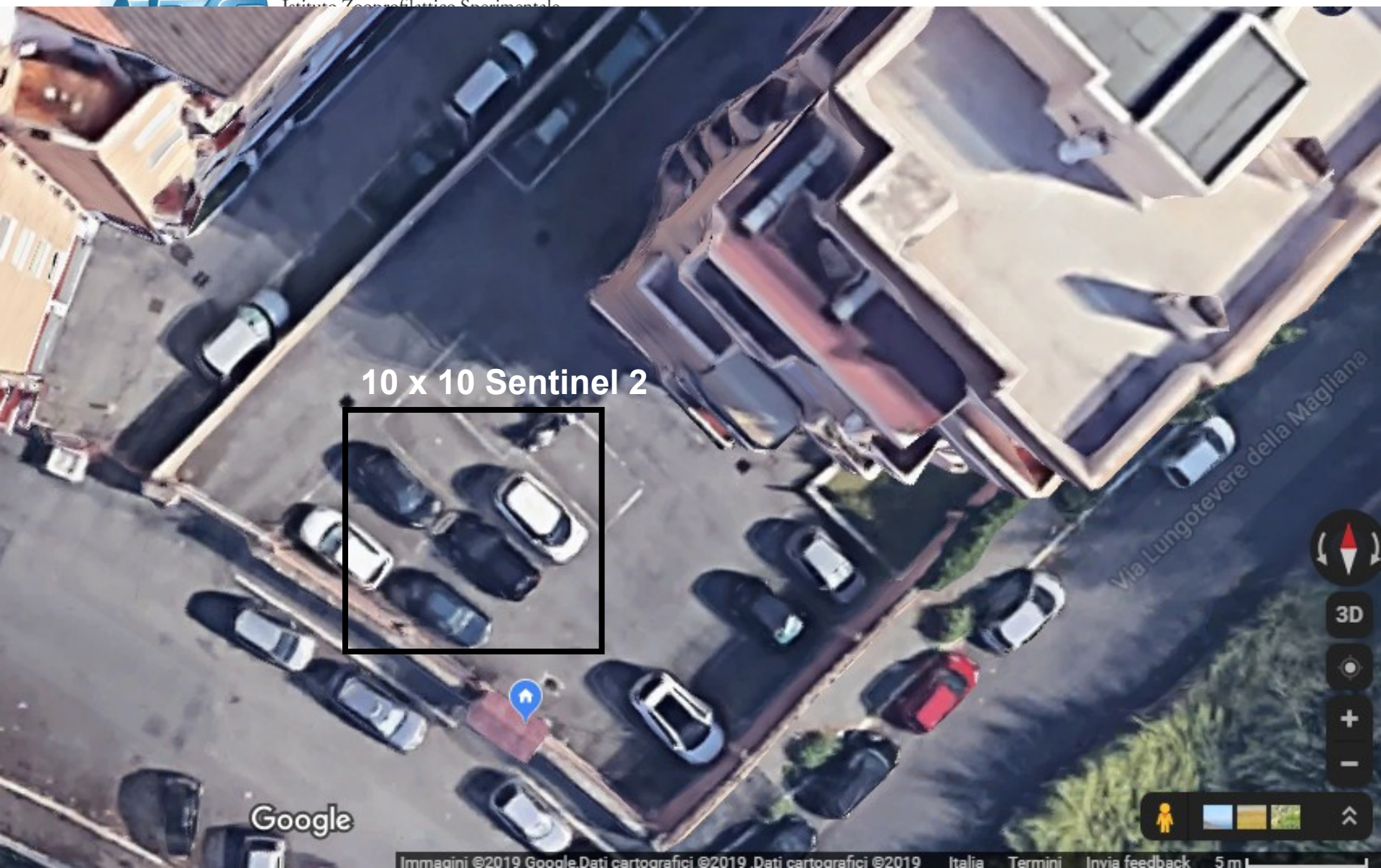
San Francisco Bay

Landsat TM





Confronto tra le immagini RGB dei satelliti Landsat-8 (risoluzione 30 m) e Sentinel-2A (risoluzione 10 m).



WORLDVIEW 3 o 4 ?

Risoluzione spaziale 0,5x0,5 m / 0,2x0,2 m ?

Istituto Zooprofilattico
Sperimentale Lazio e...

Google

3D

+

-

^

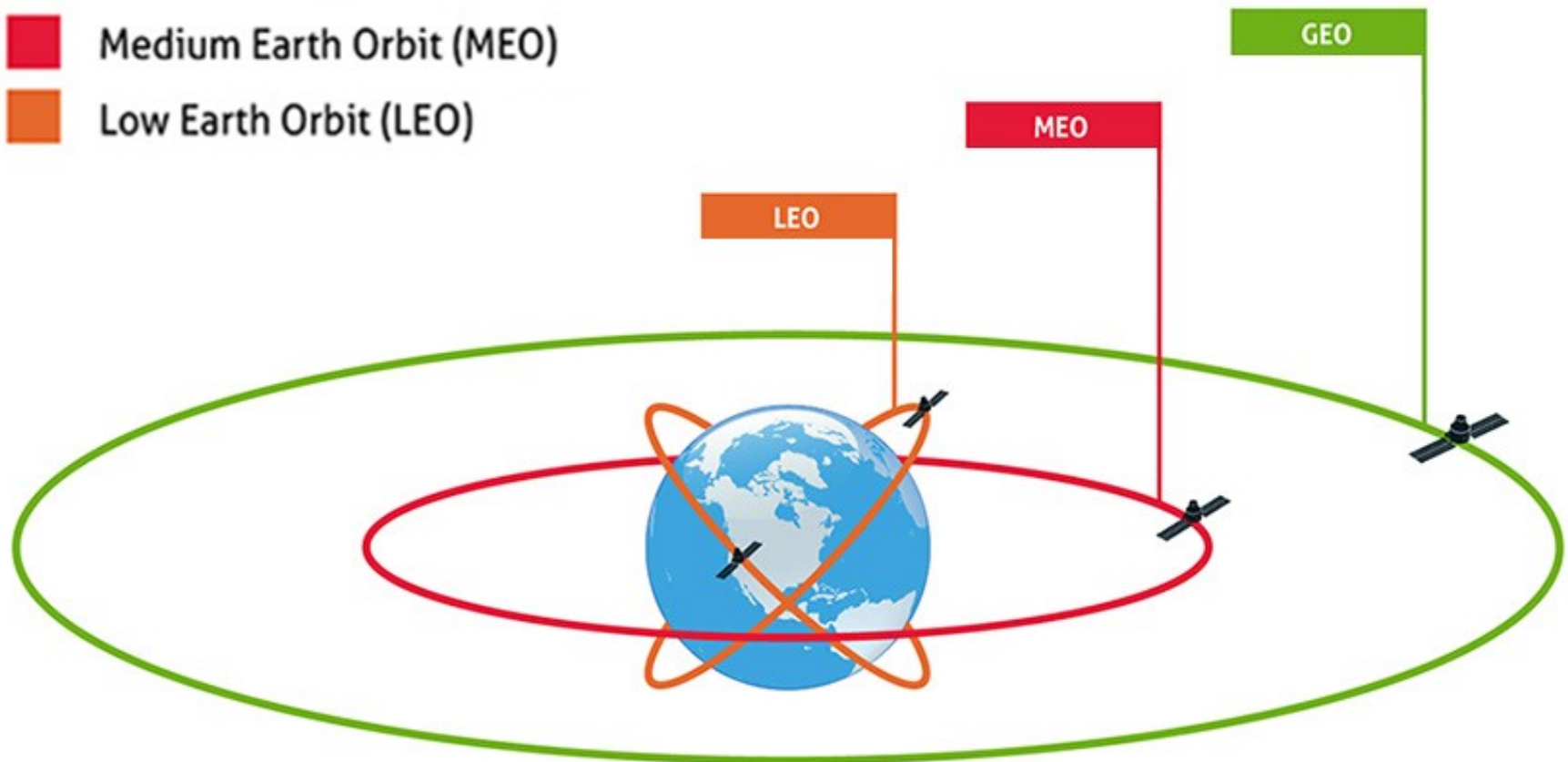


Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

Le ORBITE



- Geostationary Orbit (GEO)
- Medium Earth Orbit (MEO)
- Low Earth Orbit (LEO)



Note: Not drawn to scale



Orbite

► Geostazionarie (o geosincrone)

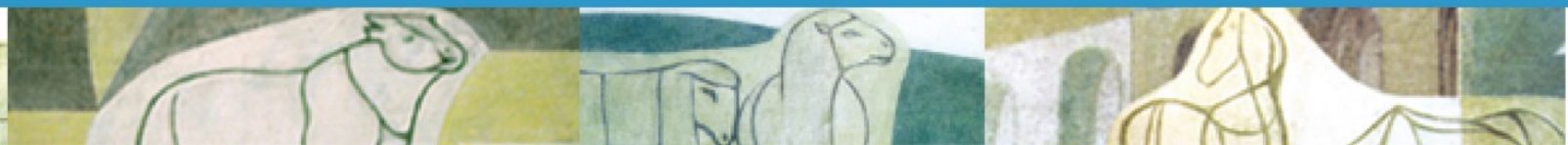
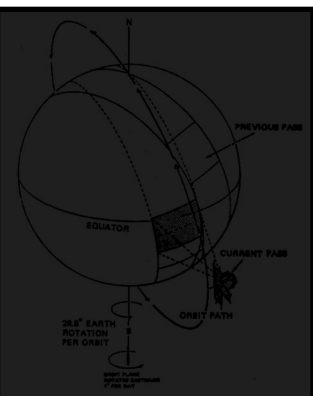
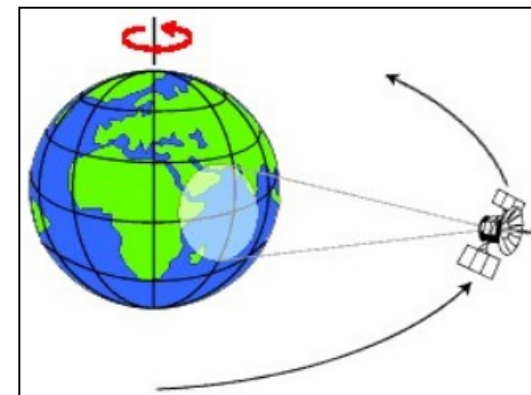
solidali con il moto di rotazione terrestre e osservano sempre la stessa vastissima area sulla superficie terrestre

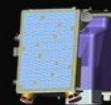
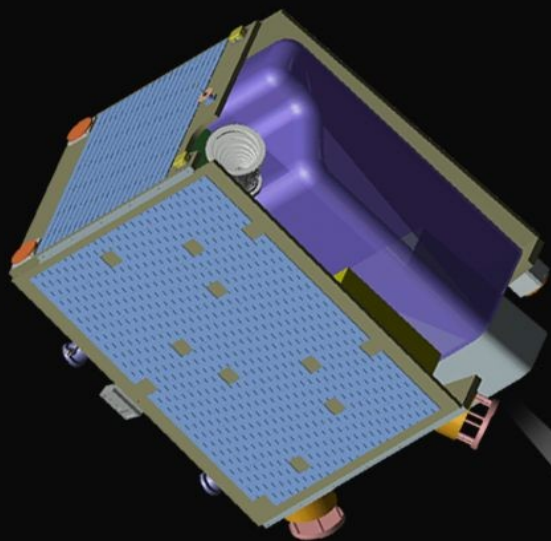
H = 36000 km. Principalmente utilizzati per le previsioni meteorologiche.

► Quasi-polari (possono essere normali o eliosincrone)

satellite passa in prossimità poli. H = 600-900 Km

Se eliosincrone, passaggio alla stessa ora solare locale.





RapidEye





Istituto Zooprofilattico Sperimentale
del Lazio e della Toscana *M. Aleandri*

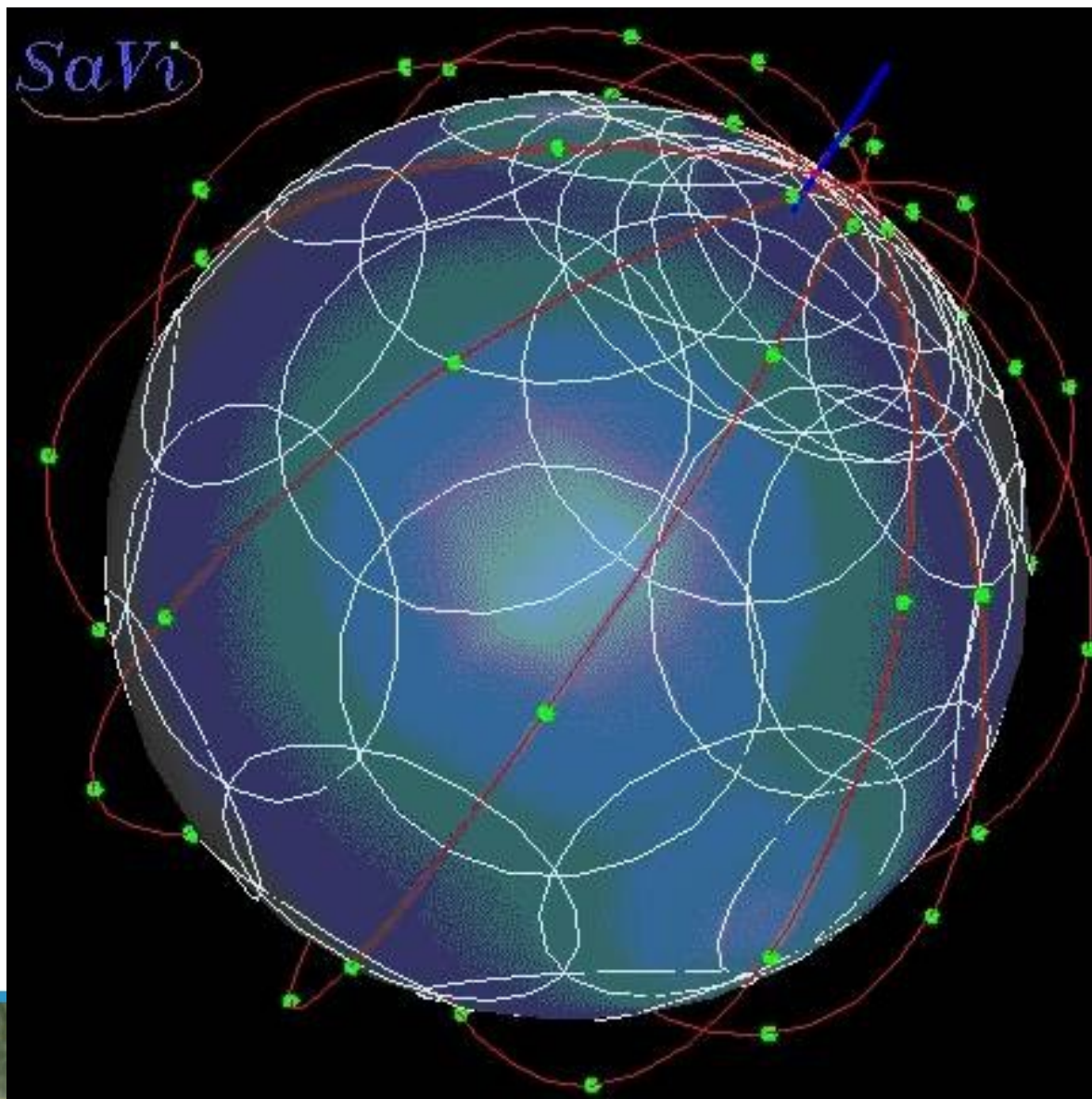
I sistemi multipli e le costellazioni di satellite

I sistemi multipli permettono di gestire satelliti con sensori diversi o con periodi orbitali diversi per ottimizzare le osservazioni

Le costellazioni di satelliti permettono di avere una copertura globale con un gran numero di satelliti dello stesso tipo e quindi avere un'alta frequenza di osservazione



Costellazione di satelliti



Iridium

An aerial photograph of a tropical cyclone, showing a well-defined eye and spiral cloud bands. The word "Grazie!" is written in a bold, yellow, sans-serif font with a black outline, positioned in the lower-middle part of the image.

Grazie!