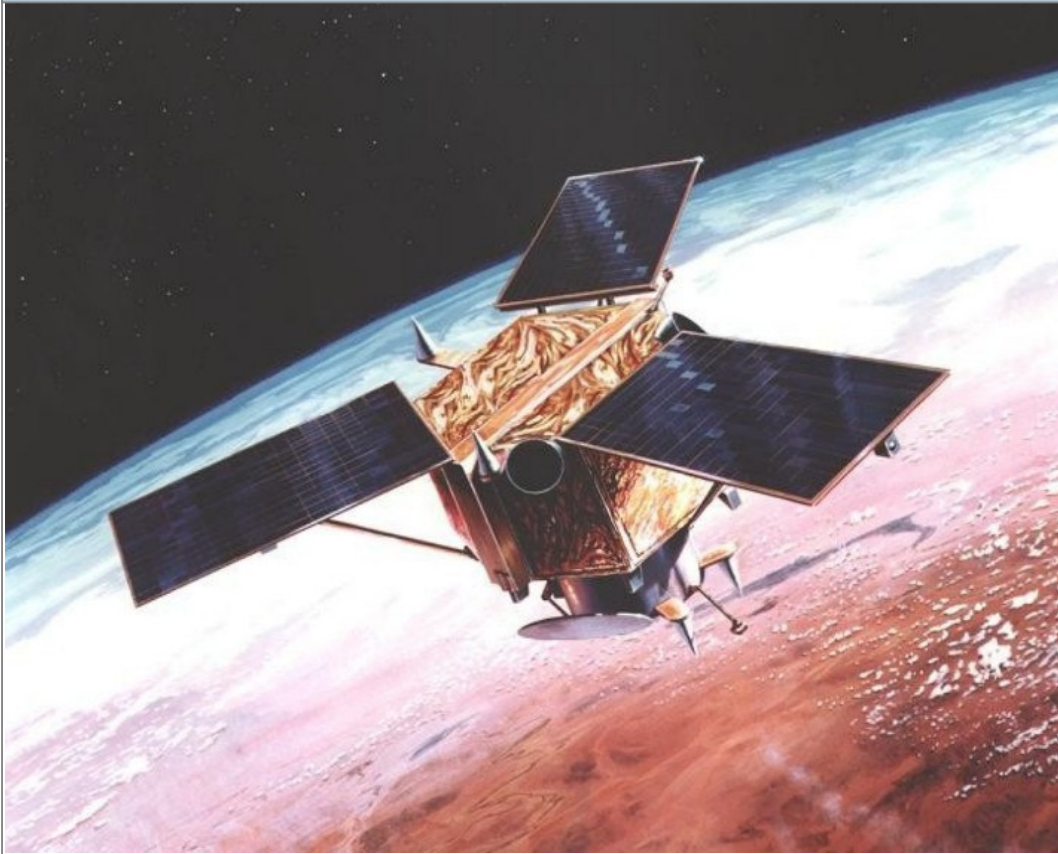


TELERILEVAMENTO



La recente conversione della tecnologia satellitare da fini, esclusivamente, militari verso fini commerciali ha dato luogo al lancio in orbita, a partire dal 1999, di una serie di piattaforme ad altissima risoluzione.

La disponibilità di satelliti commerciali con a bordo sensori ad altissima risoluzione sta trasformando il settore del telerilevamento.

Le elevate risoluzioni raggiungibili hanno aperto interessanti prospettive sia nel campo della descrizione metrica sia nel campo dell'analisi multispettrale.

GENERALITÀ

Per telerilevamento si intende la raccolta di informazioni per identificare, misurare ed analizzare le caratteristiche di un oggetto senza entrare in contatto con lo stesso, studiando la radiazione elettromagnetica emessa o riflessa dall'oggetto.

Gli strumenti utilizzati per rilevare ed analizzare le radiazioni sono dei particolari sensori remoti, che possono essere collocati su diverse tipologie di piattaforme quali palloni, aerei e satelliti.

I SATELLITI COMMERCIALI

Di recente i satelliti tendono ad essere convertiti verso fini civili, con il risultato che ora le più diverse categorie professionali hanno iniziato ad usare le immagini satellitari per ottimizzare il loro lavoro, ed offrire prodotti di qualità maggiore con costi sicuramente inferiori rispetto al passato.

La disponibilità di satelliti commerciali con a bordo sensori ad alta risoluzione fornisce una importante opportunità di acquisizione di immagini pancromatiche e multispettrali; le elevate risoluzioni spaziali raggiungibili hanno aperto interessanti prospettive sia nel campo della descrizione metrica del territorio e dunque della cartografia a grande e media scala, sia nel campo dell'analisi multispettrale dei dati.

Attualmente sono operativi diversi satelliti commerciali con a bordo sensori ad alta risoluzione, *Eros A1*, *Ikonos*, *QuickBird* e *Spot 5*, ogni piattaforma con caratteristiche diverse.

RISOLUZIONE E PRECISIONE

Per *risoluzione* si intende la dimensione di ogni pixel che compone l'immagine, che dipende dalla qualità dei sensori, del loro ingrandimento e dalla quota del satellite.

10 m permettono l'individuazione parziale di grandi edifici.

5 m permettono di riconoscere, ma non identificare, edifici e veicoli.

2,5 m permettono di identificare in parte gli edifici.

1 m permette di identificare gli edifici.

50 cm permettono di identificare in parte i veicoli.

25 cm permettono di identificare i veicoli.

10 cm permettono di descrivere un veicolo.

Per *precisione* si intende l'accuratezza con la quale possono essere identificati al suolo i pixel in termini di coordinate latitudine/longitudine.

Quindi la caratteristica della *risoluzione* spaziale consente di distinguere i diversi dettagli di una ripresa, mentre la *precisione*, ottenibile tramite elaborazioni, consente di determinare la posizione geografica dei dettagli individuati.

PROCESSAMENTO DEI DATI

Le immagini satellitari ad alta risoluzione, al momento del rilevamento, contengono delle distorsioni geometriche e radiometriche che ne impedirebbero il corretto utilizzo nelle applicazioni cartografiche.

Le distorsioni sono dovute al sistema di acquisizione (piattaforma e sensore), al mezzo di propagazione del segnale (atmosfera), all'angolo di ripresa rispetto al Nadir ed all'effetto della curvatura terrestre.

Le correzioni radiometriche vengono effettuate dal fornitore prima del rilascio delle immagini, mentre i diversi livelli di correzioni geometriche determinano le differenti tipologie di prodotto.

Per ottenere delle immagini che abbiano caratteristiche per un utilizzo cartografico occorre avere informazioni tridimensionali sulla morfologia del terreno DTM (Digital Terrain Model), tali informazioni dovranno avere caratteristiche minime di precisione, sia in orizzontale che in verticale, per potere consentire il raggiungimento della precisione prefissata per l'ortofotoproiezione; inoltre è necessario che la sovrapposizione fra immagine e DTM sia effettuata all'interno dello stesso DATUM.

Per raggiungere determinati livelli di *precisione* al suolo, le immagini oltre ad essere georeferenziate devono essere elaborate tramite l'utilizzo di un certo numero di punti, coordinate, note GCP (Ground Control Points), identificabili sull'immagine stessa.

VANTAGGI DELLA RIPRESA SATELLITARE

Capacità di vista sinottica della scena, ovvero la possibilità di cogliere in un unico colpo d'occhio vaste scene, non dovendo così ricorrere ad una serie di immagini (da aereo) ed all'attività di mosaico delle singole riprese dell'area di interesse.

Regolarità di acquisizione, in quanto i satelliti passano regolarmente sulle diverse zone della terra. Ne consegue il vantaggio che, quasi sempre, è disponibile una scena storica di ogni area.

Stabilità della ripresa, ottenuta grazie ai sofisticati sistemi di assetto e all'assenza d'atmosfera, i sistemi satellitari hanno una piattaforma più stabile, in quanto meno disturbata, delle piattaforme aeree, consentendo riprese di più alta precisione.

Disponibilità di dati multispettrali, quasi tutti i satelliti ad alta risoluzione sono dotati, oltre di sensori pancromatici, di sensori multispettrali, che essendo in grado di discriminare le lunghezze d'onda che consentono d'individuare firme spettrali utili al riconoscimento delle componenti della scena.

SVANTAGGI DELLA RIPRESA SATELLITARE

Copertura nuvolosa, la presenza di nubi sull'area della ripresa rende impossibile l'acquisizione dei dati da satellite.

In particolare per satelliti dotati di sensori pancromatici e multispettrali, che operano nel visibile, le nuvole rendono impossibile le riprese.

Limiti di risoluzione, attualmente la migliore risoluzione al suolo che è possibile ottenere con i satelliti commerciali è di 0,65 metri, mentre la risoluzione al suolo delle riprese da aereo è di 0,10 metri.

Limitazioni sulle serie storiche, dato che riprese ad alta risoluzione, da satellite sono disponibili solo dal 1999, per effettuare paragoni con situazioni in epoche anteriori è necessario utilizzare dati provenienti da piattaforme diverse.

CAMPI DI APPLICAZIONE

Le applicazioni delle immagini satellitari sono innumerevoli, spaziano dalla semplice rappresentazione in colori realistici o in falso colore della superficie, alla evidenziazione di singoli dettagli e particolari tipologie di oggetti; il loro utilizzo è possibile per:

- l'aggiornamento della cartografia digitale e tradizionale, e dei dati catastali;
- la classificazione ed il monitoraggio sia dell'uso sia delle condizioni del suolo, delle acque ed anche della vegetazione agraria e forestale;
- lo studio dell'evoluzione temporale dell'occupazione del suolo;
- il monitoraggio per la valutazione danni e la pianificazione interventi, sia di soccorso sia di ripristino, in seguito a calamità naturali quali incendi, esondazioni e frane;
- il monitoraggio per la valutazione danni e la pianificazione interventi, sia di soccorso sia di ripristino, in seguito ad eventi di inquinamento dell'aria, del terreno e delle acque;
- la realizzazione di modelli di simulazione per la prevenzione di calamità naturali quali incendi, esondazioni e frane;
- la realizzazione di modelli di simulazione per la prevenzione di eventi di inquinamento dell'aria, del terreno e delle acque;

E' da precisare che le attività di monitoraggio sono legate sia al periodo di rivisitazione dell'area in oggetto, sia alle condizioni di copertura nuvolosa; ne consegue che è impossibile effettuare un monitoraggio continuo in tempo reale, mentre un monitoraggio ad intervalli regolari è strettamente legato alle condizioni metereologiche.

CONFRONTO FRA I SATELLITI AD ALTA RISOLUZIONE

Se si vuole prendere in considerazione l'utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione, si devono considerare e valutare tutte le diverse caratteristiche e variabili fra le diverse piattaforme di sensori.

Infatti non sempre la scelta migliore è rappresentata dal prodotto alla più elevata risoluzione, è indispensabile eseguire un'analisi di quello che si vuole ottenere dalle immagini per indirizzare la scelta.

	Eros A1	Ikonos	QuickBird	Spot 5
Altitudine dell'orbita	480 Km	681 Km	450 Km	832 Km
Tipo dell'orbita	Polare eliosincrona	Polare eliosincrona	Polare eliosincrona	Polare eliosincrona
Inclinazione orbita	97,3°	98,1°	98°	98°
Velocità		7 Km/sec		
Periodo orbitale	90 min	98 min	93,4 min	101 min
Sensore pancromatico	SI	SI	SI	SI
Sensore multispettrale (bande)	No	SI (3)	SI (4)	SI (4)
Ampiezza della traccia (al nadir)	13,5 Km	11 Km	16,5 Km	60 Km
Modalità di acquisizione	Asincrona	Sincrona	Sincrona	Sincrona
Dimensione della scena	169 Km ²	120 Km ²	272 Km ²	3600 Km ²
Risoluzione nominale del pixel a terra del sensore pancromatico (al nadir)	1,8 metri	0,8 metri	0,61 metri	5 metri
Risoluzione nominale del pixel a terra del sensore multispettrale (al nadir)	-----	3,2 metri	2,44 metri	10 metri
Intervallo spettrale del sensore pancromatico	-----	0.45-0.90 µm	0.45-0.90 µm	0.51-0.73 µm
Intervallo spettrale del sensore multispettrale (banda 1 - blu)	-----	0.45-0.53 µm	0.45-0.52 µm	0.50-0.59 µm
Intervallo spettrale del sensore multispettrale (banda 2 - verde)	-----	0.52-0.61 µm	0.52-0.60 µm	0.61-0.68 µm
Intervallo spettrale del sensore multispettrale (banda 3 - rosso)	-----	0.64-0.72 µm	0.63-0.69 µm	0.79-0.89 µm
Intervallo spettrale del sensore multispettrale (banda 4 - infrarosso)	-----	0.77-0.88 µm	0.76-0.90 µm	1.58-1.75 µm
Ampiezza della dinamica (x pixel)	11 bit	8 o 11 bit	11 bit	8 bit
Stereocoppie	SI	SI		NO
Massimo angolo al nadir	0°-45°	0°-26°	0°-25°	0°-31°
Medio angolo al nadir	0°-15°	0°-10°	0°-15°	0°-15°
Periodo di rivisitazione	2,5 giorni per acquisizioni 0°-30°	2,9 giorni 1m di risoluzione; 1,5 giorni a 4m di	Da 2 a 5 giorni per acquisizioni di 0°-25°	< 26 giorni per secondo angolo ripresa.
Periodo di rivisitazione al nadir	1-7 giorni	14 giorni	Dipende dalla latitudine	26 giorni per ciascun satellite
Copertura nuvolosa	20%	20%	20%	10%