

N° 3
2009

Rivista bimestrale - anno 13 - Numero 3/09 - Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

► **La storia del
telerilevamento in Italia
e in Europa**

► **Osservazione della Terra con
tecnologia Grid e SOA da ESA**

► **Un report dalla Conferenza ESRI 2009**

► **Il Corpo Forestale presenta il
progetto TARGET-STARS**

► **L'International Cartographic
Association compie 50 anni**

Breve storia del telerilevamento da satellite in Italia e in Europa

di Giuseppe Quaglione

Si parla sempre di prodotti del telerilevamento in qualunque contesto connesso al territorio o alle risorse naturali, ma raramente si parla di come si fa il telerilevamento o della storia e della tecnologia su cui sono costruiti i risultati di oggi. In questo articolo viene presentata una breve storia del telerilevamento in Italia evidenziando non solo i programmi attivi (in orbita intorno al nostro pianeta), ma anche l'essenziale ruolo dei sistemi di terra, senza i quali non si potrebbe beneficiare dei dati provenienti dallo spazio a flusso praticamente continuo.

Le applicazioni del telerilevamento da satellite sono iniziate negli anni '60 e '70 con il lancio dei primi satelliti meteorologici (TIROS, NIMBUS, ESSA) e dei satelliti LANDSAT da parte dell'Ente Spaziale Americano (NASA) e si sono subito imposte all'attenzione dei potenziali utilizzatori per le enormi prospettive che queste nuove tecnologie sono in grado di aprire. Parallelamente allo sviluppo del segmento spaziale, fin dall'inizio si manifestarono però due difficoltà: la necessità dello sviluppo di un segmento di terra con apparati di ricezione ed elaborazione dei dati trasmessi dai satelliti (sempre più sofisticati ed affidabili) e lo sviluppo di software e di competenze per l'interpretazione dei dati, cioè di risorse umane che andassero oltre alle conoscenze in ambito meteorologico ma che fossero attive nelle più disparate discipline applicative come ad esempio la gestione delle risorse agricole, forestali, minerarie e territoriali, l'oceanografia, l'inquinamento marino, atmosferico e del suolo, la prevenzione dei rischi da eventi naturali, i trasporti e l'infomobilità, la difesa e la sicurezza. Tutto il lavoro doveva essere pensato affinché soddisfacesse le esigenze sia degli utenti della Pubblica Amministrazione, Centrale e Locale, che degli utenti privati, con la necessità di integrare tutte le informazioni geografiche utili (dati satellitari, rilevamenti aerei, reti di monitoraggio a terra, cartografia e basi dati esterni, modellistica previsionale).

Nei paragrafi che seguono riportiamo alcune note storiche sullo sviluppo del segmento spaziale e del segmento di terra dei satelliti di telerilevamento, con particolare riferimento ai programmi europei ed italiani.

Il segmento spaziale

Per quanto riguarda il segmento spaziale, le prime applicazioni di osservazione della Terra sono state quindi quelle per la meteorologia con i satelliti statunitensi TIROS e quelli russi METEOR, negli anni '60; essi avevano orbita polare e con registrazione delle immagini

a bordo. A questi seguirono, dalla seconda metà degli anni '60, i satelliti delle serie NIMBUS e poi ESSA con immagini sempre più nitide e dettagliate, trasmesse in tempo reale. Chi scrive realizzò in Telespazio il primo piccolo impianto sperimentale per la registrazione dei dati dai satelliti ESSA nel 1971, con le prime fotografie di immagini meteo da satellite mostrate dai programmi televisivi della RAI del Col. Bernacca, che allora curava le previsioni meteo nazionali.

Dal 1974 iniziò il lancio dei satelliti meteo in orbita geostazionaria (SMS 1 e 2 e poi la serie GOES della NASA) che consentivano un controllo continuativo dell'evoluzione della situazione meteorologica su scala globale.

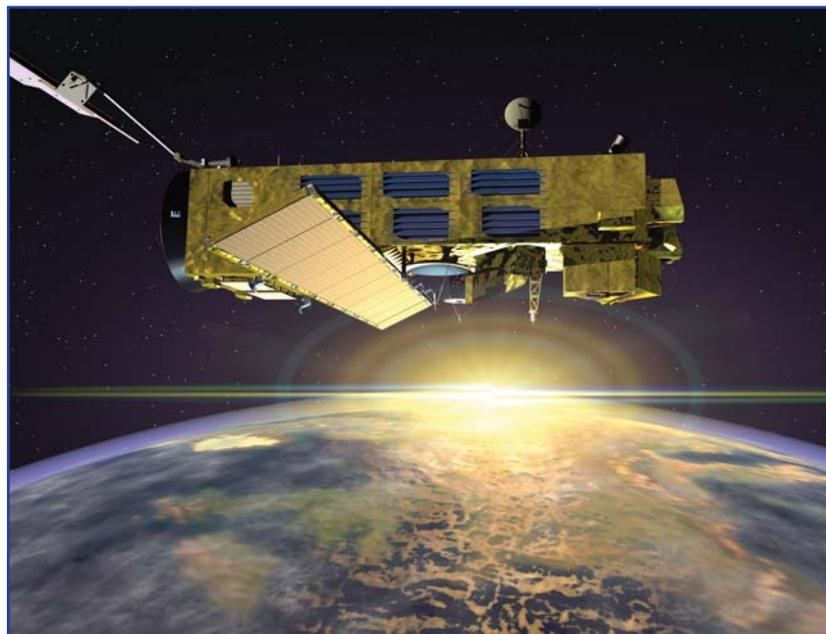
I primi satelliti commerciali di telerilevamento vero e proprio sono stati, come già accennato, i satelliti della serie LANDSAT, lanciati dalla NASA agli inizi degli anni '70. Erano satelliti in orbita eliosincrona ad una quota di circa 800km, con ciclo di ripetizione sugli stessi punti a terra di 16 giorni e dotati di sensori passivi sulle bande spettrali del visibile e dell'infrarosso; fornivano immagini con una risoluzione di soli 100 metri – poi portati a 30 metri – prima che il Dipartimento della Difesa non ne vietasse ulteriori sviluppi per motivi di sicurezza nazionale. Con il lancio del satellite SPOT-1 (*Satellite Pour l'Observation de la Terre*) il 22 febbraio 1986 (orbita eliosincrona a 822km di quota, ciclo di ripetizione di 26 giorni e sensori passivi in grado di effettuare osservazioni oblique per ridurre i tempi di osservazione di zone con fenomeni locali a rapida evoluzione), la Francia fa cadere i tabù in materia di sicurezza: per la prima volta sono infatti disponibili commercialmente immagini con una risoluzione di 10 metri. Nel 1987 l'URSS mette sul mercato immagini satellitari con una risoluzione di 5 metri, passate addirittura a 2 metri nel 1992. Di fronte a questa concorrenza, gli Stati Uniti reagiscono in maniera energica: nel 1993 l'amministrazione Bush autorizza la commercializzazione di immagini con risoluzione di 3 metri ottenute con satelliti civili; poi nel 1994 l'am-

ministrato Clinton autorizza la messa in commercio di immagini con risoluzione pari a 1 metro. Negli ultimi anni sono stati lanciati satelliti (*EROS A1, IKONOS II, QUICKBIRD, ORBVIEW*) che permettono l'acquisizione di immagini in modalità pancromatica e multispettrale (ad eccezione di *EROS A1*) ad alta risoluzione con dimensioni del pixel a terra comprese tra 0.6 e 1.8 metri, compatibili con quelle della cartografia a media e grande scala (1:25.000-1:50.000) e quindi utilizzabili nei GIS. Anche in Europa gli sviluppi si sono succeduti a partire dagli anni '90, con il satellite *ERS-1* dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA); lanciato il 17 luglio 1991 in orbita eliosincrona a 785 km di quota con periodicità di 35 giorni, era caratterizzato dalla presenza di sensori attivi, quali il radar altimetro a 13.7 GHz sviluppato dalla Selenia Spazio, ed un *radar ad apertura sintetica (SAR)* operante a 6.3 GHz, particolarmente utili per misure oceanografiche (altezza delle onde, velocità del vento, correnti oceaniche, confini acqua-ghiaccio).

Successivamente è stato lanciato il satellite *ERS-2*, il 21 aprile 1995, essenzialmente simile ad *ERS-1* e con le stesse caratteristiche orbitali. Tuttavia, cambiando l'altezza orbitale di pochi chilometri e con un'opportuna fasatura tra i due satelliti, il ciclo di ripetizione poteva essere ridotto a 8 giorni, 3 giorni o un solo giorno.

Anche *ERS-2* era equipaggiato con radar altimetro di precisione ed un nuovo strumento, il *GOME (Global Ozone Monitoring Experiment)*, sviluppato dalle Officine Galileo e dalla Laben, per la misura dell'ozono stratosferico e troposferico: ogni tre giorni consentiva una mappa completa dell'ozono su tutta la superficie terrestre.

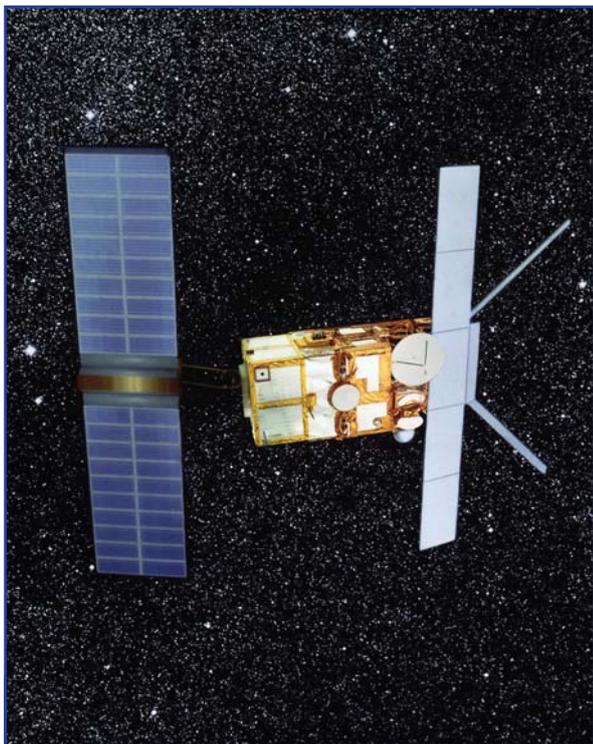
Il programma dei satelliti *ERS-1* e *2* veniva complementato e notevolmente potenziato con il lancio del satellite *ENVISAT*, avvenuto l'1 marzo 2002, in orbita eliosincrona, con lo stesso ciclo di ripetizione di *ERS-2*.



Il satellite Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). (immagine cortesia di ESA)

Il satellite *ENVISAT* veniva equipaggiato con 10 tipi di sensori diversi, passivi ed attivi, sviluppati dall'Agenzia Spaziale Europea e da alcuni stati membri, ed imbarcava un *payload* di telecomunicazioni che consentiva sia un collegamento diretto nelle bande S ed X con la stazione di Kiruna, in Svezia, che un collegamento in banda Ka (23.8 GHz e 36.5 GHz) dei dati registrati a bordo, con la stazione *ESRIN* di Frascati, tramite il satellite geostazionario *ARTEMIS*, dotato di collegamento inter-satellite, sempre in banda Ka, verso il satellite *ENVISAT*. Con questa configurazione, lo scarico dei dati registrati a bordo poteva essere effettuato anche quando *ENVISAT* non era in visibilità delle stazioni dell'Agenzia, mentre la trasmissione diretta in banda X dei dati regionali era consentita solo alle stazioni in visibilità, provviste di regolare licenza.

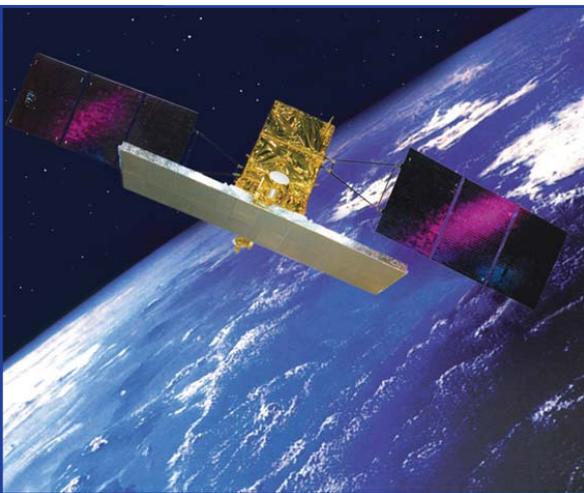
Vi è infine la costellazione *COSMO-SkyMed (Constellation Of small Satellites for Mediterranean basin Observation -* tuttora in fase di realizzazione), ambizioso programma risultato della collaborazione tra Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e Ministero della Difesa Italiano, realizzato dalla Thales Alenia Space per il segmento spaziale, e dalla Telespazio per i segmenti di terra civili e militari. Si tratta di una costellazione di quattro satelliti, tre dei quali sono già in orbita; il lancio del quarto è previsto nel 2010. Ogni satellite, in orbita eliosincrona a circa 620 km di altezza, è fornito di un radar ad apertura sintetica (*SAR*) ad alta risoluzione (fino a 1 metro) che opera in banda X, in grado di operare giorno e notte in qualsiasi condizione atmosferica. Il *SAR* ha la capacità di cambiare assetto in modo da acquisire immagini sia a destra che a sinistra della traccia a terra del satellite. Il terzo satellite è stato posto su un'orbita (chiamata *tandem-like*) che permette di effettuare misure con tecniche interferometriche in combinazione con uno dei primi due satelliti, consentendo di osservare la medesima zona geografica in due giorni successivi e con angoli di vista leggermente differenti per ottenere immagini tridimensionali che possano evidenziare eventuali deformazioni della superficie terrestre; i fenomeni che si possono studiare comprendono i terremoti, le frane, i rischi



Il satellite ERS è dotato di una radar ad apertura sintetica (SAR) molto utile per misure oceanografiche. (immagine cortesia di ESA)

idrogeologici ed i movimenti vulcanici. Il risultato forse più importante ottenuto finora dai satelliti COSMO è stato l'identificazione della faglia che ha originato il sisma de L'Aquila del 6 aprile 2009. Tale faglia (la faglia di Paganica) era già riportata nella cartografia geologica a partire dagli anni novanta.

Il programma COSMO-SkyMed ben sintetizza il concetto di applicazione satellitare duale. (immagine cortesia di Thales Alenia Space)



Altre missioni di satelliti meteorologici o di osservazione della Terra, già operative o in corso di progettazione per i prossimi anni, comprendono la seconda generazione *Meteosat* (MSG) di satelliti geostazionari, i satelliti *MetOp* in orbita eliosincrona – sempre dell'Organizzazione europea *Meteosat* – i satelliti *TerraSAR-X*, *TanDEM-X* ed *EnMAP* della Germania, i satelliti canadesi *Radarsat 1* e *2* (allo sviluppo di quest'ultimo ha attivamente contribuito Thales Alenia Space), i satelliti *Sentinel* dell'ESA. L'enorme quantità di dati da trattare, generati da molti satelliti di diversi operatori, hanno spinto l'ESA a promuovere il programma *GMES* (*Global Monitoring of Environment and Security*) con l'obiettivo di armonizzare i diversi approcci dei segmenti di terra dei vari satelliti, coinvolgendo anche gli utilizzatori, ed evitando non necessarie duplicazioni delle tecnologie.

Il segmento di terra

In Italia, l'inizio delle attività di ricezione ed elaborazione dei dati ricevuti dai satelliti di telerilevamento (o di ricerca sulle risorse terrestri) si può far risalire al 9 maggio 1974 quando – grazie alla lungimiranza di alcuni

uomini ed in particolare dell'ingegner Marcello Rodinò di Miglione, allora Presidente ed Amministratore Delegato della Telespazio, società del gruppo IRI/STET (ora Finmeccanica/Thales) – venne firmato un memorandum d'intesa tra la stessa Telespazio e l'Ente Spaziale americano (NASA) per la ricezione ed elaborazione dei dati trasmessi dai satelliti LANDSAT.

Dopo la firma di questo accordo, iniziò immediatamente la definizione di un progetto, chiamato poi *TERRA* (acronimo per *Tecniche di Elaborazione e Rilevamento delle Risorse Ambientali*), che ha visto la realizzazione di un impianto, presso la stazione del Fucino di Telespazio, dotato di un'antenna parabolica di 10 metri attiva nelle bande di frequenze S (2.2 GHz) ed X (8.4 GHz) e delle associate apparecchiature di ricezione, immagazzinamento e ritrasmissione dei dati LANDSAT grezzi o preelaborati agli utenti coinvolti. I lavori di progettazione e realizzazione furono completati in meno di un anno e quindi nell'aprile del 1975 la stazione divenne pienamente operativa. L'esperienza ed il credito acquisiti da Telespazio attraverso la capacità operativa del progetto *TERRA*, permisero all'Italia una partecipazione di primo piano al programma europeo di satelliti meteorologici in orbita geostazionaria *Meteosat*. Inoltre, sempre nel 1975, un accordo con l'Agenzia Spaziale Europea, appena costituita, permise alla Telespazio di inserire la stazione del Fucino nella rete europea *Earthnet*, nell'ambito delle operazioni con i satelliti LANDSAT.

Altra tappa di fondamentale importanza nel quadro delle attività di telerilevamento spaziale in Italia è stata la realizzazione del *Centro di Geodesia Spaziale* (CGS) di Matera, dedicato al professor Giuseppe ("Bepi") Colombo, inaugurato nel 1983 grazie a uno sforzo congiunto del Piano Spaziale Nazionale del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche), della Regione Basilicata e della NASA. Tale struttura prevede la compresenza di tutte le metodologie osservative: *telemetria laser di satelliti geodetici* o *SLR* (*Satellite Laser Ranging*), *radio-interferometria* su base lunghissima o *VLBI* (*Very Long Baseline Interferometry*) con una antenna da 20 metri, posizionamento GPS e tracciamento orbitale. Quindi, il CGS di Matera è una delle pochissime stazioni fondamentali della rete mondiale, di importanza critica per la comprensione della tettonica del bacino del Mediterraneo e di un gran numero di parametri geofisici e geodinamici. La stessa strumentazione viene anche utilizzata per altri tipi di attività, quali la navigazione spaziale e la radioastronomia. Più recentemente il CGS sta rivolgendosi anche ad altri campi, quali la robotica spaziale e le missioni interplanetarie, sempre in un contesto di collaborazione internazionale. L'operatività del CGS comprende l'intera catena delle attività, dall'acquisizione dei dati, al controllo di qualità, all'archiviazione, alla distribuzione e all'analisi tecnico-scientifica dei dati. Telespazio è responsabile, fin dal 1983, della gestione operativa del CGS con personale a tempo pieno che assicura l'operatività sulle 24 ore, oltre al supporto ingegneristico. Dal 2001 tutte le attività legate ai servizi di osservazione della Terra di Telespazio sono state trasferite dalla stazione del Fucino al centro di Matera, per ottimizzare la gestione delle risorse umane e degli impianti. Va menzionato che il trasferimento degli impianti, compresa l'antenna parabolica, è stato effettuato in tempi brevissimi per minimizzare la perdita dei dati ricevuti dai satelliti.

Il satellite LANDSAT. (immagine cortesia di NASA)





Dettaglio di un'antenna del centro di geodesia spaziale di Matera.

Considerazione conclusiva

Con l'evoluzione della tecnologia dei sensori a bordo ed il passaggio dai sensori passivi a quelli attivi si è notevolmente ampliata la gamma delle possibili applicazioni, grazie alle loro capacità di funzionamento *ogni tempo*, alla possibilità di penetrazione sotto la vegetazione e nel terreno, ed all'elevata risoluzione spaziale. Con l'introduzione delle tecniche interferometriche utilizzando echi radar ottenuti in due passaggi successivi del satellite su orbite parallele molto vicine, è stata introdotta una terza dimensione alle immagini telerilevate, consentendo di rilevare e quantificare con precisione anche millimetriche deformazioni di quota al suolo. In questo quadro di sviluppo tecnologico e di missioni spaziali esistenti e programmate, con sensori a migliore risoluzione spaziale, a più alta ripetitività e con bassi tempi di rivisitazione, le prospettive di sviluppo per un campo sempre più vasto di applicazioni affidabili sono molto promettenti. Tuttavia, per una utilizzazione sempre più efficace della crescente quantità e qualità dei dati rile-

vati da satellite, è indispensabile un approccio sistemico ai vari processi di pianificazione nei vari settori, che permetta l'integrazione dei dati satellitari in ogni fase del processo, dalla progettazione all'attuazione operativa. **G**

Abstract

Brief history of satellite remote sensing in Italy and Europe

After a short introduction on the very first satellites for meteorological applications and for earth observation in the 60's and 70's, attention is called on the need for parallel development of adequate earth segment installations and human resources for the interpretation of data gathered by the satellites in various possible applications. Therefore the article is structured in two main sections, one on the space segment and another on the earth segment historical developments.

Autori

GIUSEPPE QUAGLIONE
GIUSOGL@ALICE.IT

Ex Chief Scientist e Vice Direttore Generale di Telespazio S.p.A.

Tutta la geomatica alla portata di un click



www.rivistageomedia.it

