

## IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (6)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERC0).

Immagini: cortesia della European Space Agency (ESA/ESRIN), dell'US Geological Survey (USGS) e di Google.

### Atterrando nella baia di Osaka

L'ultimo esempio di grandi opere costruite dall'uomo riguarda l'aeroporto internazionale del Kansai, nella baia di Osaka. Accade con frequenza sempre maggiore che l'esigenza della costruzione di un nuovo aeroporto internazionale per servire un'area che si è sviluppata industrialmente e urbanisticamente contrasti con l'altissima densità di insediamenti umani esistente sul territorio stesso: la regione circostante la baia di Osaka ne è un chiaro esempio. Per gestire il traffico aereo internazionale che serviva l'area delle città di Kobe, Kyoto e Osaka, tra il 1987 e il 1994 fu creata un'estesa isola artificiale al largo della costa, a sud-ovest di Osaka, collegata alla terraferma con un ponte a due livelli (la ferrovia al livello inferiore e la strada a quello superiore) lungo 3 km. Complicate opere di ingegneria permettono di compensare, ma solo in parte, il lento abbassamento dell'isola. Il costante aumento del traffico aereo ha portato, dal 2003 al 2007, alla costruzione di una seconda isola artificiale per ospitare una seconda pista. E nuovi progetti di espansione sono tuttora allo studio [cfr. Wikipedia].

Facendo riferimento, come sempre, alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, l'aeroporto internazionale del Kansai è qui illustrato attraverso l'analisi e l'interpretazione di immagini rilevate da satellite con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ([www.esa.int](http://www.esa.int), [earth.esa.int](http://earth.esa.int)) ed il sito web Eduspace, sviluppato dall'ESA per scopi educativi in nove lingue e disponibile all'indirizzo [www.esa.int/eduspace](http://www.esa.int/eduspace), offrono un utile e ricco complemento, così come i portali di altre istituzioni che operano nel campo dell'osservazione della Terra.

### L'apparizione di una grande isola artificiale

I lavori per la creazione dell'aeroporto internazionale del Kansai iniziarono nel 1987. Due anni dopo, il profilo della prima isola e il ponte di collegamento alla terraferma erano già evidenti sul mare: lo conferma l'immagine multispettrale rilevata il 31 maggio 1989 dallo strumento Thematic Mapper (TM) imbarcato sul satellite Landsat-5 (Fig. 1) e visualizzata in colori naturali. Si notano, infatti, la struttura rettangolare dell'isola e la linea del ponte in basso a sinistra. Le tonalità bianche nell'immagine, dovute alla forte riflessione della luce solare da parte di molti materiali da costruzione, illustrano il grande addensamento urbano e le infrastrutture portuali intorno alla baia: la città di Osaka si trova quasi al centro dell'immagine, alla foce dei fiumi Yodo e Yamato, mentre la città di Kobe è localizzata al centro verso il bordo sinistro; la città di Kyoto è fuori dell'immagine, pochi chilometri lungo il fiume a nord-nord-ovest di Osaka. La visualizzazione in colori naturali permette anche di notare, in tonalità blu chiaro, i sedimenti trasportati dai fiumi nella baia e quelli legati all'intensa attività portuale di Osaka. I boschi sui rilievi intorno alle città appaiono, invece, in tonalità verde scuro, dovuto al forte assorbimento della luce solare nelle bande spettrali del rosso e del blu da parte della fotosintesi clorofilliana nella vegetazione.

La conclusione dei lavori della seconda isola artificiale dell'aeroporto nel 2007 è illustrata nell'immagine multispettrale rilevata il 17 marzo 2014 dallo strumento Operational Land Imager (OLI) del satellite Landsat-8, visualizzata in colori naturali (RGB 432) (Fig. 2). Si nota la differenza di colore della vegetazione in fine inverno (marzo 2014) e piena primavera (maggio 1989).

### L'aeroporto internazionale del Kansai

Le immagini di copertina sono due visualizzazioni diverse dei dati rilevati il 17 marzo 2014, in colori naturali (RGB 432) in prima di copertina e in falsi colori (RGB 543) in retro di copertina: esse illustrano in particolare l'aeroporto sulle due isole artificiali, il ponte di collegamento con l'abitato di Izumisano e l'entroterra circostante. Oltre a quanto notato in precedenza nell'analisi della visualizzazione in colori naturali, è interessante sottolineare l'utilità della visualizzazione in falsi colori quando nel canale elettronico del Rosso si inseriscono i dati rilevati nell'Infrarosso Vicino (banda 5 per l'OLI), così da creare un grande contrasto visivo tra la vegetazione, che appare in toni rossi, e l'edificato intensivo che appare in toni di ciano, in quanto manca il colore rosso, vale a dire manca la vegetazione. Infine, il traffico marittimo permette di confrontare le posizioni delle imbarcazioni nelle due visualizzazioni e si nota che sono identiche, perché i dati delle diverse bande spettrali sono stati rilevati nello stesso istante e coregistrati.

### Osservando l'aeroporto nelle microonde radar...

Un'immagine rilevata nelle bande spettrali delle microonde fornisce, di giorno e di notte e anche con cielo coperto, informazioni sulla rugosità e sul grado di umidità della superficie osservata, nonché sulle situazioni di riflessione multipla da ostacoli naturali o artificiali. Pertanto, l'immagine rilevata il 29 luglio 2009 dallo strumento Advanced Synthetic Aperture Radar (ASAR) del satellite Envisat (Fig. 3) mostra, meglio che le immagini ottiche già analizzate, i dettagli dell'aeroporto. In particolare, le piste, che appaiono di colore nero perché "lisce" rispetto alla lunghezza d'onda di 5.6 cm del radar e, quindi, non retrodiffrangono verso il satellite gli impulsi radar, mentre gli edifici aeroportuali appaiono con toni chiari perché generano forti segnali retrodiffusi a causa della riflessione multipla dalle loro pareti e dal fondo stradale. Quest'ultimo fenomeno caratterizza gli edifici in qualunque immagine radar e permette di localizzare facilmente i centri urbani, come si può notare lungo la costa. La superficie marina appare nera dove l'acqua è calma, vale a dire "liscia", mentre si presenta con toni di grigio più chiari laddove è increspata, perché la sua "rugosità" aumenta. Nell'immagine radar, inoltre, i rilievi mostrano l'effetto di distorsione verso oriente, dovuto al fatto che il radar illumina il territorio in direzione obliqua, in questo caso da Est verso Ovest.

### ... e in alta risoluzione ottica

Il confronto tra l'immagine radar e l'osservazione in alta risoluzione ottica (Fig. 4) conferma quanto commentato riguardo al tipo di oggetti osservati e alla loro posizione sulle due isole artificiali dell'aeroporto. La complementarità dei dati di osservazione della Terra e in particolare delle immagini rilevate dallo spazio a diverse lunghezze d'onda è una delle caratteristiche più importanti del telerilevamento, perché permette l'integrazione di dati di natura diversa sugli stessi oggetti e sullo stesso territorio, in genere ottenuta attraverso l'uso di Sistemi Informativi Geografici (GIS), e la generazione di preziose analisi tematiche multimediali. Un ulteriore e fondamentale vantaggio di queste metodologie risiede nella possibilità del regolare aggiornamento di questi dati in funzione delle necessità di gestione e valorizzazione del territorio.



Fig. 1 - Immagine multispettrale rilevata dal TM di Landsat-5 il 31 maggio 1989 e visualizzata in colori naturali (RGB 321) (cortesia USGS).



Fig. 2 - Immagine multispettrale rilevata dall'OLI di Landsat-8 il 17 marzo 2014 e visualizzata in colori naturali (RGB 432) (cortesia ESA).



Fig. 3 - Immagine radar rilevata il 29 luglio 2009 nelle microonde dallo strumento ASAR del satellite Envisat (cortesia ESA).



Fig. 4 - Immagine ad alta risoluzione ottica dell'aeroporto internazionale del Kansai visualizzata in colori naturali (cortesia Google).