

IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (4)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA)/ESRIN e di Google Earth.

123 a.C.: *Insulae Baleares Romanae sunt*

1983 d.C.: *Estatut d'autonomia de les Illes Balears*

Lo statuto della Comunità Autonoma de *les Illes Balears* fu approvato nel 1983, dopo millenni di traversie politiche e di molteplici dominazioni subite dalle popolazioni di queste isole, localizzate nel Mediterraneo Occidentale, a Sud della città di Barcellona. Questa comunità comprende, in realtà, due piccoli arcipelaghi: le Isole Baleari propriamente dette, vale a dire Maiorca, Minorca e alcuni isolotti minori, e le Isole Pitiuse di Ibiza e Formentera. La loro storia geologica è conseguenza della compressione esercitata dal continente africano verso quello euro-asiatico, la quale, nella seconda metà dell'Era Mesozoica, causa, tra l'altro, il distacco della Corsica e della Sardegna dalle coste della Francia meridionale con una rotazione antioraria e la formazione del Bacino delle Baleari.

Mete turistiche notissime in tutto il mondo e molto ricercate, anche le Isole Baleari sono sottoposte ad una pressione antropica sempre maggiore, con conseguente aumento del rischio ambientale sia sulla terraferma sia nelle circostanti aree marine.

Facendo riferimento come sempre alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, le Isole Baleari sono qui illustrate attraverso immagini da satellite rilevate in diverse bande spettrali con i metodi tipici del telerilevamento. I portali web dell'ESA (www.esa.int, earth.esa.int) ed il sito web Eduspace, sviluppato dall'ESA per scopi educativi in otto lingue (www.eduspace.esa.int), offrono un utile e ricco complemento, così come i portali di altre istituzioni che operano nel campo dell'osservazione della Terra. Al succitato sito Eduspace, in particolare, si rimanda per gran parte dei dettagli metodologici e dell'elaborazione dei dati, che qui non è possibile approfondire.

Il Bacino delle Baleari osservato dallo spazio

L'immagine di copertina è stata rilevata il 13 giugno 2009 dallo strumento ottico MERIS, imbarcato sul satellite Envisat dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Delle quindici bande spettrali del MERIS, per la visualizzazione in colori naturali sono state utilizzate le bande 7, 5 e 2, cosicché in questo caso RGB è 752. L'immagine non è stata georeferenziata, ma è ancora in coordinate orbitali: infatti, i satelliti per l'osservazione della terra in orbita eliosincrona acquisiscono i dati nella proiezione *Space Oblique Mercator (SOM)*, nella quale il cilindro di proiezione è tangente ad un cerchio massimo che è formato dalla traccia al suolo del satellite, e non da un meridiano come nel caso della proiezione *UTM* caratteristica delle carte topografiche; quindi, per poter confrontare le immagini telerilevate con le carte topografiche occorre prima proiettarle nello stesso sistema di riferimento di queste ultime, vale a dire che le immagini devono essere *georeferenziate*. Pertanto, per avere la corretta geografia occorrerebbe ruotare l'immagine di circa 10° in senso orario: questo implica che il vero Nord geografico si trova ruotato in senso antiorario di circa 10° rispetto alla direzione nord apparente (alto) della scena. L'immagine di copertina offre una visione sinottica sul Bacino delle Baleari e sul tratto di costa iberica che da Cap de la Nau (in basso a sinistra) porta a Nord verso Barcellona, attraverso le province di Valencia, Castellón e Tarragona (in alto). Nell'immagine è ben visibile il Capo Tortosa, formatosi dai sedimenti trasportati dal fiume Ebro, che in quel punto sfocia nel Mar Mediterraneo: le due "alette" a Nord e a Sud del Capo sono aree protette del Parco Naturale del Delta dell'Ebro, mentre l'area verde al centro è un insieme di campi coltivati; dal punto di vista geografico, il Capo separa la Costa del Azahar, che si estende verso Sud fino al Cap de la Nau, dalla Costa Dorada, che, invece, arriva verso Nord fino a Barcellona. Al margine sinistro verso l'alto si può notare il serpente scuro dell'acqua del lago formato dall'Ebro a causa della diga di Mequinenza. L'immagine illustra, sia sul continente sia sulle isole e a piccola scala, vista la risoluzione geometrica di 300 m del sensore e la vastissima area osservata, le diverse situazioni territoriali per quanto riguarda la natura e l'uso del suolo: le aree boschive e intensamente vegetate appaiono in prevalenza di colore verde scuro, mentre il terreno non coltivato assume colori diversi in funzione dei minerali che lo costituiscono e del suo tenore di umidità.

Topografia e urbanizzazione in evidenza nelle microonde

L'immagine delle Isole Baleari acquisita nella banda spettrale delle microonde con il radar ASAR del satellite Envisat dell'ESA (Fig. 1) una settimana dopo l'immagine ottica di copertina dà un'idea immediata della topografia del territorio delle isole, evidenziando anche gli scogli minori, e permette di localizzare rapidamente le urbanizzazioni più importanti delle isole, che appaiono bianche per le forti eco radar generate dalla riflessione multipla degli impulsi radar causata dalle pareti degli edifici. Nel caso dell'Isola di Maiorca, l'immagine nelle microonde esalta la catena montuosa della *Serra de Tramuntana*, la cui cima più alta, il *Puig Major*, raggiunge la notevole altezza di 1445 m al centro della Serra, così come è ben evidente l'area bianca dell'urbanizzazione della città di Palma sulla baia omonima nella costa sud-occidentale, 8 Km ad Est della quale si intravedono le due piste parallele dell'aeroporto internazionale, orientate in direzione NE-SO. L'immagine radar mette anche in chiara evidenza la piccola isola di Cabrera, a Sud di Maiorca, centro del Parco Nazionale dell'Arcipelago di Cabrera, istituito nel 1991 per la salvaguardia del delicato ecosistema marino e terrestre che la caratterizza. Punti bianchi sul mare sono le eco di imbarcazioni di una certa stazza, che sono ottimi "bersagli" radar. È interessante notare che, nel caso di presenza di vento o di mare "lungo", le eco rilevate dal radar danno un'idea dello stato della superficie marina e dei sistemi ondosi, come si può rilevare in diversi settori attorno alle isole: in particolare, le strisce verticali più chiare che dalla costa meridionale di Minorca si dirigono verso Sud sono indice di leggero vento di tramontana che increspa il mare in quelle zone più che altrove.

Un'occhiata alle singole isole

Le immagini multispettrali delle isole di Minorca, Ibiza e Formentera sono state rilevate dal satellite Landsat-7 il 16 giugno 2000. Purtroppo, l'isola di Maiorca si trova all'intersezione di due orbite adiacenti: occorrono, quindi, due immagini per ognuna delle due orbite per visualizzarla tutta; però, le due coppie di immagini sono rilevate in tempi forzatamente diversi e, quindi, in condizioni d'illuminazione e ambientali diverse, con la conseguenza di far risaltare discontinuità importanti e difficoltà d'equalizzazione nel generare il mosaico delle quattro immagini per questa rivista. Per questo motivo, dunque, l'immagine di Maiorca è ripresa da Google Earth (Fig. 2), così come il dettaglio della città di Palma (Fig. 3), con il porto e l'aeroporto a due piste, già rilevato nell'immagine radar (Fig. 1), ma qui illustrato nell'immagine georeferenziata del satellite QuickBird ad altissima risoluzione geometrica (61 cm). L'isola di Minorca è qui illustrata in una visualizzazione in falso colore con RGB 431 (Fig. 4) per mettere in evidenza con tonalità rosse la distribuzione territoriale della vegetazione, che predomina a nord dell'asse maggiore dell'isola, delineato da una struttura collinare oblunga con una cima a 357 m. Nell'immagine si notano, in tonalità di un grigio molto chiaro, i centri urbani della Ciutadella a Ovest e di Mahón a Est e l'aeroporto di

Sant Climent a Sud-Est. Le isole di Ibiza e Formentera sono, invece, visualizzate in falso colore con RGB 741: le zone vegetate e boschive appaiono ora con tonalità di verde più naturali, mentre il mare, anche sotto costa, è di un colore quasi nero e più uniforme; anche l'acqua dello Stagno Pudent, nella parte settentrionale di Formentera, si presenta nera nell'infrarosso medio, mentre in una visualizzazione a colori naturali apparirebbe di un verde oliva chiaro a causa della poca profondità dell'acqua e dei sedimenti in essa sospesi. Nelle punte prospicienti delle due isole, infine, si allungano una verso l'altra due lingue di terra che ospitano importanti saline.



Fig. 1 - Immagine rilevata nella banda spettrale delle microonde dallo strumento ASAR del satellite Envisat dell'ESA il 20 giugno 2009.

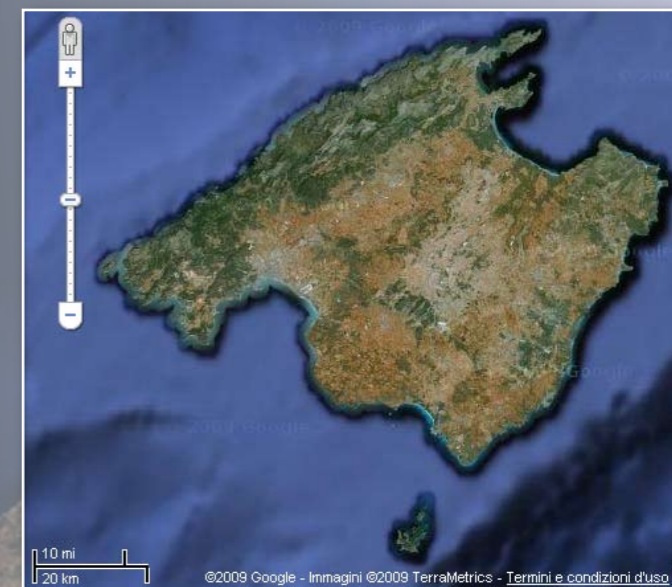


Fig. 2 - Immagine dell'isola di Maiorca e dell'isolotto di Cabrera rilevata dal satellite QuickBird (da Google Earth).



Fig. 3 - Immagine della città di Palma di Maiorca rilevata dal satellite QuickBird (da Google Earth).



Fig. 4 - Immagine multispettrale dell'isola di Minorca, rilevata dallo strumento ETM+ del satellite Landsat-7 il 16 giugno 2000 e visualizzata in falsi colori (RGB 431).



Fig. 5 - Immagine multispettrale delle isole di Ibiza e Formentera, rilevata dallo strumento ETM+ del satellite Landsat-7 il 10 agosto 2000 e visualizzata in falsi colori (RGB 741).