

IL TELERILEVAMENTO PER L'OSSERVAZIONE DEL TERRITORIO DALLO SPAZIO (1)

Maurizio FEA, Associazione Geofisica Italiana (AGI), con la collaborazione di Alberto Baroni (SERCO), di Emanuele Loret (DISP, Tor Vergata), di Andrea Minchella (RSAC) e di Cristiano Pesaresi (DSSSC, Sapienza) - Immagini: cortesia dell'European Space Agency (ESA) - ESRIN, Frascati.

Il ritorno all'Italia ed alla sua geografia caratteristica: i Colli Albani

La serie degli inserti dell'anno 2008 si inaugura con l'analisi dei Colli Albani, ovvero del territorio che si trova sull'ampio edificio vulcanico laziale, localizzato a Sud-Est della città di Roma: quest'area, di forma quasi circolare e la cui cima più alta, il Monte delle Faete, tocca i 956 metri di altitudine, ha un grande interesse non solo geografico e vulcanologico ma anche storico e antropologico. Attivo nell'Olocene e poi considerato a lungo come "spento", il vulcano laziale è da un certo tempo sotto stretta osservazione in numerosi studi, sia per la sua vicinanza alla Capitale che per alcuni segnali di una qualche attività sotterranea, quanto meno gassosa. Una delle caratteristiche geografiche salienti dei Colli Albani è rappresentata dai due laghi vulcanici presenti nel suo settore occidentale: il Lago di Albano ed il Lago di Nemi.

Facendo riferimento come sempre alle brevi note pubblicate su questa Rivista nel 2004, il territorio dei Colli Albani è qui illustrato 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 sviluppato dall'ESA per scopi educativi in otto lingue (www.eduspace.esa.int), Eduspace, 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.

La geografia dei Colli Albani osservata dallo spazio

L'immagine di copertina presenta la parte centrale del Lazio ed illustra il forte contrasto tra la vasta area pianeggiante, anche se movimentata da numerosi colli, nella quale si è sviluppata la città di Roma ed il grande edificio vulcanico dei Colli Albani, territorio che è noto anche come *Castelli Romani*. I dati originari sono stati rilevati il 27 luglio 2007 dal radiometro Thematic Mapper (TM) imbarcato sul satellite statunitense Landsat-5 e l'immagine è stata visualizzata in colori naturali elaborando i dati delle prime tre bande spettrali dello strumento TM (RGB 321). Da occidentale verso oriente, nell'immagine si possono notare: in alto le prime colline che portano più a Nord alla Tuscia, con i laghi vulcanici di Bracciano e di Martignano, in basso l'area coltivata di Maccarese e l'aeroporto intercontinentale Leonardo da Vinci con le sue tre piste, poi il tortuoso percorso del fiume Tevere che da Nord, dopo aver attraversato la città di Roma, arriva al mare ed immette i suoi sedimenti nel mar Tirreno, cui si aggiunge lungo la costa sabbiosa l'effetto dell'erosione marina, la macchia scura della grande pineta di Castel Fusano, la pista dell'aeroporto di Ciampino a metà cammino tra Roma ed i Colli Albani, l'edificio vulcanico laziale con i due laghi e le macchie scure dei suoi boschi, la grande area bianca delle cave di travertino nella piana romana tra Guidonia e Villa Adriana ed infine i contrafforti appenninici dei Monti Tiburtini. Le configurazioni tematiche sono più evidenti nell'immagine visualizzata in falsi colori (RGB 741), dove, per esempio, le zone urbanizzate appaiono in color magenta e le aree vegetate in verde (Fig.1).

I Colli Albani sono, dunque, un complesso territorio vulcanico situato a Sud-Est della Capitale, composto di due arcate montuose a ferro di cavallo aperte verso Ovest (Fig. 2): una esterna, del diametro di circa 12 km e di un'altezza che non supera i 500 m, ed una interna con cime alte fin quasi 1000 m e una caldera ad un'altezza media intorno ai 750 m. All'interno di quest'ultima si trovano i *Campi di Annibale* e l'intera area è ricchissima di vestigia storiche, molte delle quali risalgono ad epoche protoromane. Dal punto di vista della geografia umana, nel secolo scorso questo territorio si è fortemente urbanizzato (in alto a sinistra si nota la pista dell'aeroporto di Ciampino ed i quartieri della periferia sud-orientale di Roma, oramai prossimi alle falde del vulcano laziale) ed in molte zone la pressione antropica ha raggiunto i limiti di guardia.

I Colli Albani in tre dimensioni

L'uso sempre più frequente di sistemi informativi territoriali (SIT) dedicati e di immagini telerilevate da aereo e da satellite ha permesso l'avvio di importanti progetti di gestione e valorizzazione delle risorse culturali e naturali, quali il Parco Naturale Regionale dei Colli Albani, il vino Frascati DOC, il Tempio di Diana Aricina nel cratere del Lago di Nemi. La base comune della rappresentazione tridimensionale di un territorio è un *modello digitale di elevazione (DEM)* del terreno. Tra le varie tecniche usate per la generazione di un DEM, l'interferometria è tra le più moderne ed efficaci: essa utilizza le informazioni di fase delle eco di ritorno degli impulsi di radar (SAR) che illuminano il territorio alla velocità della luce da un aereo o da un satellite. L'interferogramma georeferenziato dei Colli Albani (Fig. 3) illustra la topografia del vulcano laziale attraverso l'alternarsi di frange colorate, che sono correlate alle variazioni altimetriche: frange più vicine le une alle altre indicano pendenze più forti, mentre frange molto lontane tra loro testimoniano la presenza di zone pianeggianti; l'interferogramma è stato generato elaborando le differenze di fase delle eco rilevate dal radar a sintesi d'apertura (SAR) del satellite ERS-1 dell'ESA in due passaggi successivi, il 5 e 11 marzo 1994, rispettivamente. Elaborando ulteriormente l'interferogramma, si ottiene il modello digitale di elevazione (DEM) del terreno (Fig. 4), dove i toni più chiari indicano le altezze maggiori. Utilizzando un SIT, si sovrappone al DEM un'immagine del territorio per darle la terza dimensione (altitudine) e poterla ruotare nello spazio. La Fig. 5 mostra l'effetto di questa utilissima procedura sull'immagine digitale dei Colli Albani, con la simulazione di un'osservazione da Nord-Ovest: sullo sfondo, da sinistra verso destra i Monti Lucretili ed i Monti Tiburtini, la pianura della Valle Latina che porta verso Frosinone, i Monti Lepini. Tra i due laghi di Albano e di Nemi è riconoscibile l'invaso asciutto del Lago di Giuturna, più noto come Valle Ariccia, fatto prosciugare da Papa Paolo V nel 1611 ed oggi fertile terreno coltivato.

Curiosando più da vicino con il SIT

Nella grande varietà delle applicazioni multidisciplinari efficacemente servite dall'uso dei SIT, è utile qui ricordare le attività di collaborazione interistituzionale (Gruppo TELEGE0) tra l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) e le istituzioni italiane proprio su questo territorio, sul quale l'ESA ha il suo centro ESRIN in Italia a Frascati. L'analisi della vulnerabilità ambientale a difesa del Tempio di Diana Aricina nel Lago di Nemi è stata studiata nell'ambito sia del progetto europeo Demotec che della collaborazione dell'ESA con l'UNESCO per la salvaguardia del patrimonio mondiale. Il SIT permette di avere la visione stratificata e dettagliata dei parametri descrittivi del sito sullo sfondo di immagini telerilevate da aereo e da satellite. L'area nemorense è visualizzata (Fig. 6) dall'immagine pancromatica ad alta risoluzione (5 m) del satellite indiano IRS-1C, con i confi-

ni del Comune di Nemi (linea gialla), la sua urbanizzazione (in magenta) e quella di comuni vicini (in rosso), aggiornate tramite il SIT ed i dati di telerilevamento: gli edifici presenti sulla cartografia regionale appaiono in colore, quelli effettivamente presenti nel 2000 e rilevati dall'immagine da satellite appaiono in bianco. La Fig. 7 mostra in dettaglio sia la zona archeologica del tempio di Diana Aricina (linee gialle) sulla parte asciutta del fondo del Lago di Nemi attraverso l'immagine pancromatica ad altissima risoluzione (61 cm) del satellite QuickBird, che le tabelle informative (*attributi*) relative agli oggetti più importanti: questo è un tipico prodotto finale applicativo di un SIT!



Fig. 1 - Immagine multispettrale del Lazio centrale, rilevata dal sensore Thematic Mapper del satellite Landsat-5 il 27 luglio 2007 e visualizzata in falso colore (RGB 741).



Fig. 2 - Immagine multispettrale rilevata dal sensore TM del satellite Landsat-5 il 9 giugno 2001 e visualizzata in colori naturali (RGB 321).

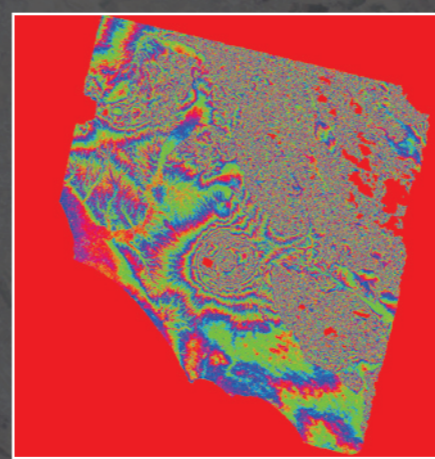


Fig. 3 - Interferogramma dell'area dei Colli Albani, generato dai dati rilevati il 5 e 11 marzo 1994 dal radar (SAR) del satellite ERS-1 dell'ESA.

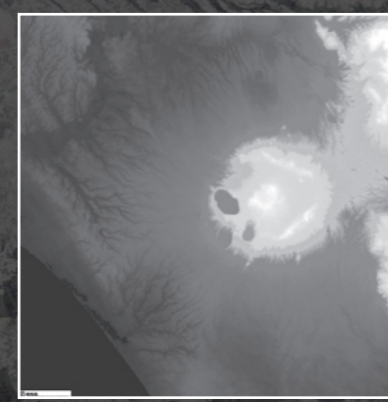


Fig. 4 - Modello digitale di elevazione dei Colli Albani, ottenuto dall'elaborazione dei dati interferometrici della Fig. 3, integrati con i dati dell'Istituto Geografico Militare.

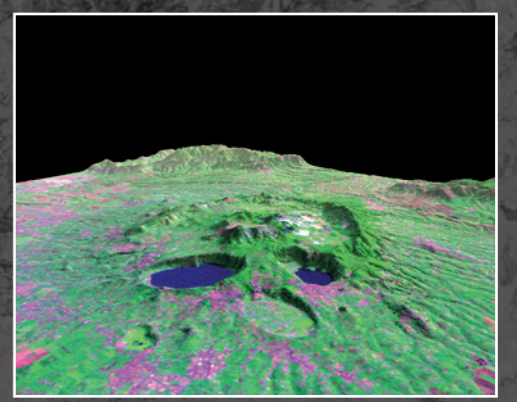


Fig. 5 - Tridimensionalizzazione dell'immagine di Fig. 1, "spalmata" sul DEM di Fig. 4 simulando l'osservazione da Nord-Ovest.

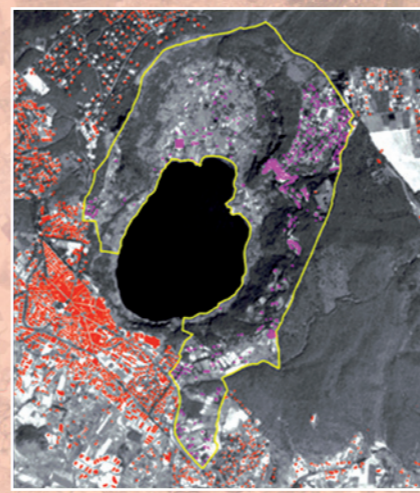


Fig. 6 - L'area nemorense sull'immagine pancromatica ad alta risoluzione del satellite indiano IRS-1C del 4 agosto 1998.



Fig. 7 - L'area archeologica del Tempio di Diana Aricina sull'immagine ad altissima risoluzione del satellite commerciale QuickBird rilevata nel 2000, con le informazioni aggiuntive disponibili nel SIT.