

## SLAM: UN PROGETTO PER LA MAPPATURA E IL MONITORAGGIO DELLE FRANE

*Antonio Buonavoglia & Vincenzo Barbieri*  
Planetek Italia s.r.l.

### PREMESSA

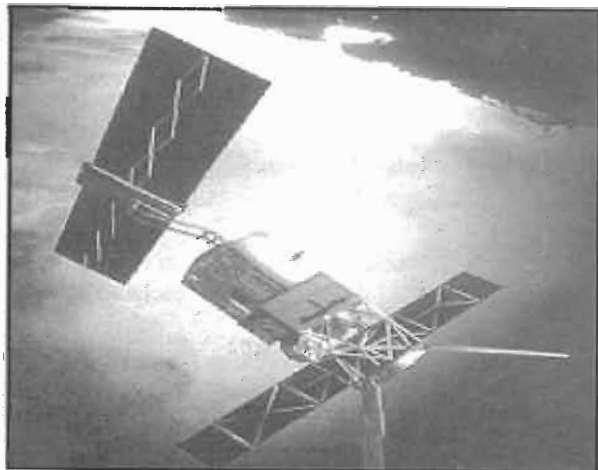
Il progetto SLAM, finanziato dall'ESA (Agenzia Spaziale Europea) nell'ambito del programma DUP (Data User Program), prevede l'implementazione di un servizio di mappatura e monitoraggio degli eventi franosi con l'ausilio di dati telerilevati da satellite. Il servizio è stato definito sulla base dei requisiti indicati da enti locali e nazionali, che, in Italia e in Svizzera, si occupano della gestione del territorio e svolgono funzione di monitoraggio delle aree predisposte al rischio frana.



Gli eventi franosi hanno una rilevanza sociale. Ogni anno, infatti, essi sono causa della perdita di vite umane e di danni ingenti, in particolare nei paesi ad elevato grado di antropizzazione. In Italia i fenomeni d'instabilità, purtroppo, interessano diverse zone e numerosi piccoli centri urbani. Informazioni aggiornate del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) promosso dall'APAT, Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, indicano che solo nella prima metà del 2004 sono state censite 383.000 frane. Tutto ciò costituisce notevole fonte di rischio per la popolazione, per gli edifici pubblici e privati, per il patrimonio culturale e storico e

le infrastrutture quali ponti e strade. Negli ultimi anni, però, si sta compiendo un grande sforzo verso l'utilizzo di metodologie d'indagine con l'ausilio di tecnologie moderne, che permetteranno di migliorare notevolmente le capacità previsionali, le azioni di contrasto e di contenimento. Queste tecnologie a supporto delle politiche di monitoraggio e prevenzione dai rischi naturali consentiranno inoltre di disporre di strumenti di analisi e gestione capaci di orientare le scelte verso una ottima allocazione delle risorse in base agli scenari, alle capacità e alle esigenze specifiche del singolo territorio. In questo contesto s'inserisce il progetto SLAM (Servizio per il monitoraggio degli eventi franosi), finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea nell'ambito del programma DUP (Data User Programme), con il fine di implementare un servizio per la mappatura e il monitoraggio degli eventi franosi. Gli utenti del servizio sono tutti gli Enti preposti alla pianificazione e sviluppo del territorio, come ad esempio l'Autorità di Bacino competente nella redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (come da legge 183/1989).

Il principale obiettivo del progetto SLAM è di sviluppare e qualificare un servizio completo, basato su dati acquisiti da satellite,



che sia in grado di fornire prodotti cartografici ad integrazione delle attività operative delle Istituzioni che si occupano della gestione del rischio frane. Una caratteristica del progetto è il ruolo attivo ricoperto dagli utenti dei prodotti finali. Il servizio, infatti, è tagliato sulla base dei requisiti proposti dagli enti, nazionali e locali, che in Italia e in Svizzera sono preposti alla gestione del rischio idrogeologico.

Un altro aspetto innovativo del progetto è l'integrazione delle tecniche di Osservazione della Terra (sia dati SAR che ottici) con i dati acquisiti in situ e tradizionalmente utilizzati dagli utenti per il monitoraggio delle frane. In particolare SLAM è progettato per realizzare tre tipi di prodotto:

- Tipo 1 - Mappatura degli eventi franosi
- Tipo 2 - Monitoraggio degli spostamenti degli eventi franosi
- Tipo 3 - Mappatura della suscettibilità di frana

La *Mappatura degli eventi franosi* è un prodotto su larga scala (scala di bacino) e può essere di supporto alle autorità che si occupano della gestione del rischio

idrogeologico, in particolare per l'aggiornamento degli inventari delle frane e per la pianificazione degli interventi strutturali.

Il *Monitoraggio degli spostamenti degli eventi franosi* permette il monitoraggio dell'area d'interesse attraverso la misura della velocità di deformazione del terreno, classificandosi, perciò, come prodotto su scala di maggiore dettaglio. Questo prodotto risulta particolarmente utile per la classificazione delle frane (R1, R2, R3, R4) e permette di valutare l'efficacia degli interventi strutturali effettuati all'interno dell'area di rischio.

La *Mappatura della suscettibilità di frana* classifica l'area d'interesse rispetto a differenti classi di pericolosità da frana. Il prodotto è realizzato attraverso l'integrazione delle informazioni sulla distribuzione spaziale delle frane, estratta dai due prodotti precedenti, e delle mappe tematiche d'uso del suolo, geomorfologia, pendenze, ed ulteriori disponibili. Questo prodotto trova impiego nelle attività di pianificazione territoriale e di valutazione d'impatto ambientale.

Il progetto SLAM è attivo in Italia e in



Svizzera. Nel nostro paese il servizio di monitoraggio su larga scala (tipo 1) è fornito per un'area nella provincia di Benevento in Campania e per l'intero Bacino del Fiume Arno, si parla di un'area di complessivi 10.000 kmq, mentre l'analisi a scala di dettaglio è sviluppata per alcuni siti test scelti nella regione Campania (Pesco Sannita, Reino, San Marco dei Cavoti, Campolattaro) e all'interno del Bacino del Fiume Arno (Poggibonsi, Pelago, Chianciano e Capannori). Il prodotto di tipo 3 viene sviluppato per il Bacino del Fiume Arno. In Svizzera il servizio è realizzato nei Cantoni Vallese, Friburgo e Ticino.

### LE TECNICHE UTILIZZATE

Aspetto qualificante della metodologia di analisi adottata è l'integrazione delle tradizionali tecniche di studio delle frane con informazioni derivanti dalle più moderne tecnologie di Osservazione della Terra. Tutte le informazioni raccolte, mappe storiche,



immagini telerilevate, informazioni raccolte sul campo, sono poi integrate nei Sistemi Informativi Geografici (GIS).

I dati satellitari radar (SAR), utilizzati per monitorare i siti pilota, sono stati elaborati con tecniche differenti per l'Italia e per la Svizzera.

Per i siti italiani è utilizzata la tecnica d'interferometria SAR dei Riflettori Permanenti (Permanent Scatterers), sviluppata dal Politecnico di Milano e perfezionata da Tele-Rilevamento Europa, si rivela indicata per fornire contributi come la topografia della scena osservata e l'eventuale deformazione del terreno avvenuta nell'intervallo di tempo intercorso tra due acquisizioni. I Riflettori Permanenti sono punti che corrispondono solitamente sia a strutture di origine antropica, quali ad esempio palazzi, dighe, antenne, che a stabili riflettori naturali (rocce esposte).

La tecnica PS è quindi un valido mezzo per identificare e monitorare sia i diversi fenomeni geofisici (subsidenza, frane, faglie sismiche), sia la stabilità di costruzioni e palazzi.

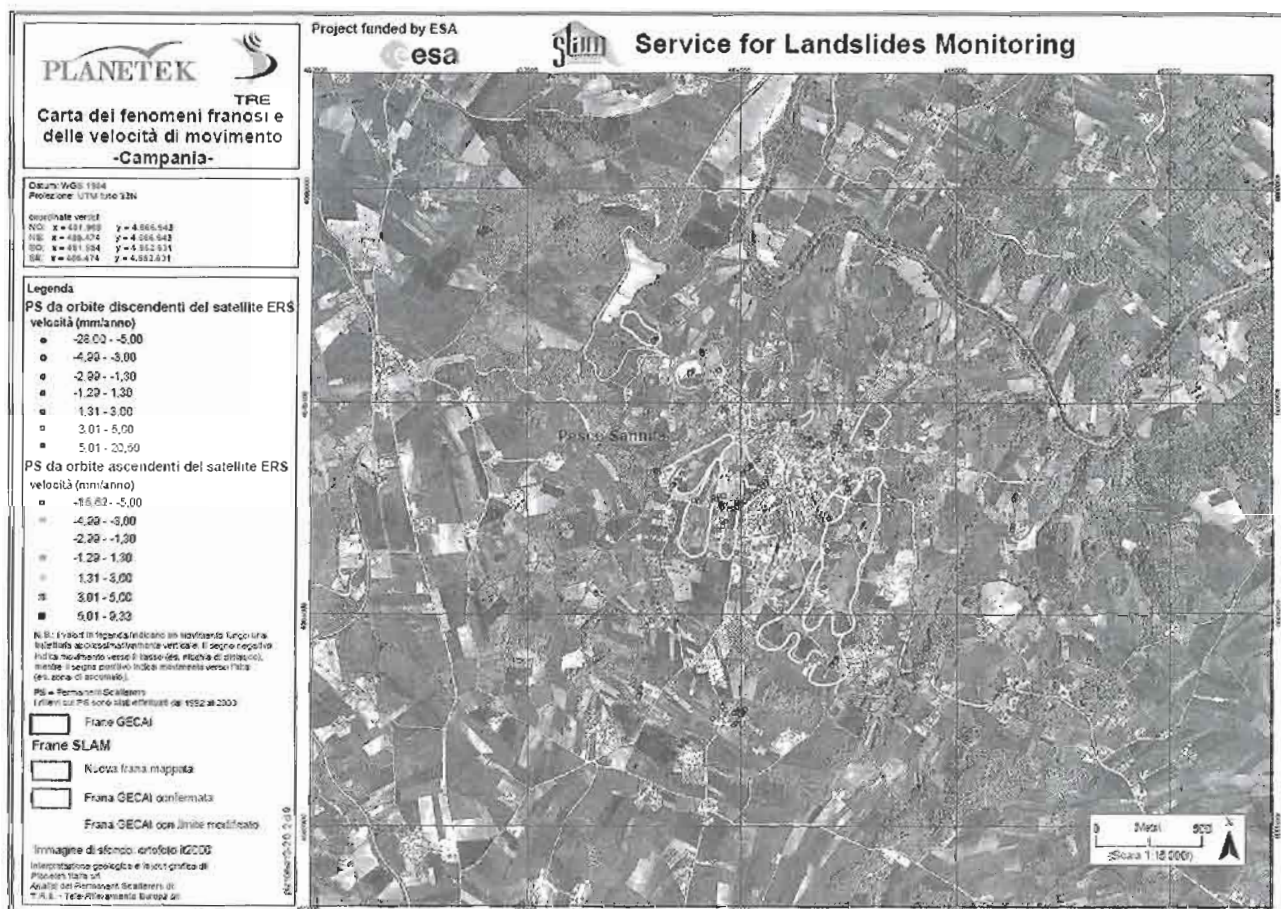
In Svizzera la Gamma Remote Sensing ha invece elaborato, per i siti pilota del proprio paese, la tecnica IPTA (Interferometric Point Target Analysis).

L'interpretazione dei risultati avviene dall'elaborazione dei dati SAR, da dati ottici telerilevati da acquisizione aerea e satellitare, da campagne di misura al suolo e da dati ancillari, come mappe topografiche e modelli digitali del terreno (DEM) dell'area in esame. L'integrazione dei dati avviene in ambiente GIS.

L'analisi di queste informazioni permette, perciò, di interpretare e identificare le variazioni intercorse nel tempo, valutandone la genesi idrogeologica recente e/o di riattivazione. Alcune caratteristiche morfologiche, indicatrici di fenomeni franosi e chiaramente identificabili sulle immagini, sono: scarpate, corone, corpi e lingue di frana, terrazzamenti, crolli, superfici concave di rottura, e linee di drenaggio.

Anomalie superficiali e differenze nella vegetazione (sistemi di drenaggio e filari irregolari, alberi inclinati) caratterizzano inoltre i terreni soggetti a stress idrogeologico.

Altri fattori potenzialmente innescanti i fenomeni franosi, quali la vegetazione, l'uso



del suolo e la pendenza, possono essere ricavati dall'analisi combinata delle immagini telerilevate e dal DEM.

## APPLICABILITÀ PER LA REGIONE PUGLIA

Una delle aree di studio, una porzione sud-orientale della provincia di Benevento e parte del settore nord-orientale della provincia di Avellino, è caratterizzata geologicamente da larghi affioramenti di formazioni, quali la Formazione del Flysch rosso e la Formazione delle Argille Varicolori, che per le loro caratteristiche lito-tecniche predispongono i versanti ai fenomeni di dissesto, come testimoniato dalla presenza di un numero rilevante di frane di differente tipologia, quali scivolamenti rotazionali, traslazionali e movimenti complessi.

Per i 900 kmq di territorio analizzati, il confronto con i dati d'archivio testimonia un

aumento delle frane individuate; inoltre per la metà di esse è stata suggerita la modifica della superficie coinvolta.

I risultati, soddisfacenti sia dal punto di vista numerico che qualitativo, e l'affinità geologica e geomorfologica del sito con ampie zone del SubAppennino Dauno rappresentano una chiara indicazione dell'applicabilità della metodologia SLAM anche su molte aree del meridione e in particolare nella Regione Puglia.

## RUOLO DELLE ORGANIZZAZIONI PARTECIPANTI

La realizzazione del progetto è curata da un consorzio internazionale guidato da Planetek Italia (I), in collaborazione con: TeleRilevamento Europa (I), Gamma Remote Sensing (CH), Spacebel (B), Geotest (CH), e Università degli Studi di Firenze, Dip. Scienze delle Terra (I).

Il progetto prevede il coinvolgimento di organizzazioni nazionali, che si occupano della gestione del territorio: il Ministero dell'Ambiente Italiano e il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), Autorità Nazionale di Bacino del fiume Arno e l'Assessorato all'Ambiente e alla Difesa del Suolo. Sono coinvolte inoltre Autorità Ambientali ed Organizzazioni locali Svizzere per la parte di competenza territoriale e l'elaborazione dei risultati congiunti.

Il Ministero dell'Ambiente Italiano assume il ruolo di coordinatore delle attività, e in particolare la Direzione per la Difesa del Suolo è l'ente direttamente coinvolto nella definizione delle linee guida e delle strategie di pianificazione territoriale.

Il Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) è un gruppo di ricerca del CNR che coopera con il Dipartimento della Protezione Civile per le problematiche legate ai disastri idrogeologici e coordina le attività di ricerca nell'ambito delle inondazioni, frane, deterioramento delle acque ed erosione costiera. Nel progetto SLAM contribuisce al perfezionamento dei requisiti del prodotto, alla validazione e alla valutazione del servizio ed inoltre alla diffusione dei risultati attraverso conferenze internazionali, meeting e articoli scientifici.

L'Autorità di Bacino del fiume Arno, la Regione Campania e alcuni Cantoni Svizzeri hanno partecipato al dibattito tecnico in merito al perfezionamento delle specifiche del prodotto, mettendo a disposizione del consorzio i dati necessari per la realizzazione e la validazione del prodotto, sulla base anche dell'esperienza di utilizzo maturata nello svolgimento dei propri compiti istituzionali.

## **LA PRESENTAZIONE UFFICIALE DEI RISULTATI**

I risultati del progetto SLAM saranno ufficialmente presentati dall'Agenzia Spaziale Europea nel mese di aprile 2005 attraverso un workshop. Per conoscere ulteriori dettagli del progetto è disponibile un sito internet completo in italiano e in inglese all'indirizzo [www.slamservice.info](http://www.slamservice.info)

## **CONCLUSIONE**

I prodotti SLAM si dimostrano strumento innovativo per l'identificazione delle aree instabili su larga scala, facilmente fruibili dalle pubbliche amministrazioni e dalle autorità della protezione civile. Essi, infatti, sono stati definiti e sviluppati sulla base degli standard indicati dagli utenti (ad esempio, scala, contenuto informativo, frequenza di aggiornamento), e dalla legislazione attualmente in vigore in Italia ed in Svizzera.

Tutti gli utenti coinvolti, nel corso del progetto, ricevono gratuitamente i prodotti ottenuti per le aree di propria competenza.

L'integrazione, nell'ambiente GIS (Sistema Informativo Geografico) dell'utente, dei dati telerilevati da satellite e dei dati acquisiti con metodologie tradizionali, permette l'analisi spaziale degli eventi franosi attraverso l'osservazione delle aree soggette a movimenti lenti su scala regionale e locale. Infine SLAM permetterà di arricchire i database delle autorità preposte alla gestione del dissesto idrogeologico costruendo una memoria storica dell'area d'interesse utilizzabile per studi futuri e per una più consapevole pianificazione del territorio.