

TITOLO

I_REMOTES: Integrazione di metodologie di monitoraggio terrestre e satellitare per la valutazione della pericolosità da frana e la sicurezza dighe

Soggetti Attuatori

- Centro ISIDE S.r.l - Centro di Monitoraggio e Controllo
- Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR) – Università di Napoli Federico II

I principali obiettivi del progetto riguardano l'integrazione di tecnologie di telerilevamento e rilevamento per il controllo delle deformazioni superficiali indotte da fenomeni gravitativi di versante (O.R. 1) e di corpi diga (O.R. 2). Entrambi gli obiettivi hanno come riferimento comune il miglioramento dell'applicabilità delle tecnologie di telerilevamento, singolarmente già presenti sul mercato in fase perlopiù prototipale e dimostrativa (TRL6), fino al livello evolutivo più elevato (TRL 9), usualmente richiesto per un'applicazione industriale standardizzata. Il raggiungimento di tale avanzamento consentirà l'adozione delle procedure applicative e dei protocolli *standard* da parte di enti pubblici e privati preposti al monitoraggio delle deformazioni del suolo (es. Protezione Civile ed Enti Gestori di invasi artificiali) ed alla valutazione della pericolosità di fenomeni franosi (es. Autorità di Bacino e tecnici liberi professionisti).

Nello specifico, in considerazione dei limiti e potenzialità di ciascuna tecnologia di telerilevamento disponibile, sia da piattaforma drone UAV che satellitare (DInSAR), la finalità specifica del progetto è quella di testare le metodologie mediante validazione reciproca e confronto con tecniche di rilevamento topografico terrestre (GPS differenziale) in differenti casi di studio di frane e di invasi artificiali; è prevista, per alcuni dei casi in studio, l'implementazione di specifici modelli geotecnici 3D, tarati sulla base dei dati di monitoraggio "tradizionali" da utilizzare per la validazione della tecnica più efficace di elaborazione delle immagini radar. In questa fase è compresa principalmente la ricerca applicata del progetto proposto, che vedrà impegnati i ricercatori del DiSTAR-UNINA ed il personale del Centro ISIDE S.r.l. nell'identificazione, su base scientifica e tecnica, della migliore integrazione possibile tra le differenti soluzioni tecnologiche. In definitiva, la suddetta fase di validazione consentirà di evidenziare, distintamente per ciò che riguarda i differenti livelli di precisione richiesti per il controllo delle deformazioni gravitative di versante e dei corpi diga, le procedure applicabili ad ottenere i risultati più affidabili in termini di accuratezza e precisione e la valutazione della qualità del dato ottenuto.

Gli obiettivi generali anzi descritti, sono stati progettati per essere raggiunti mediante l'esecuzione di cinque sotto-obiettivi intermedi, comuni a ciascun obiettivo principale (O.R. 1 e O.R. 2), di seguito descritti:

1. Identificazione delle tecnologie idonee ai casi di studio

Sulla base delle caratteristiche cinematiche delle aree instabili selezionate, nonché dell'esposizione e delle condizioni morfologiche degli stessi, saranno identificate le tecnologie di telerilevamento più idonee tra quelle disponibili. Nel caso di telerilevamento da piattaforma satellitare (PSInSAR), saranno scelte le immagini derivanti da satelliti con frequenza di passaggio idonea all'analisi dei casi di studio, mentre, nel caso di telerilevamento da piattaforma drone UAV, saranno identificate le modalità di applicazione delle tecnologie utilizzabili (aereofotogrammetria o LIDAR) ed il numero di rilievi da effettuare nell'arco temporale del progetto. Tale analisi preliminare sarà effettuata con criteri adeguati ai differenti livelli di precisione ed accuratezza richiesti per il controllo delle deformazioni di versanti e corpi diga. In subordine, l'analisi sarà calibrata sulle caratteristiche specifiche dei differenti casi di studio, rappresentativi nel contesto territoriale della Campania.

In questa fase iniziale saranno identificati, per ciascuna area-test, punti significativi per il posizionamento di riferimenti fisici, necessari per il telerilevamento PSInSAR (*corner reflectors*), da realizzare *ad hoc* su commissione ad imprese di trasformazione di laminati metallici. Saranno altresì identificati, per ciascuna area-test, punti significativi per il controllo delle deformazioni del suolo mediante tecniche topografiche terrestri (GPS differenziale).

2. Acquisizione dei dati di monitoraggio dei singoli casi studio ed analisi

Dopo l'identificazione delle tecnologie applicabili ai differenti casi di studio, le campagne di telerilevamento da piattaforma drone UAV saranno progettate dal punto di vista logistico e temporale. L'esecuzione dei rilievi sarà affidata a società presenti sul mercato e con comprovata esperienza nel settore. Le fasi operative del rilievo saranno controllate e guidate dai componenti del progetto (DiSTAR e Centro ISIDE S.r.l.). L'acquisizione delle immagini radar sarà invece effettuata presso società concessionarie e distributrici dei suddetti dati satellitari. I dati derivanti da entrambe le tipologie di telerilevamento saranno analizzati con procedure standard per la produzione di corrispondenti prodotti (*deliverables*), sia in forma di *report* che di cartografia tematica.

3. Integrazione e reciproca validazione delle differenti tecnologie applicate ai casi di studio

Obiettivo di questa fase è il confronto reciproco dei risultati delle analisi dei dati di telerilevamento derivanti da piattaforma satellitare e drone UAV nonché l'identificazione di parametri descrittivi del grado di corrispondenza degli stessi, ovvero della precisione delle differenti tecnologie di telerilevamento adottate nei vari casi di studio analizzati. I suddetti risultati saranno successivamente confrontati con i rilievi topografici terrestri (GPS differenziale), ritenuti la misura "vera", nonché con i risultati ottenuti da modelli geotecnici numerici 3D, tarati su questi ultimi, al fine di valutare l'accuratezza delle differenti tecnologie di telerilevamento e delle relative tecniche di elaborazione, e quindi la qualità delle stesse.

4. Sviluppo di procedure e protocolli standard idonei alla caratterizzazione delle differenti tipologie di casi studio

A partire dai risultati conseguiti nella fase precedente, l'obiettivo di questa fase del progetto è la definizione di procedure e protocolli standardizzati per il controllo delle deformazioni del suolo nelle differenti tipologie di casi studio, rispettivamente rappresentativi di movimenti di versante a cinematica da lenta a moderata e di deformazioni dei corpi diga. Le procedure ed i protocolli saranno comprensivi anche dell'indicazione dei livelli di precisione ed accuratezza attesi nonché delle modalità di verifica della qualità dei risultati derivanti dalle differenti tecnologie di telerilevamento, in relazione alle diverse tipologie di casi di studio.

5. Attività di presentazione e disseminazione ai potenziali fruitori finali

Nell'ultima fase del progetto, i risultati ottenuti dall'impiego delle tecnologie di telerilevamento alle differenti tipologie di casi studio, consistenti in procedure e protocolli standardizzati nonché precisioni ed accuratezza attese, saranno presentate ai potenziali fruitori finali (es. Autorità di Bacino, Protezione Civile, Enti gestori di invasi artificiali, Uffici tecnici di Amministrazioni regionali, provinciali e regionali, Ordini professionali e professionisti) mediante attività di disseminazione effettuata mediante convegni, *workshops* ed implementazione di una pagina web per la pubblicazione dei *deliverables*.

I risultati che si intendono industrializzare riguardano procedure per la validazione ed integrazione di tecnologie di telerilevamento, da piattaforma drone e satellitare, e di rilevamento a terra (monitoraggio topografico s.l. e geotecnico) finalizzate alla valutazione ottimale della pericolosità da frane a cinematica da lenta a moderata (Cruden & Varnes, 1996), con particolare interesse alla sicurezza di bacini delle

grandi dighe (diga avente un volume idrico potenzialmente invasabile superiore ad un milione di metri cubi e/o un'altezza di ritenuta dello sbarramento superiore a 15 metri – Art. 10, comma 4 – Legge 18 maggio, n. 183), in differenti contesti geomorfologici della Regione Campania. Le tecnologie di telerilevamento delle deformazioni del suolo indotte da movimenti gravitativi di versante hanno avuto negli ultimi anni una rapida crescita, comportando allo stato attuale l'esistenza e la disponibilità sul mercato di molteplici prodotti, nella gran parte dei casi di tipo prototipale, la cui applicabilità è stata dimostrata in campo scientifico, ma raramente utilizzata nel campo della pianificazione territoriale e della protezione civile. A tale scopo il progetto si prefigge di ottenere risultati di R&S finalizzati all'innovazione dei processi decisionali che guideranno gli Enti preposti al controllo del territorio e delle strutture strategiche nella scelta delle metodologie idonee sia all'analisi della pericolosità da frana, commisurate alla variabile tipologia dei fenomeni franosi e dei contesti territoriali, che al controllo di grandi opere di ingegneria civile quali gli sbarramenti artificiali. I prodotti attesi saranno rappresentati da protocolli metodologici da sperimentare su casi-studio caratteristici del contesto geologico e geomorfologico regionale, sulla base dell'integrazione di metodologie di telerilevamento terrestre e satellitare nonché di misure dirette, validate con l'ausilio di codici di calcolo 3D.

La valorizzazione dei risultati di R&S avverrà calibrando gli stessi: 1) sulle specifiche degli studi di compatibilità idrogeologica richieste dalle Norme di Attuazione dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Autorità di Bacino o Distretto Idrografico), sulle azioni richieste nei Piani di Protezione Civile comunali e, più in generale, sui protocolli di azione previsti dalla Protezione Civile nel caso di frane a cinematica da lenta a moderata che minacciano centri abitati e/o infrastrutture; 2) sui protocolli di monitoraggio strumentali attualmente previsti per le dighe in esercizio sul territorio italiano, secondo le indicazioni fornite dal competente servizio tecnico, finalizzate allo sviluppo di sistemi integrati che permettano di centralizzare le informazioni estese non solo all'opera di sbarramento, ma anche alla stabilità delle sponde dell'intero bacino. Ciò consentirà di attivare un collegamento diretto con gli utenti e fruitori potenzialmente più interessati ai risultati di R&S del progetto. Tale collocazione preferenziale dei risultati di R&S sarà ulteriormente valorizzata da un'attività di disseminazione presso gli Enti stessi, svolta mediante convegni e pubblicazioni.

Le competenze ed expertise della PMI Proponente e dell'Ente di Ricerca co-proponente hanno piena coerenza con quelle richieste per lo sviluppo del progetto R&S proposto. Nella fattispecie, il Soggetto Proponente, rappresentato dal Centro ISIDE S.r.l., ha acquisito una comprovata esperienza nel campo del monitoraggio delle frane e delle deformazioni del suolo nonché, più in generale, nell'ambito del monitoraggio ambientale, avendo sviluppato capacità tecniche sia nell'applicazione di tutte le forme di rilievo topografico s.l. e geologico-tecnico che nello sviluppo autonomo di sensoristica idonea al monitoraggio ambientale.

Il soggetto co-proponente è costituito da ricercatori e docenti del Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse (DiSTAR) e del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA) dell'Università Federico II che, operando in prevalenza nel settore scientifico-disciplinare della Geologia Applicata (SSD GEO-05) e dell'Ingegneria Geotecnica (SSD ICAR-07), hanno maturato negli anni esperienza nel campo del monitoraggio, dell'analisi, della caratterizzazione e della modellazione dei fenomeni franosi, come è testimoniato dai rispettivi curricula scientifici. Alcuni componenti del gruppo di ricerca hanno collaborato alla redazione dei Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come consulenti esterni delle Autorità di Bacino, maturando una specifica esperienza nel trasferimento delle ricerche scientifiche condotte. Le competenze geotecniche disponibili all'interno del soggetto co-proponente garantiscono una profonda conoscenza delle problematiche legate al monitoraggio geotecnico ed alla modellazione numerica di fenomeni franosi ai fini della interpretazione dei meccanismi cinematici. In tale ambito negli ultimi anni sono state acquisite esperienze nell'applicazione della tecnica dell'Interferometria Differenziale SAR (DInSAR) nell'ambito di fenomeni franosi a cinematica lenta e del monitoraggio di dighe (Di Martire et al, 2014). Tali esperienze sono confermate dallo svolgimento di diverse tesi di dottorato aventi come obiettivo l'applicabilità di tale tecnica per il monitoraggio di fenomeni franosi e l'analisi ed il monitoraggio di invasi artificiali