



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

CENTRALE ACQUISTI

DETERMINA DEL DIRIGENTE

Determina Repertorio n. 1394/2019 Prot n. 153783 del 12/09/2019

Data della determina 12/09/2019

Contenuto: Determina di avviso esplorativo per verifica unicità del fornitore ex art. 63 D.Lgs 50/2016

Struttura: Obiettivo Strategico Centrale Acquisti
Dirigente: Dott. Massimo Benedetti

Oggetto: G055_2019 - Determina di indizione di avviso esplorativo per fornitura di prodotti e servizi di telerilevamento tramite interferometria radar basata a terra per il monitoraggio di frane, dissesti idrogeologici ed altri fenomeni geologici.

Responsabile del procedimento: Dott. Massimiliano Nocentini
Struttura: Centro di Protezione Civile
Direttore: Prof. Nicola Casagli

Struttura proponente l'atto: Obiettivo Strategico – Centrale Acquisti
Dirigente: Dr. Massimo Benedetti

Allegati Atto:

Allegato N. 1 Schema avviso esplorativo

Tipologia di pubblicazione **Integrale**



IL DIRIGENTE

VISTO che il Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze svolge attività di monitoraggio, sorveglianza e allertamento, così come di supporto scientifico-tecnologico durante la fase di gestione delle emergenze nell'ambito del Servizio Nazionale della Protezione Civile (Legge n.225/1992) e del sistema di allerta nazionale (Direttiva PCM del 27 Febbraio 2004, Legge 100/ 2012;

CONSIDERATA l'importanza dell'attività svolta dal Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze, anche per le implicazioni riguardanti la pubblica e privata incolumità, risulta fondamentale la scelta della migliore tecnologia per garantire più avanzati e affidabili sistemi di monitoraggio, sviluppo di conoscenze e metodologie specifiche nel campo della previsione e prevenzione dei fenomeni deformativi;

VISTO che il Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze sulla base della comparazione tra le specifiche tecniche dei sistemi attualmente disponibili e valutate le proprie esigenze in relazione alle applicazioni di interesse di protezione civile e servizi di monitoraggio continuo delle deformazioni del terreno, ritenendo necessaria l'acquisizione, funzionale allo svolgimento delle proprie attività istituzionali, della tecnologia GB-InSAR LisaMobile, ha rilevato sul mercato la disponibilità della stessa presso un solo operatore economico, tanto da determinare sull'affidamento caratteristiche di esclusività, unicità e infungibilità;

RITENUTO necessario procedere alla pubblicazione di un Avviso esplorativo per verificare se vi siano altri operatori economici che possano offrire i prodotti e servizi dettagliati nell'allegato tecnico al suddetto Avviso (allegato n. 1);

RITENUTO PERTANTO OPPORTUNO pubblicare specifico Avviso esplorativo volta a confermare l'esistenza dei presupposti previsti dall'art. 63, comma 2, d.lgs. 50/2016 che consenta il ricorso alla procedura negoziata senza pubblicazione del bando ovvero individuare l'esistenza di soluzioni alternative; tale avviso verrà pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Unione Europea (G.U.U.E.) e sul profilo web, sezione Bandi di gara, della Stazione Appaltante;

Il sottoscritto in qualità di Dirigente preposto della Centrale Acquisti, Responsabile del Procedimento ai sensi e per gli effetti dell'art. 5 della L. 241/90, individuato nell'ambito del procedimento in oggetto, per le motivazioni espresse nella parte narrativa del presente atto, che qui si intendono integralmente richiamate,

DETERMINA

di approvare lo schema di Avviso esplorativo (in allegato) e procedere alla pubblicazione dello stesso sul profilo web sezione Bandi di gara della Stazione Appaltante nonché alla pubblicazione di specifico Avviso sulla Gazzetta Ufficiale Unione Europea (G.U.U.E.).

f.to Il Dirigente
Dott. Massimo Benedetti



Allegato n. 1

AVVISO ESPLORATIVO
Rif. Centrale acquisti G055_2019

Avviso pubblico esplorativo finalizzato all'affidamento della fornitura di prodotti e servizi di telerilevamento tramite interferometria radar basata a terra per il monitoraggio di frane, dissesti idrogeologici ed altri fenomeni geologici.

L'Università degli Studi Firenze intende procedere ad un'indagine di mercato volta a confermare l'esistenza dei presupposti che consentono ai sensi dell'art. 63, comma 1, d.lgs. 50/2016 il ricorso alla procedura negoziata senza pubblicazione del bando per l'affidamento di Accordo Quadro, ovvero volta ad individuare l'esistenza di soluzioni alternative.

Il presente avviso è finalizzato esclusivamente ad una consultazione preliminare di mercato in modo non vincolante per l'Università, svolta in ossequio ai principi di trasparenza e massima partecipazione, al fine di non falsare la concorrenza, ai sensi delle Linee guida Anac n. 8 "Ricorso a procedura negoziate senza previa pubblicazione di un bando nel caso di forniture e servizi ritenuti infungibili".

La Stazione Appaltante si riserva inoltre di sospendere modificare o annullare la presente procedura e/o di non dare seguito alla successiva procedura di affidamento.

OGGETTO DELL'APPALTO: DESCRIZIONE E IMPORTO

Il Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze, in qualità di Centro di Competenza del Dipartimento di Protezione Civile per il rischio idrogeologico svolge attività di monitoraggio, sorveglianza e allertamento, così come di supporto scientifico-tecnologico durante la fase di gestione delle emergenze nell'ambito del Servizio Nazionale della Protezione Civile (D.lgs. n. 1/2018) e del sistema di allerta nazionale (Direttiva PCM del 27 Febbraio 2004, Legge 100/ 2012).

Considerata l'importanza di questo tipo di attività, anche per le implicazioni riguardanti la pubblica e privata incolumità, risulta fondamentale la scelta della migliore tecnologia per assicurare alle componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile i più avanzati e affidabili sistemi di monitoraggio.

Il sistema LisaMobile presenta degli oggettivi vantaggi tecnici rispetto agli altri sistemi relativamente, anche tenendo in considerazione il fatto che l'ultima generazione del dispositivo permette di raggiungere tempi di acquisizione inferiori al secondo.

L'elevatissima precisione e l'ottima risoluzione in azimuth rappresentano caratteristiche uniche del sistema LisaMobile, ed infungibili per le esigenze di monitoraggio di fenomeni geologici in campo aperto, anche a grandi distanze operative. La maggiore apertura sintetica, che influenza direttamente la risoluzione in azimuth, consente di ottenere immagini radar con risoluzione decimetrica anche a distanze notevoli. Ciò permette di ricavare informazioni affidabili e ad elevatissima densità spaziale, anche in contesti geomorfologici e ambientali estremi (es. frane, vulcani, pareti rocciose).

L'altissima precisione della tecnica (fino a 0,01 mm) permette di rilevare in modo tempestivo ed efficace variazioni del campo deformativo che consentono agli esperti di svolgere attività effettivamente operative di allertamento rapido in tempo reale e in continuo.

Il ridotto peso di LisaMobile lo rende ideale per applicazioni di pronto intervento, supporto alle emergenze e protezione civile, in condizioni di crisi ed emergenza, permettendo un'installazione molto veloce grazie anche al fatto di essere corredato di treppiedi meccanici predisposti per un



dispiegamento veloce, possedere attacchi rapidi per tutte le parti meccaniche, essere cablato con un numero minimo di connessioni e di poter impostare o richiamare i parametri di misura tramite un display ed un tastierino alfanumerico senza l'ausilio di un PC esterno.

Il software di processamento dei dati del LisaMobile consente una rapidissima elaborazione di immagini depurate da disturbi atmosferici e ambientali in modo estremamente efficace anche in ambiente estremo (es. vulcani attivi, frane rapide, condizioni meteorologiche avverse).

L'indicazione dettagliata dei prodotti e dei servizi richiesti è consultabile nell'allegato n. 1 al presente avviso.

IMPORTO: L'importo complessivo stimato per la durata di efficacia dell'Accordo Quadro ammonta a **€ 800.000,00** oltre IVA.

PROCEDURA

Per l'affidamento del contratto oggetto della presente indagine di mercato, qualora sia assente concorrenza, sarà avviata una procedura negoziata senza previa pubblicazione di un bando di gara, ai sensi dell'art. 63 D.lgs. 50/2016, finalizzata alla sottoscrizione di Accordo Quadro.

CRITERIO DI AGGIUDICAZIONE

L'appalto verrà aggiudicato con il criterio del minor prezzo, ai sensi di quanto stabilito dall'art. 95 del D.Lgs 50/2016.

TERMINE DI ESECUZIONE

La durata dell'Accordo Quadro è stabilito in 4 (quattro) anni, decorrenti dalla data del verbale di attivazione.

SOGGETTI AMMESSI E REQUISITI DI PARTECIPAZIONE.

Sono ammessi a partecipare alle procedure di affidamento gli operatori economici nelle forme di cui all'art. 45 del D.lgs. n. 50/2016 e s.m.i., in possesso dei requisiti generali di moralità di cui all'art. 80 del D.Lgs 50/2016.

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Responsabile del Procedimento di Gara: Dott. Massimiliano Nocentini, Direttore tecnico del Centro per la Protezione Civile (tel 055 2757781 – email [massimiliano.nocentini\(AT\)unifi.it](mailto:massimiliano.nocentini(AT)unifi.it)).

TERMINE E MODALITA' DI PRESENTAZIONE CANDIDATURA

Il termine entro cui inoltrare la candidatura riguardante l'effettiva possibilità di fornire i prodotti e i servizi oggetto del presente Avviso è fissato per il giorno 30/09/2019, ore 18:00.

La candidatura, assieme a tutti i riferimenti di contatto dell'impresa, dovrà pervenire entro la data sopra indicata, a mezzo pec, firmata digitalmente, all'indirizzo ufficio.contratti@pec.unifi.it

Questa amministrazione procederà ad esaminare le eventuali candidature pervenute, riservandosi



la facoltà di procedere con approfondimenti in merito alle effettive possibilità dell'impresa di erogare le prestazioni di cui all'allegato n. 1 e, conseguentemente, di non accogliere quelle ritenute non idonee o non corrispondenti a quanto necessario.

Il presente avviso è pubblicato sul sito web dell'Università degli Studi Firenze <https://www.unifi.it>, sezione Bandi di gara. Ulteriore avviso è pubblicato sulla Gazzetta Europea tramite portale informativo sugli appalti pubblici europei (SIMAP).

L'Università degli Studi di Firenze, ai sensi del regolamento (UE) del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016 e del Codice in materia di dati personali D.L. n.196/2003, informa l'Impresa che tratterà i dati, contenuti negli atti inerenti la pratica oggetto del presente contratto, esclusivamente per lo svolgimento delle attività e per l'assolvimento degli obblighi previsti dalle leggi e dai regolamenti aziendali in materia. Il titolare del trattamento dei Suoi dati personali è l'Università degli Studi di Firenze, con sede in Firenze, Piazza San Marco, 4 telefono 055 27571 e-mail: urp@unifi.it pec: ateneo@pec.unifi.it

Il Responsabile della protezione dei dati (RPD) è il Dott. Massimo Benedetti, Dirigente dell'Area Affari generali e legali, Firenze, via G. la Pira, 4 telefono. 055 2757667 e-mail: privacy@adm.unifi.it

DOCUMENTAZIONE ALLEGATA:

- 1 . Relazione tecnica.

f.to Il Dirigente
dott. Massimo Benedetti



RELAZIONE TECNICA

Advanced GB-InSAR - Tecniche avanzate *Ground-based Interferometric Synthetic Aperture Radar*

Il Centro per la Protezione Civile dell'Università degli Studi di Firenze, in qualità di Centro di Competenza del Dipartimento di Protezione Civile per il rischio idrogeologico svolge attività di monitoraggio, sorveglianza e allertamento, così come di supporto scientifico-tecnologico durante la fase di gestione delle emergenze nell'ambito del Servizio Nazionale della Protezione Civile (D.lgs. n. 1/2018) e del sistema di allerta nazionale (Direttiva PCM del 27 Febbraio 2004, Legge 100/ 2012).

Considerata l'importanza di questo tipo di attività, anche per le implicazioni riguardanti la pubblica e privata incolumità, risulta fondamentale la scelta della migliore tecnologia per assicurare alle componenti del Servizio Nazionale della Protezione Civile i più avanzati e affidabili sistemi di monitoraggio.

Gli ultimi 15 anni hanno visto l'affermarsi della tecnica dell'interferometria radar basata a terra (*Ground-Based Interferometric Synthetic Aperture Radar*, GB-InSAR) il monitoraggio di frane, dissesti idrogeologici ed altri fenomeni geologici, a cui il nostro gruppo di ricerca ha dato un fondamentale contributo nella fase di sviluppo fin dagli anni '90.

In sintesi, questa tecnica consente di misurare lo spostamento di un bersaglio inviando verso di esso due segnali microonde in tempi diversi e registrandone coerentemente l'ampiezza e la fase del segnale retrodiffuso. Se, durante l'intervallo di tempo occorso fra le due misure, si è verificato uno spostamento dello scenario osservato, viene registrato uno sfasamento tra le due misurazioni, dal quale è possibile calcolare l'entità del movimento.

Per ottenere immagini a microonde ad elevata risoluzione (funzione della dimensione dell'antenna del radar) il sensore viene fatto scorrere su di un binario rettilineo, simulando in questo modo un'antenna ad apertura sintetica (SAR) di pari lunghezza. Questo approccio, originariamente sviluppato per le applicazioni satellitari, si è in seguito diffuso anche per piattaforme basate a terra.

--

Le ragioni del successo di questa tecnologia sono da ricercarsi in una serie vantaggi rispetto agli strumenti tradizionali che si possono riassumere come segue:

- possibilità di effettuare misure spazialmente continue dello spostamento di un versante; ciò consente di elaborare delle mappe di spostamento bidimensionali e quindi di superare la limitazione degli strumenti tradizionali che ottengono misurazioni puntuali (cioè riferite solamente ad alcuni punti sparsi);
- precisione sub-millimetrica delle misure;
- buona risoluzione spaziale (dipendente da una serie di variabili ma tipicamente metrica o decimetrica);



- elevata frequenza di campionamento, tale da consentire il monitoraggio ad evoluzione relativamente rapida;
- possibilità di effettuare il monitoraggio senza la necessità di accedere direttamente alla frana, spesso pericolosa o irraggiungibile per gli operatori;
- possibilità di gestire lo strumento ed i dati di monitoraggio da remoto;
- possibilità di effettuare misurazioni in ogni condizione di luminosità ed in condizioni atmosferiche avverse;
- buona durabilità della strumentazione;
- possibilità di operare h24.

Queste caratteristiche fanno del GB-InSAR un valido e versatile strumento di *rapid mapping* e ne permettono la sua integrazione anche all'interno di un sistema di allertamento rapido (*early warning system*) (Casagli *et al.*, 2010). L'impiego dell'interferometria radar con sensori basati a terra costituisce quindi uno dei più evoluti approcci al monitoraggio di versanti soggetti a frane, come dimostrato dalle esperienze pregresse e dal continuo e rapidissimo sviluppo tecnologico (vedi bibliografia in calce).

--

L'interferometria radar da terra è stata impiegata con ottimi risultati in diverse applicazioni. Di seguito se ne elencano alcune:

- monitoraggio di movimenti franosi con fini di protezione civile (Atzeni *et al.*, 2001; Barla *et al.*, 2010; Bardi *et al.*, 2014; Martino *et al.*, 2014; Ferrigno *et al.*, 2017; Lombardi *et al.*, 2017; Casagli *et al.*, 2018a; 2018b; Frodella *et al.*, 2018; Salvatici *et al.*, 2018; Carlà *et al.*, 2019a; 2019b; Intrieri *et al.*, 2019) o per la sicurezza in miniere a cielo aperto (Farina *et al.*, 2011; Severin *et al.*, 2014; Carlà *et al.*, 2018);
- monitoraggio delle deformazioni dei vulcani (Casagli *et al.*, 2003; Macfarlane *et al.*, 2006; Casagli *et al.*, 2009; Di Traglia *et al.*, 2013; Intrieri *et al.*, 2013; Di Traglia *et al.*, 2014a; 2014b);
- creazione di dettagliate mappe digitali di elevazione del terreno (Pieraccini *et al.*, 2000a);
- validazione di modelli teorici del comportamento di strutture o del terreno (Gigli *et al.*, 2011);
- raccolta di serie storiche utilizzabili per modelli di previsione dell'istante di rottura di una frana (Herrera *et al.*, 2011; Carlà *et al.*, 2019a; Intrieri *et al.*, 2019);
- supporto alle reti di monitoraggio con strumenti tradizionali, sia già installate ed operanti sia in fase di installazione (Intrieri *et al.*, 2012). In tal senso, i risultati ottenuti dimostrano come la tecnica possa fornire valutazioni complementari per ottimizzare la distribuzione di tali sensori;
- monitoraggio per la verifica di efficacia di opere di stabilizzazione di versante (Ferrigno *et al.*, 2017);



- ausilio in situazioni di emergenza, quando un evento critico è imminente o appena avvenuto, specialmente nei casi in cui siano a rischio elementi di particolare rilevanza, quali centri abitati, vie di comunicazione o degli stessi operatori impiegati nelle attività di soccorso (Del Ventisette *et al.* 2011; Lombardi *et al.*, 2017; Frodella *et al.*, 2018);
- integrazione all'interno di sistemi di allertamento rapido (Intrieri *et al.*, 2012; 2013; 2017; Casagli *et al.*, 2018b);
- rilevamento di deformazioni in strade, edifici (Pieraccini *et al.*, 2000b), ponti (Pieraccini *et al.*, 2006) e dighe (Tarchi *et al.*, 1999; Alba *et al.*, 2008);
- monitoraggio della stabilità di monumenti storici, siti archeologici e beni culturali in genere (Tarchi *et al.*, 2000; Casagli *et al.*, 2010b; 2011c; Tapete *et al.*, 2013; Pratesi *et al.*, 2015);
- monitoraggio di ghiacciai e nevai (Luzi *et al.*, 2007; 2009; Caduff *et al.*, 2015);
- monitoraggio e allertamento di voragini di sprofondamento (*sinkholes*; Intrieri *et al.*, 2015).

--

Attualmente esistono i seguenti modelli di radar interferometrico da terra:

- LisaMobile prodotto da *omissis*;
- IBIS-FM prodotto da *omissis*;
- FastGBSAR prodotto da *omissis*;
- GPRI prodotto da *omissis*;
- SSR prodotto da *omissis*;
- MSR prodotto da *omissis*.

Le principali caratteristiche dei suddetti sistemi sono riassunte in tabella 1.

Nome del sistema	Prodotto da	Risoluzione in <i>range</i>	Risoluzione in azimut	Precisione nominale	Tempo di acquisizione	Apertura sintetica	Peso
LisaMobile	Ellegi	0.5 m 0.33 m con licenza	2.9 mrad	0.01-3.2 mm	30 secondi	Sì	87 kg
IBIS-FM, IBIS-FL	IDS	0.5 m	4.4 mrad	0.1 mm	3 minuti	Sì	150 - 250 kg

IBIS-ArcSAR	IDS	0.375	4.3 mrad	0.1 mm	40-80 secondi	Sì	ND
HYDRA-X	IDS	0.2 m	8 mrad	<0.1 mm	Da 30 secondi a 2 minuti	Sì	ND
FastGBSAR	Metasensing	0.5 m	4.8 mrad	0.1 mm	5 secondi	Sì	150 - 250 kg
GPRI	GAMMA Remote Sensing AG	0.75 m	7.5 mrad	0.02-4 mm	30 secondi	No	ND
SSR	Groundprobe	0.75 m	9 mrad	0.03-3.5	>10 minuti	No	>250 kg
MSR 300	Reutech	0.75 m	28 mrad	ND	>10 minuti	No	>250 kg

Tabella 1 – Specifiche tecniche dei sistemi interferometrici radar da terra basati a terra (modificato da Monserrat *et al.*, 2014; Crosetto *et al.*, 2015).

--

I sistemi SSR, MSR e GPRI sono **radar interferometrici ad apertura reale**; ciò comporta, a parità di altre condizioni, una risoluzione in azimuth pari alla metà di quella ottenibile con un radar di apertura sintetica pari al diametro dell'antenna reale. In particolare, i sistemi SSR e MSR richiedono l'impiego di un'antenna parabolica di grandi dimensioni per ottenere una buona risoluzione, mentre la capacità di realizzare mappe di spostamento è garantita dal movimento di tale antenna che effettua una scansione dell'intero versante.

Queste due caratteristiche rappresentano una fortissima limitazione per le applicazioni di interesse del Centro per la Protezione Civile; infatti le dimensioni dell'antenna richiedono l'utilizzo di un carrello per il trasporto e quindi rendono lo strumento poco mobile e versatile da un punto di vista logistico. Inoltre, il tempo necessario per un'acquisizione su una porzione anche relativamente piccola di un versante risulta molto maggiore rispetto a quello richiesto da un radar ad apertura sintetica, rendendo tali tecnologie inadatte per scopi di monitoraggio ad alta precisione in tempo reale per la protezione civile.

Il sistema GPRI, pur sempre ad apertura reale, presenta un minor peso della strumentazione e un più ridotto tempo di acquisizione. Esso tuttavia risulta essere meno robusto degli altri per applicazioni in campo aperto, soprattutto per lunghi periodi di tempo ed in condizioni atmosferiche avverse. Anch'esso non risulta essere adatto per applicazioni di protezione civile.

--



IBIS-FM, IBIS-FL, FastGB SAR, e LisaMobile sono **radar ad apertura sintetica** lineare che differiscono fra loro soprattutto per la lunghezza dell'apertura sintetica (binario), la quale influenza la risoluzione in azimuth delle immagini, e per gli algoritmi di processamento, che influenzano la rapidità delle acquisizioni e l'eliminazione dei disturbi del segnale (soprattutto quelli atmosferici e ambientali). IBIS-ArcSAR e HYDRA-X realizzano l'apertura sintetica non lungo un binario lineare ma lungo un percorso circolare. HYDRA-X ha un'apertura orizzontale di 120° mentre IBIS-ArcSAR consente una scansione a 360°; ciò è utile per siti come miniere a cielo aperto dove i versanti instabili sono localizzati tutto intorno al sistema ma è necessario che il radar abbia una posizione centrale tale da garantire una buona linea di vista con tutti i fenomeni di instabilità monitorati. Un limite significativo di HYDRA-X è che ha un *range* operativo di 800 m e quindi richiede di essere installato relativamente vicino al versante da monitorare, il che, in caso di monitoraggio di frane a scopo di protezione civile, è spesso impossibile per ragioni logistiche o di sicurezza.

Le sei tecnologie ad apertura sintetica sopra citate differiscono in modo significativo per tutti i parametri principali:

- risoluzione in *range* (da 0.2 m di HYDRA-X a 0.5 m di IBIS-FM, IBIS-FL, FastGB SAR),
- risoluzione in *azimut* (dai 2.9 milliradiani di LisaMobile ai 8 milliradiani di HYDRA-X)
- precisione nominale (dallo 0.01 mm di LisaMobile a 0.1 mm degli altri)
- tempo di acquisizione (da 5 secondi di FastGB SAR a 3 minuti di IBIS-FL e IBIS-FM)
- peso (da 87 kg di LisaMobile a 150-250 kg di IBIS-FM, IBIS-FL e FastGB SAR)

Il sistema LisaMobile presenta degli **oggettivi vantaggi tecnici** rispetto agli altri sistemi relativamente, anche tenendo in considerazione il fatto che l'ultima generazione del dispositivo permette di raggiungere tempi di acquisizione inferiori al secondo.

L'elevatissima precisione e l'ottima risoluzione in azimuth rappresentano caratteristiche uniche del sistema LisaMobile, ed infungibili per le esigenze di monitoraggio di fenomeni geologici in campo aperto, anche a grandi distanze operative. La maggiore apertura sintetica, che influenza direttamente la risoluzione in azimuth, consente di ottenere immagini radar con risoluzione decimetrica anche a distanze notevoli. Ciò permette di ricavare informazioni affidabili e ad elevatissima densità spaziale, anche in contesti geomorfologici e ambientali estremi (es. frane, vulcani, pareti rocciose).

L'altissima precisione della tecnica (fino a 0,01 mm) permette di rilevare in modo tempestivo ed efficace variazioni del campo deformativo che consentono agli esperti di svolgere attività effettivamente operative di allertamento rapido in tempo reale e in continuo.

Il ridotto peso di LisaMobile lo rende ideale per applicazioni di pronto intervento, supporto alle emergenze e protezione civile, in condizioni di crisi ed emergenza, permettendo un'installazione molto veloce grazie anche al fatto di essere corredato di treppiedi meccanici



predisposti per un dispiegamento veloce, possedere attacchi rapidi per tutte le parti meccaniche, essere cablato con un numero minimo di connessioni e di poter impostare o richiamare i parametri di misura tramite un *display* ed un tastierino alfanumerico senza l'ausilio di un PC esterno.

Il *software* di processamento dei dati del LisaMobile consente una rapidissima elaborazione di immagini depurate da disturbi atmosferici e ambientali in modo estremamente efficace anche in ambiente estremo (es. vulcani attivi, frane rapide, condizioni meteorologiche avverse).

--

In conclusione, sulla base della comparazione tra le specifiche tecniche dei sistemi attualmente disponibili e valutate le esigenze del Centro per la Protezione Civile in relazione alle applicazioni di interesse di protezione civile, la tecnologia GB-InSAR LisaMobile offerta da *omissis* presenta evidenti caratteristiche di **esclusività, unicità e infungibilità**.

--

Bibliografia

- Alba, M., Bernardini, G., Giussani, A., Ricci, P. P., Roncoroni, F., Scaioni, M., Valgoi, P., Zhang, K., 2008. Measurement of dam deformations by terrestrial interferometric techniques. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(1374), 133-139.
- Atzeni, C., Basso, M., Canuti, P., Casagli, N., Leva, D., Luzi, G., Moretti, S., Pieraccini, M., Sieber, A. J., Tarchi, D., 2001. "Ground-based SAR interferometry for landslide monitoring and control", *Proceedings of 15th Int. Conf. Soil Mechanics & Geotechnical Engineering. ATG9 Field Workshop on Landslides and Natural/Cultural Heritages. Trabzon, Turkey, 23-24 August, 2001*, pp. 195-209.
- Barla, G., Antolini, F., Barla, M., Mensi, E., Piovano, G., 2010. Monitoring of the Beaugard landslide (Aosta Valley, Italy) using advanced and conventional techniques. *Engineering Geology*, 116 (3-4), pp. 218-235.
- Bardi F.; Frodella W.; Ciampalini A.; Bianchini S.; Del Ventisette C.; Gigli G.; Fanti R.; Moretti S.; Basile G.; Casagli N., 2014. Integration between ground based and satellite SAR data in landslide mapping: The San Fratello case study. *GEOMORPHOLOGY*, vol. 223, pp. 45-60.
- Baselice, F., Pascazio, V., Schirinzi, G., Ferraioli, G., & Reale, D., 2014. Ground Based SAR for environmental risk monitoring. In *Euro Med Telco Conference (EMTC), 2014* (pp. 1-5). IEEE.
- Caduff, R., Wiesmann, A., Bühler, Y., Pielmeier, C., 2015. Continuous monitoring of snowpack displacement at high spatial and temporal resolution with terrestrial radar interferometry. *Geophysical Research Letters*, 42 (3), pp. 813-820.
- Carlà, T., Farina, P., Intrieri, E., Ketizmen, H., Casagli, N. (2018). Integration of ground-based radar and satellite InSAR data for the analysis of an unexpected slope failure in an open-pit mine. *Engineering Geology*, 235, 39-52.
- Carlà, T., Nolesini, T., Solari, L., Rivolta, C., Dei Cas, L., Casagli, N. (2019a). Rockfall forecasting and risk management along a major transportation corridor in the Alps through ground-based radar



interferometry. *Landslides*, 1-11.

- Carlà, T., Tofani, V., Lombardi, L., Raspini, F., Bianchini, S., Bertolo, D., Thiegaz, P., Casagli, N. (2019b). Combination of GNSS, satellite InSAR, and GBInSAR remote sensing monitoring to improve the understanding of a large landslide in high alpine environment. *Geomorphology*, 335, 62-75.
- Casagli, N., Farina, P., Guerri, L., Tarchi, D., Fortuny, J., Leva, D., Nico, G., 2003. Preliminary results of SAR monitoring of the Sciara del Fuoco on the Stromboli volcano. Picarelli L. (ed.), *Proceedings of IW-Flows2003, International Workshop on Occurrence and Mechanisms of Flow-like Landslides in Natural Slopes and Earthfills, Sorrento (Italy), 14–16 May, 2003*, Patron Editore, Bologna, vol. 2, pp. 291-295.
- Casagli N.; Tibaldi A.; Merri A.; Del Ventisette C.; Apuani C.; Guerri L.; Fortuny-Guasch J.; Tarchi D., 2009. Deformation of Stromboli Volcano (Italy) during the 2007 eruption revealed by radar interferometry, numerical modelling and structural geological field data. *JOURNAL OF VOLCANOLOGY AND GEOTHERMAL RESEARCH*, vol. 182(3-4), pp. 182-200.
- Casagli, N., Catani, F., Del Ventisette, C., Luzi, G., 2010. Monitoring, prediction, and early warning using ground-based radar interferometry. *Landslides*, 7(3), 291-301.
- Casagli, N., Catani, F., Del Ventisette, C., Luzi, G. (2018a). TXT-tool 2.039-3.3: Ground-Based Radar Interferometry for Landslide Monitoring. In *Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools* (pp. 287-295). Springer, Cham.
- Casagli, N., Morelli, S., Frodella, W., Intrieri, E., Tofani, V. (2018b). TXT-tool 2.039-3.2 Ground-Based Remote Sensing Techniques for Landslides Mapping, Monitoring and Early Warning. In *Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools* (pp. 255-274). Springer, Cham.
- Coppi, F., Cerutti, A., Farina, P., De Pasquale, G., Novembrini, G., 2010. An innovative transponder-based interferometric radar for vibration measurements. *AIP Conference Proceedings*, 1253, pp. 209-215.
- Crosetto, M., Monserrat, O., Luzi, G., Cuevas, M., & Devanthery, N., 2015. Deformation Monitoring Using Ground-Based SAR Data. In *Engineering Geology for Society and Territory-Volume 5* (pp. 137-140). Springer International Publishing.
- Del Ventisette, C., Intrieri, E., Luzi, G., Casagli, N., Fanti, R., Leva, D., 2011. Using ground based radar interferometry during emergency: The case of the A3 motorway (Calabria Region, Italy) threatened by a landslide. *Natural Hazards and Earth System Science*, 11 (9), pp. 2483-2495.
- Di Traglia F.; Del Ventisette C.; Rosi M.; Mugnai F.; Intrieri E.; Moretti S.; Casagli N., 2013. Ground-based InSAR reveals conduit pressurization pulses at Stromboli volcano. *TERRA NOVA*, vol. 25(3), pp. 192-198.
- Di Traglia F.; Intrieri E.; Nolesini T.; Bardi F.; Del Ventisette C.; Ferrigno F.; Frangioni S.; Frodella W.; Gigli G.; Lotti A.; Tacconi Stefanelli C.; Tanteri L.; Leva D.; Casagli N., 2014a. The ground-based InSAR monitoring system at Stromboli volcano: Linking changes in displacement rate and intensity of persistent volcanic activity. *BULLETIN OF VOLCANOLOGY*, vol. 76(2), pp. 1-18.
- Di Traglia F.; Nolesini T.; Intrieri E.; Mugnai F.; Leva D.; Rosi M.; Casagli N., 2014b. Review of ten years of volcano deformations recorded by the ground-based InSAR monitoring system at Stromboli



- volcano: a tool to mitigate volcano flank dynamics and intense volcanic activity. *EARTH-SCIENCE REVIEWS*, vol. 139, pp. 317-335.
- Dick, G.J., Eberhardt, E., Cabrejo-Liévano, A.G., Stead, D., Rose, N.D., 2015. Development of an early-warning time-of-failure analysis methodology for open-pit mine slopes utilizing ground-based slope stability radar monitoring data. *Canadian Geotechnical Journal*, 52 (4), pp. 515-529.
- Farina, P., Leoni, L., Babboni, F., Coppi, F., Mayer, L., Ricci, P., 2011. IBIS-M, an innovative radar for monitoring slopes in open-pit mines. In: *Proc., Slope Stability 2011: International Symposium on Rock Slope Stability in Open Pit Mining and Civil Engineering, Vancouver (Canada)*, 18–21September.
- Farina, P., Coli, N., Yön, R., Eken, G., Ketizmen, H., 2013. Efficient real time stability monitoring of mine walls: The çöllolar mine case study. *23rd International Mining Congress and Exhibition of Turkey, IMCET 2013*, 1, pp. 111-117.
- Ferrigno, F., Gigli, G., Fanti, R., Intrieri, E., Casagli, N. (2017). GB-InSAR monitoring and observational method for landslide emergency management: the Montaguto earthflow (AV, Italy). *Natural Hazards & Earth System Sciences*, 17(6).
- Frodella, W., Ciampalini, A., Bardi, F., Salvatici, T., Di Traglia, F., Basile, G., Casagli, N. (2018). A method for assessing and managing landslide residual hazard in urban areas. *Landslides*, 15(2), 183-197.
- Gigli, G., Fanti, R., Canuti, P., Casagli, N., 2011. Integration of advanced monitoring and numerical modeling techniques for the complete risk scenario analysis of rockslides: The case of Mt. Beni (Florence, Italy). *Engineering Geology*, 120 (1-4), pp. 48-59.
- Hakobyan, A., McGuire, P., Power, D., Puestow, T., Moloney, C., Luzi, G., Guccione, P., 2015. Applications and validation tests of ground-based coherent radar for deformation and vibration measurements in Canada's Atlantic region. *Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering*, 2015-June (June), art. no. 7129349, pp. 638-642.
- Intrieri, E., Gigli, G., Mugnai, F., Fanti, R., Casagli, N., 2012. Design and implementation of a landslide early warning system. *Engineering Geology*, 147-148, pp. 124-136.
- Intrieri E.; Di Traglia F.; Del Ventisette C.; Gigli G.; Mugnai F.; Luzi G.; Casagli N., 2013a. Flank instability of Stromboli volcano (Aeolian Islands, Southern Italy): Integration of GB-InSAR and geomorphological observations. *GEOMORPHOLOGY*, vol. 201, pp. 60-69.
- Intrieri, E., Gigli, G., Casagli, N., & Nadim, F., 2013. Brief communication" Landslide Early Warning System: toolbox and general concepts". *Natural Hazards and Earth System Science*, 13(1), 85-90.
- Intrieri E.; Gigli G.; Nocentini M.; Lombardi L.; Mugnai F.; Casagli N., 2015. Sinkhole monitoring and early warning: An experimental and successful GB-InSAR application. *Geomorphology*, vol. 241, pp. 304-314
- Intrieri, E., Bardi, F., Fanti, R., Gigli, G., Fidolini, F., Casagli, N., Costanzo, S., Raffo, A., Di Massa, G., Capparelli, G., Versace, P. (2017). Big data managing in a landslide early warning system: experience from a ground-based interferometric radar application. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(10), 1713.



- Intrieri, E., Carlà, T., & Gigli, G. (2019). Forecasting the time of failure of landslides at slope-scale: A literature review. *Earth-Science Reviews*.
- Lombardi, L., Nocentini, M., Frodella, W., Nolesini, T., Bardi, F., Intrieri, E., Carlà, T., Solari, L., Dotta, G., Ferrigno, F., Casagli, N. (2017). The Calatabiano landslide (southern Italy): preliminary GB-InSAR monitoring data and remote 3D mapping. *Landslides*, 14(2), 685-696.
- Luzi, G., Pieraccini, M., Mecatti, D., Noferini, L., Macaluso, G., Tamburini, A., Atzeni, C., 2007. Monitoring of an alpine glacier by means of ground-based SAR interferometry. *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.* 4 (3), 495–499.
- Luzi, G., Noferini, L., Mecatti, D., Macaluso, G., Pieraccini, M., Atzeni, C., Schaffhauser, A., Fromm, R., Nagler, T., 2009. Using a ground-based SAR interferometer and a terrestrial laser scanner to monitor a snow-covered slope: results from an experimental data collection in Tyrol (Austria). *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 47, 382–394.
- Luzi, G., Crosetto, M., Monserrat, O., 2014. Monitoring a tall tower through radar interferometry: The case of the Collserola tower in Barcelona. *AIP Conference Proceedings*, 1600, pp. 171-179.
- Luzi, G., Gentile, C., Crosetto, M., 2015. Radar-based operational modal testing of large structures: Two case studies in Spain. 6th International Operational Modal Analysis Conference, IOMAC 2015.
- Macfarlane, D. G., Wadge, G., Robertson, D. A., James, M. R., & Pinkerton, H., 2006. Use of a portable topographic mapping millimetre wave radar at an active lava flow. *Geophysical research letters*, 33(3).
- Marchisio, M., Piroddi, L., Ranieri, G., Calcina, S.V., Farina, P., 2014. Comparison of natural and artificial forcing to study the dynamic behaviour of bell towers in low wind context by means of ground-based radar interferometry: The case of the Leaning Tower in Pisa. *Journal of Geophysics and Engineering*, 11 (5), art. no. 055004.
- Martinez-Vazquez, A., & Fortuny-Guasch, J., 2008. A GB-SAR processor for snow avalanche identification. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on*, 46(11), 3948-3956.
- Martino, S., Mazzanti, P., 2014. Integrating geomechanical surveys and remote sensing for sea cliff slope stability analysis: The Mt. Pucci case study (Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14 (4), pp. 831-848.
- McHugh, E.L., D.G. Long, and C. Sabine, 2004. "Applications of Ground-Based Radar to Mine Slope Monitoring", *ASPRS Annual Conf. Proc.*, Denver, Colorado, 12 p., May 23-28.
- Monserrat, O., Crosetto, M., Luzi, G., 2014. A review of ground-based SAR interferometry for deformation measurement. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 93, pp. 40-48.
- Noferini, L., M. Pieraccini, D. Mecatti, G. Macaluso, G. Luzi, C. Atzeni, 2007. "DEM by Ground-Based SAR Interferometry", *IEEE Geosci. Remote Sens. Letters*, vol. 4, pp. 659-663.
- Pieraccini, M., Tarchi, D., Rudolf, H., Leva, D., Luzi, G., Atzeni, C., 2000. "Interferometric radar for remote monitoring building deformations", *Electron. Lett.*, vol. 36, no. 6, pp. 569-570.
- Pieraccini, M., Fratini, M., Parrini, F., & Atzeni, C., 2006. Dynamic monitoring of bridges using a high-



- speed coherent radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 44(11), 3284.
- Pratesi F.; Nolesini T.; Bianchini S.; Leva D.; Lombardi L.; Fanti R.; Casagli N., 2015. Early warning GBInSAR-based method for monitoring Volterra (Tuscany, Italy) city walls. *IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN APPLIED EARTH OBSERVATIONS AND REMOTE SENSING*, vol. 8(4), pp. 1753-1762.
- Rudolf, H, D Leva, D Tarchi, AJ Sieber, 1999. A mobile and versatile SAR system, 1999 IGARSS Proc, Hamburh.
- Salvatici, T., Stefano, M., Pazzi, V., Frodella, W., & Fanti, R. (2018). Integrating back analysis and forward modelling of a debris flow with GB-InSAR data to assess the risk in a mountainous valley floor. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 20, p. 5275).
- Severin, J., Eberhardt, E., Leoni, L., Fortin, S., 2014. Development and application of a pseudo-3D pit slope displacement map derived from ground-based radar. *Engineering Geology*, 181, pp. 202-211.
- Tapete D.; Casagli N.; Luzi G.; Fanti R.; Gigli G.; Leva D., 2013. Integrating radar and laser-based remote sensing techniques for monitoring structural deformation of archaeological monuments. *Journal Of Archaeological Science*, vol. 40(1), pp. 176-189.
- Tarchi, D, E Ohlmer, AJ Sieber, 1997. Monitoring of structural changes by radar interferometry, *res nondestr eval*, vol 9, 213-225.
- Tarchi, D., Rudolf, H., Luzi, G., Chiarantini, L., Coppo, P., Sieber, A. J., 1999. "SAR interferometry for structural change detection: a demonstration test on a dam", *Proc. of Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 1999*, vol. 3, pp. 1525-1527.
- Tarchi, D., Rudolf, H., Pieraccini, M., Atzeni, C., 2000. Remote monitoring of buildings using a ground-based SAR: application to cultural heritage survey. *International Journal of Remote Sensing*, 21(18), 3545-3551.
- Tarchi D.; Casagli N.; Moretti S.; Leva D.; Sieber A.J., 2003. Monitoring landslide displacements by using ground-based synthetic aperture radar interferometry: Application to the Ruinon landslide in the Italian Alps. *Journal of Geophysical Research*, vol. 108(8), pp. 10-14.

f.to Il Presidente del Centro
Prof. Nicola Casagli