



1. Research activity (max 1.000 words)

I processi deformativi che possono determinare deformazioni del terreno (es. frane, subsidenze, cedimenti , ...) naturali o indotti da attività antropiche, appartengono ai processi morfogenetici caratterizzati dal movimento di materiale (roccia, detriti o terra) lungo i versanti ad opera della forza di gravità. (Canuti 1996; Cruden 1996)

Con il termine “frana” si può designare un singolo fenomeno franoso o riferirsi, in generale, ad un insieme di più fenomeni che interessano una porzione di territorio. Esistono cause innescanti e fattori predisponenti che determinano questi processi morfogenetici, solitamente molteplici, complessi e spesso combinati tra loro.

Tra i fattori predisponenti individuiamo:

- caratteristiche topografiche dell’area;
- presenza di intercalazioni argillose;
- presenza di stratificazione, fessurazione, laminazione o scistosità;
- incoerenza del materiale;
- elevata fratturazione;
- pressione antropica.

Tra le cause innescanti possiamo individuare:

- attività sismica;
- scalzamento al piede di un versante a opera di acque fluviali o litorali;
- processi di disgregazione meteorica;
- precipitazioni meteoriche particolari;
- pressione antropica.

Il concetto di frana è stato oggetto di molteplici interpretazioni, così come le discipline scientifiche che trattano tale fenomenologia si sono evolute e sviluppate nel tempo. Una delle tecniche attuali utilizzate per investigare su larga scala le deformazioni del suolo e gli spostamenti è l’interferometria differenziale SAR (DInSAR) – *Differential Interferometric Synthetic Aperture Radar*. (Mazzanti 2011; Mazzanti 2013; Sung 2013)

Il segnale radar, inviato da un sensore a bordo di un satellite e retrodiffuso da un bersaglio a terra è caratterizzato da due valori: l'ampiezza e la fase. La fase racchiude l'informazione più importante ai fini delle applicazioni interferometriche: la distanza sensore-bersaglio. L'interferometria differenziale è la tecnica di analisi dei dati SAR che si basa sull'analisi dell'evoluzione del valore di fase tra due distinte acquisizioni in modo tale da mettere in luce segnali riconducibili a fenomeni di deformazione, topografia o disturbi atmosferici. L'obiettivo della tecnica interferometrica è quello di isolare i contributi di fase dovuti al movimento del bersaglio e non imputabili ad altri fattori o disturbi. La fase di una singola immagine SAR non è utilizzabile perché risulta impossibile discriminare un contributo dall'altro. Se si hanno, però, due acquisizioni relative alla stessa area, accuratamente registrate sulla stessa griglia di riferimento, è possibile utilizzare l'informazione contenuta in esse. In questo caso si genera un interferogramma sottraendo la fase di un'immagine a quella dell'altra. Tipicamente, un interferogramma presenta una serie di "frange" colorate, in cui i diversi colori rappresentano diversi valori di differenza di fase. Ciascuna frangia rappresenta un ciclo di variazione della fase interferometrica. Se non avvengono particolari cambiamenti nel periodo tra le due acquisizioni, i contributi dovuti alla riflettività si annullano e la fase dell'interferogramma dipende, con buona approssimazione, solo dalla distanza sensore-bersaglio e quindi da eventuali movimenti intercorsi tra le due acquisizioni (a parte i contributi spuri dovuti all'atmosfera e al rumore). In condizioni ideali dunque, l'interferogramma differenziale può essere assimilato ad una mappa degli spostamenti.

I risultati ottenuti con tale tecnica possono essere compromessi da alcuni effetti:

- Fenomeni di decorrelazione temporale, causati dalla variazione delle proprietà elettromagnetiche (riflettività) dei bersagli radar nel tempo. Questi fenomeni risultano più marcati al crescere dell'intervallo di tempo tra le due acquisizioni utilizzate, definito baseline temporale.
- fenomeni di decorrelazione geometrica, causati dalla distanza tra le due orbite effettivamente percorse dal sensore durante l'acquisizione delle due immagini (detta baseline normale o geometrico), maggiore è il valore assoluto della baseline, minore è la banda comune tra i due segnali e quindi minore è il rapporto segnale-rumore relativo all'interferogramma da esse generato.

Per ovviare agli effetti della decorrelazione temporale e di quella geometrica, per l'analisi degli spostamenti vengono utilizzate alcune tecniche avanzate (A-DInSAR) che sfruttano un elevato numero di acquisizioni SAR (e di relativi interferogrammi) multi-temporali. Tra le tecniche A-DInSAR, una delle più consolidate è quella definita "*Persistent Scatterers*". Tale tecnica è basata sull'osservazione che un piccolo sottoinsieme di bersagli radar, costituito dai PS, è quasi immune agli effetti di decorrelazione geometrica e temporale. Tali bersagli preservano coerenza di fase e possono essere utilizzati per ricostruire e compensare efficacemente il disturbo atmosferico sull'intera immagine radar, sfruttando il fatto che le condizioni atmosferiche variano lentamente nello spazio, e non sono correlate nel tempo. Affinché ciò sia possibile è

necessario disporre di data set di almeno 25-30 immagini satellitari, e che la densità spaziale di PS sia sufficientemente elevata (maggiore di 5 PS/km²). (Ferretti 2000; Ferretti 2001)

Per la quantità di dati da utilizzare nell'analisi delle deformazioni del suolo: dati storici, acquisizioni SAR derivanti da differenti costellazioni satellitari, sarà certamente utile cercare di applicare metodi di Machine Learning, apprendimento automatico, per creare algoritmi di correlazione preliminari tra movimenti del suolo, cause innescanti e caratteristiche geologiche/geomorfolologiche delle aree interessate dagli spostamenti.

Con il termine Machine Learning si intende la possibilità di addestrare una macchina ad elaborare, imparare e trarre “conoscenze” utili da una grande quantità di dati. La macchina sarà in grado di imparare a svolgere determinati compiti migliorando, tramite l'esperienza, le proprie capacità, risposte e funzioni. Le differenti tecniche di apprendimento e sviluppo degli algoritmi danno vita ad altrettante possibilità di utilizzo che allargano il campo di applicazione dell'apprendimento automatico. Per tale motivo, si ritiene che tale tecnica possa essere utilizzata per trovare una connessione tra gli spostamenti osservati, mediante tecnica interferometrica, le cause scatenanti e la tipologia di composizione del terreno interessato da tali spostamenti. (Raschka 2018)

Come Area di Interesse è stato selezionato il territorio della Basilicata poiché caratterizzato, nel corso degli anni, da differenti tipologie di deformazioni del terreno alcune dovute anche ad attività antropiche (estrazione petrolifere, dighe, etc). Difatti la Basilicata non costituisce una regione geologica e morfologica ben definita, e comprende porzioni di strutture geologiche che hanno continuità con le regioni confinanti. Si possono distinguere tre grandi unità morfologiche e geologiche:

- 1) l'Appennino suddiviso in due complessi fondamentali: calcareo-dolomitico (serie carbonatica) e terrigeno;
- 2) la Fossa Bradanica o premurgiana;
- 3) l'Avampaese Apulo parte del tavolato murgiano pugliese.

(Bentivenga 2004; Bozzano 2017; Giocoli 2015)

2. Research products

a) Publications (ISI journals)

1. M. Virelli, M.L. Battagliere, A. Coletta “ASI COSMO-SkyMed Mission overview and data exploitation”, IEEE Geosci. Remote Sens. Mag., vol. 2, no. 2, pp. 64–66, Jun. 2014.
2. Gaia Vaglio Laurin, Ruggero Avezano, Valentina Bacciu, Fabio Del Frate, Dario Papale, Maria Virelli, COSMO-SkyMed potential to detect and monitor Mediterranean maquis fires and regrowth: a pilot study in Capo Figari, Sardinia, Italy, Luglio 2018 su iForests.

3. Maria Libera Battaglierea, Maria Virelli, Giseppe F. De Luca, Alessandro Coletta, Status And Perspectives Of The International Cooperation Based On The Italian Eo Space Asset Cosmo-Skymed, Acta Astronautica, 2018

b) Publications (NON ISI journals)

1. Maria Libera Battagliere, Maria Virelli, Giuseppe F. De Luca, Alessandro Coletta, status and perspectives of the international cooperation based on the italian EO space asset COSMO-skymed, Proceeding 68th International Astronautical Congress (IAC), 25-29 September 2017 Adelaide, Australia.
2. Maria Libera Battaglierea, Maria Virelli, Fabrizio Lenti, Alessandro Coletta, COSMO-Skymed Data Exploitation: Global Trend, Perspectives And Lessons Learnt, Proceeding 68th International Astronautical Congress (IAC), 25-29 September 2017 Adelaide, Australia.
3. Recognition of terrestrial impact craters with COSMO-SkyMed, M.Virelli, S. Staffieri, M. L. Battagliere, M. Di Martino, A. Coletta and E. Flamini, Proceedings ESA Living Planet Symposium, 9-13 May 2016 Prague, Czech Republic.
4. A.R. Pisani, M. Virelli, S. Zoffoli, L. Candela and A. Coletta, The Italian Space Agency support in the Committee on Earth Observation Satellites (CEOS) initiatives. Proceedings ESA Living Planet Symposium, 9-13 May 2016 Prague, Czech Republic.
5. S. Zoffoli, A.R. Pisani, M. Virelli, L. Candela, A. Coletta ,Programs for access COSMO-SkyMed data for science. Proceedings ESA Living Planet Symposium, 9-13 May 2016 Prague, Czech Republic.
6. M.L. Battagliere, L. Dini, M. G. Daraio, P. Sacco, M. Virelli, A. Coletta and O. Piperno, COSMO-SkyMed Open Call: an opportunity for the international scientific community and national SMES, Proceedings ESA Living Planet Symposium, 9-13 May 2016 Prague, Czech Republic.
7. M. Virelli, M.L. Battagliere, A. Coletta “The COSMO-SkyMed support to monitoring structural and ground deformations”, Proceedings of 7th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-7 2015), 1-3 July 2015, Torino, Italy
8. M. Virelli, P. Sacco, M.G. Daraio, M.L. Battagliere, A. Coletta “COSMO-SkyMed Mission: applications and accomplishments”, Proceedings of 7th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-7 2015), 1-3 July 2015, Torino, Italy.
9. R. G. Avezzano, G. Vaglio Laurin, F. Covello, M. Virelli, F. Del Frate, G. Schiavon, R. Valentini, “POST-FIRE REGROWTH MONITORING USING

COSMO-SKYMED MULTIPOLARIZATION PRODUCTS”, ESA-ESRIN Frascati, Polinsar 26-30 January 2015.

10. M.G. Daraio, M.L. Battagliere, P. Sacco, M. Virelli, A. Coletta “COSMO-SkyMed data utilization and applications”, Proceedings of 65th International Astronautical Congress, 29 September–3 October 2014, Toronto, Canada.
11. P. Sacco, M.L. Battagliere, M.G. Daraio, M. Virelli, F. Covello, A. Coletta “From COSMO-SkyMed to COSMO Seconda Generazione: evolutions and perspectives”, Proceedings of 65th International Astronautical Congress, 29 September–3 October 2014, Toronto, Canada.
12. G. Avezzano, G. Vaglio Laurin, F. Covello, M. Virelli, F. Del Frate, G. Schiavon, R. Valentini, Garda, “POST FIRE MONITORING IN A MEDITERRANEAN AREA WITH COSMO SKYMED PRODUCTS.”, R. Italia ForestSAT2014, Riva del Garda 04-07 November 2014.

c) Manuscripts (submitted, in press)

13. Enrico Flamini, Stelvio Staffieri, Goro Komatsu, Maria Virelli, Maria Libera Battagliere, Alessandro Coletta and Mario Di Martino, Encyclopedic Atlas of Terrestrial Impact Craters, Springer Ediction, In Press Stampa Prevista a Dicembre 2018.

d) Abstracts

1. M.L. Battagliere, M. G. Daraio, P. Sacco, M. Virelli, A. Coletta, “Aerospace technology and Dual Use: COSMO-SkyMed mission status and future perspectives”, EUSAR 2016, Bonn, Germany.
2. Herve YESOU, Claire HUBER, Benoit LAIGNEL, LAI Xijun, Sylvaine DAILLET, Imen TURKI, Sadri HAOUET, Laurence FRUTEAU, Mathias STUDER, Jean Francois CRETAUX, HUANG Shifeng, Maria VIRELLI, Yves Louis DESNOS & Paul De FRAIPONT, Analysis of the hydrological conditions of the Yangtze River’s connecting lakes based on 15 years of DRAGON EO time series and fields measurements. Earth Observation for Water Cycle Science 2015 20-23 October 2015 ESA-ESRIN, Italy.
3. G.Vaglio Laurin, M.Virelli, V.Bacciu, , R.G.Avezzano, F.Del Frate, G.Schiavon and R.Valentini, Monitoring fire effects on the Mediterranean vegetation with COSMO-SkyMed remote sensing data”, ICFBR2015, Alghero, Italy, 26-29 May 2015.
4. YESOU, Herve; HUBER, Claire; GIRAUD, Henri; STUDER, Mathias; HAOUET, Sadri; DE FRAIPONT, Paul; VIRELLI, Maria; DESNOS, Yves-Louis, Mapping water bodies exploited multi-sensors and multi resolution optical and

SAR data: gained experience from plain flood monitoring in Western Europe and Asia”, Mapping Water Bodies from Space (MWBS) 18-19 March 2015.

5. R. G. Avezzano, G. Vaglio Laurin, F. Covello, M. Virelli, F. Del Frate, G. Schiavon, R. Valentini, “USE OF COSMO-SKYMED CONSTELLATION FOR MONITORING THE POST-FIRE VEGETATION REGROWTH: THE CAPO FIGARI CASE STUDY.”, IGARSS 2014
6. F.Vespe, R.Pacione, C.Benedetto, B.Pace, V.Scasciamacchia, R.Tolve, M.Virelli, M.Amoruso, P.Sacco, “THE ROLE OF GPS NETWORKS FOR METEOROLOGY APPLICATIONS IN THE MEDITERRANEAN AREA”, 3rd International Meeting on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, 6-9th June 2011
7. F.Vespe, R.Pacione, C.Benedetto, B.Pace, V.Scasciamacchia, R.Tolve, M.Virelli, M.Amoruso, P.Sacco, “CLIMATE INVESTIGATION IN MEDITERRANEAN AREA WITH GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEMS”, 3rd International Meeting on Meteorology and Climatology of the Mediterranean, 6-9th June 2011
8. Luceri , G. Bianco , C. Sciarretta , M. Virelli, “TRF datum and ilrs network geometry”, V Proceedings 16th International Workshop on Laser Ranging, Poznan Poland, October 13-17, 2008

N.B. I dottorandi del primo anno al punto 1 possono inserire il riassunto del progetto di ricerca (max 1.000 parole)