

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Sismicità indotta: monitoraggio e sistemi di allerta sismica

A2 Responsabile

(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)

Responsabile
Referente per il Dip. Aldo Zollo

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: Aldo Zollo
Prof. Associati:
Ricercatori universitari: Guido Russo
RTDA: Matteo Picozzi
RTDB:

A4 Collaborazioni con altri enti

INGV Osservatorio Vesuviano; AMRA scarl; GFZ Potsdam; ECGS Luxembourg

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

V. Convertito, S. Parolai, D. Bindi, A. Oth

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti: Guido Adinolfi, Simona Colombelli
Borsisti Post-doc:
Borsisti:

A7 Dottorandi di Ricerca

De Landro G., M. Supino

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

La ricerca consiste nello studio delle caratteristiche della sismicità misurata in aree in cui vengono sfruttate le risorse del sottosuolo (e.g. geotermia, estrazione di petrolio e gas, stoccaggio di gas, etc.) e delle sue correlazioni con le attività industriali. In tali contesti, l'analisi dei piccoli terremoti indotti da attività antropiche, soprattutto quelli legati alla re-iniezione di grandi quantità di fluidi nel sottosuolo, è propedeutica alla comprensione dei meccanismi di innesco di grandi terremoti.

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

La ricerca ha riguardato principalmente il caso di studio dell'area "The Geysers"

(California), la più grande area geotermica al mondo, ed è stata finalizzata a:

- lo sviluppo di metodologie per l'analisi spazio-temporale dei parametri descrittivi della sismicità e in particolare dei parametri della sorgente dei terremoti (i.e., localizzazione, momento sismico, meccanismo di frattura, stress-drop, efficienza sismica), finalizzate alla discriminazione tra sismicità naturale e indotta;
- la realizzazione di studi tomografici 4D per il controllo e la caratterizzazione evolutiva delle aree dove vengono effettuate re-iniezioni di vaste quantità di fluidi (tracciamento dei volumi nei quali la migrazione dei fluidi causa la variazione delle proprietà elastiche/anelastiche del mezzo incassante);
- l'analisi di pericolosità sismica dipendente dal tempo per aree caratterizzate da sismicità indotta e lo sviluppo di sistemi di allerta basati su diversi livelli di pericolosità.

Nel corso del 2016, è stato realizzato un esperimento scientifico in Irpinia denominato 'MOMA - Micro-earthquakes mOnitoring at the Irpinia active fault zone by Micro-Arrays' in collaborazione con l'istituto Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences, Germany, finalizzato alla sperimentazione di antenne sismiche ad alta risoluzione per la detezione e caratterizzazione della micro-sismicità ed il monitoraggio della faglia che generò il terremoto Mw 6.9 nel 1980. Nel corso dell'esperimento, sono state installate 3 antenne sismiche nelle località di Conza della Campania, Laviano e Lioni. Il set di dati raccolto è attualmente oggetto di ricerca scientifica.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

Le attività di ricerca programmate per il prossimo triennio relative al tema della sismicità indotta saranno indirizzate a:

- lo studio dei parametri di sorgente, l'analisi della loro variazione spazio-temporale, anche in relazione alla variazione dei volumi e dei tassi di fluidi re-iniettati nel sottosuolo (progetto SHEER).
- lo sviluppo di metodologie d'analisi interferometriche per lo studio del rumore sismico ambientale e della sismicità indotta finalizzate alla caratterizzazione delle variazioni delle proprietà elastiche del mezzo e alla detezione della migrazione di fluidi (progetto STAR 2014 TIMES).
- studi di fattibilità circa la realizzazione di antenne sismiche on-shore ad alta risoluzione per il monitoraggio della sismicità off-shore e array lineari in pozzi off-shore localizzati in prossimità delle piattaforme di estrazione/iniezione di fluidi (accordo quadro MISE e Dip. Fisica UNINA, accordo internazionale di ricerca con il GFZ di Potsdam).
- sviluppo di metodologie per l'analisi spazio-temporale dei parametri descrittivi della sismicità e, qualora disponibili per i casi di sperimentazione pilota, della deformazione del suolo e della pressione di

poro legati ad attività di reiniezione di fluidi nel sottosuolo (acque di strato) e di estrazione/stoccaggio di idrocarburi in impianti off-shore (accordo quadro MISE e Dip. Fisica UNINA).

- la realizzazione, per aree pilota prescelte dal MISE, di studi di scenario (simulazioni di terremoti caratteristici indotti e naturali con magnitudo variabile e processi di frattura complessi). (Accordo quadro MISE e Dip. Fisica UNINA).
- Studio di fattibilità per la realizzazione di tomografia 4D (cioè la ricostruzione di immagini tri-dimensionale delle proprietà elastiche/anelastiche del sottosuolo in funzione del tempo) finalizzata al controllo e alla caratterizzazione evolutiva dei giacimenti off-shore (accordo quadro MISE e Dip. Fisica UNINA).

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo: 5

Pubblicazioni più significative:

Ruiz-Barajas, S., Sharma, N., Convertito, V., Zollo, A., and Benito, 2017, Temporal evolution of a seismic sequence induced by a gas injection in the Eastern coast of Spain, accepted on SCIENTIFIC REPORTS – NATURE

Picozzi M., Oth A., Parolai S., Bindi D., De Landro G., and Amoroso O., 2017, Accurate estimation of seismic source parameters of induced seismicity by a combined approach of generalized inversion and genetic algorithm: application to The Geysers geothermal area, California, submitted on JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH: SOLID EARTH (status: minor revision).

Grigoli F., Simone Cesca, Ortensia Amoroso, Antonio Emolo, Aldo Zollo, Torsten Dahm (2014) [Automated seismic event location by waveform coherence analysis](#), 1742-1753. In *Geophysical Journal International* 196 (3).

Amoroso, Ortensia; Ascione, Alessandra; Mazzoli, Stefano; et al.(2014) Seismic imaging of a fluid storage in the actively extending Apennine mountain belt, southern Italy GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS Volume: 41 Issue: 11 Pages: 3802-3809.

Woith H., Parolai S., Boxberger T., Picozzi M., Özmen Ö., Milkereit C., Lühr B.G., Zschau J. (2014). Spatio-temporal variability of seismic noise above a geothermal reservoir. *Journal of Applied Geophysics*, Volume 106, July 2014, Pages 128–138. doi:10.1016/j.jappgeo.2014.04.012.

Zollo, Aldo; Orefice, Antonella; Convertito, Vincenzo (2014) Source parameter scaling and radiation efficiency of microearthquakes along the Irpinia fault zone in southern Apennines, Italy JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-SOLID EARTH Volume: 119 Issue: 4 Pages: 3256-3275.

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

Picozzi M., Oth A., Parolai S., D. Bindi, G. De Landro, O. Amoroso, and A. Emolo, Seismic source parameters of the induced seismicity at The Geysers geothermal area, California, by a generalized inversion approach, 2017 Annual Meeting SEISMOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA 18–20 APRIL, DENVER, COLORADO.

Picozzi, M., Oth, A., Parolai, S., Bindi, D., De Landro, G., and Amoroso O., Seismic source parameters of the induced seismicity at The Geysers geothermal area, California, by a generalized inversion approach, 2016, 35th General Assembly of the European Seismological Commission, ESC 2016, Trieste, Italia.

Amoroso A., De Landro G., Russo G., Zollo A. (2015). 4D imaging of elastic/anelastic medium properties: application to the Geyser geothermal area AGIS Workshop on Induced Seismicity (<http://www.seismo.ethz.ch/research/groups/schatzalp/main>).

Orefice A., A. Emolo, N. Maercklin, E. Matrullo, O. Amoroso, V. Convertito, N. Sharma, A. Zollo, G. Festa, M. Picozzi (2013). Analysis of induced seismicity at The Geysers geothermal field, California, GEISER Final Conference May 30/31, 2013 Napoli, Italy

Emolo A., N. Maercklin, E. Matrullo, A. Orefice, O. Amoroso, V. Convertito, N. Sharma and A. Zollo (2012). Analysis of Induced Seismicity at The Geysers Geothermal Field, California. Abstract S43D-2500 presented at 2012 Fall Meeting, AGU, San Francisco, Calif., 3-7 Dec.

Zollo A., Ortensia Amoroso, Vincenzo Convertito, Antonio Emolo, Gaetano Festa, Nils Maercklin, Emanuela Matrullo, Antonella Orefice, Nitin Sharma, and Matteo Picozzi, Analysis of Induced Seismicity at The Geysers Geothermal Field, California. GEOITALIA 2013, Pisa, 16-18 Settembre 2013.

Zollo A. , Linee guida per il monitoraggio – MiSE, Idrocarburi e sismicità in Italia – programma, Roma, mercoledì 12 Novembre 2014.

Zollo A., Earthquake source parameter scaling laws and time---varying medium properties at The Geysers geothermal field, California, Workshop sulla Sismicità Indotta, Roma, Giugno 2015, MISE

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

- SHEER (AMRA)

- STAR 2014 'TIMES' (UNINA)

- Accordo Quadro tra il Ministero dello sviluppo economico, Direzione Generale per la Sicurezza anche ambientale delle attività minerarie ed energetiche - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e Dipartimento di Fisica "Ettore Pancini", dell'Università degli Studi di Napoli Federico II.