



EDITORIALE

“[Lasciare le tende e ricominciare la vita](#)
” *Gianfranco Colacito*

[CRONACA](#) | [POLITICA](#) | [ECONOMIA](#) | [CULTURA](#) | [G8](#) | [SCIENZA & TECNOLOGIA](#) | [SPORT](#) | [RUBRICA](#) | [DAI LETTORI](#) | [EDITORIALE](#) | [OPINIONI](#)

[Home](#) ▶ [Scienza & Tecnologia](#) ▶ Terremoti: non profezie, ma scienza galileiana

Cerca nel sito

Lunedì, 7 Settembre 2009

[REDAZIONE](#) | [ADVERTISING](#) | [LAVORA CON NOI](#) | [RSS](#)

Terremoti: non profezie, ma scienza galileiana



Teramo - Auscultare il cuore della Terra. Ecco l'Antenna Sismica Sotterranea del Gran Sasso, l'UnderSeis (UNDERground SEISmic array) alla ricerca dell'onda perfetta per monitorare la radiazione sismica con elevata sensibilità. Intervista al Professor Roberto Scarpa. Ecco le registrazioni giornaliere dell'esperimento ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Il progetto UNDERSEIS è svolto tra ricercatori dell'Università di Salerno, dell'INGV-Osservatorio Vesuviano e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Infn. Qui non si fanno profezie, ma scienza galileiana. (di Nicola Facciolini)

Auscultare il cuore della Terra e la roccia su cui viviamo, si può fare. La Terra è viva, il suo cuore batte di energia nucleare (decadimento radioattivo) ed elettro-magnetica. In Italia siamo letteralmente “strizzati” da placche tettoniche e faglie altamente pericolose, è l'ora che il diritto, i politici e gli amministratori pubblici se ne rendano definitivamente conto nel “governo” delle nostre città. Gli scienziati fanno già il loro dovere che non è di natura “profetica” ma scientifica ed economico-finanziaria nel reperimento dei fondi necessari ai loro esperimenti galileiani. L'epoca di Star Trek è ancora lontana. Alla ricerca dell'onda perfetta, dello stile di rottura della faglia, del modello matematico più raffinato in grado di descrivere magnificamente il fenomeno sismico e di fare la differenza rispetto alle nostre attuali conoscenze, in prima linea troviamo i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Infn e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Istituzioni pubbliche. Grazie a Dio ed alla tecnologia, fortunatamente illesi sono il personale e le strutture dei Laboratori del Gran Sasso dove sanno molto bene cosa sono i terremoti. Immaginate una densa rete di sensori e sismografi disposti a raggiera presso le sale e le gallerie che costituiscono i Laboratori sotterranei di Fisica Nucleare del Gran Sasso, con un'apertura di circa 400×600 metri. Essa costituisce un'antenna sismica a piccola apertura angolare e grande precisione: è installata in una regione sismicamente attiva dell'Appennino centrale italiano, nelle vicinanze di una serie di faglie.



Il progetto prevede 20 sismometri a 3 componenti ad alta sensibilità e corto periodo (banda 1-50 Hz). La spaziatura media tra i sismometri è di 90 m e permette di risolvere lunghezze d'onda nell'intervallo 180-500 m, corrispondenti a velocità di fase nell'intervallo 0.2 - 10 km/s. Il professor Roberto Scarpa dell'Università di Salerno, responsabile dell'esperimento, ci rivela in esclusiva che “il progetto UNDERSEIS, attualmente gestito dal mio gruppo all'Università di Salerno, è un sistema di formato da 20 stazioni sismiche ad elevata sensibilità concepito per lo studio dei processi dinamici attivi nella regione appenninica”. Osserviamo questi dati: cosa indicano, prof. Scarpa?



“Sono le registrazioni giornaliere, ad una delle stazioni dell'antenna, nei giorni 5 e 6 aprile 2009. Si evidenziano la relativa calma il giorno precedente, e la scossa principale, seguita da numerose repliche. L'elaborazione continua per la verifica sistematica di eventuali anomalie non solo della sismicità ma delle vibrazioni di fondo (ricerca di segnali coerenti nel tremore), ai fini di rilevare debolissimi segnali legati sia alla fratturazione sismiche che asismica”. L'elaborazione dei dati del sistema UNDERSEIS non è effettuabile in linea perché legata non ad un programma di monitoraggio ai fini di Protezione Civile ma solo di ricerca di base. “D'altra parte i dati sismologici sono utilizzabili solo ai fini di prevenzione, per caratterizzare la sismicità

di un territorio, e non per la previsione. Questa rimane ad oggi solo un obiettivo di ricerca coronato più da insuccessi che da successi. I media spesso, dopo il verificarsi di queste calamità, riportano casi di previsione, sempre risultati inefficaci dopo attenta verifica scientifica. Basti ricordare il metodo VAN, così pubblicizzato per anni ed anche ritenuto valido da personalità nel campo, che ha mostrato correlazioni inesistenti con i terremoti". Per quanto riguarda la situazione a Teramo, ed in generale di tutte le altre regioni sismiche italiane, la scienza cosa dice? "Il mondo scientifico non può dare rassicurazioni ma solo invitare a tenere presente che viviamo, per la quasi totalità dell'Italia, in zona a carattere sismico (fortunatamente modesta se rapportata alle regioni della zona circumpacifica). Bisognerebbe prestare maggiore attenzione ai controlli sulle costruzioni ed alla normativa antisismica". Inizialmente è stata effettuata una dettagliata analisi sulle proprietà del rumore di fondo, calcolando spettrogrammi su una finestra temporale di 20 giorni. Successivamente è stata studiata la correlazione spaziale del rumore di fondo, in funzione della frequenza, su finestre temporali notturne e diurne. "I risultati ottenuti sono stati usati per selezionare la banda di frequenza su cui effettuare l'analisi multicanale delle tracce sismiche. E' stata poi sviluppata una procedura automatica di analisi del segnale basata su criteri di soglia dello spettro di potenza del vettore Slowness, calcolato utilizzando l'algoritmo MUSIC. L'applicazione di questa procedura sulle registrazioni continue effettuate durante il 2005 ha consentito la selezione di circa 500 terremoti. Molti di essi (270) sono eventi locali con magnitudo compresa tra 1.5 e 2 e circa il 10% di essi non sono inclusi nel catalogo INGV. Ciò indica che UNDERSEIS fornisce un significativo miglioramento alla completezza del catalogo. In seguito è stata condotta un'analisi multicanale più raffinata, che ha permesso una robusta e precisa stima della direzione di arrivo del campo d'onda attraverso l'array. Mediante la misura dell'azimuth della direzione di propagazione e dei ritardi S-P sono state effettuate localizzazioni epicentrali precise". Un "array" sismico è costituito da un set di sismografi distribuiti su un'area della superficie della terra in uno spazio sufficientemente limitato cosicché la forma d'onda del segnale può essere correlata tra i sismometri adiacenti. "Questo strumento geofisico, installato nei laboratori sotterranei del Gran Sasso (Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), è situato in una zona sismica dell'Appennino centrale. Esso ha l'obiettivo di monitorare la radiazione sismica con elevata sensibilità; è un array sismico di piccola apertura composto da 20 sismometri a tre componenti a corto periodo (Mark L4C-3D)".

Array di sismometri sono usati per lo studio della struttura della terra su scala globale, regionale e locale, per lo studio dei processi sorgente dei terremoti, esplosioni nucleari e, più recentemente, per l'analisi di segnali complessi associati all'attività vulcanica. "Il principale vantaggio di un array sismico consiste nella capacità di rivelare piccoli segnali attraverso uno "stack" della forma d'onda. L'attività sismica dell'Appennino centrale, ed in particolare nella regione del massiccio del Gran Sasso, nonostante gli eventi tragici di queste ore, è relativamente bassa se paragonata ad altre aree europee sismicamente attive, come la Grecia centrale. Sono stati monitorati tre sciame sismici nell'agosto 1992, nel giugno 1994 ed ottobre 1996, con il più grande tra questi eventi avente $ML=4.2$ ". Questi sciame costituiscono gli eventi più intensi avvenuti dopo il 1985 nella stessa regione. "In media, circa un microterremoto al giorno di magnitudo $ML=1$ all'interno di 20 km di raggio dai L.N.G.S.-I.N.F.N., avvengono. Le strutture esistenti nei laboratori, oltre alle caratteristiche sismotettoniche, fanno di esso un eccellente sito per lo studio riferito allo sviluppo di tecniche ad alta sensibilità per la rivelazione di precursori sismici". La configurazione ottimale di un array è ottenuta, generalmente, attraverso un compromesso tra il bisogno di avere un campionamento coerente del campo d'onda ed il bisogno di un'adeguata risoluzione azimutale, la quale richiede un'antenna (array) a larga apertura. "Comunque, nella scelta, si è stati limitati dalla geometria e le dimensioni dei laboratori, cosicché si è deciso di partire con 20 ricevitori. Per questo, Underseis ha una piccola apertura (400 x 600 m) ed una spaziatura media tra i sensori di circa 90 m, che permette di risolvere lunghezze d'onda nell'intervallo tra 1800-500 m che corrispondono a velocità di fase tra 0.2 e 10 km/s (la risposta in frequenza è nel range 1-20 Hz)". Il principale vantaggio di questa configurazione geometrica è il miglioramento del rapporto segnale-rumore e la possibilità di eseguire una dettagliata analisi di propagazione e composizione dell'onda. "L'array è pienamente operativo dal maggio 2002. La configurazione attuale consiste di 20 elementi, ognuno equipaggiato di un sismometro MARK Product L4C-3D, 1 Hz, 3 componenti. Il segnale sismico è digitalizzato localmente ad ogni stazione sismica con un range dinamico di 24 bit ed una frequenza di campionamento di 100 Hz. La sincronizzazione del dato è ottenuta grazie all'utilizzo di un oscillatore di precisione che trasmette l'impulso UTC sincronizzato che proviene da un orologio atomico alle varie schede AD presenti alle diverse stazioni. I pacchetti di dati sincronizzati sono quindi inviati via cavo seriale ad un set di 5 PC industriali (PC nodali), i quali sono connessi attraverso una rete ethernet ad un server centrale ed ad un calcolatore on line. progetto dei componenti hardware e software di UnderSeis è partito negli anni 90; negli anni successivi il sistema è stato migliorato attraverso uno sforzo tecnologico in collaborazione tra gli ingegneri dell'Università di Granada (Spagna), l'Università de L'Aquila (oggi il team lavora per l'Università di Salerno) e l'I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)- Osservatorio Vesuviano". Un programma in c-shell è stato scritto per la selezione automatica dei dati. Questo programma è eseguibile su un calcolatore dedicato Linux ai L.N.G.S.. Come lavora il programma? "Lavora come segue: dieci minuti dopo ogni cambio dell'ora (ossia qualche minuto dopo che il server centrale chiude il file orario di registrazione dei dati), il programma si connette al server dell'array e scarica tutti i files relativi alle varie stazioni ed all'ora stabilita; converte questi files in formato SAC; esegue l'algoritmo MUSIC (multiple signal correlation analysis), calcolando il vettore di slowness, lo spettro, l'azimut di propagazione del campo d'onda ed i parametri di correlazione, per i files convertiti. MUSIC è eseguito su una finestra temporale scorrevole di 2 s (con il 50% di sovrapposizione). La griglia di ricerca della slowness varia da -0.5 a 0.5 s/km con passo di 0.02 s/km sia nella direzione x che in y; esegue una procedura a soglia per lo spettro di potenza della slowness; se viene rilevato un picco, viene scritto un file di informazione, ed i files dati in formato SAC sono "tagliati" attorno al picco (50 s prima e 100 s dopo il picco) per far sì che il terremoto cada nella finestra selezionata e salvati come nuovi files in una nuova directory". Dopo aver selezionato ed immagazzinato i dati, si esegue un'analisi più raffinata. Cosa fate? "Ad ogni evento selezionato vengono contrassegnate manualmente da un operatore le varie fasi del terremoto. Il programma MUSIC viene nuovamente eseguito con una griglia di slowness più fine (-0.24 a 0.24 s/km con passo 0.004 s/km nelle direzioni x ed y). Questo metodo permette una più robusta e precisa stima della direzione di arrivo dell'onda piana che attraversa l'array. Misure di azimut di propagazione e di differenza temporale S-P sono successivamente usati per valutare la posizione epicentrale dell'evento".

L'array temporaneo di Fontari (FonArray) è collocato a Campo Imperatore? "Dagli inizi di giugno 2007, un array temporaneo di superficie, composto da 6 stazioni, è stato installato nella piana di Fontari, vicino a Campo Imperatore (1950 m sul livello del mare). Esso è stato installato con buona approssimazione sulla verticale al di sopra di UnderSeis. I dettagli tecnici, sono: 6 sismometri a corto periodo 3D Lennartz LE 3D Lite a 1 Hz, 18 canali, dischi magneto-ottici (512 Mb) o memory cards (1 Gb, 2Gb or 5Gb) per l'immagazzinamento dei dati, alimentazione a 12 V tramite pannelli solari e batterie, campionamento a 125 Hz. Quattro stazioni sono state installate all'interno di garages o vecchie costruzioni, mentre le restanti due sono state installate all'aperto. L'acquisizione è durata circa sei mesi, da giugno a novembre 2007. I dati di FonArray possono essere usati per una serie analisi, specialmente se analizzati assieme a quelli di UnderSeis. Argomenti per future attività di ricerca possono essere riassunti come segue: analisi di rumore sismico con tecniche d'array per la valutazione di un modello di velocità superficiale; comparazione del rumore sismico registrato con FonArray e quello registrato ad UnderSeis; analisi di terremoti con varie tecniche, dando particolare importanza agli eventi registrati in coincidenza tra i due array; studi di polarizzazione delle onde primarie e secondarie per terremoti locali e regionali; analisi in polarizzazione del rumore sismico".

Quali sono le potenzialità dello strumento Infn-Ingv Underseis?

"L'array sismico a piccola apertura è un potente strumento ad alta sensibilità, progettato ed installato presso i L.N.G.S.: Underseis fornisce un unico sistema di monitoraggio per indagare sull'attività sismica dell'Appennino centrale ed in particolare del massiccio del Gran Sasso e dell'intera regione Abruzzo. La posizione dell'array all'interno dei laboratori, assicura un soglia di detezione molto bassa ($M=1.0$) con un elevato rapporto segnale-rumore. I dati dell'array possono essere usati per tracciare una mappa dell'attività sismica, utilizzando la procedura automatica. Questo sistema fornisce importanti informazioni sulla struttura della velocità dell'onda sismica nei pressi dell'array e lungo la zona sismogenetica. Le analisi svolte confermano che la risoluzione dell'array Underseis permette analisi in tempo reale della sismicità di bassa e media intensità. Queste capacità aprono nuovi scenari nella definizione delle strutture sismogenetiche, unitamente a studi dell'inomogeneità della crosta terrestre e dei processi sorgente".

Diamo voce agli scienziati perché la meritano.

05 Settembre 2009

Categoria : [Scienza & Tecnologia](#)