

# Rapporti tecnici

# INGV

**SeismicOffice, una suite software per  
l'analisi e la gestione dei dati sismici**

# 248



## **Direttore**

Enzo Boschi

## **Editorial Board**

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

## **Segreteria di Redazione**

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

[redazionecen@ingv.it](mailto:redazionecen@ingv.it)



# Rapporti tecnici INGV

## **SEISMICOFFICE, UNA SUITE SOFTWARE PER L'ANALISI E LA GESTIONE DEI DATI SISMICI**

Placido Montalto, Marco Aliotta, Carmelo Cassisi, Andrea Cannata

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo)

# 248



## Indice

Introduzione	5
1. Il Database	5
1.1 Panoramica della struttura di <i>SeismicOffice</i>	6
2. Il software <i>SeismPicker</i>	7
2.1 Finestre principali di <i>SeismPicker</i>	10
2.2 Ordinamento tracce	11
2.3 Finestra di localizzazione evento	11
2.4 Filtraggio dei segnali	12
3. Moduli GIS	13
3.1 GMapView	13
3.2 SeismGIS	14
3.2.1 L'interfaccia principale di <i>SeismGIS</i>	15
3.2.2 Creazione di scenari	16
3.2.3 Estensione multi-monitor di <i>SeismGIS</i>	18
3.2.4 Visualizzazione delle stazioni e interazione con <i>SeismPicker</i>	19
4. <i>Client</i> per l'interrogazione del database	21
5. Interfaccia web <i>SismoWeb</i>	22
Conclusioni	24
Bibliografia	25



## Introduzione

La *suite software*, oggetto del presente lavoro, mette a disposizione una serie di *tools* per l'analisi, la visualizzazione e l'archiviazione dei dati relativi agli eventi sismici registrati dalla rete di monitoraggio sismico dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Osservatorio Etneo-Sezione di Catania.

Nucleo centrale del sistema prodotto è il database implementato per l'organizzazione e archiviazione dei dati, al fine di renderli fruibili a tutti i software *client* che ne fanno richiesta.

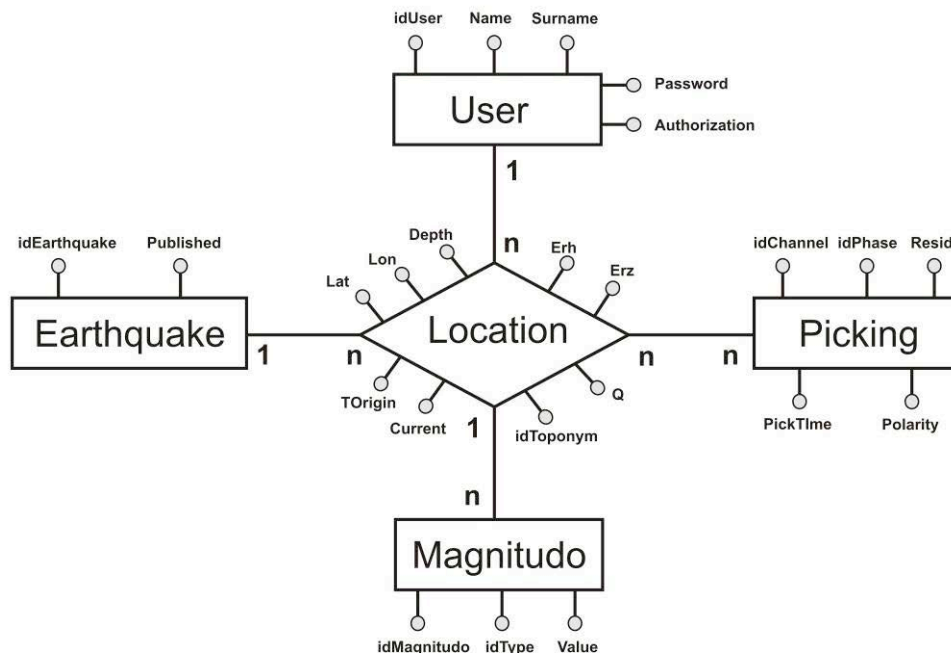
Il pacchetto software include moduli per la localizzazione di terremoti, moduli GIS per la loro visualizzazione su mappa, moduli per l'interrogazione del database e, infine, l'interfaccia web per la fruizione dei dati mediante web browser.

Al momento della stesura del seguente report, il database è in funzione presso l'Unità Funzionale di Sismologia dell'INGV – Osservatorio Etneo ed è attualmente impiegato per l'archiviazione degli eventi da fratturazione analizzati dal Gruppo di Analisi Dati Sismici [Gruppo Analisi Dati Sismici, 2012].

I software che verranno presentati nel presente report sono in particolare: *SeismPicker*, un modulo per la localizzazione degli eventi sismici e la loro archiviazione nel database; *SeismGIS* e *GMapView*, software per la visualizzazione mediante moduli GIS; *Navigator*, interfaccia di interrogazione al database; *SismoWeb*, interfaccia web che consente l'interrogazione della banca dati.

## 1. Il Database

Come brevemente riportato nell'introduzione, il sistema si basa su una banca dati progettata per l'archiviazione degli eventi sismici. Il database è stato realizzato mediante l'impiego di un *Relational Database Management System* (RDBMS) ed, in particolare, mediante l'uso dell'RDBMS open source MySQL [MySQL ref.]. La struttura principale è quella riportata in figura 1 mediante l'impiego di un diagramma Entità-Relazione.



**Figura 1.** Diagramma individuate Entità-Relazione del database proposto.

L'entità principale è l'evento sismico *earthquake*, il quale viene definito mediante un attributo identificativo e un attributo *published* che indica se l'evento può essere visualizzato mediante i software di interrogazione (ad esempio mediante la pagina web) o meno. L'entità *earthquake* è legata alle altre entità mediante la relazione *location*, i cui attributi principali sono il tempo origine, le coordinate ipocentrali dell'evento, l'errore sull'orizzontale e l'errore sulla verticale. In questo modello un evento può avere più localizzazioni, di cui quella principale definita mediante l'attributo *current*. Altri campi, non riportati in figura, vengono impiegati per ridondare informazioni come, ad esempio, il toponimo più vicino all'area epicentrale e il valore di *strain release* (ricavato dalla magnitudo). Sebbene questi ultimi attributi possano essere considerati semplici campi calcolati, la loro archiviazione rende più veloce alcuni tipi di interrogazione al database, come la richiesta dello *strain release* per un dato intervallo temporale.

Altre entità sono state introdotte per una migliore gestione del database: l'entità *usr*, ad esempio, identifica gli operatori abilitati all'aggiornamento del database. In questo caso, le localizzazioni sono logicamente connesse con l'operatore che le ha effettuate.

L'entità *picking* è relativa a tutte le informazioni relative ai *picking* effettuati sulle diverse forme d'onda impiegate per la localizzazione dell'evento. In questo riportiamo gli attributi più significativi: *picktime*, *phase*, *polarity*, *Tarrival* e *Resid*. Il primo attributo è il tempo di arrivo della fase accessibile dal campo *idPhase*; il campo *polarity* si riferisce alla sua polarità (*up/down*); *arrival* si riferisce al tipo di arrivo (es. Impulsivo/Emergente); *Resid* è il residuo.

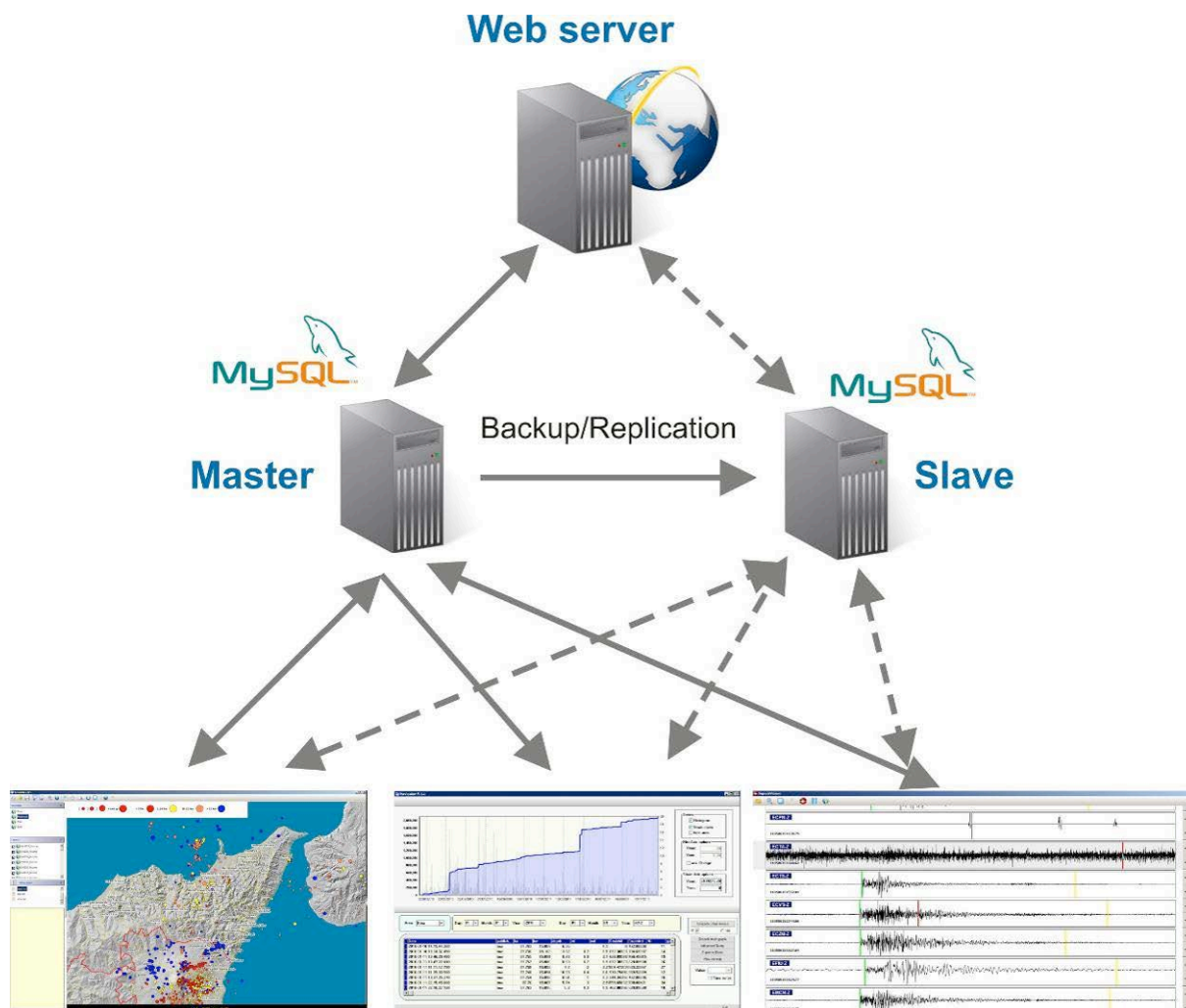
Al fine della sicurezza dei dati, l'accesso al database è consentito solo agli utenti della tabella *users* che siano stati abilitati mediante l'attributo *authorization*. Inoltre, sull'intero archivio viene eseguito un backup automatico giornaliero e una replica su un server di backup da impiegare in caso di guasto al server principale.

### 1.1 Panoramica della struttura di *SeismicOffice*

Il sistema implementato in linguaggio Delphi [Delphi ref.] consente una gestione dei dati multi-utente ovvero, mediante i software sviluppati, più utenti possono contemporaneamente inserire e richiedere informazioni al database. Il software prodotto comprende sia applicazioni che pagine consultabili via web. In particolare mentre *SeismPicker*, *SeismGIS* e *Navigator* sono delle applicazioni *win32*, *Sismoweb* è una *web application* realizzata per la condivisione delle informazioni in internet/intranet mediante l'utilizzo di un web browser. Le applicazioni *win32* costituiscono i *client* per l'accesso al database e vengono utilizzate all'interno della rete dell'INGV – Osservatorio Etneo mediante la validazione dell'utente. Analogo discorso vale per l'accesso via web, dove i dati vengono resi disponibili in base ai livelli di accesso di cui gode l'utente che ne fa richiesta.

Lo schema di figura 2 illustra in linea di principio il sistema prodotto. Più in dettaglio, i server per l'archiviazione dei dati sono due: uno agisce da server principale (*Master*) mentre il secondo da server secondario (*Slave*). Un ulteriore server è impiegato come server web per la gestione dell'interfaccia web. In figura 2 sono rappresentate le connessioni tra le applicazioni ed i server mediante linee continue e tratteggiate. Le prime indicano le connessioni con il server *master* mentre, le seconde, indicano la connessione con il server *slave* qualora il master non dovesse funzionare. Questa configurazione garantisce la continuità del servizio in caso di mal funzionamento del server principale.





**Figura 2.** Schema concettuale del sistema prodotto. Le linee tratteggiate indicano le connessioni che entrano in funzione nel caso di accesso al server di backup.

## 2. Il software *SeismPicker*

L'applicativo *SeismPicker* consente all'utente il caricamento delle tracce sismiche al fine di effettuare i *picking* per la localizzazione degli eventi sismici. L'interfaccia principale è costituita da cinque pannelli (figura 3a). Al momento della stesura del presente report tecnico *SeismPicker* è in grado di interfacciare file in formato SUDS, forme d'onda su file ASCII opportunamente formattati, file proprietari creati ad hoc per *SeismPicker*.

Il pannello I (*toolbar*) (figura 3b) contiene i pulsanti cliccabili per avviare operazioni base quali apertura file, connessione al database delle stazioni, apertura modulo GIS (*SeismGIS*), localizzazione evento etc.

Il pannello II consente l'esplorazione multi-traccia dei buffer di segnale caricati e fornisce, per ogni singola traccia, funzioni di zoom, scansione temporale mediante cursore mobile. Inoltre, mediante menu contestuale sulle tracce è possibile accedere alle funzionalità utili alla gestione dei *picking* e dei segnali.

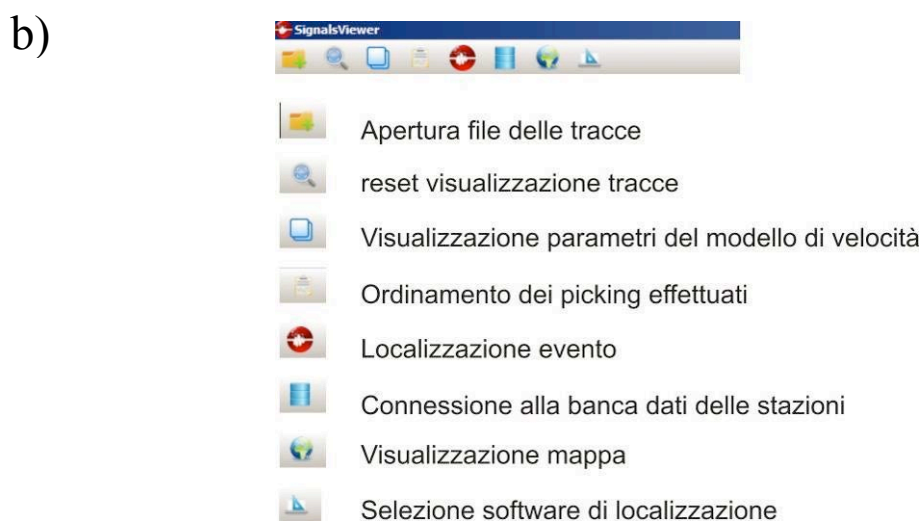
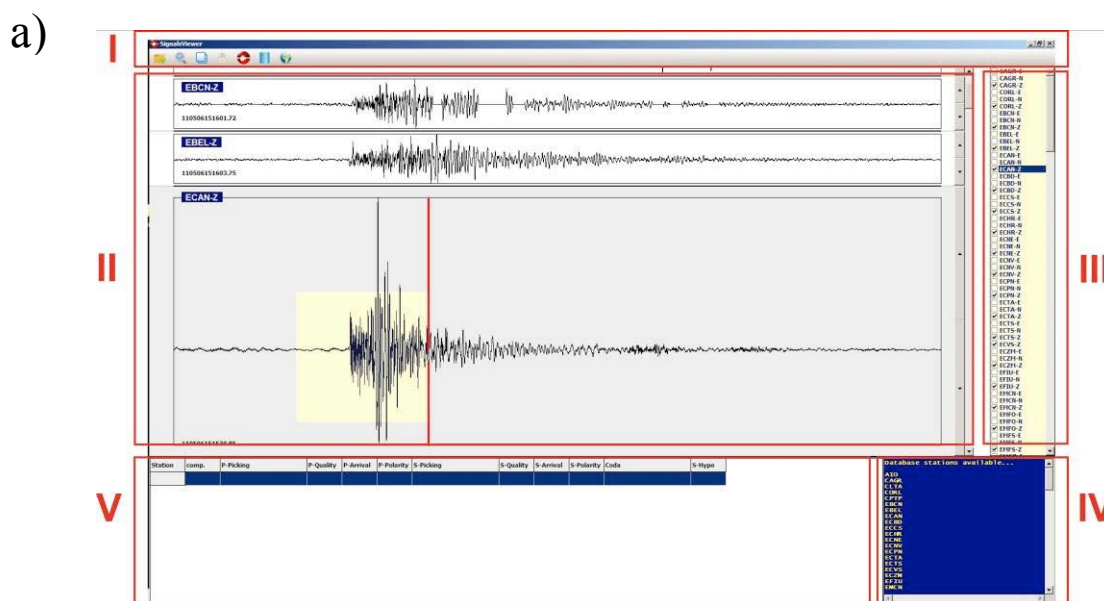
Il pannello III contiene la lista dei canali caricati all'interno del visualizzatore multi-traccia. Mediante click del mouse è possibile effettuare la selezione/deselezione dei canali da rendere visibili.

Mediante il pannello IV è possibile visualizzare l'elenco di tutte le stazioni contenute nel database [Aliotta et al., 2010] mentre il pannello V riporta l'elenco dei *picking* effettuati.

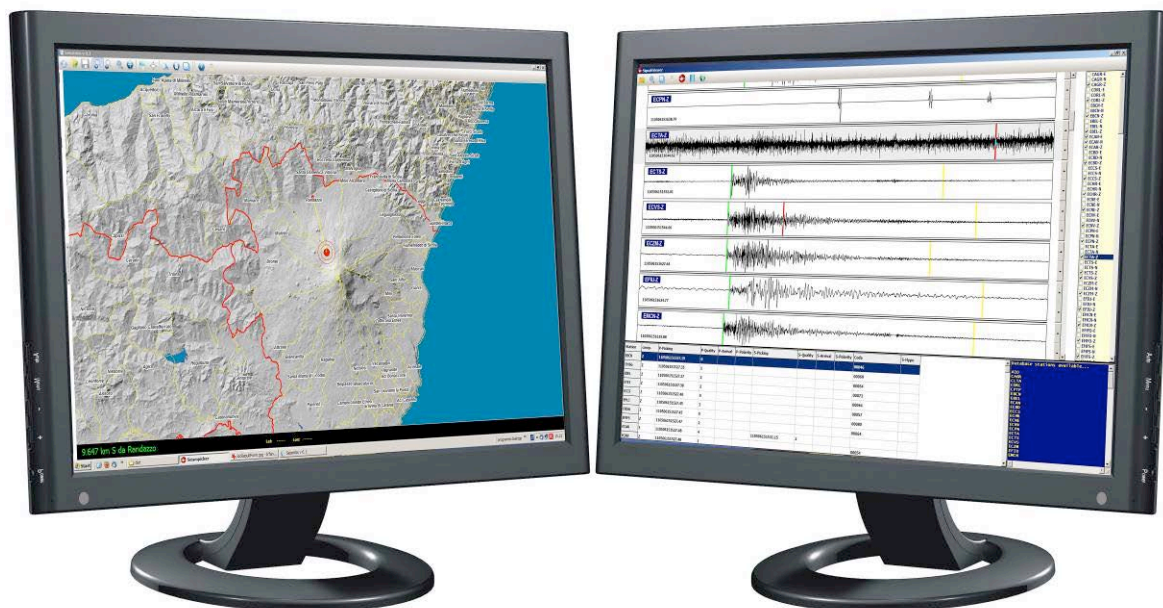
L'intero software è concepito per lavorare al meglio mediante l'impiego di due monitor, come mostrato in figura 4. I singoli moduli di *SeismicOffice* sono progettati per interagire mediante scambio dati. Nell'esempio riportato in figura, il software di localizzazione *SeismPicker* è in grado di 'comunicare' con il modulo *SeismGIS* inviandovi i dati relativi alla localizzazione (coordinate ipocentrali) e le informazioni delle stazioni impiegate per la localizzazione dell'evento.

Grazie alla connessione con il database centrale dell'Unità Funzionale di Sismologia dell'INGV – Osservatorio Etneo, il software *seismPicker* è in grado di archiviare le localizzazioni prodotte direttamente nella banca dati e, inoltre, è possibile eseguire l'aggiornamento dei dati relativi alle stazioni (parametri curva di risposta etc..) e salvarli all'interno della struttura dati del programma.

In caso di mancata connessione con il database, *SeismPicker* salva i parametri di localizzazione all'interno di un database locale al fine di poterli poi sincronizzare al ripristino del sistema di archiviazione centrale.

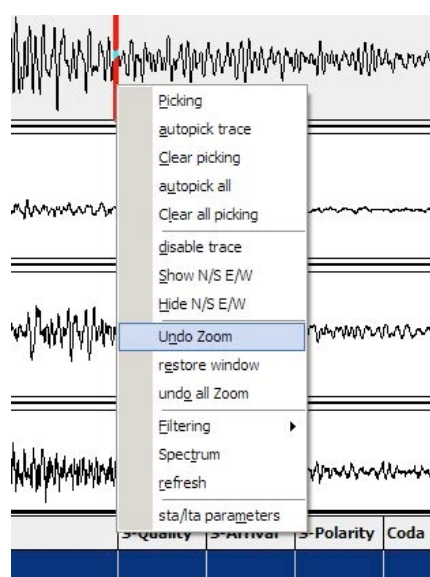


**Figura 3.** a) Interfaccia principale di *SeismPicker*; b) Toolbar principale di *SeismPicker*.



**Figura 4.** Esempio di layout su due monitor del software *SeismicOffice*.

Le funzionalità implementate per la gestione delle tracce sismiche sono elencate nel menu contestuale di figura 5. Tale menu si divide in cinque blocchi: il primo è relativo alle funzionalità di *picking*; il secondo blocco contiene le voci per attivare/disattivare lo zoom delle tracce; il terzo blocco contiene tutte le voci che attivano i moduli di analisi per la definizione dei filtri e l'analisi spettrale delle tracce; l'ultimo blocco, contenente una singola voce, consente la visualizzazione della finestra di configurazione dei parametri per il *picking* automatico tramite algoritmo STA/LTA. Inoltre, le diverse funzionalità implementate possono essere attivate mediante l'utilizzo dei tasti funzione (ad esempio F1 attiva l'ordinamento tracce, F2 avvia il processo di localizzazione etc.).



**Figura 5.** Menu contestuale del pannello di visualizzazione tracce.

## 2.1 Finestre principali di *SeismPicker*

Oltre al modulo principale descritto nel paragrafo precedente, *SeismPicker* presenta diverse finestre di gestione attivabili mediante la toolbar o il menu contestuale descritto precedentemente.

Tra le principali troviamo il pannello di selezione del software di localizzazione da impiegare (figura 6) selezionabile dalla *toolbar* principale; al momento della stesura del report sono presenti i software *Hypoellipse* [Lahr, 1999] e *Hypoinverse2000* [Klein, 2002].

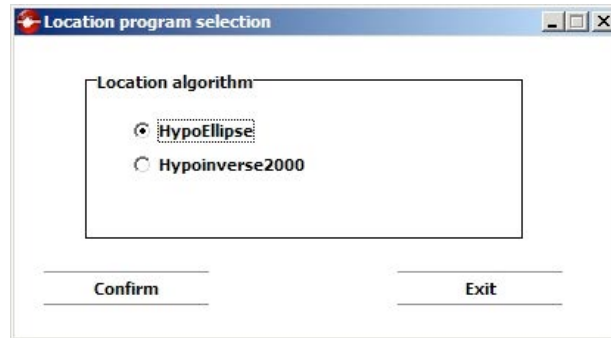


Figura 6. Finestra per la selezione del software di localizzazione.

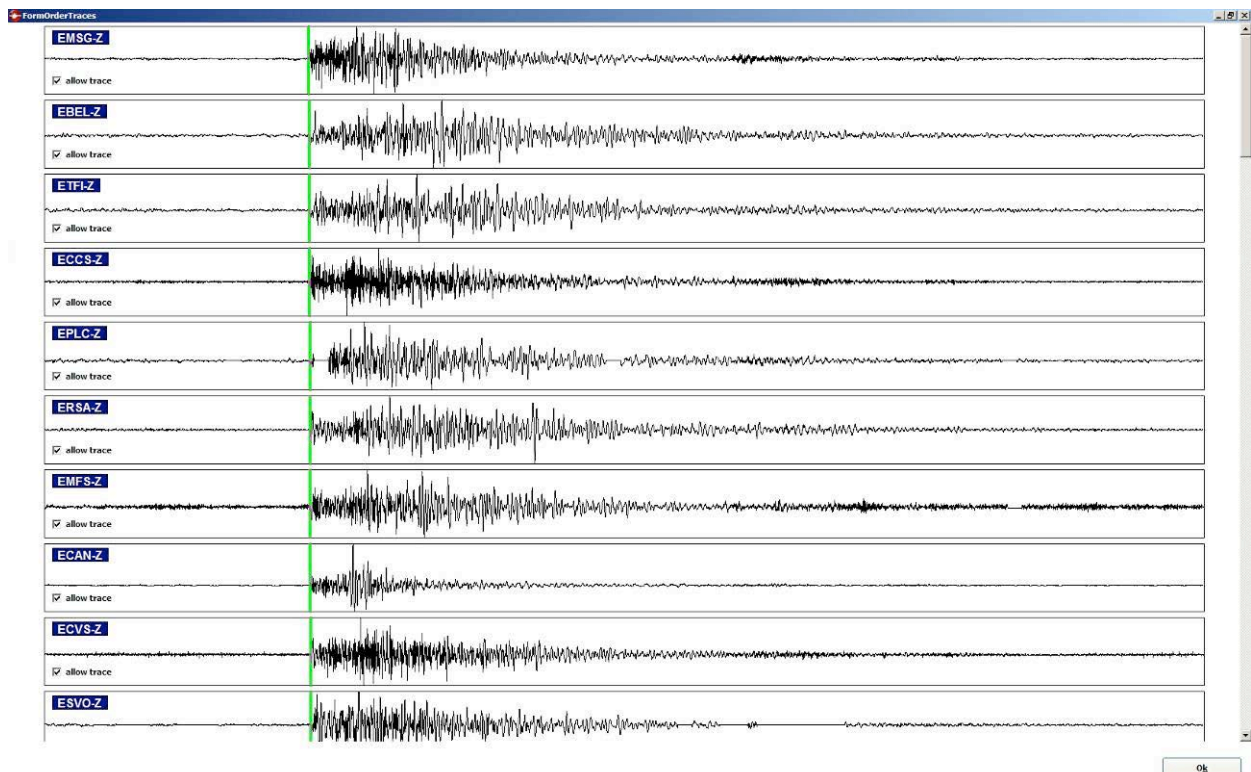


Figura 7. Ordinamento delle tracce in base ai picking.



## 2.2 Ordinamento tracce

Dalla *toolbar* principale è possibile attivare la finestra dell'ordinamento delle tracce in base ai tempi di *picking* crescenti (figura 7). In questa visualizzazione l'utente può selezionare o deselezionare le tracce mediante la voce *allow signal*, disponibile per ogni segnale visualizzato. La localizzazione verrà effettuata considerando solo le tracce selezionate.

## 2.3 Finestra di localizzazione evento

Dopo aver eseguito il *picking* sulle tracce è possibile eseguire la localizzazione dell'evento mediante i software *Hypoellipse* e *Hypoinverse2000*, entrambi gestiti da *SeismPicker*. Il risultato della localizzazione viene presentato mediante la finestra di figura 8. Come si evince, il pannello I della finestra mostra la porzione del file di output relativa ai parametri di localizzazione (nell'esempio in figura 8 è riportata una porzione del file di output di *Hypoellipse*). Una utile funzionalità è rappresentata dalla griglia del pannello II relativa ai *picking* effettuati e ai corrispondenti residui alle stazioni. Mediante doppio click sulla riga delle stazioni è possibile ritornare sulla relativa traccia nel pannello principale, ed apportare eventuali modifiche al tempo di arrivo della fase corrispondente. Inoltre, mediante i due pulsanti denominati *GoogleMaps* e *SeismGIS* si attiva la visualizzazione dell'evento su mappa mediante il modulo GIS che verrà descritto nel paragrafo 3. I pannelli III e IV della stessa finestra mostrano i parametri della localizzazione esplicitando coordinate ipocentrali, toponimo, numero di letture impiegate per la localizzazione, *RMS*, *Gap*, errore sulla verticale (*erz*), errore sull'orizzontale (*erh*) e qualità della localizzazione (A,B,C,D).

Utilizzando i pulsanti presenti nella parte inferiore della finestra di localizzazione è possibile riportare la localizzazione dell'evento su mappa mediante i software *GMapView* e *SeismGis*; mediante il bottone *'Export loc file'* è possibile esportare tutti i file utilizzati per la localizzazione elencati nel pannello V. Per gli utenti abilitati, la funzionalità di esportazione prevede anche l'inserimento dei parametri di localizzazione all'interno della banca dati centrale.

**I**

DATE	ORIGIN	LAT	LONG	DEPTH	MAG	NO	D1	GAP	D	RMS	AVMT	SE
110506	1515	23.65	37N47.76	14E58.57	16.94	57	4	33	1	.43	1.00	.10

**II**

STN	C	PHA	REMK	P	P-SEC	S-SEC	RESID
ESVO	P	0	27.56			.27	
EMSG	P	0	27.39			.13	
EBCN	P	0	27.37			.02	
EMCN	P	0	27.66			.30	
ETFI	P	3	27.41			-.03	

**III**

```

no : 57
gap : 33
rms : .43
erh : .2
erz : .3
q : B
sq : C A
    
```

**IV**

Lat.: 37.796    Lon.: 14.976    Depth.: 16.94

Toponym: 9.336 Km S from Randazzo (CT)

**V**

CLOCARC  
CLOCLOG  
CLOCOUT  
CLOC.PCK  
CLOC.SUM

Buttons: GoogleMap, SeismGis, Export loc file, Exit

Figura 8. Finestra relativa ai parametri di localizzazione.

## 2.4 Filtraggio dei segnali

Un'altra funzionalità implementata in *SeismPicker* è il modulo di filtraggio delle tracce attivabile mediante il menu contestuale di figura 5 alla voce *Filtering*. Le possibili azioni che possono essere eseguite sono riportate nelle sottovoci del relativo menu visualizzato in figura 9. Come si evince, l'operazione di filtraggio può essere eseguita e revocata sia sulla singola traccia che su tutte le tracce caricate, facendo click su una delle relative voci: *'Filter selected signal'*, *'undo filter'*, *'Filter all signals'*, *'undo all Filters'*.

Il modulo per il filtraggio dei segnali permette l'impostazione dei parametri (tipo di filtro, ordine del filtro etc..) mediante la finestra di figura 10.

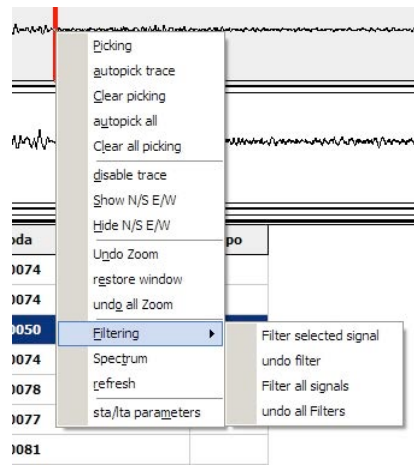


Figura 9. Voci di menu per l'attivazione del modulo di filtraggio.

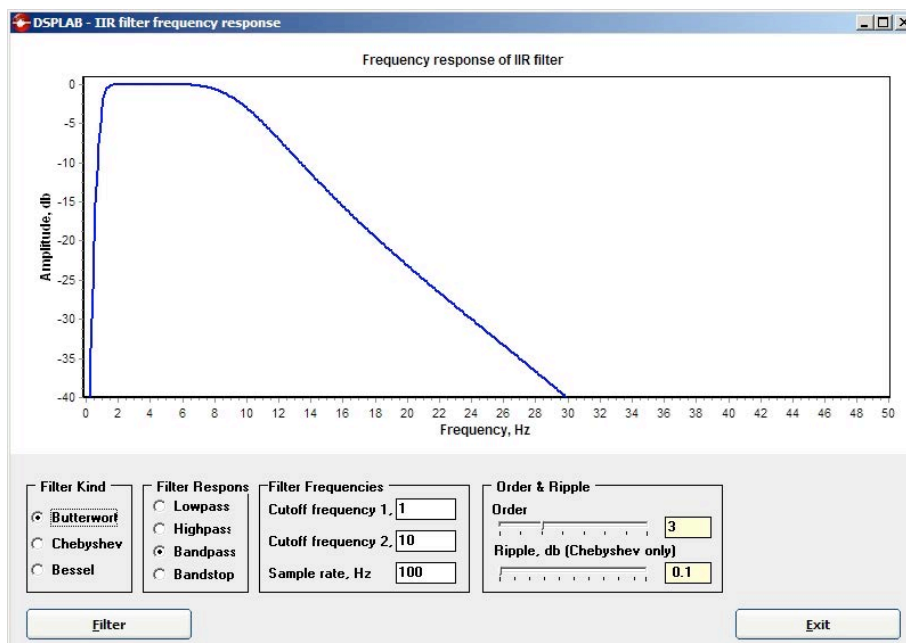


Figura 10. Finestra per l'impostazione dei parametri di filtraggio.

Al momento della stesura del report i filtri implementati sono di tipi IIR (*Infinite Impulse Response*), ovvero filtri dove l'uscita all'istante  $t$  dipende dall'ingresso agli istanti  $\tau \leq t$  e dall'uscita stessa agli istanti  $\tau < t$ . Rispetto ai filtri FIR (*Finite Impulse Response*), che verranno implementati nelle versioni successive, i filtri IIR possono essere instabili e, in generale, non presentano una fase lineare. Tuttavia i filtri IIR presentano caratteristiche, quali la banda di transizione e attenuazione, che risultano essere migliori rispetto ai filtri FIR. Nella finestra di figura 10 sono riportati i parametri che l'utente può impostare al fine di definire il filtro IIR. Il riquadro nominato 'Filter Type' permette la selezione di tre differenti tipi di filtro: *Butterworth*, *Chebyshev* e *Bessel*. Il pannello 'Filter Response' permette di scegliere il tipo di banda passante: passa-basso (*Lowpass*), passa-alto (*Highpass*), passa-banda (*Bandpass*), elimina banda (*Bandstop*). Le caratteristiche della banda passante possono essere impostate mediante i pannelli 'Filter Frequencies' e 'Order & Ripple', settando rispettivamente frequenze di taglio, ordine del filtro e, nel caso di filtro di Chebyshev, l'effetto *ripple*. Di default la finestra propone un filtro di *Butterworth* di ordine 3 con banda passante avente frequenze di taglio 1 e 10 Hz.

La finestra di figura 10 si può prendere in considerazione sia nel caso in cui si voglia filtrare una singola traccia (*Filter selected signal*) o tutte le tracce caricate (*Filter all signals*).

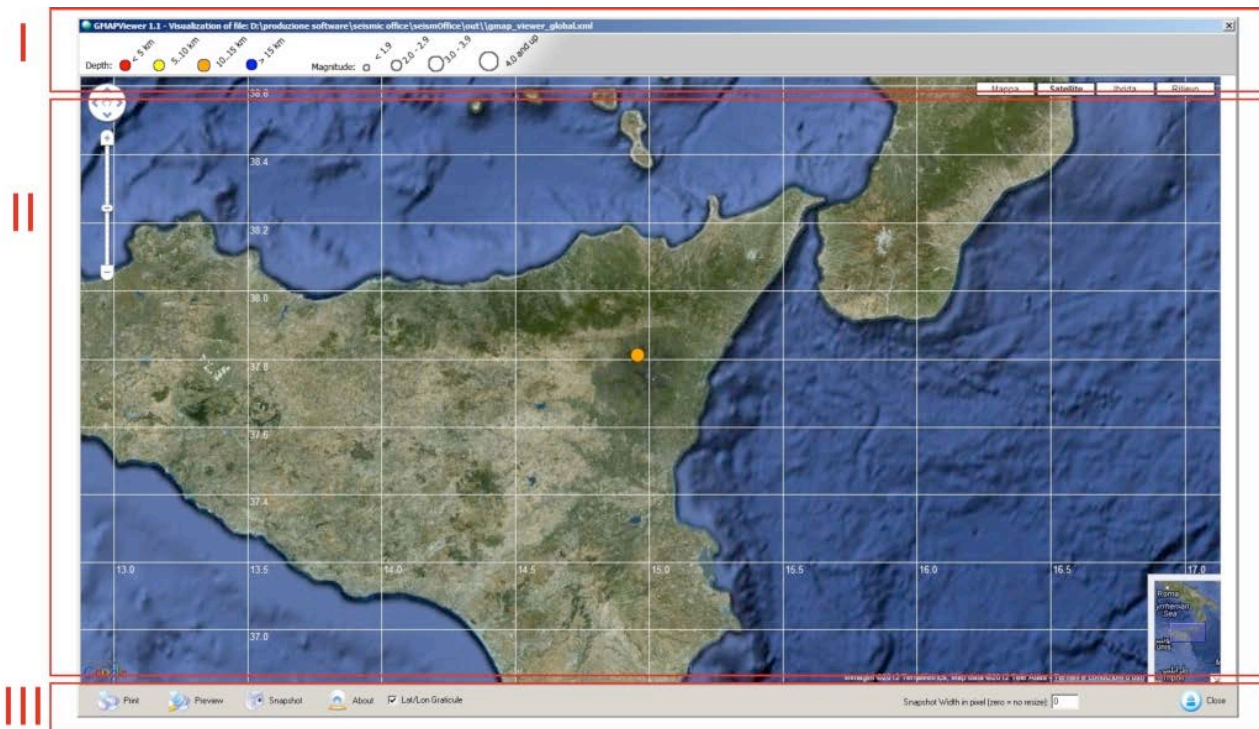


Figura 11. L'applicazione *GMapView*.

### 3. Moduli GIS

Come precedentemente introdotto, la visualizzazione delle coordinate epicentrali dell'evento può essere effettuata mediante il software *GMapView*, basato su *Google Maps*<sup>TM</sup>, o mediante *SeismGIS*, software che si basa sulla possibilità di visualizzare gli eventi mediante mappe georiferite caricate sul PC in cui è in esecuzione il programma.

#### 3.1 GMapView

Il modulo *GMapView* permette la visualizzazione di eventi sfruttando la tecnologia *Google Maps*<sup>TM</sup>. Per usufruire di questa funzionalità, il PC sul quale si esegue il programma deve disporre di una connessione



internet attiva. Il software *SeismPicker* è in grado di attivare automaticamente *GMapView*, passando informazioni quali coordinate ipocentrali e toponimo. In figura 11 è mostrata l'interfaccia di *GMapView*; anche in questo caso la finestra è divisa in tre pannelli principali: il primo mostra la legenda relativa agli eventi visualizzati da *GMapView*, il pannello II contiene la mappa *Google Maps™* gestita via internet; l'ultimo pannello (III) contiene i pulsanti che implementano le diverse funzionalità di esportazione, quali stampa della mappa, *preview* di stampa, *snapshot* ed esportazione su file.

Le coordinate degli eventi da visualizzare vengono passate al software mediante un file XML nel quale vengono salvati tutti i dati relativi ai singoli eventi. Tutte le informazioni di un singolo evento possono essere visualizzate facendo click con il pulsante sinistro del mouse sull'evento desiderato.

### 3.2 SeismGIS

Il software *SeismGIS* permette la visualizzazione degli eventi localizzati mediante l'utilizzo di mappe georiferite (geo tiff, jpg, bmp etc..) ubicate nel PC dove è in esecuzione il programma. Come nel caso di *GMapView*, l'applicativo *SeismPicker* può inviare i dati da visualizzare direttamente a *SeismGIS*. Questa funzionalità è particolarmente utile se si dispone di due monitor (figura 4). In questo caso l'operatore può visualizzare su mappa gli eventi e le stazioni impiegate direttamente durante l'operazione di localizzazione. La comunicazione tra i due software può avvenire anche se *SeismGIS* è installato su un'altra macchina, ad esempio come software di visualizzazione ai fini del monitoraggio, mediante lo scambio di strutture dati tramite protocollo *tcp/ip*.

L'applicativo funziona in due modalità differenti: visualizzatore generico e visualizzatore per *SeismPicker*. Nel primo caso l'utente può settare mappe multilivello utilizzando *layer* vettoriali e *raster* georiferiti, mentre nel secondo caso il software si inizializza caricando un DEM preconfigurato di riferimento. La realizzazione di *SeismGIS* nasce dall'esigenza di avere un sistema di visualizzazione su mappa che permetta ai diversi utenti che utilizzano il pacchetto *SeismicOffice* di realizzare mappe che possano essere condivise. Per perseguire tale obiettivo è stato realizzato un formato standard che permette la creazione di scenari, visti come l'insieme di *raster layers* e livelli vettoriali, che possono essere condivisi mediante la creazione di un *repository* file tra i diversi utenti.

Nell'esempio di output grafico di *SeismGIS* riportato in figura 12, sono riportati tre eventi registrati nella Sicilia orientale su una mappa ottenuta mediante una immagine DEM e due livelli vettoriali; il primo livello vettoriale (colore giallo) evidenzia i confini comunali, mentre il secondo (colore rosso) evidenzia i confini provinciali. Inoltre, come funzionalità selezionabile dall'utente, possono essere visualizzate delle rette che congiungono le coordinate epicentrali con il toponimo ad esse più limitrofo.

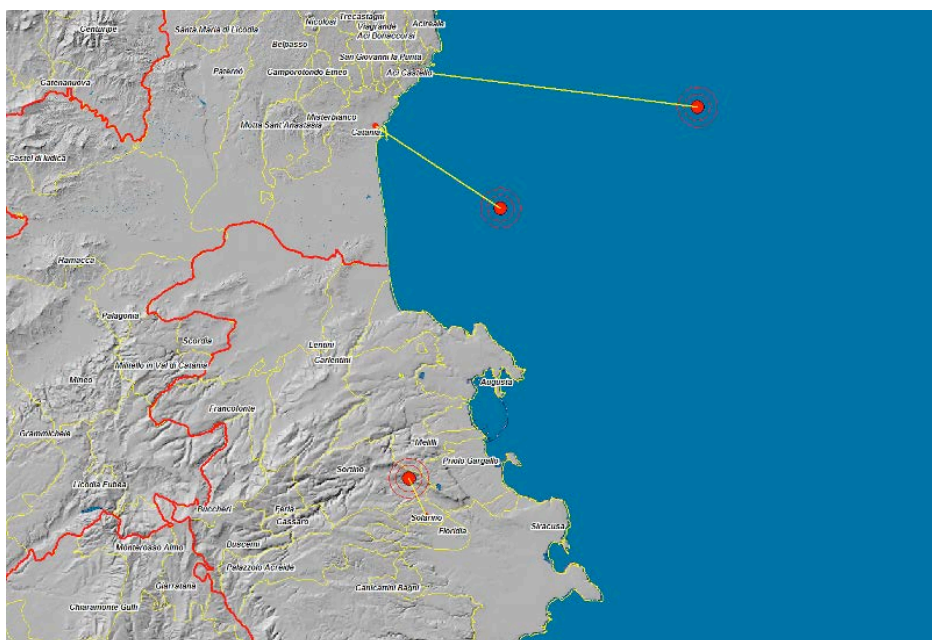


Figura 12. Esempio di output grafico di *SeismGIS*.



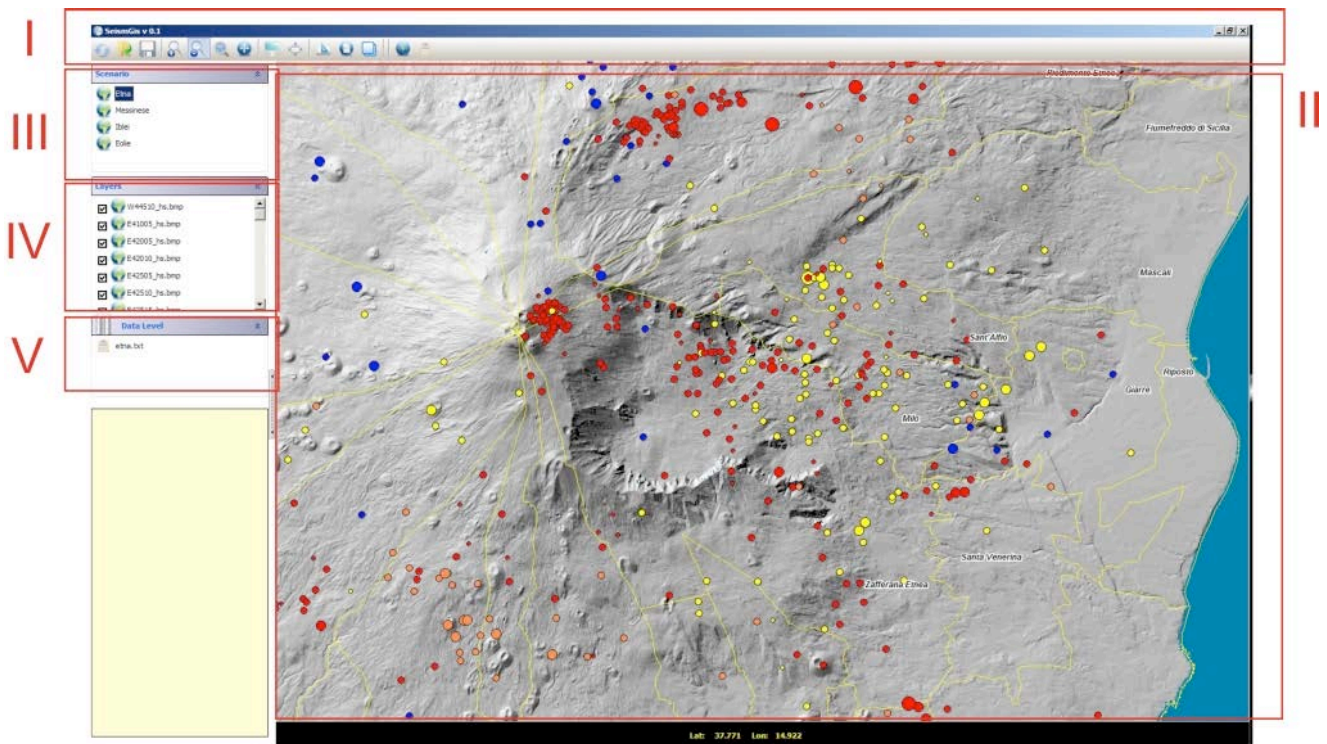


Figura 13. Interfaccia principale di *SeismGIS*.

### 3.2.1 L'interfaccia principale di *SeismGIS*

In figura 13 viene riportata l'interfaccia principale di *SeismGIS*. I pannelli numerati indicano le differenti porzioni della finestra, ed in particolare: I) è il pannello con i pulsanti delle funzionalità principali; II) è la parte della finestra che permette la visualizzazione e l'interazione con la mappa; III) è il pannello i cui oggetti sono dei 'segnaposto' di macro-aree definite sulla mappa; IV) in questa porzione le icone visualizzate indicano i *layers* (vettoriali o *raster*) impiegati nella costruzione della mappa; V) contiene un menu recante la lista degli oggetti che vengono definiti *layers* (livelli) dati (nell'esempio in figura i pallini colorati relativi agli eventi sismici). In figura 14 è riportato un dettaglio del pannello IV; come si evince dall'immagine, i livelli *raster* e quelli vettoriali vengono distinti mediante l'utilizzo di due diverse tipologie di icone. La possibilità di eseguire il *check* su un *layer* permette di visualizzarlo o meno sulla mappa nel pannello II. Il *layer* dati visualizza invece le diverse origini dati (epicentri dei terremoti) visualizzate sulla mappa. Queste informazioni possono essere reperite da file ASCII opportunamente formattati o mediante connessione a un database. Le funzionalità dei bottoni riportati nel pannello I riguardano la possibilità di caricare scenari, esportare le immagini, attivare le finestre per la modifica/creazione di scenari, selezione della modalità multi-monitor, selezione dell'origine dati (database o file) da riportare sulla mappa, funzionalità di *zoom* e *pan* (spostamento della mappa).



Figura 14. Dettaglio del pannello IV della finestra principale di *SeismGIS*.

### 3.2.2 Creazione di scenari

Il software *SeismGIS* consente la creazione di scenari, ovvero di mappe personalizzate composte dalla sovrapposizione di *layers* vettoriali e *raster*. La finestra per l'importazione ed il settaggio dei parametri relativi ai *layers* è riportata in figura 15.

Mediante il pannello di sinistra è possibile aggiungere *layers* allo scenario e settarne i parametri. Ad esempio nel caso di *layers* vettoriali (*shape file*) è possibile definire colore e spessore delle linee, mentre nel caso di immagini *raster* è possibile definire quale colore debba risultare come trasparente. Tutti i livelli importati vengono visualizzati nella lista situata nella parte sinistra della finestra. L'ordine in cui sono mostrati i livelli è quello con cui verranno visualizzati nella mappa una volta confermata l'operazione di importazione. Mediante questo pannello, l'utente può selezionare e 'trascinare' un livello in modo da cambiarne l'ordine nella visualizzazione. Ciò si rivela utile quando si desidera che un livello appaia "in primo piano" rispetto a un altro, in modo da mascherarne la parte sovrapposta. L'esempio riportato in figura 16 rappresenta la realizzazione di una mappa composta da differenti parti [kharita ref] e da un livello vettoriale che identifica i confini comunali. Ogni *layer* può contenere delle etichette come, ad esempio, nomi di comuni e province, importandole direttamente da una connessione a database. Una volta che lo scenario è stato creato, l'insieme di tutte le informazioni (file *raster*, file per la georeferenziazione, *shape file* etc..) viene salvato all'interno di un file compresso, che il programma è in grado di gestire in fase di lettura per il caricamento delle mappe create.

Sempre mediante la stessa finestra è possibile modificare scenari già esistenti, una volta caricati nel programma.

Tutti gli scenari creati con *SeismGIS* vengono salvati in una directory condivisa, accessibile mediante percorso di rete, in modo che più utenti possano usufruire delle medesime mappe. Questa funzionalità permette lo scambio di scenari ed una standardizzazione di alcune mappe impiegate per la compilazione di report d'attività.

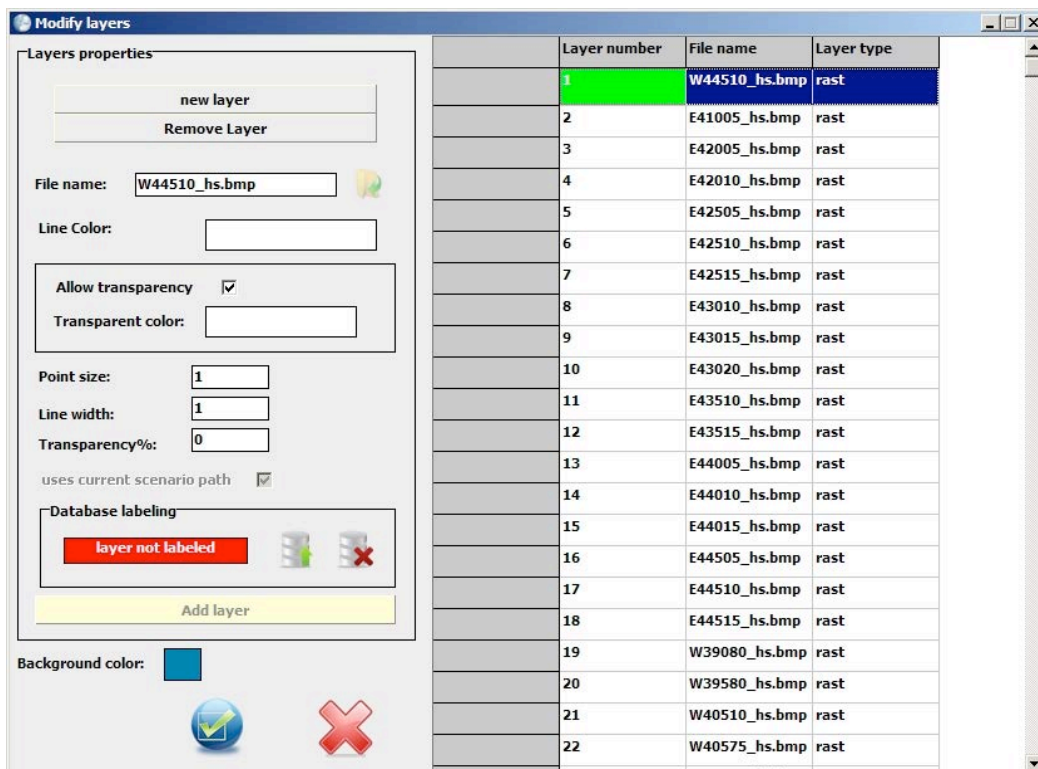
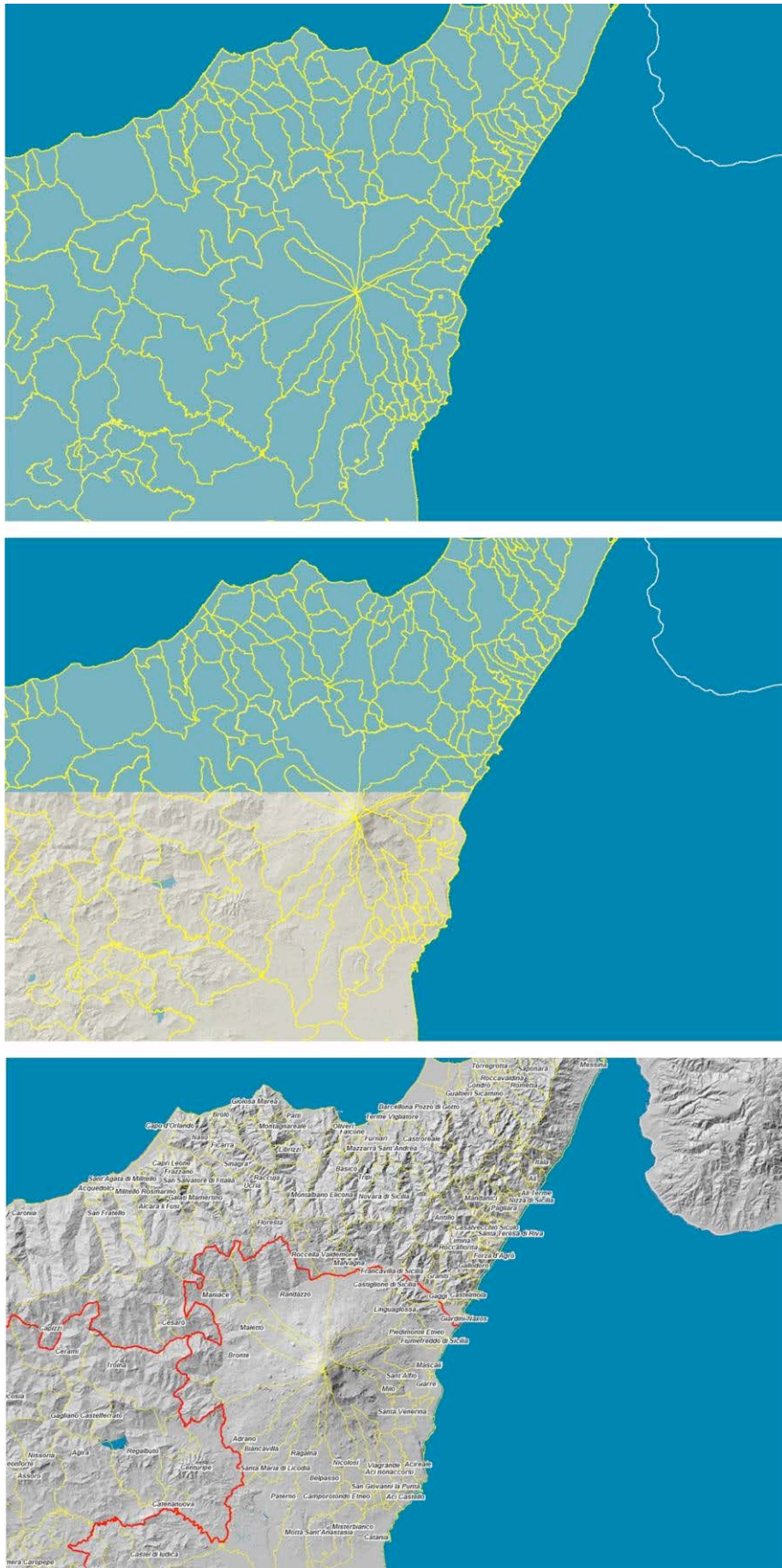


Figura 15. Finestra per l'importazione ed il settaggio dei *layers*.



**Figura 16.** Esempio di realizzazione di uno scenario eseguendo una composizione tra *layers raster* georiferiti e *layers vettoriali*.



### 3.2.3 Estensione multi-monitor di *SeismGIS*

Come introdotto nel paragrafo 2, i software costituenti il pacchetto *SeismicOffice* permettono un utilizzo esteso a più monitor. Sebbene questa funzionalità sia utile nel caso della localizzazione di eventi, anche la possibilità di estendere le mappe su più monitor può fornire una visualizzazione più chiara, specialmente se si considerano grandi aree. In figura 17 vengono riportati due esempi; il primo basato su una mappa regionale della Sicilia (nell'esempio sono riportate in mappa le coordinate di un terremoto etneo), la seconda mostra lo stesso evento considerando una mappa molto più estesa [NASA Blue Marble ref]. La funzionalità multi-monitor può essere attivata mediante le opzioni messe a disposizione dai bottoni del pannello I della finestra principale riportata in figura 13.



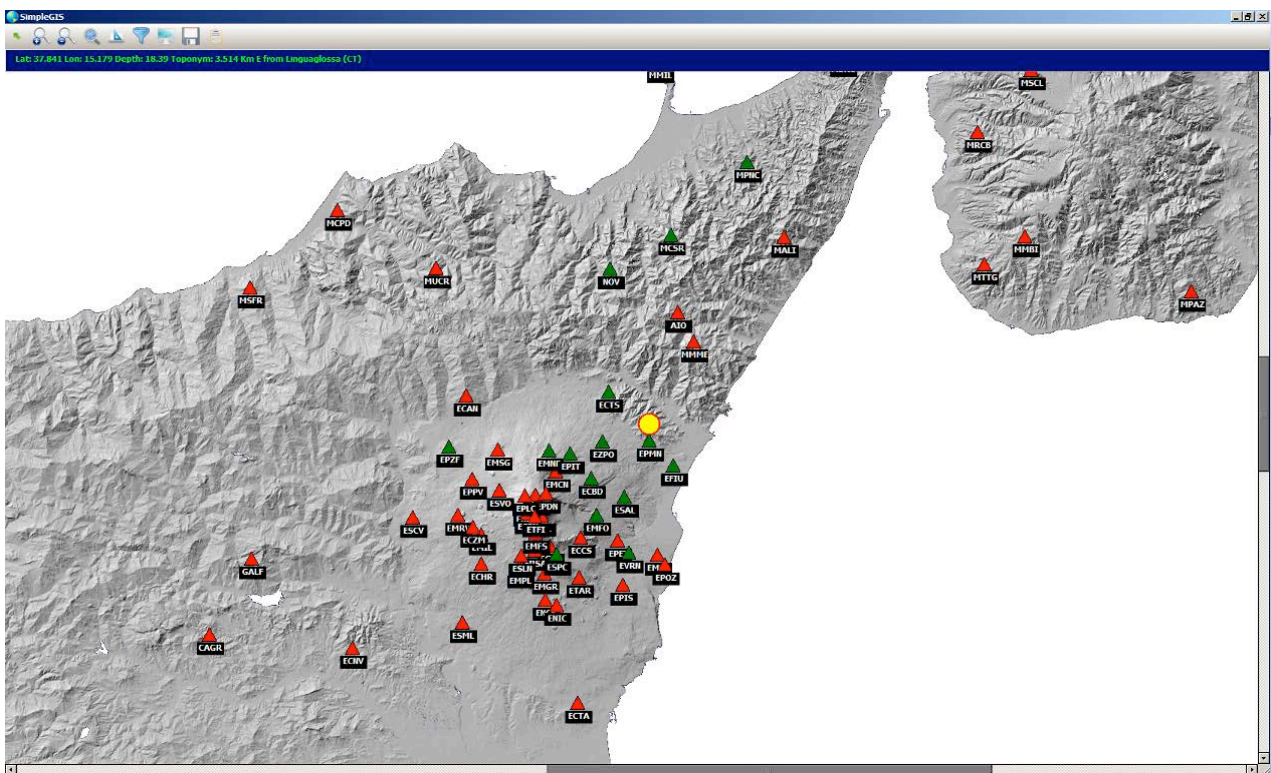
**Figura 17.** Esempio di estensione di *SeismGIS* su due monitor. La figura superiore mostra un evento etneo visualizzato su una mappa regionale, mentre la figura in basso mostra lo stesso evento visualizzato sulla mappa *Blue Marble* della NASA.

### 3.2.4 Visualizzazione delle stazioni e interazione con *SeismPicker*










L'applicativo *SeismGIS* è in grado di interagire con il software *SeismPicker* mediante un protocollo di scambio dati per la visualizzazione della posizione di stazioni e terremoti. In questo caso *SeismGIS* viene inizializzato da *SeismPicker* con una configurazione di *default* che prevede la visualizzazione delle stazioni le cui coordinate vengono reperite dal database stazioni [Aliotta et al., 2010]. Un esempio di visualizzazione è riportato in figura 18. Di particolare utilità è la comunicazione bilaterale tra i due programmi: mentre *SeismPicker* comunica a *SeismGIS* le coordinate epicentrali dell'evento localizzato e le coordinate delle stazioni usate per la localizzazione, quest'ultimo può inviare a *SeismPicker* la stazione selezionata tramite click del mouse sulla mappa. Tale funzionalità velocizza l'operazione di rifinitura di una localizzazione selezionando sulla mappa le stazioni e posizionandosi automaticamente sulla relativa traccia caricata in *SeismPicker*. La mappa visualizzerà le stazioni utilizzate per la localizzazione con delle icone di colore verde, con icone rosse quelle non utilizzate.

Mediante i pulsanti del pannello superiore della finestra principale è possibile attivare le funzionalità di *zoom* e di esportazione della mappa. Tutte le funzionalità implementate sono riportate in tabella 1.

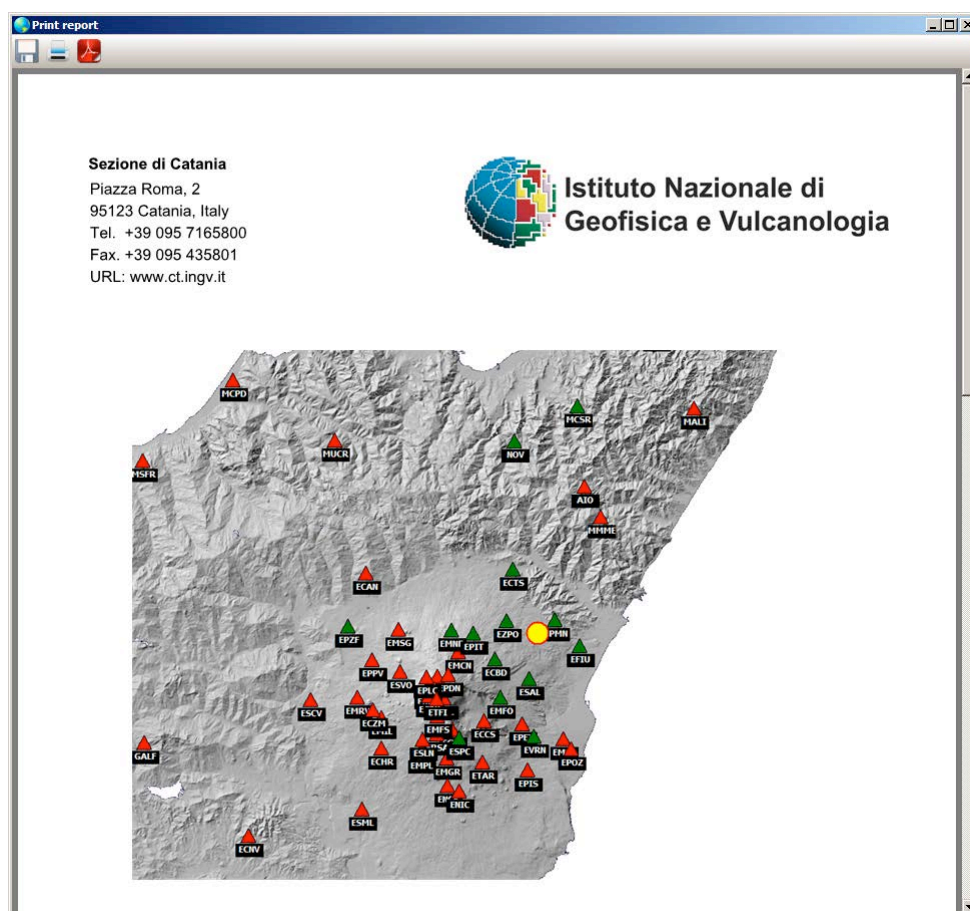
Oltre all'esportazione della mappa su file immagine (*bmp*, *jpg*) è possibile stampare su file *pdf* tutte le informazioni relative alla localizzazione dell'evento (figura 19). In particolare, mediante il modulo di stampa è possibile stampare la mappa, i dati relativi alla localizzazione dell'evento (coordinate ipocentrali, errore di localizzazione orizzontale, errore di localizzazione verticale, *RMS*, *gap*, numero letture, qualità della localizzazione) e le stazioni impiegate nella localizzazione con i relativi residui.



**Figura 18.** *SeismGIS* utilizzato per la visualizzazione delle coordinate epicentrali di un evento sismico e delle stazioni impiegate per la localizzazione.

	Inizializza il puntatore del mouse
	Attiva lo <i>zoom-in</i>
	Attiva lo <i>zoom-out</i>
	Funzione <i>zoom reset</i>
	Visualizzazioni dati inviati a <i>SeismGIS</i>
	Filtro stazioni utilizzate/non utilizzate
	Gestione multi-monitor
	Salvataggio mappa in formato <i>bmp</i>
	Apertura modulo di stampa <i>pdf</i>

**Tabella 1.** Bottoni della toolbar principale di *SeismGIS* nella configurazione per la visualizzazione delle stazioni.



**Figura 19.** Modulo di stampa report PDF di *SeismGIS*.



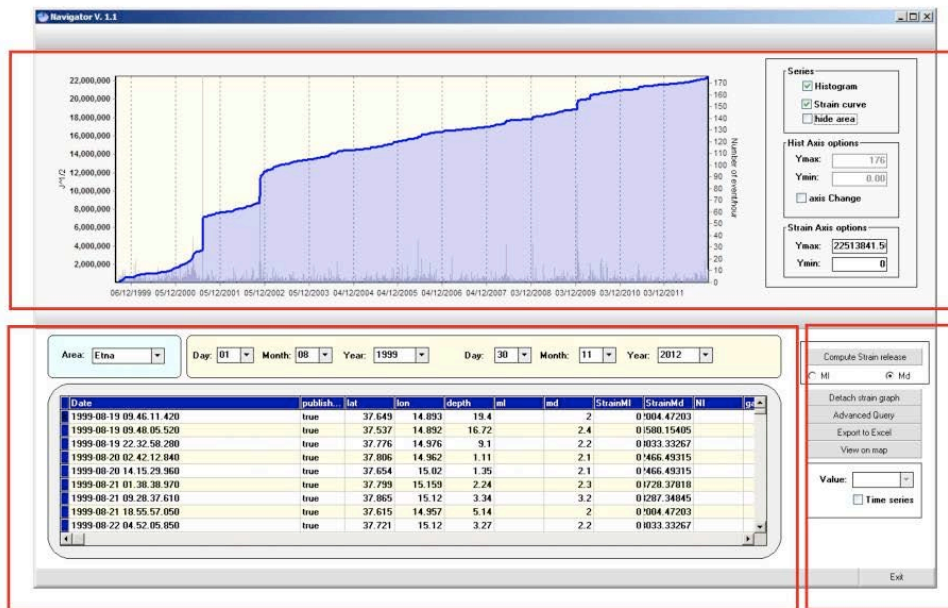


Figura 20. Finestra principale del software di interrogazione *Navigator*.

#### 4. Client per l'interrogazione del database

*Navigator* è il *client* sviluppato per l'interrogazione del database. L'interfaccia sviluppata (figura 20) permette sia un'interrogazione base impostando area di interesse (Etna, Iblea, etc.) e intervallo temporale, sia una interrogazione avanzata mediante la finestra riportata in figura 21. Quest'ultima permette la selezione di eventi impostando parametri quali magnitudo, latitudine, longitudine, profondità, *gap*, *RMS*, errore sull'orizzontale, errore sulla verticale, qualità della localizzazione, numero di letture. L'interfaccia principale può essere logicamente divisa in tre aree: area grafica, area dati e area funzioni. La prima (pannello I) riporta il grafico dello *strain release* cumulativo e del numero giornaliero di eventi relativo alla richiesta effettuata al database. È inoltre possibile visualizzare l'andamento temporale dei vari parametri di localizzazione. A titolo esemplificativo, in figura 22 è riportato il grafico che visualizza l'andamento temporale della latitudine, longitudine e profondità degli eventi relativi ad un intervallo temporale fissato. Il pannello II visualizza mediante forma tabellare i dati ricevuti. Le funzionalità del pannello III sono relative all'esportazione dei dati e dei grafici. La tabella del pannello II può essere esportata su file *Excel* e, inoltre, le coordinate epicentrali possono essere visualizzate su mappa utilizzando i moduli *GIS* già discussi nel paragrafo 3.

Figura 21. Finestra per l'interrogazione avanzata.

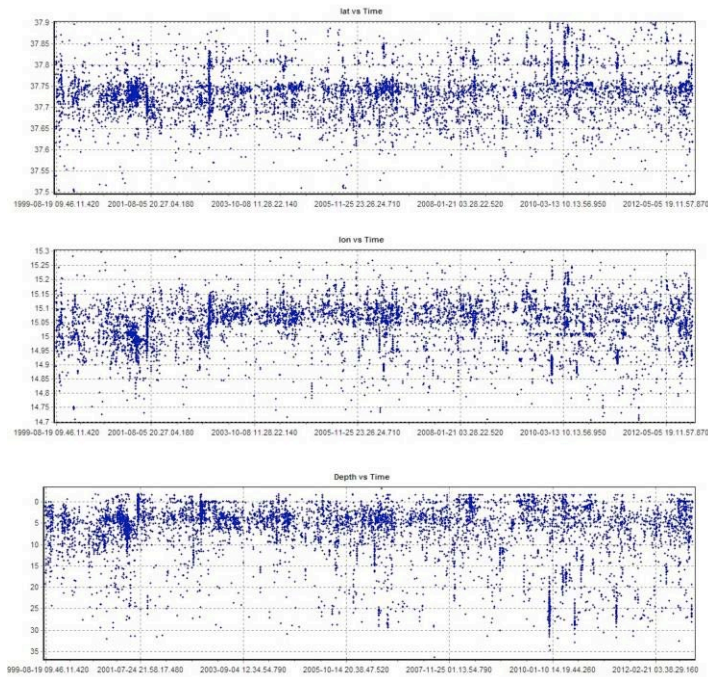


Figura 22. Esempio di output grafico di Navigator: variazione delle coordinate ipocentrali nel tempo.

### 5. Interfaccia web SismoWeb

L'interfaccia web consente l'interrogazione del database proposto mediante *web browser*. A tal fine è stato progettato un portale web accessibile dalla *intranet* dell'Osservatorio Etneo, la cui interfaccia principale è riportata in figura 23. L'impostazione della pagina prevede la visualizzazione degli eventi sia mediante *Google maps™* che in forma tabellare. Dalla tabella è inoltre possibile, mediante click del mouse sulla riga di interesse, visualizzare il singolo evento ed i parametri ad esso relativi (figura 24).

Sezione di Catania  
 Osservatorio Etneo  
 Unità Funzionale Sismologia

SismoWeb > OE Earthquakes  
 Database  
 USU: dino (logout)

Earthquakes - Last Month  
 Fullscreen

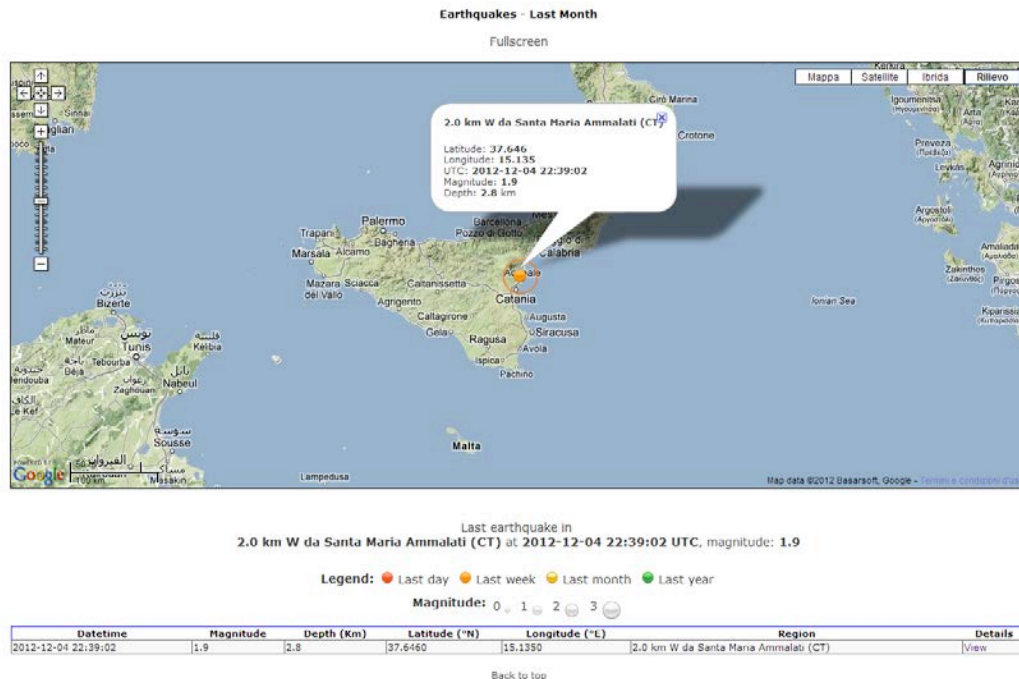
Last earthquake in  
 3.0 km SW da Randazzo (CT) at 2012-12-05 04:07:20 UTC, magnitude: 1.7

Legend: Last day Last week Last month Last year  
 Magnitude: 0 1 2 3

Datetime	Magnitude	Depth (km)	Latitude (°N)	Longitude (°E)	Region	Details
2012-12-05 04:07:20	1.7	0.5	37.8500	14.9200	3.0 km SW da Randazzo (CT)	View
2012-12-03 04:09:58	2.1	2.2	37.8400	14.9300	2.0 km SW da Randazzo (CT)	View
2012-12-03 02:39:02	1.8	0.2	37.9100	15.1200	0.2 km W di San Giovanni Sotico (CT)	View
2012-12-04 17:36:05	2.3	0.6	37.4600	15.1600	1.0 km S da Marone (CT)	View
2012-12-04 21:42:37	2.0	0.5	37.4600	15.1700	1.4 km S da Marone (CT)	View
2012-12-03 15:28:17	1.5	0.3	37.9500	15.1400	1.1 km S da Siracusa (CT)	View
2012-12-04 08:36:04	1.9	1.1	37.8700	15.1800	1.4 km NE di Siracusa (CT)	View
2012-12-04 15:39:42	2.0	1.4	37.9200	15.1200	0.2 km W di San Giovanni Sotico (CT)	View
2012-12-04 08:44:05	1.5	0.5	37.8400	14.9200	3.0 km SW da Randazzo (CT)	View
2012-12-04 08:48:00	2.7	24.4	37.8910	14.9210	3.2 km SW da Randazzo (CT)	View

Figura 23. Pagina web principale.





**Figura 24.** Visualizzazione di un singolo evento.

Oltre all'aggiornamento automatico relativo all'ultimo mese, è possibile eseguire ricerche all'interno del database mediante l'utilizzo della pagina di ricerca riportata in *figura 25*. Come motore di ricerca sono state potenziate le librerie già sviluppate per il database multiparametrico VOLUME [Montalto et al., 2011].

I parametri di ricerca utilizzabili dall'utente sono: intervallo temporale, intervallo magnitudo locale, area, intervallo latitudine, intervallo longitudine, intervallo profondità. L'output della ricerca può avvenire mediante mappa, utilizzando il modulo *Google maps*<sup>TM</sup>, in forma tabellare e, infine, mediante file ASCII da scaricare in forma compressa (file zip). In quest'ultimo caso, l'utente è in grado di ottenere sul proprio computer il file contenente i risultati dell'interrogazione richiesta.

**Earthquake Database**

From Day  Month  Year

To Day  Month  Year

Magnitude

From: lat  lon

To: lat  lon

Depth:

Area:

Make file

Show result in table

Show result in map

Exclude either table or map from result

Options	
<b>Make File</b>	create downloadable file
<b>Show results in table</b>	show results in a web page
<b>Show results in map</b>	show results in an interactive Google Map

**Figura 25.** Pagina per l'impostazione dei parametri di ricerca da inviare al database.

## Conclusioni

Il presente lavoro descrive lo stato dell'arte del sistema di archiviazione dei dati sismici dell'Unità Funzionale di Sismologia dell'INGV - Osservatorio Etneo. Il sistema, progettato per la condivisione di dati tra più utenti, è composto da diversi moduli software atti all'archiviazione, alla visualizzazione, all'analisi ed al reperimento dei dati stessi.

Tutte le varie parti sono state realizzate in modo da poter interagire in modo affidabile e coordinato. A tal proposito, tutti i moduli sono stati progettati in modo da poter condividere i dati utilizzando diversi formati tra i quali file *XML*, protocollo *TCP/IP*, file ASCII formattati (*csv*), file *Excel*.

Il cuore del sistema è il database, in continuo aggiornamento, dove vengono archiviati tutti i dati disponibili. La *suite software* contiene sia moduli per l'inserimento dei dati (*SeismPicker*) che per la loro consultazione (*Navigator*) e visualizzazione (*SeismGIS*, *GMapView*). Infine un'interfaccia web consente, agli utenti che ne fanno richiesta, una consultazione del database mediante l'impiego di un *web browser*. L'idea di progettare un sistema modulare e multi-utente ha consentito una migliore e più semplice gestione di utenti e software. A tal fine, la modularità ha permesso di scorporare le diverse funzionalità realizzando di conseguenza moduli specifici. Ci sono infatti utenti interessati solo alla visualizzazione del dato, e quindi estranei a tutte le procedure di inserimento, e utenti che oltre alla visualizzazione sono coinvolti nelle procedure di caricamento dei dati stessi [Gruppo di Analisi Dati Sismici ref.]. Altri utenti ancora possono essere visti come fruitori "casuali" del database; a tal fine è stata progettata la pagina web di interrogazione, che non necessita di installazione di alcun pacchetto *software* specifico. L'approccio modulare nella realizzazione del *software* permette anche una più facile gestione ai *software engineers* che ne sono realizzatori e manutentori. In questo modo l'*equipe* di analisti programmatori autori del presente lavoro può operare in maniera indipendente sui vari moduli, rispettando però le regole comuni di interscambio dati e di realizzazione di librerie che contribuiscono alla *suite software* proposta nella sua totalità.

Infine un ringraziamento doveroso va a tutto il Gruppo Analisi Dati Sismici che con molta pazienza ha collaudato i software prodotti e caricato la banca dati, la quale è divenuta uno strumento ormai indispensabile ai fini del monitoraggio sismico portato avanti nell'INGV – Osservatorio Etneo.

## Bibliografia

- Aliotta, M., Montalto, P., Prestifilippo, M., Cannata, A., D'Agostino, M., Ferrari, F., e Torrisi, O. (2010). *Banca dati per la gestione delle reti strumentali in dotazione all' INGV - Sezione di Catania: dalla progettazione concettuale al software applicativo*. Rapporto tecnico INGV, 153.
- Delphi linguaggio di programmazione (<http://www.embarcadero.com/products/delphi>).
- Gruppo Analisi Dati Sismici (2012). *Catalogo dei terremoti della Sicilia Orientale - Calabria Meridionale (1999-2012)*. INGV, Catania. <http://www.ct.ingv.it/ufs/analisti/catalogolist.php>
- kharita (<http://kharita.rm.ingv.it/>).
- Klein, F.W. (2002). *User's guide to Hypoinverse, a Fortran program to solve for earthquake locations and magnitudes*. Open-File Report 02-171, US Geological Survey, Menlo Park, California, 123 pp.
- Lahr, J.C. (1999, revised 2012). *HYPOELLIPSE: a computer program for determining local earthquake hypocentral parameters, magnitude, and first-motion pattern*, U.S. Geological Survey Open-File Report 99-23, version 1.1, 119 pp., available at <http://pubs.usgs.gov/of/1999/ofr-99-0023/>.
- Montalto, P., D'Amico S., Aliotta M., Amore M. (2011). *Progetto di una banca dati multidisciplinare: il progetto europeo VOLUME come caso di studio*. Rapporto tecnico INGV, 187.
- MySQL 5 Reference Manual (<http://dev.mysql.com/doc/#refman>).
- NASA Blue Marble (<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/BlueMarble/>).



**Coordinamento editoriale e impaginazione**

Centro Editoriale Nazionale | INGV

**Progetto grafico e redazionale**

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2013 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

**<http://www.ingv.it>**



**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**