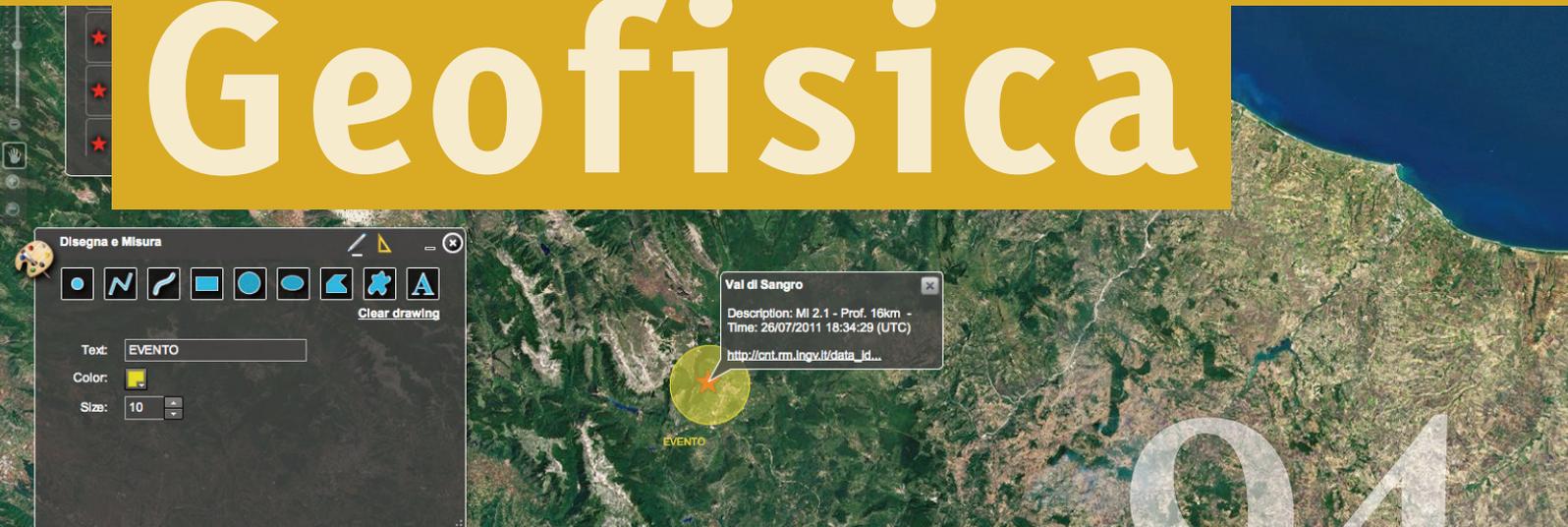


GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS

Quaderni di Geofisica



94



Quaderni di Geofisica

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

GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS

GEOSIS: from Earthquake Report to the webGIS

Maurizio Pignone e Raffaele Moschillo

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

GEOSIS: dall'Earthquake Report al webGIS

L'esperienza fatta nell'utilizzo del *Geodatabase* di *ESRI* ha permesso di poter centralizzare in unico ambiente i numerosi dati territoriali, geologici e sismologici presenti nelle banche dati prodotte negli ultimi anni dall'INGV ed altri Enti. Prendendo spunto anche dai report realizzati dall'*USGS* per descrivere i terremoti più importanti, si è pensato di creare degli strumenti di sintesi e di consultazione rapida di queste informazioni in relazione ad un evento sismico avvenuto sul territorio italiano. Nasce così l'idea di "inquadrare" la localizzazione di un terremoto non solo nel suo contesto territoriale, ma allargandola ad altre utili informazioni derivanti dalle banche dati e dagli studi prodotti dall'INGV.

Lo scopo di *GEOSIS Earthquake Report* è appunto quello di inquadrare un evento sismico in 5 viste tematiche all'interno di un report cartografico in formato A3: inquadramento territoriale, classificazione sismica, pericolosità sismica, sismicità storica, sismicità recente. L'utilità dei report cartografici si è evidenziata soprattutto nelle fasi di un'emergenza sismica come strumento di sintesi immediata e di facile lettura delle varie caratteristiche sismologiche e sismotettoniche del territorio colpito dall'evento sismico.

Proprio in queste fasi si è però evidenziato il punto debole dei report: la loro staticità. Infatti è venuta fuori l'esigenza di avere un'applicazione che potesse dinamicamente aggiornarsi durante una sequenza sismica e che desse all'utente la possibilità di creare scenari personalizzati.

È stato quindi sviluppato *GEOSIS web*, l'evoluzione sul Web di *GEOSIS Earthquake Report*. *GEOSIS web* trasforma il report cartografico in una applicazione *GIS on line* che permette all'utente di ricreare le 5 viste predefinite o di creare dei veri e propri scenari interagendo tra i vari strati informativi che compongono le viste. In più *GEOSIS web* non è centrato su un solo evento sismico ma ha la possibilità di gestire gli ultimi 20 terremoti registrati dalla Rete Sismica Nazionale con magnitudo (M_L) maggiore o uguale di 2.0, aggiornati quasi in tempo reale.

Experience using *ESRI Geodatabase* allowed to centralize in one place the many spatial, geological and seismological data contained in the databases produced in recent years by *INGV* and other institutions. Inspired by the *USGS* reports made to characterize the most important earthquakes, it was thought to create synthesis and quick reference tools of this information in relation to a seismic event that occurred on Italian territory.

The result is the idea of "framing" the location of an earthquake not only in its territorial context, but extending it to other useful information derived from *INGV* databases and studies. The aim of *GEOSIS Earthquake Report* is precisely to frame a seismic event in 5 topics into a A3 cartography report: territorial framework, seismic classification, seismic hazards, historical seismicity, recent seismic activity.

The utility of *Earthquake Report* has been highlighted especially during a seismic emergency as a tool for quick summary and easy to read of the different seismological and seismotectonic characteristics of the area affected by the earthquake. Just at those situations, however, has been pointed out the weak point of this report: their static nature. In fact it is coming out of the need to have an application that could dynamically be updated during a seismic sequence and which provides the user the ability to create custom scenarios.

It was then developed *GEOSIS web*, the evolution of *GEOSIS Earthquake Reports* on the Web. *GEOSIS web* turns the cartography report into a webGIS application that allows users to create the 5 default views, or create different scenarios with the layers of geographic database.

In addition *GEOSIS web* is not centered on a single seismic event but it has the opportunity to manage the last 20 events recorded by the National Seismic Network with magnitude (M_L) greater than or equal to 2.0, updated in near real time.

Introduzione

Il Laboratorio di Cartografia Digitale e Sistemi Informativi Territoriali (LabGIS) della Sede Irpinia dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) si occupa dal 2004 del trattamento dei dati cartografici e territoriali attraverso l'utilizzo dei sistemi informativi geografici (GIS). Un sistema informativo geografico o GIS (*Geographical Information System*) può essere definito come l'integrazione di alcune componenti di base (utenti, dati, hardware, software, procedure e reti) che permettono nel loro insieme di catturare, archiviare, interrogare, analizzare, visualizzare e restituire l'informazione geografica [ESRI, 2006]. I dati geografici vengono comunemente archiviati in un GIS sotto forma di livelli informativi (*layers*) contenenti ciascuno uno specifico tipo di informazione georeferenziata.

Un sistema informativo geografico consente di memorizzare, organizzare, gestire ed elaborare grandi quantità di dati all'interno di database geografici, cioè database capaci di gestire dati georeferenziati, in modo da consentire la produzione di report cartografici, la rappresentazione di scenari, la pubblicazione dei dati sul web attraverso lo sviluppo di *WebGIS*.

Nel corso degli anni sono stati integrati all'interno di database geografici, varie tipologie di informazioni, dai cataloghi di sismicità storica e strumentale alla mappa di pericolosità sismica, dalle sorgenti sismogenetiche alla classificazione sismica dei comuni. Prendendo spunto anche dai poster realizzati dall'*USGS* (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/>) per caratterizzare i terremoti più importanti, si è pensato di creare degli strumenti di sintesi e di consultazione rapida di queste informazioni in relazione ad un evento sismico avvenuto sul territorio italiano. Nasce così l'idea di "inquadrare" la localizzazione di un terremoto non solo nel suo contesto territoriale ma allargandola ad altre utili informazioni derivanti dalle banche dati e dagli studi prodotti dall'INGV.

È appunto questo lo scopo di *GEOSIS Earthquake Report*, inquadrare un evento sismico in 5 viste tematiche all'interno di un report cartografico in formato A3: inquadramento territoriale, classificazione sismica, pericolosità sismica, sismicità storica, sismicità recente. Il *LabGIS* della Sede Irpinia dell'INGV ha iniziato dal 2007 a realizzare gli *Earthquake Reports*, prima solo per l'Italia centro-meridionale (legati allo sviluppo del Sistema informativo territoriale del Progetto Cesis) e successivamente per tutto il territorio nazionale, selezionando solo gli eventi di una certa magnitudo (maggiore o uguale di 4.0).

Oggi i *report* sono pubblicati sul sito web della Sede Irpinia (www.gm.ingv.it) e sono scaricabili liberamente. L'utilità dei *report* cartografici si è evidenziata soprattutto nelle fasi di

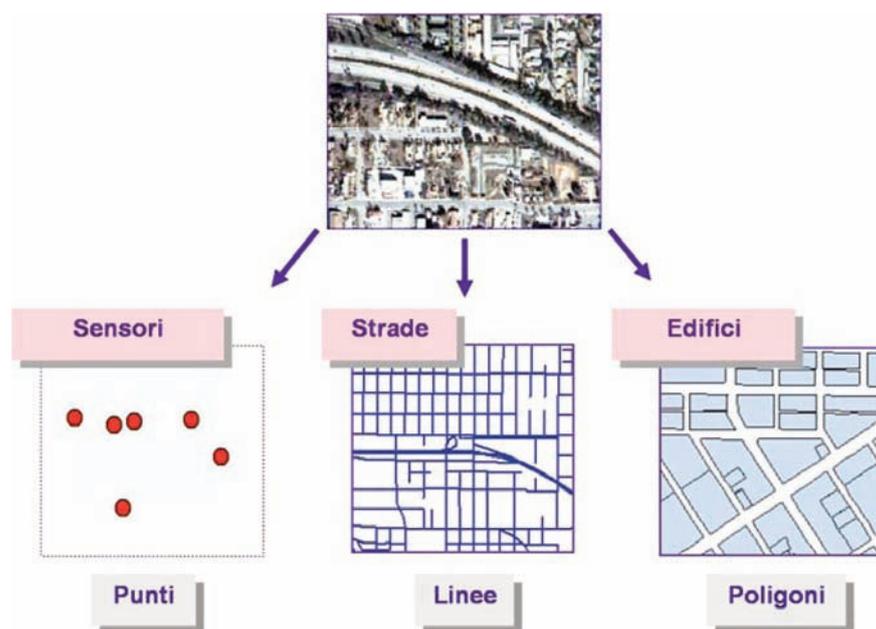


Figura 1 Tipi di Feature Class.
Figure 1 Types of Feature Class.

un'emergenza sismica come strumento di sintesi immediata e di facile lettura delle varie caratteristiche sismologiche e sismotettoniche del territorio colpito dall'evento sismico.

Proprio in queste fasi si è però evidenziato il punto debole degli *Earthquake Report*: la loro staticità. Infatti è venuta fuori l'esigenza di avere un'applicazione che potesse dinamicamente aggiornarsi durante una sequenza sismica e che desse all'utente la possibilità di creare scenari personalizzati.

Nasce così *GEOSIS web*, l'evoluzione sul *Web* di *GEOSIS Earthquake Report*. *GEOSIS web* trasforma il *report* cartografico in una applicazione *GIS on line* che permette all'utente di ricreare le 5 viste predefinite o di creare dei veri e propri scenari interagendo tra i vari strati informativi che compongono le viste.

In più *GEOSIS web* non è centrato su un solo evento sismico ma ha la possibilità di gestire gli ultimi 20 eventi registrati dalla Rete Sismica Nazionale con magnitudo (M_L) maggiore o uguale di 2.0, aggiornati quasi in tempo reale. Si può andare ancora più indietro nel tempo scegliendo anche di visualizzare gli eventi degli ultimi 90 giorni.

Questo lavoro descrive la struttura e la tecnologia con cui sono realizzati gli *Earthquake Report* di *GEOSIS* e lo sviluppo dell'interfaccia *Web* con la descrizione delle funzionalità e le modalità di utilizzo.

1. Dai Geodatabase ai report di sismicità

I dati utilizzati per la realizzazione di *GEOSIS* sono organizzati all'interno di *database* geografici, gestiti attraverso il soft-

ware ArcGIS della ESRI, società leader mondiale nella tecnologia GIS. ArcGIS è un software GIS che offre la possibilità di archiviare dati geografici e altri tipi di oggetti all'interno di database relazionali chiamati Geodatabase.

Il Geodatabase è la struttura di archiviazione di ArcGIS ed è il formato nativo di dati utilizzato per l'editing, la memorizzazione e la gestione delle informazioni geografiche. Un Geodatabase può essere definito come una collezione di insiemi di oggetti geografici e di altro tipo contenuta nella stessa cartella su disco (file geodatabase), o in un database Microsoft Access (personal geodatabase) o in un database relazionale multiutente quale Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 o Informix (enterprise geodatabase).

Il Geodatabase migliora notevolmente la gestione dei dati sia di tipo vettoriale che raster consentendo all'utente di lavorare con oggetti geografici "intelligenti", implementando modelli di comportamento, proprietà e relazioni, oltre alle più classiche regole topologiche. Tra le proprietà da noi utilizzate c'è la riproiezione al volo (projection on the fly) che consente di eliminare le problematiche relative ai differenti sistemi di proiezione e coordinate dei vari dati inseriti permettendo la loro sovrapposizione in modo corretto.

Abbiamo preferito utilizzare per il nostro lavoro la soluzione personal geodatabase, nella quale i dati sono memorizzati all'interno di un database di Microsoft Access. Questo tipo di database può avere dimensione massima di 2GB. Questa soluzione può essere potenziata verso un sistema Enterprise sfruttando le potenzialità di un RDBMS professionale e del software ArcSDE (spatial database engine) della ESRI.

All'interno del Geodatabase i dati geografici di tipo vettoriale vengono organizzati in Feature Class, simili a shapefile che rappresentano i singoli layers ai quali sono associati i relativi metadati che contengono informazioni riguardanti il sistema di coordinate, i campi di attributi, la scala di acquisizione del

dato, i processi di elaborazione ed estrazione. Le Feature Class possono essere definite come un livello informativo contenente collezioni ordinate di oggetti (elementi) geografici vettoriali aventi la stessa rappresentazione spaziale (punti, linee o poligoni) e gli stessi attributi descrittivi [ESRI, 2006]: i tre tipi di Feature Class più comunemente utilizzati nel geodatabase contengono punti, o linee o poligoni (Figura 1).

Le Feature Class possono essere raggruppate all'interno di Feature Dataset, vere e proprie collezioni di Feature Class; la loro caratteristica è la possibilità di raggruppare Feature Class aventi lo stesso sistema di coordinate in un preciso dominio XY, che può essere parametrizzato in fase di costruzione.

I Feature Dataset si possono caratterizzare ed organizzare per una particolare categoria (sismicità, geologia, limiti amministrativi, ecc.) oppure in base alla loro estensione geografica (Italia, Europa, mondo).

Un'altra particolarità del Geodatabase di ArcGIS è la possibilità, tramite i Raster Dataset, di immagazzinare e gestire anche i dati raster, dati spaziali che rappresentano un oggetto o un fenomeno attraverso una matrice di celle uguali di forma quadrata, ordinate in righe e colonne: ogni cella è identificata con un valore di un attributo quantitativo o qualitativo e dalle coordinate della posizione. I Raster Dataset permettono di mosaicare in unico file più raster geograficamente contigui.

L'utilizzo di software GIS della ESRI nasce dalla scelta effettuata all'inizio dell'attività svolta dal LabGIS della Sede INGV di Grottaminarda in particolare nell'ambito del Progetto CESIS nel quale venivano espressamente richiesti lo sviluppo di applicazioni GIS. La struttura tecnologica (hardware e software) scelta per il LabGIS [Pignone M. et al., 2007] ha puntato sui software GIS della ESRI rispetto ad altri software commerciali o open source per diversi motivi: la profonda conoscenza del prodotto, la facilità di utilizzo, l'affidabilità, la possibilità di acquisto delle licenze ad un costo molto basso. Per informa-

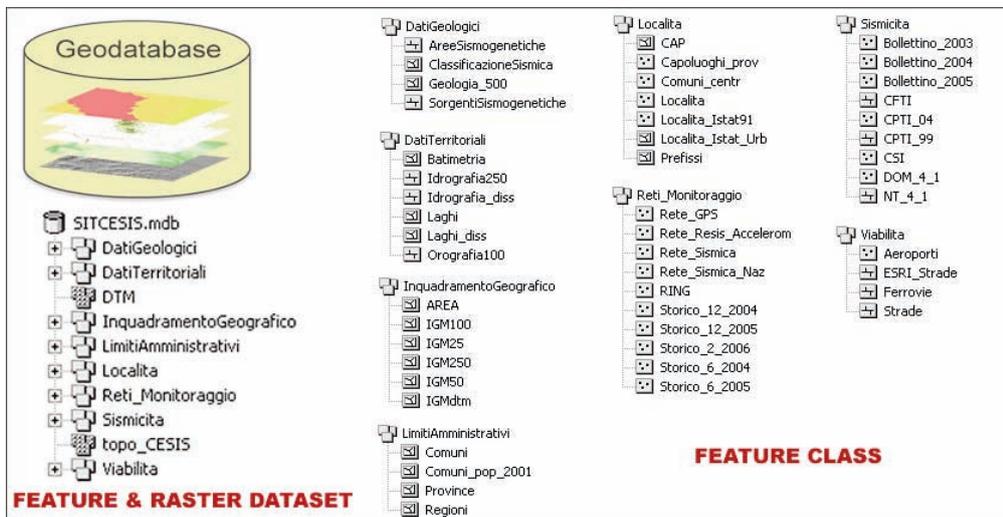


Figura 2 Layers presenti nel Geodatabase del SIT CESIS.
Figure 2 Layers in the SIT CESIS Geodatabase.

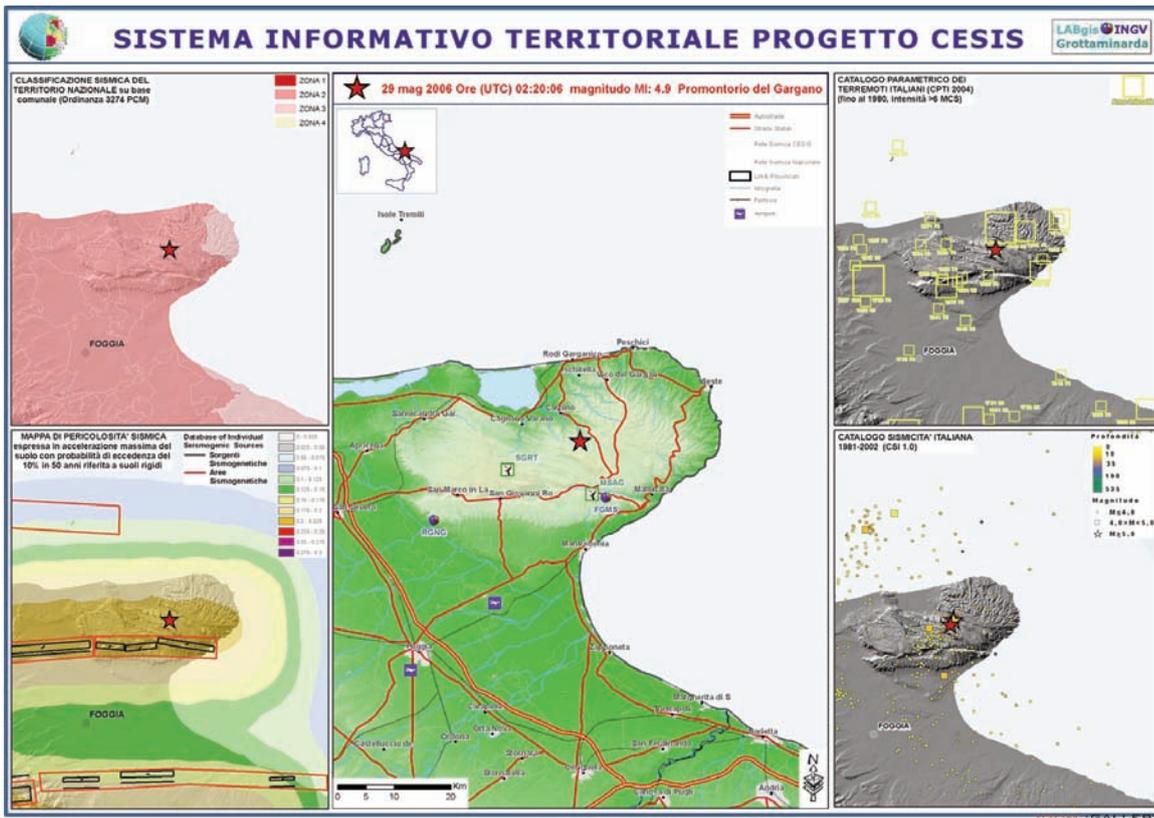


Figura 3 SIT CESIS Earthquake Report.
Figure 3 SIT CESIS Earthquake Report.

zioni dettagliate sull'architettura hardware e software si rimanda al lavoro [Pignone et al., 2007] in bibliografia.

Una delle applicazioni sviluppate nell'ambito del Progetto CESIS è stata la realizzazione del *Geodatabase* del Sistema Informativo Territoriale (*SIT*) del Progetto CESIS [Pignone M., 2006] che si proponeva di raccogliere ed integrare informazioni cartografiche e descrittive a scala regionale per l'analisi delle caratteristiche territoriali, geologiche e sismologiche dell'Italia Meridionale.

Il *SIT CESIS* ha avuto un duplice ruolo: un supporto alle attività dei tecnici e ricercatori nella fase di ricerca e posizionamento (*siting*) dei siti dove ubicare le stazioni della rete sismica e *GPS*, e la base di partenza per applicazioni *GIS-based* orientate alla geologia, alla sismologia e alla valutazione del rischio sismico.

Il *Geodatabase* del *SIT CESIS* è costituito da circa 60 *layers* (Figura 2): accanto ai dati territoriali (cartografie, inquadramento, limiti amministrativi, viabilità, località) è stato realizzato un lavoro di informatizzazione e sintesi delle banche dati sismologiche e sismotettoniche prodotte dall'INGV negli ultimi anni (cataloghi di sismicità storica, sismicità strumentale, *database* sorgenti sismogenetiche, reti sismiche) in modo da poter creare viste geografiche su cui posizionare lo sviluppo delle reti di monitoraggio del Progetto CESIS.

La realizzazione del *Geodatabase* contenente il *layers* delle banche dati prodotte dall'INGV ha permesso di utilizzare queste informazioni all'interno di applicazioni *GIS* per la produzione di scenari per il monitoraggio sismico delle aree interessate dal Progetto CESIS.

È nato così il *SIT CESIS Earthquake Report* (Figura 3) costituito da un *report* cartografico associato ad ogni evento sismico con magnitudo M_L superiore o uguale a 3.0 avvenuto in Italia centro-meridionale.

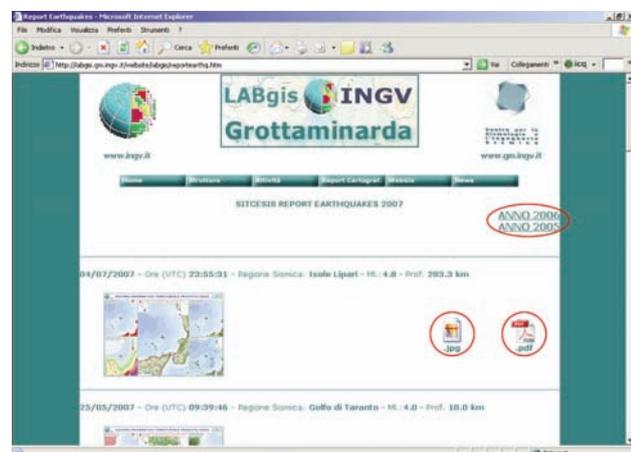


Figura 4 Pagina Web dei SIT CESIS Earthquake Report.
Figure 4 SIT CESIS Earthquake Report web page.

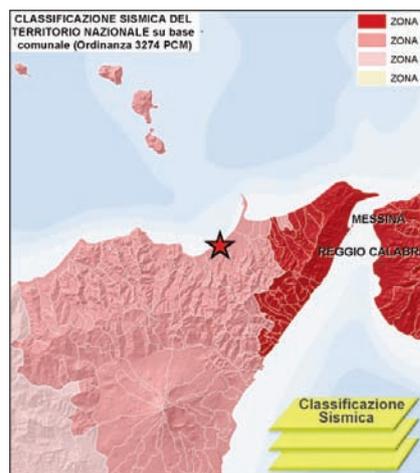
Dataframe 1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E RETI DI MONITORAGGIO (scala 1:500.000):

- Batimetria
- Confini Europa
- Modello digitale del terreno classificato in base all'orografia
- Ombreggiatura modello digitale del terreno
- Limiti comunali
- Limiti provinciali
- Località (urbanizzato)
- Viabilità (autostrade, strade statali e ferrovie)
- Idrografia
- Laghi
- Aeroporti
- Centroidi dei comuni
- Stazioni della Rete Sismica Nazionale
- Evento sismico



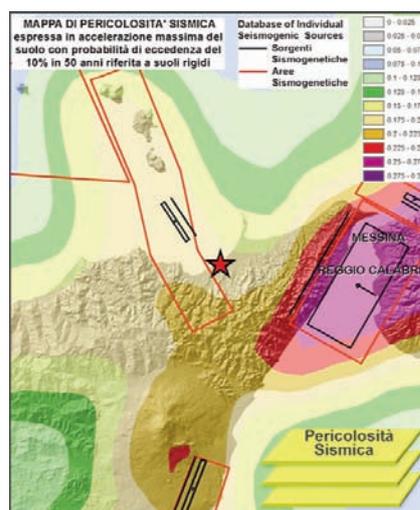
Dataframe 2 - CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO (scala 1:1.000.000):

- Batimetria
- Ombreggiatura modello digitale del terreno
- Classificazione sismica su base comunale (classificata tematizzata in base alle 4 zone)
- Limiti comunali
- Confini Europa
- Capoluoghi di provincia
- Evento sismico



Dataframe 3 - PERICOLOSITÀ SISMICA (scala 1:1.000.000):

- Ombreggiatura modello digitale del terreno
- Raster della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (classificato e tematizzato in 12 classi di accelerazione massima del suolo espressa in % di g)
- Aree sismogenetiche del DISS (Catalogo Sorgenti Sismogenetiche Italiane)
- Sorgenti sismogenetiche individuali del DISS
- Capoluoghi di provincia
- Evento sismico



<p>Dataframe 4 - SISMICITÀ STORICA (scala 1:500.000):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batimetria • Ombreggiatura modello digitale del terreno • Immagini Landsat (in alternativa al dtm) • Confini Europa • Capoluoghi di provincia • Catalogo parametrico dei terremoti italiani CPTI 04 (classificato e tematizzato in base alla intensità massima IMX) • Evento sismico 	
<p>Dataframe 5 - SISMICITÀ STRUMENTALE (scala 1:1.000.000):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Batimetria • Ombreggiatura modello digitale del terreno • Confini Europa • Capoluoghi di provincia • Bollettino Sismico dal 2003 (classificato e tematizzato in 12 classi in base alla profondità ipocentrale e la magnitudo) • Catalogo della sismicità italiana CSI 1.1 (versione filtrata per qualità delle localizzazioni, classificata e tematizzata in 12 classi in base alla profondità ipocentrale e la magnitudo) • Evento sismico 	

Tabella 1 Layers contenuti nei 5 dataframe.
Table 1 Layers present in the 5 dataframes.

Ovviamente i *report* pubblicati si riferivano alla sola area di interesse del Progetto CESIS dall'anno 2005 fino al 2007. Il sito è stato successivamente modificato nel 2010.

Il *Report* è realizzato all'interno di ArcGIS tramite opportune funzionalità customizzate in un progetto (.mxd) dell'applicazione principale di ArcGIS Desktop chiamata ArcMap.

L'utente inserisce le coordinate geografiche dell'evento sismico localizzato dall'INGV e genera con un comando 5 viste geografiche (*dataframe*) centrate sull'evento con i dati contenuti all'interno del *Geodatabase* del SIT CESIS.

Nella Tabella 1 sono elencati i singoli livelli informativi (*layers*) presenti nei 5 *dataframe* e che compongono le viste geografiche rappresentate nel *report* (l'elenco dei *layers* è ordinato secondo l'ordine di visualizzazione all'interno della vista).

I *report* sono generati da un *layout* organizzato all'interno del progetto in ArcMAP che include i 5 riquadri corrispondenti alle viste geografiche: nel riquadro centrale sono presenti

anche altri elementi, una piccola mappa dell'Italia con la posizione del terremoto, la scala grafica (*scale bar*) e l'indicazione del nord (*north arrow*).

Nella parte superiore sono invece indicati i parametri di localizzazione dell'evento: Data, Ora (UTC), Magnitudo, Regione Sismica, Latitudine, Longitudine, Profondità.

I *layout* vengono esportati in formato jpeg e pdf e successivamente sono stati pubblicati nella pagina dedicata del vecchio sito web (Figura 4) del LabGIS di Grottaminarda da dove è stato possibile scaricarli.

2. GEOSIS Earthquake Report

La produzione di un *report* cartografico di inquadramento territoriale e sismotettonico è sicuramente uno strumento che riveste una grande importanza ai fini di protezione civile. Può essere considerato infatti una risposta quasi immediata

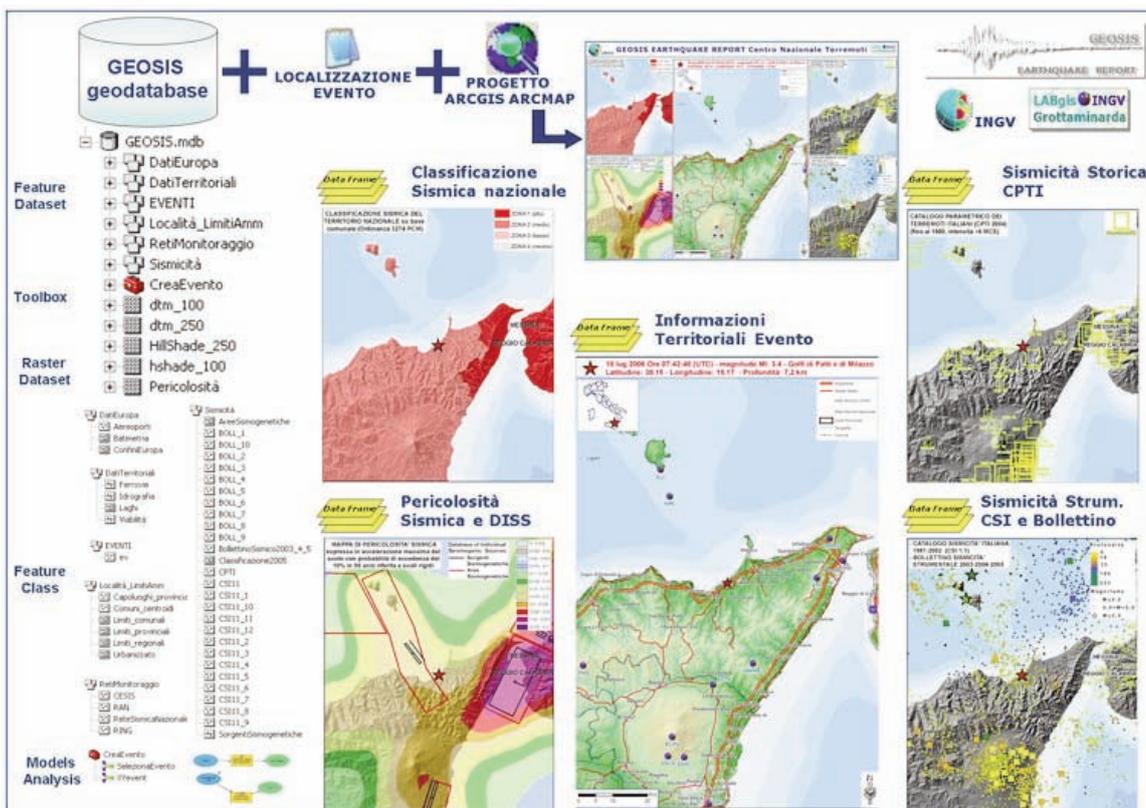


Figura 5 Flusso di lavoro e struttura di GEOSIS.
Figure 5 GEOSIS workflow and structure.

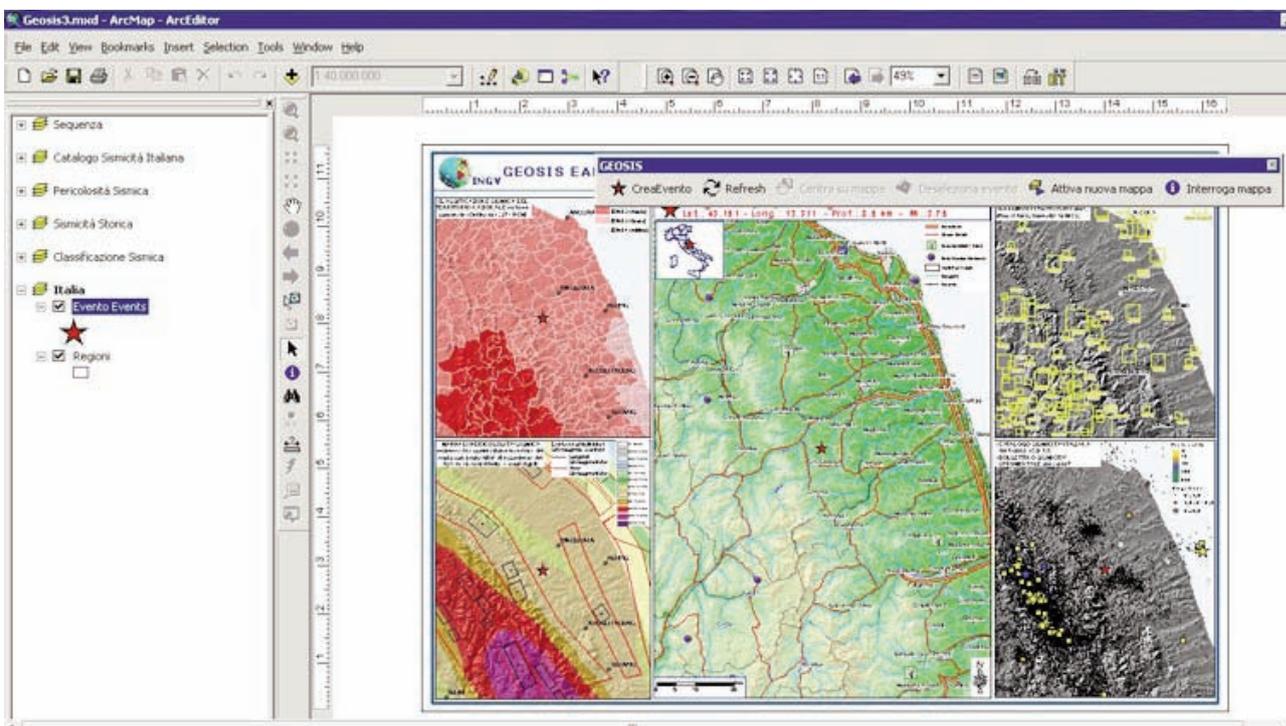


Figura 6 Toolbar di GEOSIS in ArcMap.
Figure 6 GEOSIS toolbar in ArcMap.

ta ad eventi sismici di qualunque grandezza che si verificano sul territorio nazionale, inquadrando il fenomeno dal punto di vista territoriale, amministrativo, geologico e sismologico grazie ai dati geografici e alle banche dati specialistiche organizzate all'interno del *Geodatabase*.

Per questo partendo dall'esperienza del SIT CESIS *Earthquake Report* si è pensato di estendere la creazione dei report a tutto il territorio nazionale, ampliando per tutta Italia il contenuto informativo del *Geodatabase*, e creando un'applicazione GIS specifica.

L'applicazione, denominata *GEOSIS*, prevede la produzione dei report mediante l'inserimento dei dati sulla localizzazione degli eventi sismici all'interno di un file di testo (Figura 5). All'interno del *Geodatabase* di *GEOSIS* è stata aggiunta una *toolbox* (un contenitore di funzionalità) contenente due *routine* sviluppate in ambiente *ESRI Model Builder* per l'acquisizione delle coordinate epicentrali dell'evento sismico e la generazione delle viste dei report.

Il report viene generato all'interno di *ArcGIS - ArcMap* tramite una *toolbar* (Figura 6) realizzata in ambiente *VBA (Visual Basic for application per ESRI)* con la tecnologia degli *ArcObjects* richiamando le funzioni di *Geoprocessing* create nell'ambiente *Model Builder* e contenute nel *Geodatabase* di *GEOSIS*.

Il *Geodatabase* di *GEOSIS* (Figura 7) contiene *Feature Dataset* (FD) in cui sono inserite diverse tipologie di *Feature Class* (FC) e *Raster Dataset* (RD) nei quali sono stati mosaicati i dati *raster*, ma anche le procedure e gli script inseriti in una *toolbox* (TB), per l'acquisizione delle coordinate epicentrali, la produzione e l'esportazione dei report.

Di seguito viene illustrato il contenuto informativo di *GEOSIS* organizzato nei seguenti FD, RD e TB:

- **FD Dati Europa:** contiene le FC relative ai confini degli Stati dell'Europa, la batimetria a scala 1:250.000 del Bacino del Mediterraneo ed infine l'ubicazione degli aeroporti nazionali ed internazionali in Europa (fonte dati *ESRI Data & Maps 9.3 media kit*, 2008 *ESRI*).
- **FD Dati Territoriali:** sono presenti le FC del reticolo idrografico (geometria lineare) e dei Laghi (geometria poligonale) alla scala 1:25.000 del territorio nazionale e della viabilità suddivisa in ferrovie e strade, statali e autostrade (fonte dati *GEOSERVER INGV* <http://kharita.rm.ingv.it>).
- **FD Eventi:** contiene la FC degli eventi sismici localizzati proveniente dalle funzionalità "Crea Evento" nella *toolbar* di *GEOSIS*.
- **FD Località e Limiti Amministrativi:** sono presenti le FC dei limiti Amministrativi Regionali, Provinciali e Comunali ed inoltre le FC riferite alla ubicazione delle città capoluogo, comuni, principali località e delimitazione delle aree urbanizzate (fonte dati *GEOSERVER INGV* <http://kharita.rm.ingv.it>).
- **FD Reti Monitoraggio:** contiene le FC dell'ubicazione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale (RSN), della

Rete Integrata Nazionale GPS (RING), della Rete Accelerometrica Nazionale (RAN) e della Rete Sismica Satellitare (CESIS); l'aggiornamento di queste FC avviene periodicamente a cura del LABGIS della Sede Irpinia dell'INGV (<http://labgis.gm.ingv.it>).

- **FD Sismicità:** si divide in 2 tipologie di dati relativi alla sismicità con i cataloghi storici e strumentali e alla pericolosità sismica del territorio nazionale. Per la sismicità storica è stato inserito come FC a geometria puntuale il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI 2004 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>); per la sismicità strumentale per il periodo 1981-2002 il Catalogo della Sismicità Italiana (CSI) aggiornato alla versione 1.1 (<http://csi.rm.ingv.it>) ed Bollettino della Sismicità Strumentale (a cura del Centro Nazionale Terremoti) per gli anni dal 2003 al 2009 (<http://bollettinosismico.rm.ingv.it>). Questi dati sono stati classificati in base al valore di magnitudo (magnitudo minore di 4, tra 4 e 5, maggiore di 5) ed in base alla profondità ipocentrale (tra 0 e 18 km, tra 18 e 35, tra 35 e 190, superiore a 190), successivamente per ogni classe è stata generata una FC. Per la pericolosità sismica è stata inserita la FC della classificazione sismica d'Italia su base comunale (fonte dati Servizio Sismico Nazionale, Rischio Sismico 2001 CD-ROM prodotto nell'ambito della programmazione 1999-2000 dell'Ufficio Valutazione e riduzione del rischio sismico), e il Database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane dei terremoti di magnitudo superiore a 5.5 (DISS – Database of Individual Seismogenic Sources - 3.04, <http://diss.rm.ingv.it/diss/>), con le FC delle aree sismogenetiche e dell'ubicazione

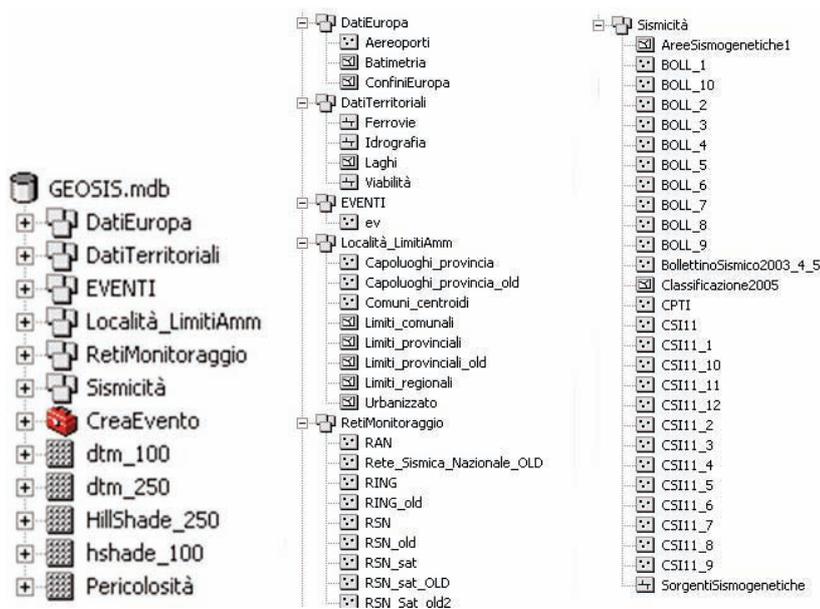


Figura 7 Struttura e contenuto del Geodatabase di GEOSIS. Figure 7 Structure and contents of the GEOSIS Geodatabase.

delle sorgenti sismogenetiche.

- **RD DTM:** è stato generato un modello digitale del terreno (*DTM*) del territorio nazionale con passo 100 e 250 metri ed attraverso le funzionalità di analisi spaziale è stato ricavato alla stessa scala l'*hillshade* (elaborazione dal Modello Digitale del Terreno dell'Istituto Geografico Militare).
- **RD Pericolosità:** è stata acquisita la mappa di pericolosità sismica di riferimento del territorio nazionale espressa in classi di accelerazione massima del suolo (*PGA*) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi, elaborata da INGV (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>).
- **TB CreaEvento:** è stata aggiunta una *toolbox* (un contenitore di funzionalità anche customizzate inserito nel modulo *ArcToolBox* di *ArcGIS*) contenente due *routine* sviluppate in ambiente *Geoprocessing Model Builder* per l'acquisizione delle coordinate epicentrali dell'evento sismico e la generazione delle viste del report. Le due *routine* contenute nel *toolbox* sono "*XY event*" che consente di trasformare il file di testo di input dei parametri epicentrali in un layer geografico contenente un elemento puntuale (l'epicentro del terremoto) che viene automaticamente caricato in *ArcMap* e "Seleziona Evento" che consente di selezionare questo

elemento e di centrare le cinque viste (*dataframe*) su di esso. Le due routine sviluppate con il *Model Builder* di *ArcGIS* sono richiamate attraverso il pulsante "Crea Evento" nella *Toolbar* di *GEOSIS* (Figura 6).

Durante l'emergenza del terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 è stata utilizzata l'applicazione *GEOSIS* per creare gli *Earthquake Report* sia dell'evento principale che per tutta la sequenza man mano che si sviluppava nel tempo. Già dopo un paio di ore dall'evento delle 3.32 del 6 aprile il report (Figura 8) era stato pubblicato su web e inviato anche al Dipartimento della Protezione Civile Nazionale.

Successivamente sono stati realizzati numerosi altri report (Figura 9) nell'ambito delle attività del Centro Operativo di Emergenza Sismica (COES) dell'INGV operante nella Caserma di Coppito (AQ) [Pignone et al., 2009].

Tutti gli *Earthquake Report* di *GEOSIS* sono pubblicati sul nuovo sito della Sede Irpinia dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia www.gm.ingv.it nell'apposita sezione "*Earthquake Report*" in Home Page all'indirizzo <http://www.gm.ingv.it/index.php/earthquake-report> (Figura 10). È possibile trovare, suddivisi per anno, gli *Earthquake Report* di eventi sismici avvenuti sul territorio nazionale con magni-

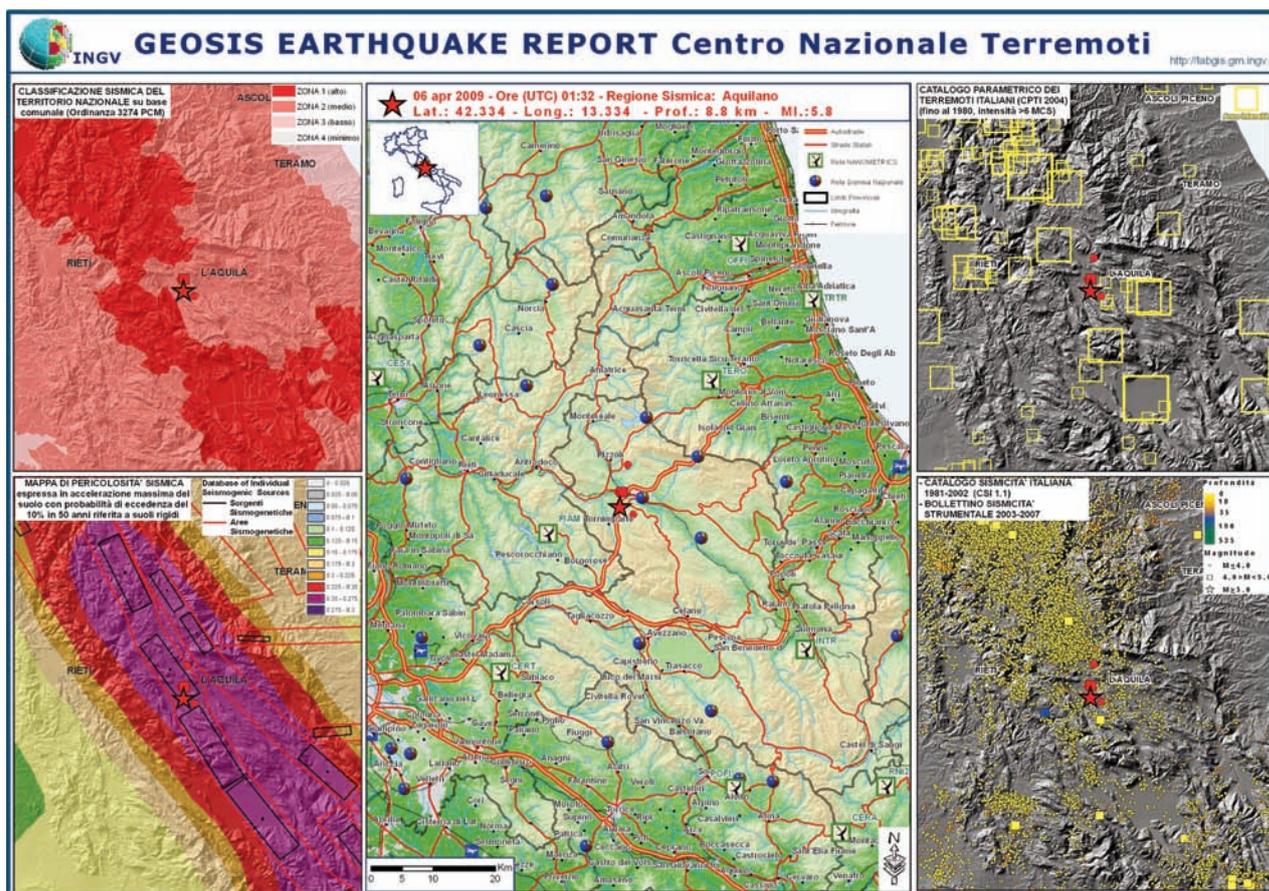


Figura 8 GEOSIS Earthquake Report del 6 aprile 2009.
 Figure 8 April 6, 2009 GEOSIS Earthquake Report.

tudo (M_L) maggiore o uguale di 4.0, ma anche quelli per terremoti di minore magnitudo se di particolare interesse o risentiti. Inoltre i singoli report si possono scaricare in formato jpeg.

3. GEOSIS web

L'esperienza fatta nell'utilizzo del *Geodatabase* ha permesso di poter centralizzare in unico ambiente i numerosi dati territoriali, geologici e sismologici presenti nelle Banche Dati prodotte negli ultimi dall'INGV ed altri Enti. Questo ci ha consentito di sviluppare applicazioni *GIS-based* di sintesi delle informazioni sia come supporto al servizio del monitoraggio sismico ma anche come un valido strumento di divulgazione verso la comunità scientifica, la protezione civile, gli utenti generici. Gli *Earthquake Report* di *GEOSIS* costituiscono la base di partenza per ulteriori prodotti di informazione per eventi sismici e sequenze. L'esigenza ulteriore era quella di avere un report dinamico con il quale l'utente potesse interagire e creare scenari personalizzati anche in funzione dell'evolversi della sismicità.

L'evoluzione sul Web di *GEOSIS Earthquake Report* è rap-

presentata da *GEOSIS web* che trasforma il report cartografico in una applicazione *GIS* on line e permette all'utente di ricreare le 5 viste predefinite o di creare dei veri e propri scenari interagendo tra i vari strati informativi che compongono le viste.

In più *GEOSIS web* non è centrato su un solo evento sismico ma ha la possibilità di gestire gli ultimi 20 eventi registrati dalla Rete Sismica Nazionale con magnitudo (M_L) maggiore o uguale di 2.0, aggiornati quasi in tempo reale. Si può andare ancora più indietro nel tempo scegliendo anche di visualizzare gli eventi degli ultimi 90 giorni.

I dati presenti in *GEOSIS web* sono gli stessi utilizzati per la realizzazione degli *Earthquake Report*, provengono dallo stesso *Geodatabase* di *GEOSIS*: sono stati aggiornati i dati riferiti alla sismicità strumentale inserendo i nuovi dati del Bollettino Sismico 2009 (<http://bollettinosismico.rm.ingv.it>) e per l'anno 2010 i dati del database ISIDE (<http://iside.rm.ingv.it>). Aggiornati anche gli strati informativi del DISS versione 3.1.1 (<http://diss.rm.ingv.it>) e quelli dell'ubicazione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale.

Una notevole differenza con i report cartografici è data dalla possibilità di interagire con dati territoriali a diversa scala di visualizzazione e di dettaglio, infatti non esiste più il limite di

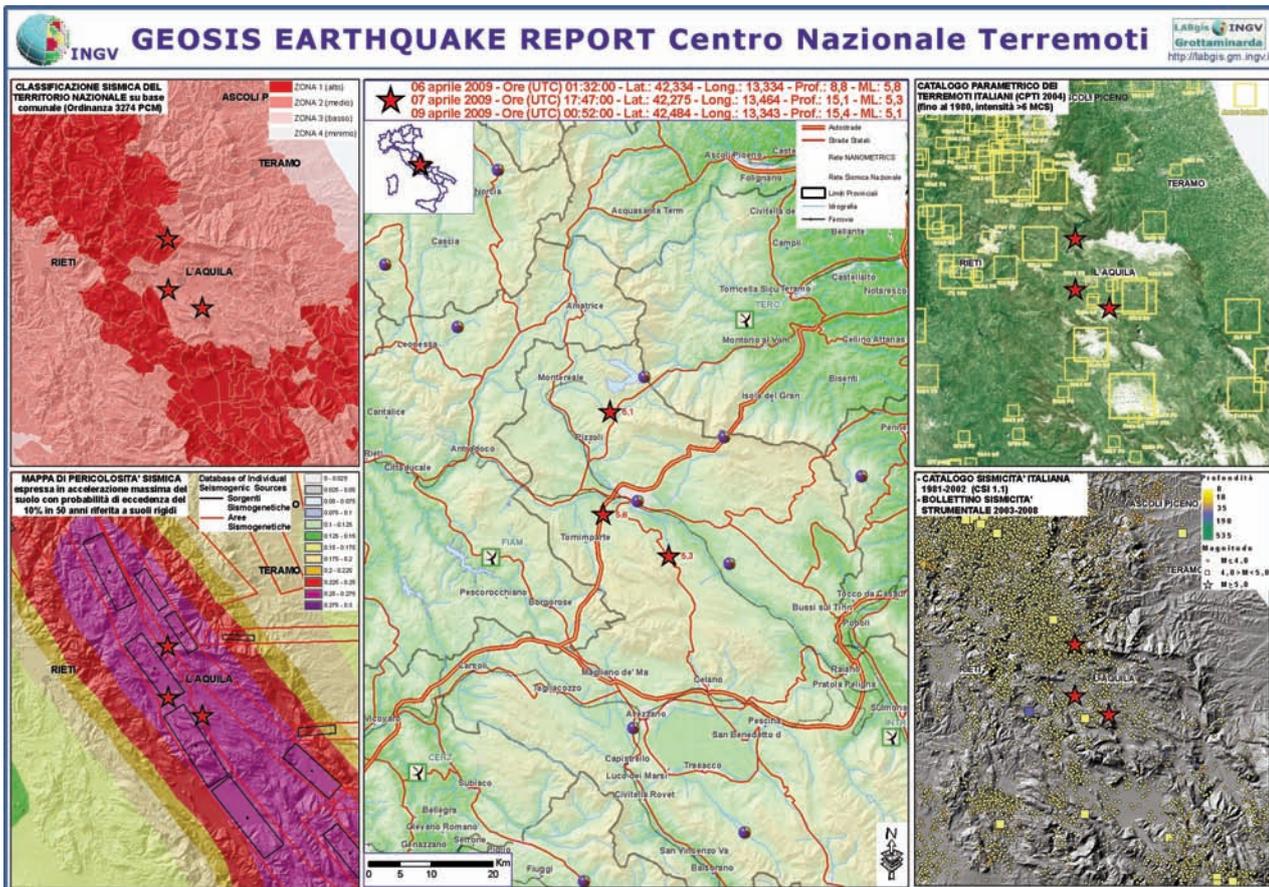


Figura 9 GEOSIS Earthquake Report del 9 aprile 2009.
Figure 9 April 9, 2009 GEOSIS Earthquake Report.

una scala fissata. Ad esempio per l'inquadramento territoriale, grazie ai dati provenienti da ArcGIS.com (<http://www.arcgis.com/home/>), è possibile scendere nel dettaglio e scegliere di visualizzare strade, foto aeree, elementi topografici e morfologici in perfetto stile Google Maps (Figura 11).

I dati provenienti dal Geodatabase sono pubblicati come servizi di mappa (*map services*): GEOSIS web è infatti basato sulla tecnologia ESRI ArcGIS Server, l'applicazione GIS della ESRI che mette a disposizione dell'ambiente server una serie di funzionalità e un ambiente di sviluppo simili ai prodotti GIS desktop.

Con ArcGIS Server è possibile realizzare applicazioni server-based personalizzate per browser, desktop, dispositivi mobili con funzionalità evolute di visualizzazione ed analisi delle informazioni geografiche. ArcGIS Server fornisce agli utenti finali anche numerose applicazioni già pronte all'uso, oltre a servizi di cartografia, analisi, raccolta e editing di dati e gestione delle informazioni spaziali e supporta l'accesso da parte di diversi client desktop.

La sua peculiarità, quindi, è quella di pubblicare servizi di mappa (*map services*) e configurare in modo semplice varie applicazioni client GIS. L'accesso alle interfacce GIS mediante un browser rende le applicazioni web browser-based immediatamente disponibili sia per visualizzare i dati che per effettuare analisi geografiche.

La struttura di ArcGIS Server [Esri, 2008] incorpora i seguenti componenti (Figura 12):

- **Server GIS:** server che ospita le risorse GIS quali mappe, strumenti di geoprocessing, servizi di geocodifica e li rende disponibili alle applicazioni client sotto forma di servizi.
- **Server Web:** il server Web ospita le applicazioni e i servizi Web che utilizzano le risorse disponibili sui server GIS.
- **Client:** le applicazioni client sono applicazioni Web, por-

tali e desktop che si connettono attraverso il protocollo http ai servizi Internet o ai servizi locali di una LAN o di una WAN.

- **Data server:** contiene le risorse che sono state pubblicate sul server GIS sotto forma di servizi. Queste risorse possono essere documenti cartografici, Geodatabase, strumenti di geoprocessing.
- **Creazione delle risorse con ArcGIS Desktop:** per creare le risorse GIS (mappe, strumenti di geoprocessing, ecc.), che dovranno essere pubblicati su un server, è necessario utilizzare le applicazioni di ArcGIS Desktop come ArcMap.

È possibile condividere i dati e le risorse GIS pubblicati su web ospitandoli dapprima su ArcGIS Server come servizio web per poi permettere alle applicazioni client (e agli altri server) di utilizzarle e di interagire con essi.

Il principale vantaggio della condivisione delle risorse GIS su

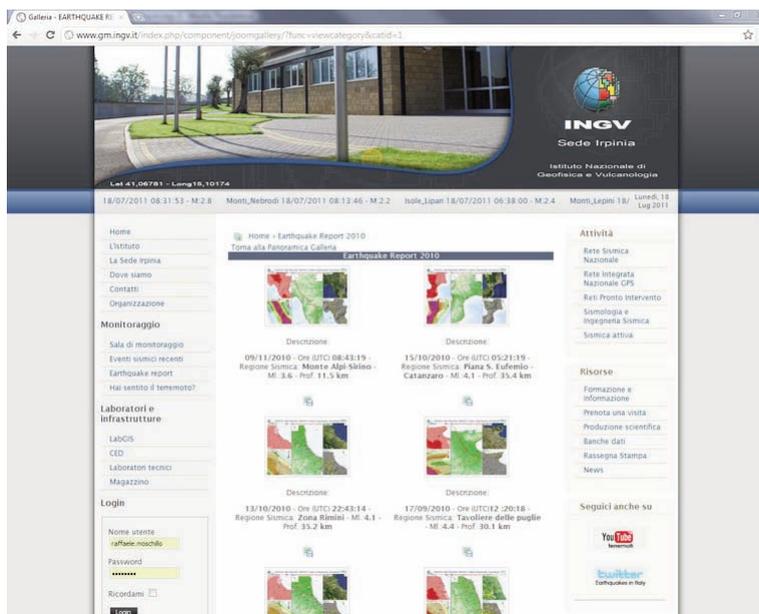


Figura 10 Pagina web di GEOSIS Earthquake Report.
Figure 10 GEOSIS Earthquake Report web page.

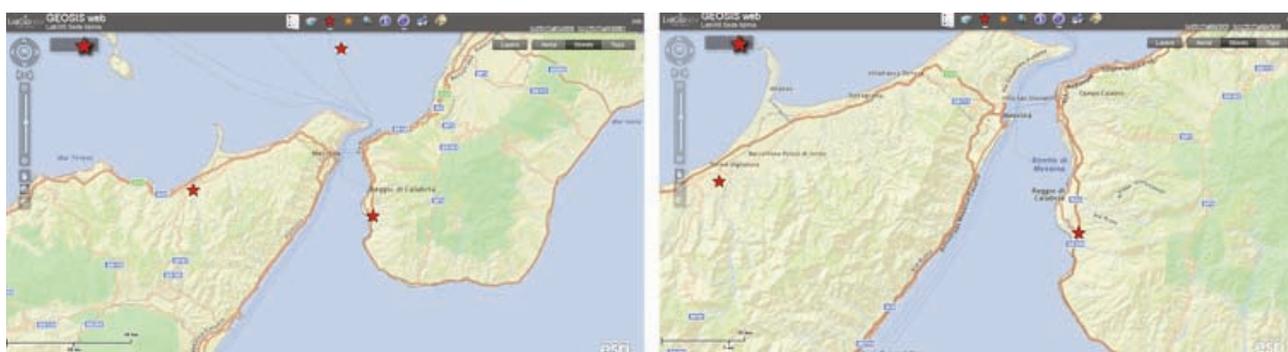


Figura 11 Visualizzazione a diverse scale di dettaglio.
Figure 11 Display at different scales of detail.

un server GIS è identico a quello di condividere qualsiasi dato utilizzando la tecnologia server, cioè la gestione del dato in modo centralizzato, il supporto di utenti multipli, la possibilità di ottenere informazioni sempre aggiornate e la potenza di calcolo del computer al quale si accede in remoto.

ArcGIS supporta i principali standard per dati e servizi spaziali sul Web, tra i quali gli standard dell' *Open Geospatial Consortium* [Open Geospatial Consortium - OpenGIS® Standards, <http://www.opengeospatial.org/standards/is>]: *Web Map Service (WMS)*, *Web Feature Service (WFS)*, *Web Coverage Service (WCS)*, cataloghi di servizi e metadati e *Keyhole Markup Language (KML)*.

Per *GEOSIS web* è stata sfruttata la possibilità di ArcGIS Server di creare dei servizi di mappa (*map service*) direttamente da un progetto di *ArcMap* (.mxd). Infatti per creare un servizio di mappa bisogna prima creare il documento di mappa in *ArcMap* e poi pubblicarlo come servizio.

In *GEOSIS web* sono stati utilizzati 4 servizi di mappa (sismicità storica, sismicità strumentale, pericolosità sismica, classificazione sismica) derivanti da altrettanti progetti di *ArcMap* contenenti i relativi strati informativi (*layers*) delle 4 viste utilizzate nei progetti dei *GEOSIS Earthquake Report*. In questo modo è stato possibile trasferire all'interno dei servizi di mappa le stesse proprietà di classificazione, tematizzazione e visualizzazione presenti negli *Earthquake Report* di *GEOSIS* (Figura 13).

GEOSIS WEB è quindi un *webgis* (Figura 14) derivato da una customizzazione del visualizzatore di *ArcGIS Server* per *Flex*, un'interfaccia utente molto veloce ed immediata per la consultazione e l'analisi dei dati geografici pubblicati su WEB (*map services*). Il *viewer* di *ArcGIS* per *Flex* è un prodotto pronto per distribuire applicazioni client configurabili costruito sulle API *ArcGIS* per *Flex*.

È progettato per funzionare con *ArcGIS Server* e rappresenta la soluzione *ESRI* per la creazione di applicazioni di *webgis* personalizzate, senza bisogno di programmazione. Con il *viewer* di *ArcGIS* per *Flex*, si possono velocemente creare e distribuire applicazione GIS customizzate di *web mapping* per la visualizzazione dei dati, l'esecuzione di *query* interatti-

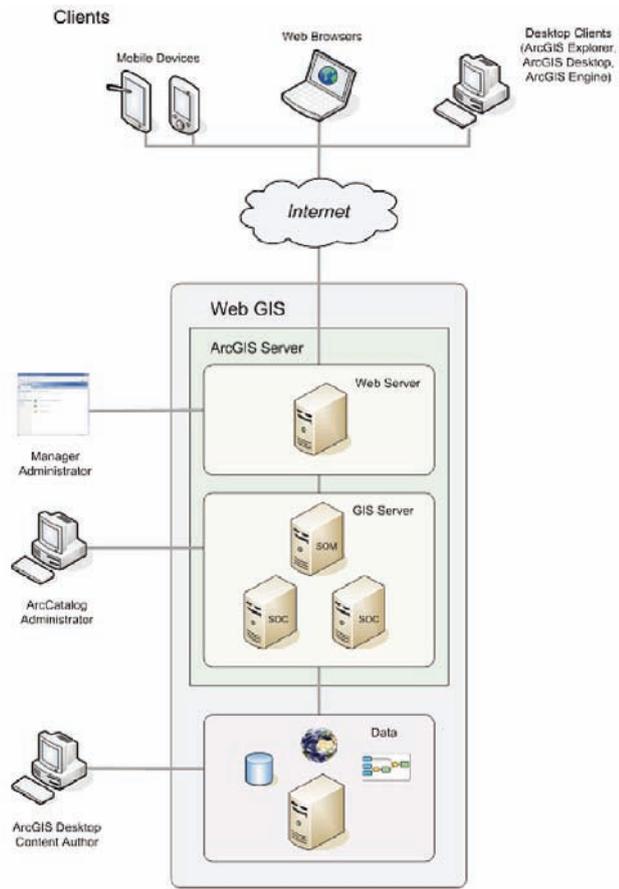


Figura 12 Architettura di sistema di ArcGIS Server.
Figure 12 The ArcGIS Server system architecture.

ve, il *web editing*, l'estrazione dei dati, il *geocoding* e la stampa. Le funzionalità nel *viewer* sono basate su un modello di programmazione estensibile, i *widget*. I *widget* sono blocchi di codice portatili che offrono funzionalità in maniera modulare e possono essere facilmente aggiunte o rimosse dal visualizzatore. Molti *widget* sono inclusi con *ArcGIS Viewer* per *Flex*, nuovi *widget*, e quindi nuove funzionalità personalizzate, possono essere sviluppati utilizzando le API di *ArcGIS* per *Flex*.



Figura 13 Progetti (mxd) in ArcMap.
Figure 13 ArcMap documents (mxd).

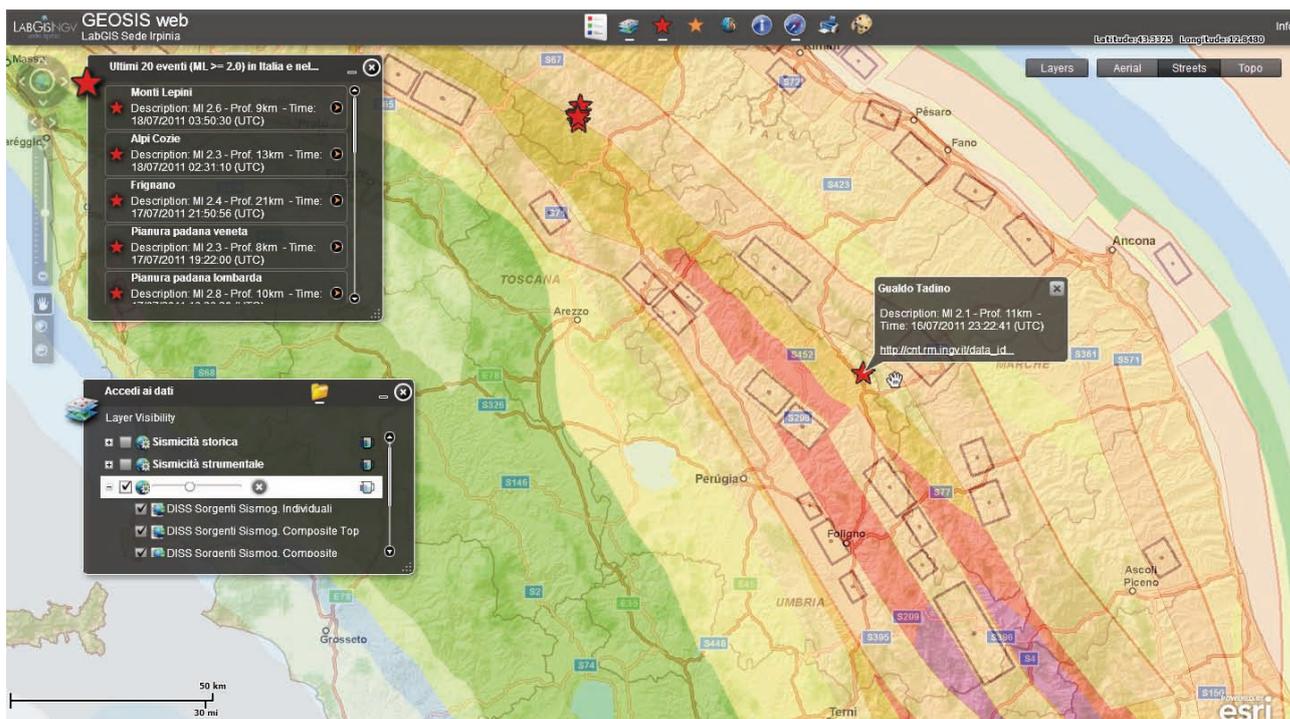


Figura 14 Interfaccia GEOSIS web.
Figure 14 GEOSIS web interface.

Anche nel caso di *GEOSIS web* le funzionalità di base sono state estese con altri i *widgets* disponibili da parte della comunità *ESRI* o sviluppati come nel caso della visualizzazione dei terremoti (*widget GEORSS*).

GEOSIS web è possibile consultarlo sia con sistema operativo

Windows che *MAC OS* senza particolari requisiti hardware. Per eseguire l'applicazione basta un comune browser web che abbia installato almeno la versione 10.0.0 del *Flash Player* di *Adobe*.

GEOSIS web è stato testato positivamente con i principali



Figura 15 Interfaccia utente di GEOSIS web.
Figure 15 User interface of GEOSIS web.

browser quali: *Microsoft Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Google Chrome*, *Safari*. Attualmente non funziona su Internet Explorer 8.0 installato su Windows 7 a 64bit perché lo stesso non supporta il Flash Player 10.0.0 ed anche sui dispositivi mobili come *Apple I-Phone* e *I-Pad*.

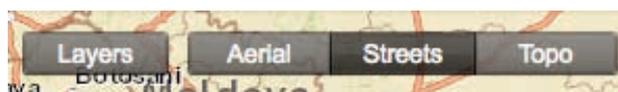


Figura 16 Widget Map Switcher.
Figure 16 Widget Map Switcher.

4. Struttura e utilizzo di GEOSIS web

Quando viene caricata la pagina iniziale di *GEOSIS web* (<http://labgis.gm.ingv.it/geosisweb>) compare l'interfaccia grafica del *viewer* (Figura 15) con le sue componenti principali e gli strumenti sviluppati (*widgets*).

Come schermata di avvio, l'interfaccia mostra gli ultimi 20 eventi sismici registrati dalla Rete Sismica Nazionale visualizzati nel display principale ed elencati nel *widget* GEORSS e una serie di servizi web da *ArcGIS.com* (mappe di base con sfondo "street").

L'utente può interagire con l'applicazione attraverso i componenti dell'interfaccia: *Map Switcher*, *Navigation*, *Scale Bar*, *Coordinate*, *Widget tray* e *Info panel*.

Alcuni *widget* determinano l'apertura di finestre sul *viewer* che possono essere spostate dovunque nell'interfaccia ed anche iconizzate per renderle meno ingombranti per la visualizzazione della mappa.

4.1 Map Switcher

Map Switcher è un *widget* presente nell'interfaccia che consente agli utenti di cambiare facilmente le mappe di base presenti nel *viewer* o di attivare in modo rapido un elenco di altri *layers* (servizi di mappa) da visualizzare (Figura 16).

In genere, le mappe di base sono utilizzati nel *viewer* per visualizzare immagini di sfondo e dati stradali. Il *widget* si trova nell'angolo superiore destro dell'interfaccia ed è composta da 4 pulsanti: *Aerial*, *Streets*, *Topo* e *Layers*

Con questo strumento l'utente ha la possibilità di scegliere la base cartografica di sfondo grazie ai servizi web pubblicati da *ArcGIS.com* che comprende vari tipi di mappe di base per tutto il mondo.

In *GEOSIS web* la scelta è tra 3 tipologie:

- **Mappa stradale (*Streets*)** consente di avere come base i reticoli stradali e ferroviari e un riferimento altimetrico. Intervenedo con lo zoom aumenta via via il dettaglio del reticolo arricchendo contemporaneamente la toponomastica. Questa mappa stradale globale comprende autostrade, strade principali e secondarie, gli indicatori freccia a senso unico, ferrovie, corsi d'acqua, confini amministrativi, città, parchi e monumenti, sovrapposte a immagini con rilievi ombreggiati (Figura 17).
- **Mappa Satellite (*Aerial*)** consente di avere a vari livelli di zoom un'immagine satellitare proveniente da varie fonti (*NASA BLU-MARBLE*, *eSAT*, *IKONOS*). Questa mappa satellitare è a bassa risoluzione per le immagini relative a

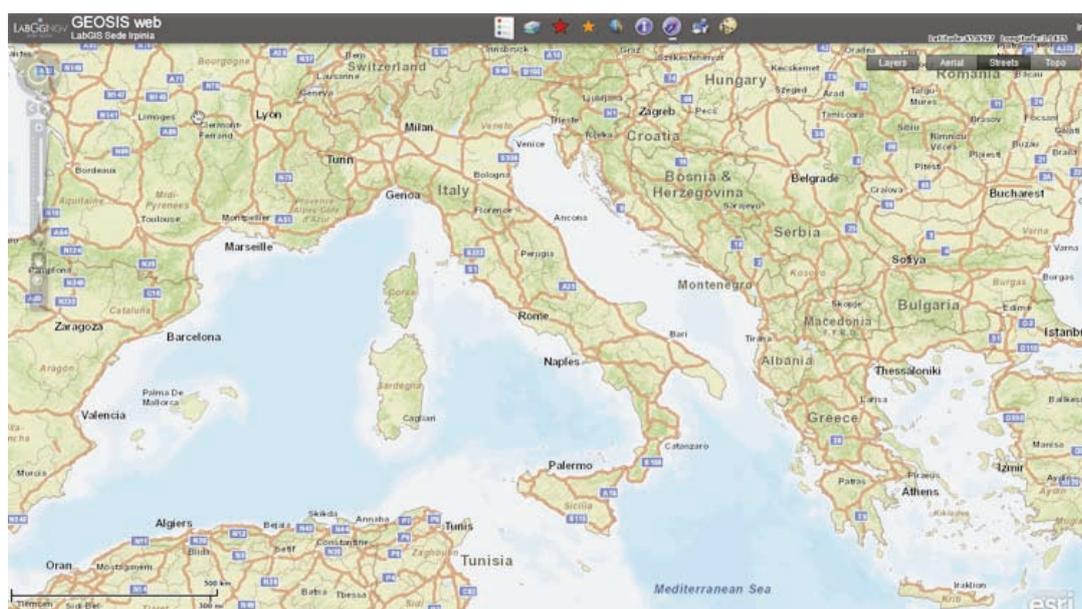


Figura 17 Mappa stradale (*Streets*).
Figure 17 Base Map Streets.

tutto il mondo e ad alta risoluzione per gli Stati Uniti. Il servizio comprende la NASA Blue Marble: Next Generation 500 immagini risoluzione su piccola scala (1:1.000.000 sopra), i-cubo immaginario Esat 15m su scale medio-grandi dimensioni (fino a 1:70,000) per il mondo, IKONOS e GeoEye 1m immagini per le diverse centinaia di aree metropolitane in tutto il mondo (Figura 18).

- **Mappa Topografica (Topo)** comprende oltre i confini amministrativi, le città e le principali località, autostrade, strade e ferrovie soprattutto le caratteristiche topografiche e idrografiche del territorio. Sono bene evidenziati i corsi d'acqua e i laghi, le isoipse, la vegetazione, un modello digitale del terreno in stile rilievo ombreggiato (Figura 19).



Figura 18 Mappa satellite.
Figure 18 Base Map Aerial.

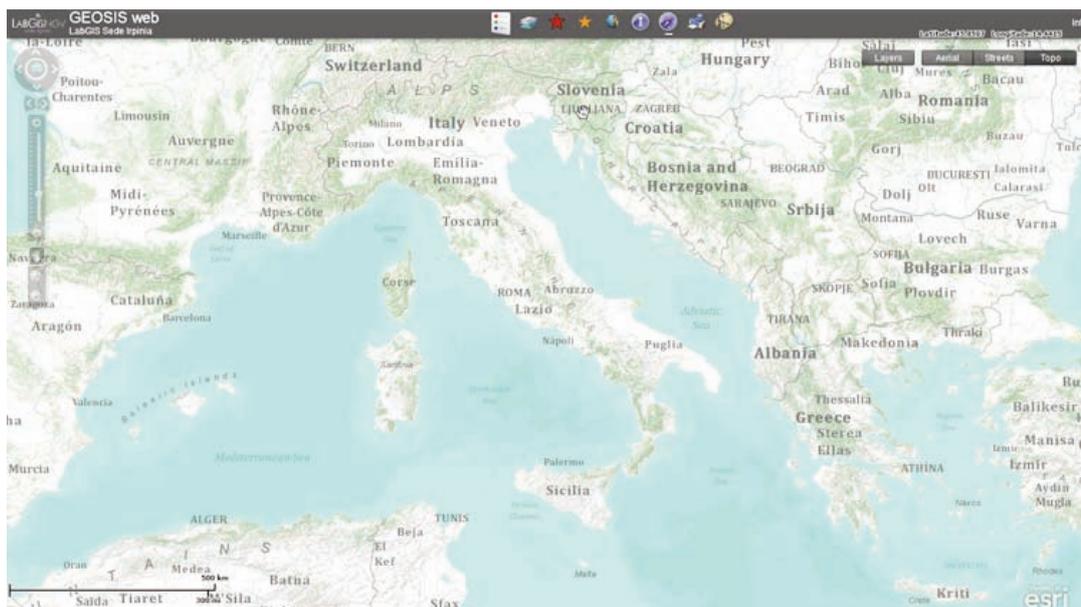


Figura 19 Mappa topografica.
Figure 19 Base Map Topo.

4.2 Layers

Oltre ad interagire con le mappe di base, l'utente può attivare un elenco di altri layers da visualizzare attraverso il pulsante Layers. Infatti passando con il puntatore del mouse al di sopra di questo pulsante si visualizza un menu a tendina (Figura 20) con l'elenco dei 4 gruppi di layers presenti in GEOSIS web (Sismicità storica, Sismicità strumentale, Pericolosità sismica, Classificazione sismica).

È possibile rendere visibili o spegnere, attraverso il simbolo di spuntatura, tutto il gruppo di layers o il singolo layer.

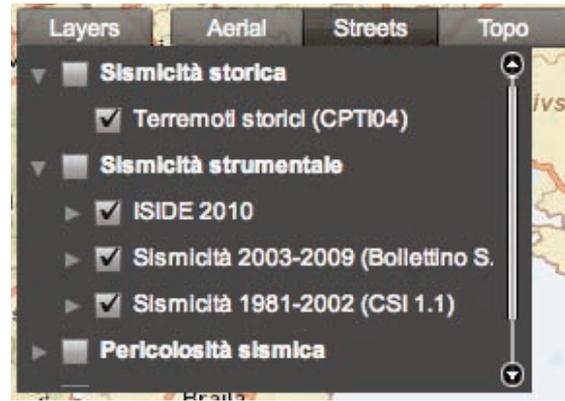


Figura 20 Menu Layers.
Figure 20 Layers Menu.

4.3 Navigation

Il widget Navigation offre un set completo di controlli per la navigazione territoriale all'interno della mappa nel viewer. Esso comprende tutti gli strumenti di navigazione standard di ingrandimento-riduzione (zoom) e spostamento (pan) della mappa che gli utenti finali si aspettano da un'applicazione web mapping (Figura 21).

Si trova sul lato sinistro del viewer e diventa trasparente quando non è attivo. Lo strumento di navigazione predefinito è il Pan.

- **Zoom In e Zoom Out** permettono la classica azione di ingrandimento e riduzione della mappa; l'azione si esplica attraverso un clic del tasto sinistro del mouse e il trascinamento del puntatore, tenendo sempre premuto il tasto, creando un rettangolo nell'area da consultare.

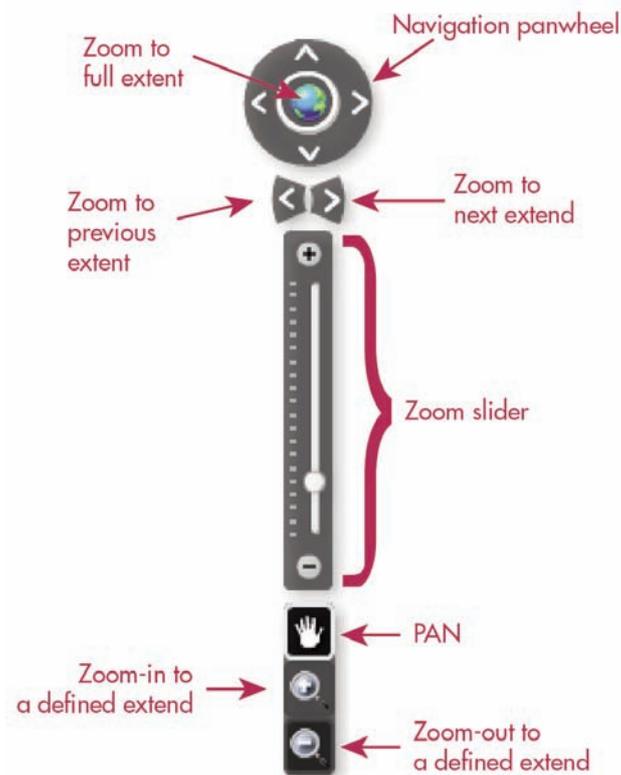


Figura 21 Widget navigation.
Figure 21 Navigation widget.

- **Zoom slider** è una barra con vari livelli di zoom della mappa predefiniti che l'utente può selezionare dal basso (zoom out) verso l'alto (zoom in) tramite il mouse.
- **Previous extend e Next extend** permettono invece di riproporre gli ultimi ingrandimenti o riduzioni effettuati.
- **Zoom to full extend** permette, a qualsiasi livello di zoom ci si trovi, di tornare immediatamente alla massima estensione della mappa.
- **Pan** consente lo spostamento della visualizzazione corrente, tenendo premuto il tasto sinistro del mouse, in qualsiasi direzione, con il trascinamento. Con questo strumento il cursore del mouse assume l'aspetto di una "manina".
- **Pan left, right, up, down** permette uno spostamento della mappa nelle 4 direzioni predefinite: a nord, a sud, a est, a ovest. Basta cliccare sulle relative frecce per eseguire lo spostamento della mappa.

4.4 Scale Bar

La Scale Bar (Figura 22) è un elemento della mappa utilizzata per rappresentare graficamente la scala. È formata da una linea marcata come un righello in unità proporzionale alla scala della mappa ed è una proprietà stessa della mappa.

Fornisce graficamente una misura sia in miglia che in Kilometri ed è ubicata nella parte bassa a sinistra.



Figura 22 Scale bar.
Figure 22 Scale bar.

4.5 Widget tray

Il Visualizzatore di ArcGIS per Flex comprende una serie di *widgets* che forniscono molte delle funzionalità client GIS fondamentali necessarie per creare facilmente e rapidamente applicazioni personalizzate di *web mapping*.

In *GEOSIS web* i *widgets* disponibili sono raccolti all'interno del *widget tray* ubicato nella parte superiore dell'interfaccia (Figura 23).



Figura 23 Widget tray.
Figure 23 Widget tray.

4.6 Legenda

Il *widget* Legenda (Figura 24) permette all'utente di visualizzare nella parte in basso a destra del *viewer* un'immagine che illustra, per una completa comprensione dei dati, la legenda dei vari servizi di mappa (*layers*) presenti nelle viste tematiche di *GEOSIS* ed attivabili dall'utente dal *widget* Accedi ai dati.

Una volta attivata la legenda rimane visualizzata all'interno del *viewer* fino all'aggiornamento del sistema.

4.7 Accedi ai dati

Con *Accedi ai dati* è possibile accedere ai servizi di mappa (*layers*) presenti nelle 4 viste tematiche di *GEOSIS*: sismicità storica, sismicità strumentale, pericolosità sismica e classificazione sismica.

Attivando il *widget* (Figura 25a) viene aperta una finestra (Figura 25b) nella parte in alto destra del *viewer* proprio sotto il *map switcher* che consente all'utente di interagire con le funzionalità di accensione | spegnimento dei *layers*.

Nella Tabella 2 sono descritti i servizi di mappa disponibili nelle 4 viste tematiche in *GEOSIS*, attivabili nel *widget* Accedi ai dati, con le loro caratteristiche e fonti.

I servizi di mappa sono strutturati in vari *layers* secondo geometrie poligonali, lineari e puntuali ed anche in formato *raster*: essi sono opportunamente sovrapposti in modo da non creare problemi di visualizzazione.

Una volta attivato, il *widget* Accedi ai dati fa comparire nella parte destra del *viewer* una finestra all'interno della quale ci sono i 4 gruppi di servizi di mappa (Figura 25b).

All'interno della finestra è possibile gestire le proprietà di visualizzazione per i quattro gruppi: la prima proprietà è la visibilità (acceso | spento) spuntando il quadratino, la seconda è la possibilità di dare un valore di trasparenza in percentuale agendo sul secchiello alla destra del gruppo.

La trasparenza è molto utile perché permette la sovrapposizione e la gestione della visualizzazione dei dati, in particolare modo per le mappe a geometria poligonale.

Cliccando sul "secchiello" si apre una finestra dedicata con un cursore di scorrimento che ne regola la relativa trasparenza; il massimo si ha al valore 0%, che equivale alla non visualizzazione della mappa che, invece, al 100%



Figura 24 Widget Legenda.
Figure 24 Legenda widget.

si presenterà con colore pieno.

Quasi tutti i servizi presentano, accanto alla casella di spunta, un “segno più” cliccando sul quale si evidenziano in una struttura ad albero i *layers* di ogni singolo servizio, con la possibilità di accenderli o spegnerli singolarmente, spuntando il relativo quadratino.

Attraverso la gestione di queste semplici proprietà di visualizzazione per l'utente è possibile creare dei veri e propri scenari sovrapponendo i diversi dati presenti all'interno di *GEO-SIS web* (Figura 26).

4.8 Ultimi Terremoti INGV

Una delle caratteristiche principali di *GEO-SIS web* è quella di visualizzare in modo dinamico e quasi in tempo reale gli ultimi eventi registrati dalla Rete Sismica Nazionale in Italia e riportati sul sito web dell'INGV nella lista degli ultimi terremoti (http://cnt.rm.ingv.it/earthquakes_list.php).

In particolare vengono riportati gli eventi avvenuti sul territorio nazionale con magnitudo (M_L) superiore o uguale a 2.0 e quelli rilevanti in altre zone del mondo. I valori delle coordinate ipocentrali e della magnitudo rappresentano la migliore stima con i dati a disposizione al momento della pubblicazione.

La visualizzazione dei terremoti in tempo reale è resa possibile grazie all'utilizzo dei *GEORSS*, uno standard emergente per la rappresentazione dell'informazione geografica mediante un flusso *feed web*.

I *GEORSS* dei terremoti utilizzati all'interno di *GEO-SIS web* sono 2:

- il primo rappresentato da una stella di colore rosso, visualizza gli ultimi 20 eventi di magnitudo maggiore uguale a 2.0 (Figura 27);
- il secondo, indicato da una stella di colore arancione, visualizza gli eventi degli ultimi 90 giorni di magnitudo maggiore uguale a 2.0 (Figura 28).

Sismicità strumentale		
Iside 2010	Database parametrico e strumentale della sismicità italiana (ISIDE)	Magnitudo (ML) maggiore-uguale di 2.0
Sismicità 2003-2009	Bollettino della sismicità strumentale, anni dal 2003 al 2009	Magnitudo maggiore-uguale di 2.0
Sismicità 1981-2002	Catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.1) <i>(versione filtrata in base alla qualità delle localizzazioni)</i>	Magnitudo maggiore-uguale di 2.0
Pericolosità sismica		
DISS Sorgenti sismogenetiche individuali (cut off)	Database of individual Seismogenic Sources rel. 3.1.1	geometria lineare
DISS Sorgenti sismogenetiche individuali	Database of individual Seismogenic Sources rel. 3.1.1	geometria poligonale
DISS Sorgenti sismogenetiche composite (top)	Database of individual Seismogenic Sources rel. 3.1.1	geometria lineare
DISS Sorgenti sismogenetiche composite	Database of individual Seismogenic Sources rel. 3.1.1	geometria lineare
Mappa di pericolosità sismica	Mappa di pericolosità sismica di riferimento del territorio nazionale espressa in classi di accelerazione massima del suo (pga) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi.	raster
Classificazione sismica		
Classificazione sismica su base comunale	Classificazione sismica d'Italia su base comunale, ordinanza PCM 20.03.2007 n.3274 (http://www.protezionecivile.it)	geometria lineare
Sismicità storica		
Terremoti storici	Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI) 2004 dal 217 a.c. al 2002	Magnitudo (MW) maggiore-uguale di 4.5

Tabella 2 Contenuto informativo delle 4 viste di *GEO-SIS web*.
Table 2 Contents of the 4 views of *GEO-SIS web*.

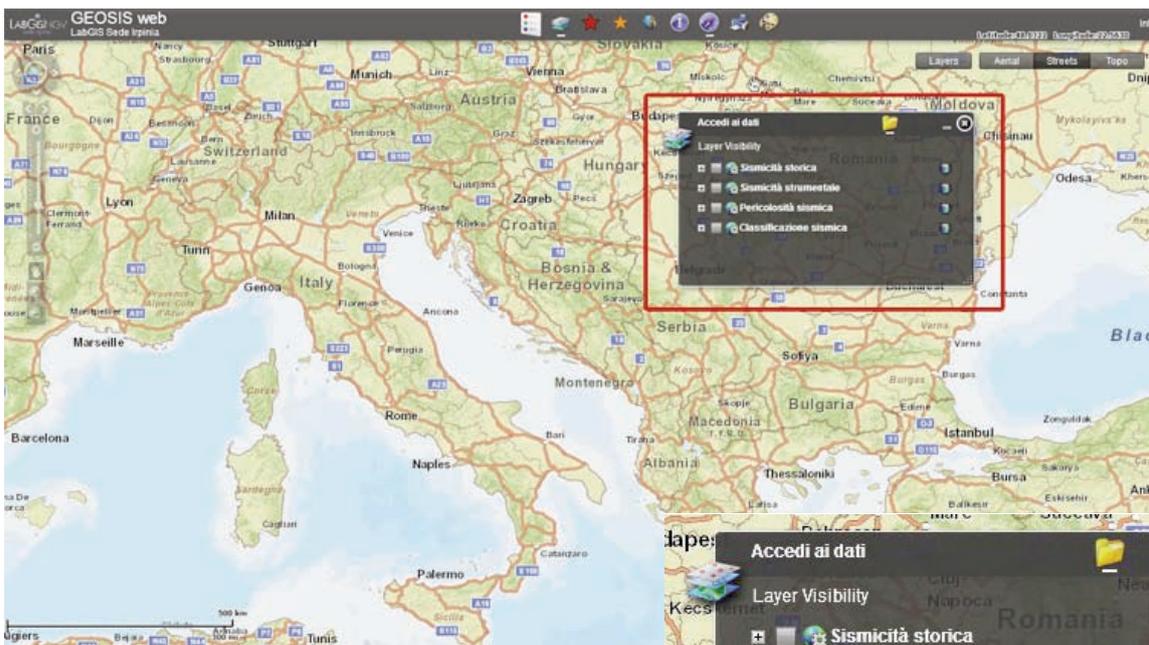


Figura 25a Widget Accedi ai dati.
Figure 25a Access to data widget.



Figura 25b Finestra widget Accedi ai dati.
Figure 25b Access to data widget window.



Figura 26 Esempio di scenario ricreato dall'utente.
Figure 26 Example scenario created by the user.



Figura 27 GeoRSS ultimi 20 eventi.
Figure 27 GeoRSS last 20 earthquakes.



Figura 28 GeoRSS ultimi 90 giorni.
Figure 28 GeoRSS last 90 days.

I GEORSS sono aggiornati in tempo reale con un collegamento al server <http://openmap.rm.ingv.it> e pubblicati utilizzando le PIPES di YAHOO.

Il servizio disponibile on-line mette a disposizione una serie di comandi semplici che, combinati insieme, interagiscono con i dati presenti sul web al fine di creare come output dei nuovi dati distribuibili in diverse tipologie.

Abbiamo notato che alcune volte il GeoRSS degli ultimi 20 eventi non risulta aggiornato all'ultimo evento comunicato: questo problema potrebbe derivare da un ritardo nel refresh del widget o dallo svuotamento della cache del browser utilizzato. Al contrario il GeoRSS degli ultimi 90 giorni funziona regolarmente.

4.9 Rete Sismica Nazionale

È possibile visualizzare l'ubicazione delle stazioni della Rete Sismica Nazionale dell'INGV distribuite sul territorio nazionale cliccando su questo widget (Figura 29 e Figura 30).

In più si può visualizzare la sigla della stazione passando con il mouse al di sopra del simbolo della stazione, nel nostro caso il logo dell'INGV.

4.10 Identifica

Il widget "Identifica" è uno strumento per interrogare i layers presenti e visibili in quel momento nelle 4 viste dei servizi di mappa di GEOSIS web.

Per effettuare l'interrogazione in un determinato punto della mappa, dopo aver attivato il widget (Figura 31), va cliccato

prima il bottone Identifica e successivamente il punto di diretto interesse. Questo apparirà contrassegnato in rosso.

Il viewer risponderà con una finestra callout all'interno della quale saranno visualizzati i dati relativi al punto interrogato afferente al servizio scelto precedentemente (Figura 32).

Il pulsante cancella, rappresentato da un cestino, elimina la finestra di interrogazione. È possibile interrogare anche più layers contemporaneamente se nel punto selezionato sulla mappa si trovano sovrapposti più servizi di mappa (Figura 33).

4.11 Coordinate

È un semplice widget dell'interfaccia che consente di visualizzare i valori di coordinate X e Y quando il cursore si sposta in diverse posizioni nella visualizzazione della mappa (Figura 34).

I valori delle coordinate cambiano dinamicamente a seconda dei movimenti del cursore e vengono visualizzati nella parte in alto a destra del viewer.

I valori delle coordinate sono basati sul riferimento spaziale del basemap caricato la prima volta nel viewer. Il widget coordinate è sempre attivo nell'interfaccia

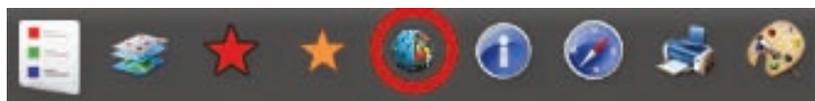


Figura 29 Pulsante Widget Rete Sismica Nazionale.
Figure 29 Rete Sismica Nazionale Widget button.

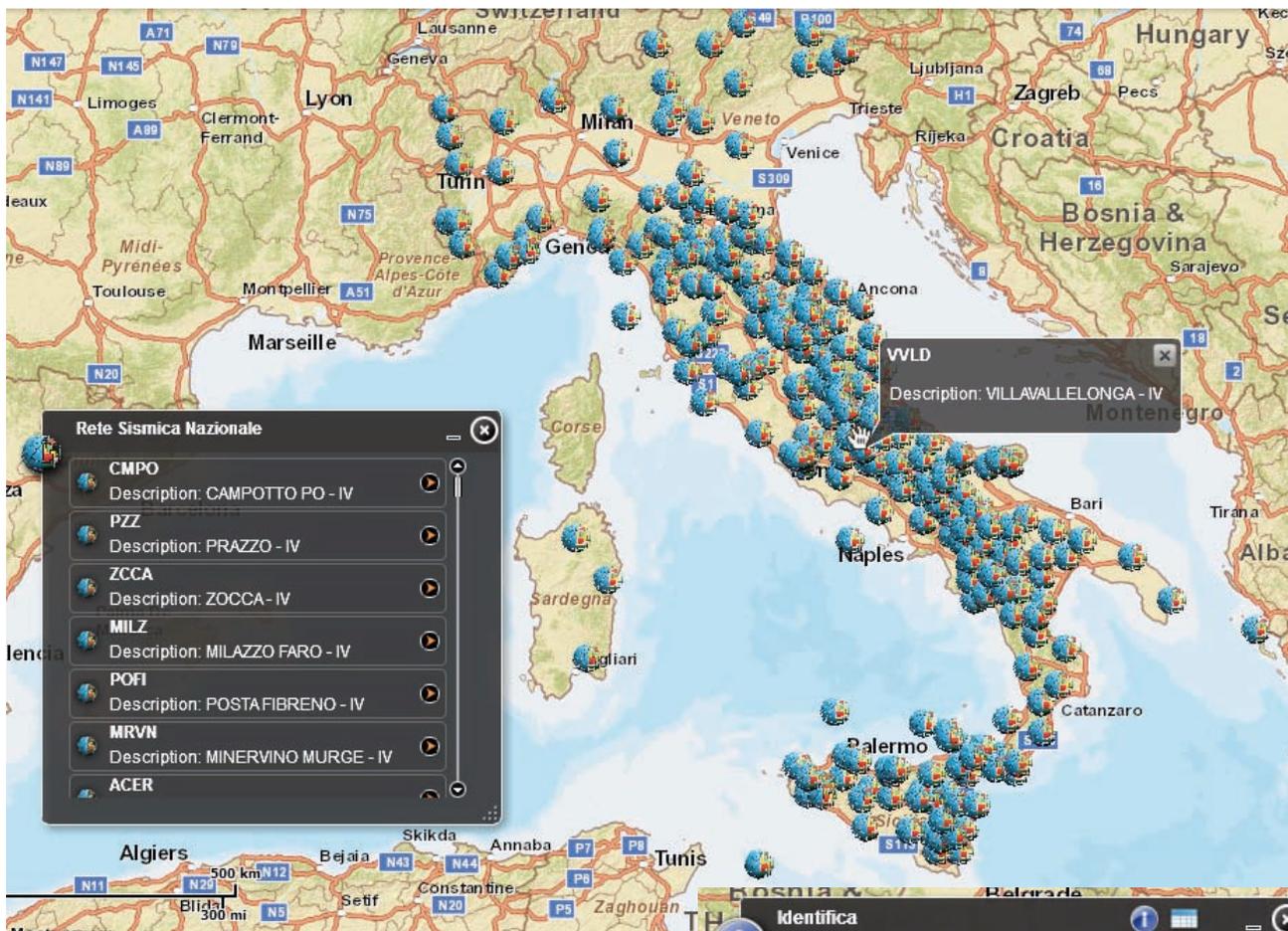


Figura 30 Attivazione Widget Rete Sismica Nazionale.
Figure 30 Rete Sismica Nazionale Widget activation.



Figura 31 Attivazione Widget Identifica.
Figure 31 Identifica Widget activation.



Figura 32 Esempio di interrogazione.
Figure 32 Sample interrogation.

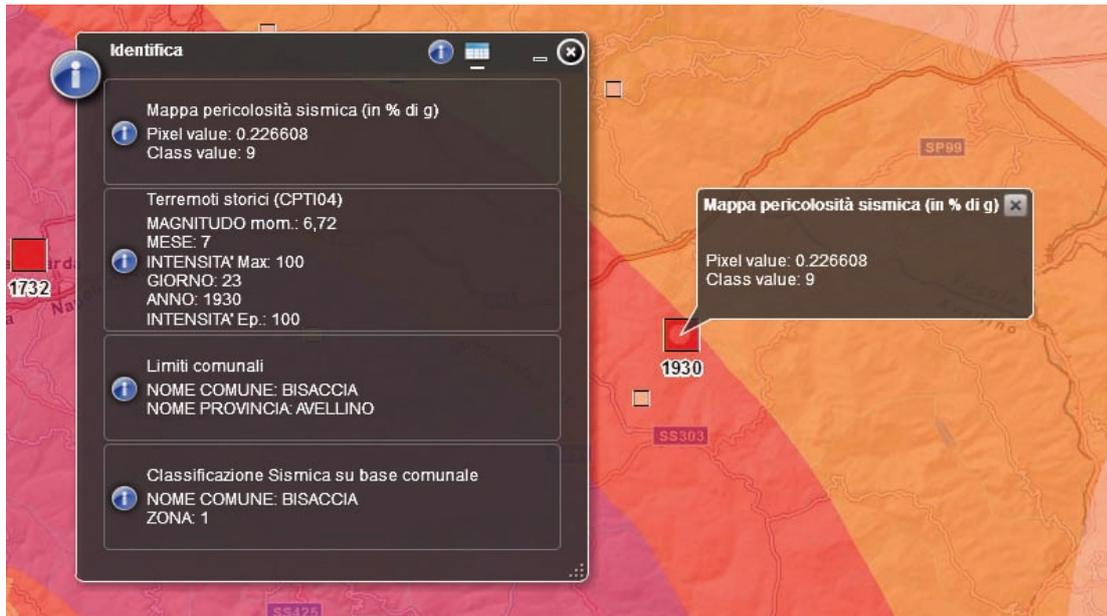


Figura 33 Interrogazione di più layers.
Figure 33 More layers interrogation.

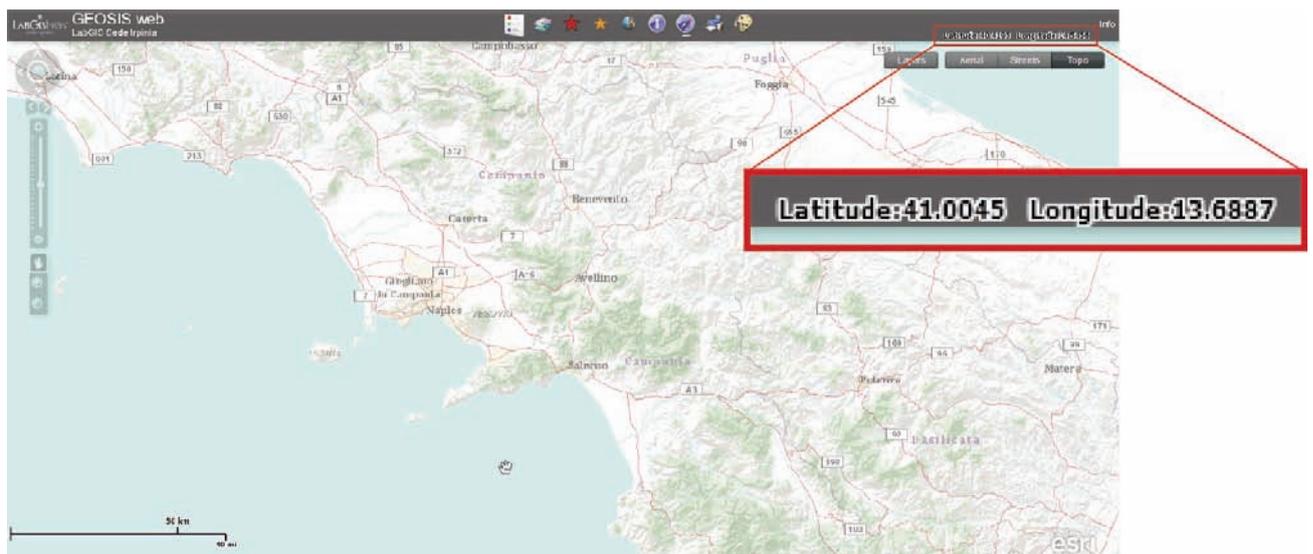


Figura 34 Widget coordinate.
Figure 34 Widget coordinate.

4.12 Stampa

Cliccando su Stampa l'utente apre un'interfaccia per la stampa delle visualizzazioni ottenute nel viewer. Nell'interfaccia sono disponibili due caselle di testo, una per il titolo (*Title*) e l'altra per il sottotitolo (*Subtitle*). I testi inseriti verranno stampati nella parte alta del report di stampa (Figura 35).

Questo verrà processato cliccando sul bottone Stampa, presente nell'interfaccia, che aprirà la finestra del proprio sistema operativo per la scelta della stampante e delle impostazioni di stampa.

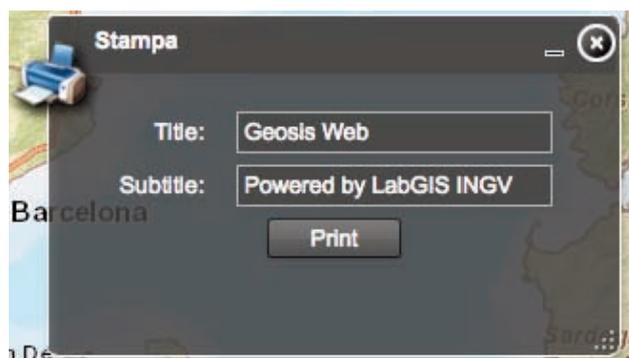


Figura 35 Attivazione widget Stampa.
Figure 35 Widget Stampa activation.

Geosis Web

Powered by LabGIS INGV

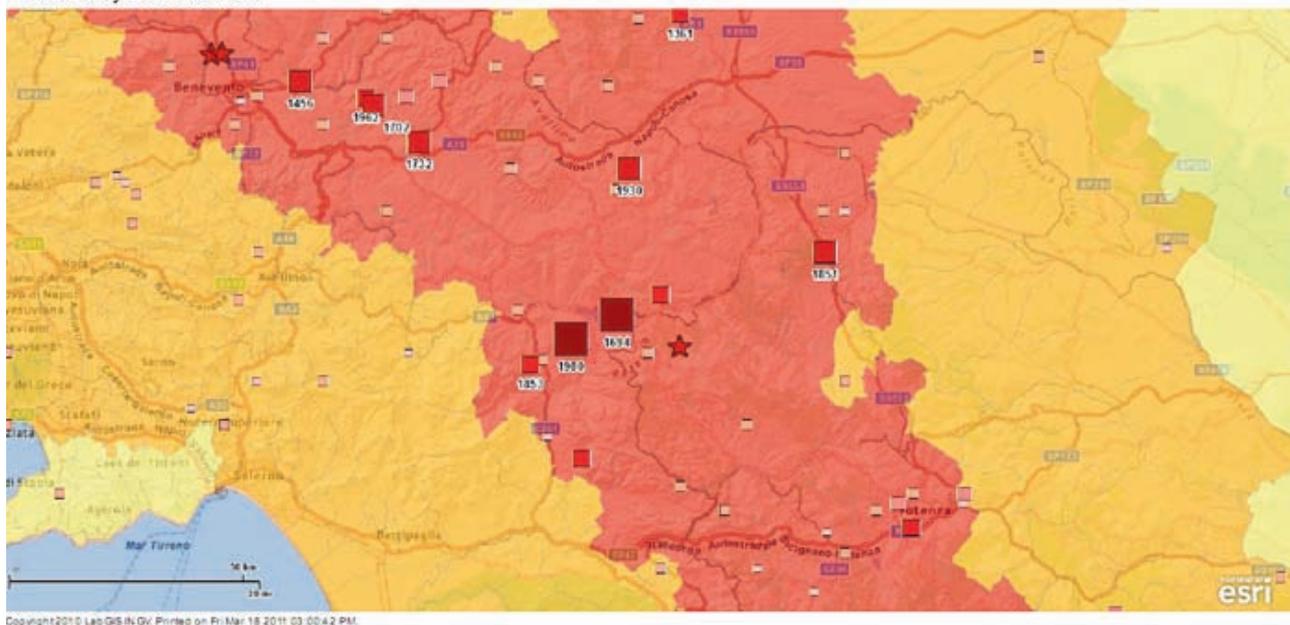


Figura 36 Layout di stampa.
Figure 36 Print layout.

Il *layout* di stampa è costituito dal titolo, il sottotitolo e l'immagine estratta dalla visualizzazione creata dall'utente nell'interfaccia (Figura. 36).

4.13 Disegna e Misura

Il *widget* Disegna e Misura apre una finestra con un set di strumenti utili alla personalizzazione dei risultati ottenuti. Gli strumenti, preventivamente attivati, permettono, spostando il cursore sull'area da personalizzare, di disegnare forme geometriche o scrivere testo o eseguire misure.

Al di sotto degli strumenti è possibile settare, per i primi tre di essi (Disegna punto, Disegna linea, Disegna linea mano-libera), colore e dimensione; per il quarto e il quinto (Disegna poligono e Disegna poligono mano-libera), solo colore, pieno per la linea di contorno e semitrasparente per il riempimento; per il sesto (Disegna testo), dedicata alla scrittura, è a disposizione la casella di Input dove inserire il testo e settare colore e dimensione; l'ultimo strumento (Cancella disegno) cancella le personalizzazioni (Figura 37).

Modalità d'impiego del *widget* Disegna (Figura 38):

- **Disegna punto:** basta cliccare sulla località dove va posizionato il punto.
- **Disegna linea:** per disegnare una linea spezzata basta cliccare al termine di ogni segmento voluto della linea stessa. L'ultimo vertice della linea spezzata andrà effettuato con un doppio clic.
- **Disegna linea mano-libera:** si effettua cliccando all'ini-

zio della linea, tenendo sempre premuto il tasto sinistro del mouse e trascinando a mano libera fino a conclusione del tracciato.

- **Disegna poligono:** un clic per ogni vertice del poligono da realizzare e doppio clic per l'ultimo vertice.
- **Disegna poligono mano-libera:** clic e trascinamento a mano libera fino a completamento del poligono desiderato.
- **Disegna testo:** il testo, preventivamente inserito nell'apposita casella, verrà collocato nell'area dove successivamente verrà effettuato il clic.

Per accedere all'area Misura, che consente di effettuare misure di lunghezza e superficie, basta cliccare sull'icona squadra che compare sulla barra del titolo del *widget*.

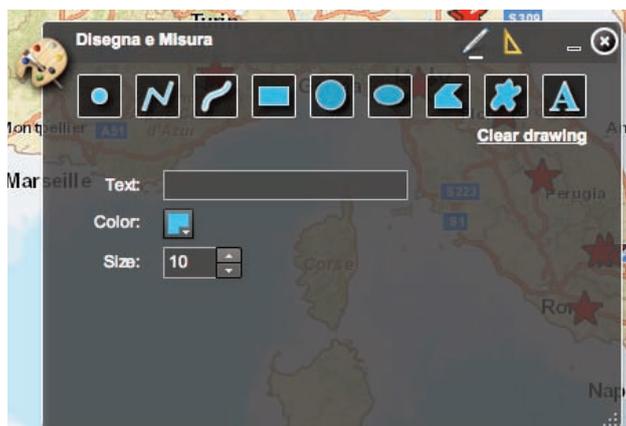


Figura 37 Funzionalità del widget disegna.
Figure 37 Features of widget disegna.

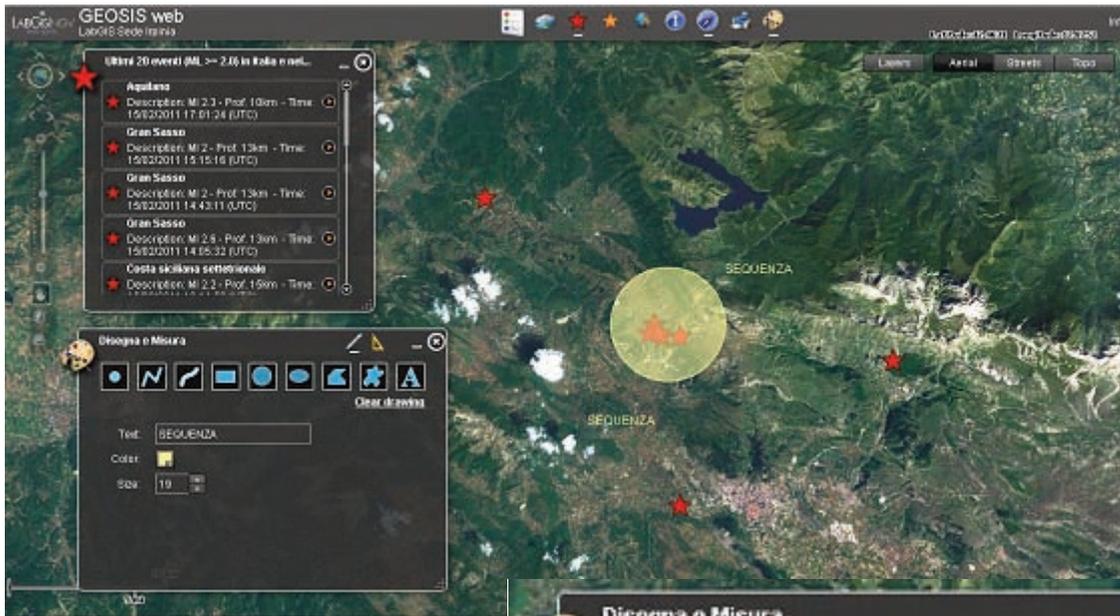


Figura 38 Esempio di utilizzo delle funzionalità di disegno.
Figure 38 Example of use of the drawing features.



Figura 39 Impostazioni delle unità di misura.
Figure 39 Measure units setting.

Dopo aver settato le unità di misura (Figura 39) per le distanza (*distance units*) e per le aree (*area units*) e aver spuntato il tag *show measurements* ogni volta che si disegnerà un punto, una linea o un poligono, compariranno le relative misure.

Per un punto le coordinate, per una linea la distanza, per un poligono l'area ed il perimetro, ovviamente nelle unità di misura impostate.

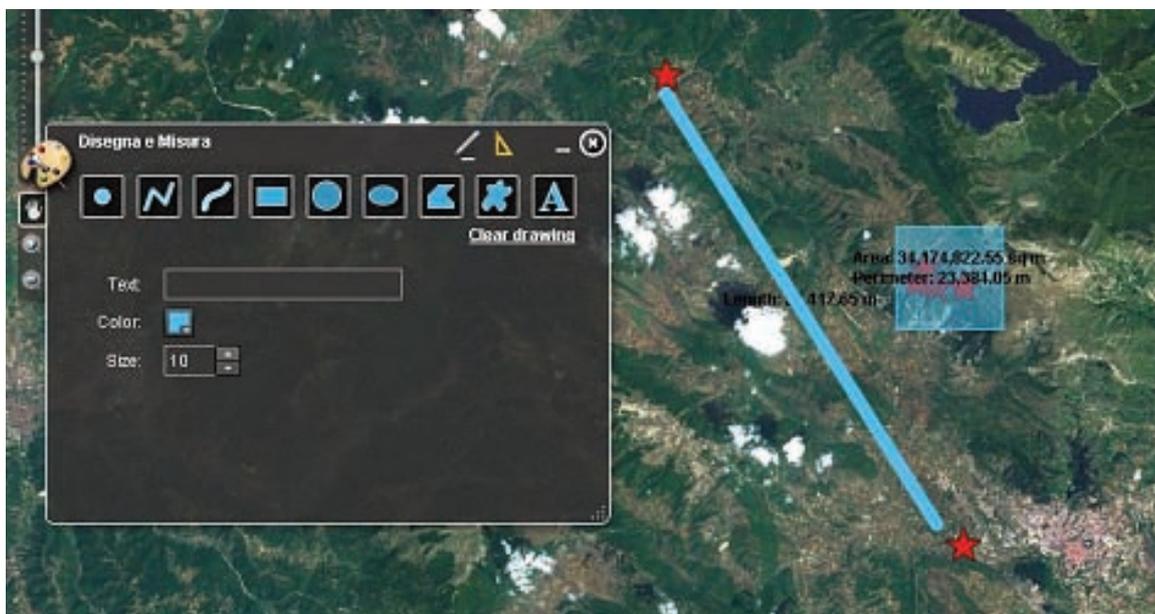


Figura 40 Esempio di utilizzo della funzionalità di misura.
Figure 40 Example of using the measurement functionality.

4.14 Info

L'icona Info apre un menu contenente una guida alla navigazione e link a pagine utili.

Nella prima voce di menu "I link utili" sono presenti:

1. Il collegamento alla guida <http://LabGIS.gm.ingv.it/geosisweb/guida/guida.html>;
2. I link diretti alle pagine web del LabGIS dell'INGV Sede Irpinia (<http://LabGIS.gm.ingv.it>), dell'INGV (<http://www.ingv.it>) e della ESRI (<http://www.esri.com>);

La seconda voce "CREDITS" permette all'utente di inviare un suo commento o un suggerimento ai realizzatori del *GEOSIS web* al fine di migliorare la fruibilità del visualizzatore.

La terza voce "DATI", illustra in una pagina web tutti i riferimenti ed i credits ai dati presenti in *GEOSIS web*.

La quarta voce "RINGRAZIAMENTI", elenca le persone che hanno collaborato alla realizzazione del *GEOSIS web*.

La quinta voce "NORME LEGALI", infine, evidenzia le norme legali cui è soggetto chiunque voglia utilizzare i dati consultati attraverso gli strumenti messi a disposizione nel *GEOSIS web*.

5. Considerazioni finali

Gli *Earthquake Report* di *GEOSIS* si sono dimostrati un utile strumento di immediata sintesi delle caratteristiche sismotettoniche, sismologiche e territoriali associate ad un evento sismico. Grazie alle 5 viste tematiche il report si trasforma in uno strumento decisionale immediato che soprattutto in fase di emergenza si è rivelato di fondamentale importanza. Allo stesso tempo la semplicità di lettura delle informazioni contenute all'interno del report ha permesso di impiegarli anche per scopi di informazione e comunicazione.

Infatti il loro utilizzo non è stato limitato esclusivamente agli addetti ai lavori ma ampliato ad un pubblico più esteso anche di persone non esperte. È quello che abbiamo pensato fin dall'inizio pubblicando i report sul sito web del LabGIS.

L'emergenza a seguito del terremoto dell'Aquila del 2009 ha poi confermato questa funzione informativa e comunicativa degli *Earthquake Report* che venivano puntualmente utilizzati all'interno del Centro Operativo di Emergenza Sismica (COES) per commentare ed illustrare ai volontari delle varie Associazioni di Protezione Civile, ai Vigili del Fuoco, ai Militari, ecc. la sequenza sismica aquilana ed il contesto sismotettonico e di pericolosità sismica in cui si sviluppava. La naturale evoluzione di *GEOSIS Earthquake Report* sarebbe quella di ampliare il contenuto informativo inserendo nuove informazioni che caratterizzano l'evento sismico in una fase successiva. Ad esempio un seconda versione del report con l'inserimento del meccanismo focale dell'evento, il comunicato del funzionario, i primi dati provenienti dal questionario macrosismico "Hai sentito il terremoto", una descrizione approfondita sulla sismicità storica e sulle strutture tettoniche.



Figura 41 Widget Info.
Figure 41 Info widget.

Ma proprio l'emergenza sismica dell'Aquila del 2009 ha evidenziato il punto debole dei *report*: la loro staticità. Infatti è venuta fuori l'esigenza di avere un'applicazione che potesse dinamicamente aggiornarsi durante una sequenza sismica e che desse all'utente la possibilità di creare scenari personalizzati e quindi ampliare il loro supporto decisionale.

L'esperienza fatta dal LabGIS della Sede Irpinia negli ultimi due anni per il Progetto DPC-INGV S1 nell'utilizzo della tecnologia di ArcGIS Server, testando le potenzialità del Flex viewer per ArcGIS, ci ha consentito di trasformare gli *Earthquake Report* in un vera e propria applicazione GIS racchiusa in una interfaccia web.

GEOSIS web ha offerto la possibilità di sfruttare a pieno le funzionalità di un *webgis* come la sovrapposizione dei layers, l'interrogazione dei relativi attributi, la possibilità di accedere ai terremoti in tempo reale, di rappresentare le informazioni a diverse scale e così via. Tutte queste funzionalità potranno essere ulteriormente incrementate a breve grazie alla nuova versione 10 di ArcGIS Server e del Flex viewer.

GEOSIS web potrebbe essere considerato una vera e propria applicazione da utilizzare in Sala Operativa a supporto del personale che svolge le funzioni per il monitoraggio sismico del territorio nazionale. Allo stesso modo può essere di grande aiuto ai ricercatori che studiano le sequenze sismiche per creare degli scenari sovrapponendo geograficamente più informazioni contemporaneamente.

Per il momento GEOSIS web è ospitato su un server del LabGIS all'indirizzo <http://labgis.gm.ingv.it/geosisweb>, protetto da una password, ed è funzionante all'interno della Sala di monitoraggio sismico della Sede Irpinia.

Al momento non si prevede di rendere fruibile all'esterno l'applicazione soprattutto per un problema di gestione contemporanea dei numerosi accessi, potrà essere disponibile su richiesta al personale INGV interessato.

GEOSIS web è stato utilizzato recentemente durante la manifestazione "Open Day 11 maggio" presso la sede di Roma dell'INGV, organizzata per far fronte all'emergenza informativa della falsa previsione del terremoto a Roma dell'11 maggio, per illustrare ai partecipanti con degli scenari interattivi le caratteristiche di pericolosità sismica e di sismicità della città di Roma e del territorio nazionale.

Bibliografia

ESRI (2006). *What is ArcGIS 9.2*, ESRI Press, Redlands, 126 pp.

Zeiler M. (1999). *Modeling our World - The ESRI Guide to Geodatabase Design*. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California.

Pignone M., (2006). *The Geographical Information System of CESIS Project*. In: Proc. of the 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Vol. II, pp 228-230.

Pignone M., Moschillo R. (2007). *Il LABGIS@INGV di Grottaminarda, attività e prospettive*. Atti XI Conferenza ASITA, Torino.

Pignone M., Moschillo R., Selvaggi G., Moro M. & Castello B. (2007). *Realizzazione del Geodatabase del catalogo della sismicità italiana 1981-2002 (CSI 1.0)*. Rend. Soc. Geol. It., Vol. 4. Nuova serie, 111-115.

ESRI (2008). *What is ArcGIS 9.3*. ESRI Press, Redlands, 134 pp.

Pignone M. & Moschillo R. (2009). *Geodatabase e report di sismicità*. Rendiconti Online Soc. Geol. It., Vol. 2.

Amato A. Doumaz F., Lauciani V., Marcocci C., Moschillo R., Pignone M., Vinci S. (2009). *Distributing real-time earthquake information in Italy through dynamic web pages at INGV*. Atti 6° European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Munchen 2009.

Pignone M., Moschillo R., (2009). *Un sistema informativo territoriale di supporto all'emergenza dell'Aquilano*. Atti 28° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della

Terra Solida, Trieste.

Paterna A., Sbarra M. (2009). *Trasferimento di dati tabellari dal database MySQL Euro-Mediterranean Paleotsunami a un Geodatabase di ARCGIS utilizzando lo standard XML*. Rapporti Tecnici INGV, N° 91.

Siti web, cataloghi e banche dati

USGS Earthquake summary posters - <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eqarchives/poster/>.

ArcGIS Server - <http://resources.ArcGIS.com/>.

ArcGIS Viewer for Flex - <http://help.ArcGIS.com/en/webapps/arcviewer/ArcGIS.com>, <http://www.arcgis.com/home/>.

CPTI04 - Gruppo di lavoro CPTI (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*, INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>.

ISIDE Working Group (INGV, 2010). *Italian Seismological Instrumental and parametric database*, <http://iside.rm.ingv.it/>.

Bollettino Sismico Italiano, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>.

CS.I 1.1 Working Group (2006). *Catalogo strumentale dei terremoti italiani dal 1981 al 2002*. <http://csi.rm.ingv.it/>.

Gruppo di Lavoro MPS (2004). *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici, <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.

DISS Working Group (2010). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas*. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>. INGV 2010 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - All rights reserved.

Servizio Sismico Nazionale, *Rischio Sismico 2001 CD-ROM* prodotto nell'ambito della programmazione 1999-2000 dell'Ufficio Valutazione e riduzione del rischio sismico.

Geoserver - Portale Kharita dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, <http://kharita.rm.ingv.it/>.

ArcGIS 9, ESRI Data & Maps 9.3 media kit, 2008 ESRI/.

Open Geospatial Consortium - OpenGIS® Standards, <http://www.opengeospatial.org/standards/is/>.

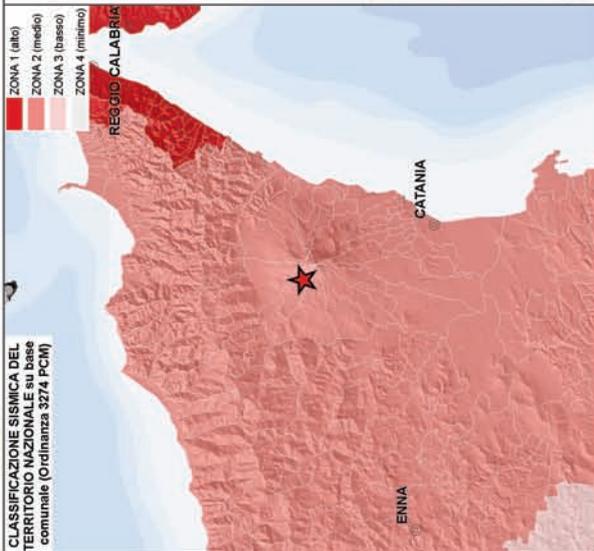
appendice

dieci esempi di
GEOSIS Earthquake Report

GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



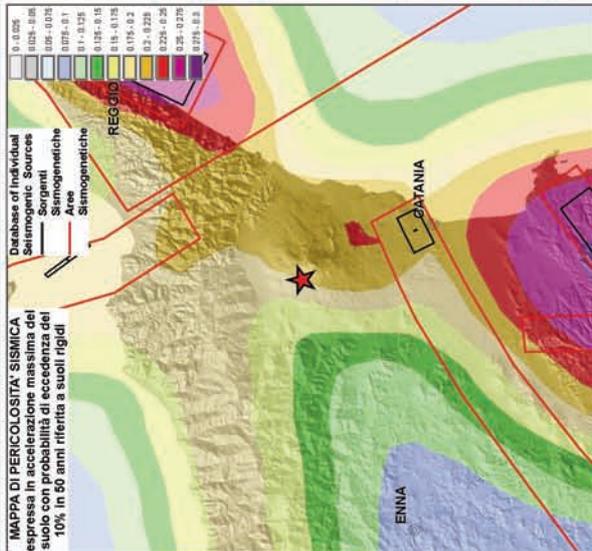
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE su base comunale (Ordinanza 3274 PCM)



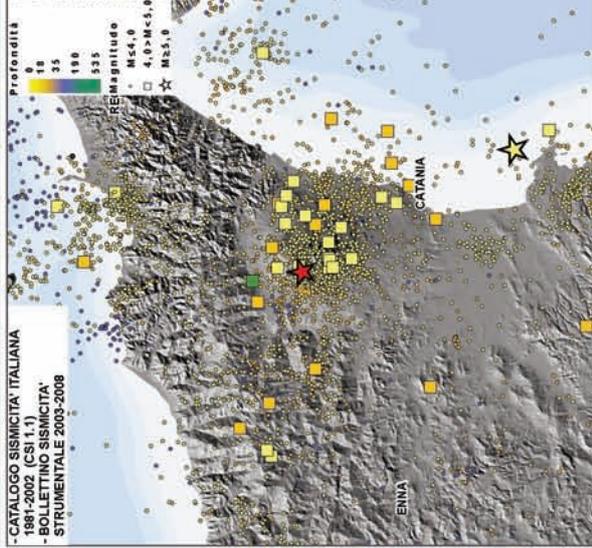
CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI (CPTI 2004) (fino al 1980, Intensità ≤ 6 MCS)



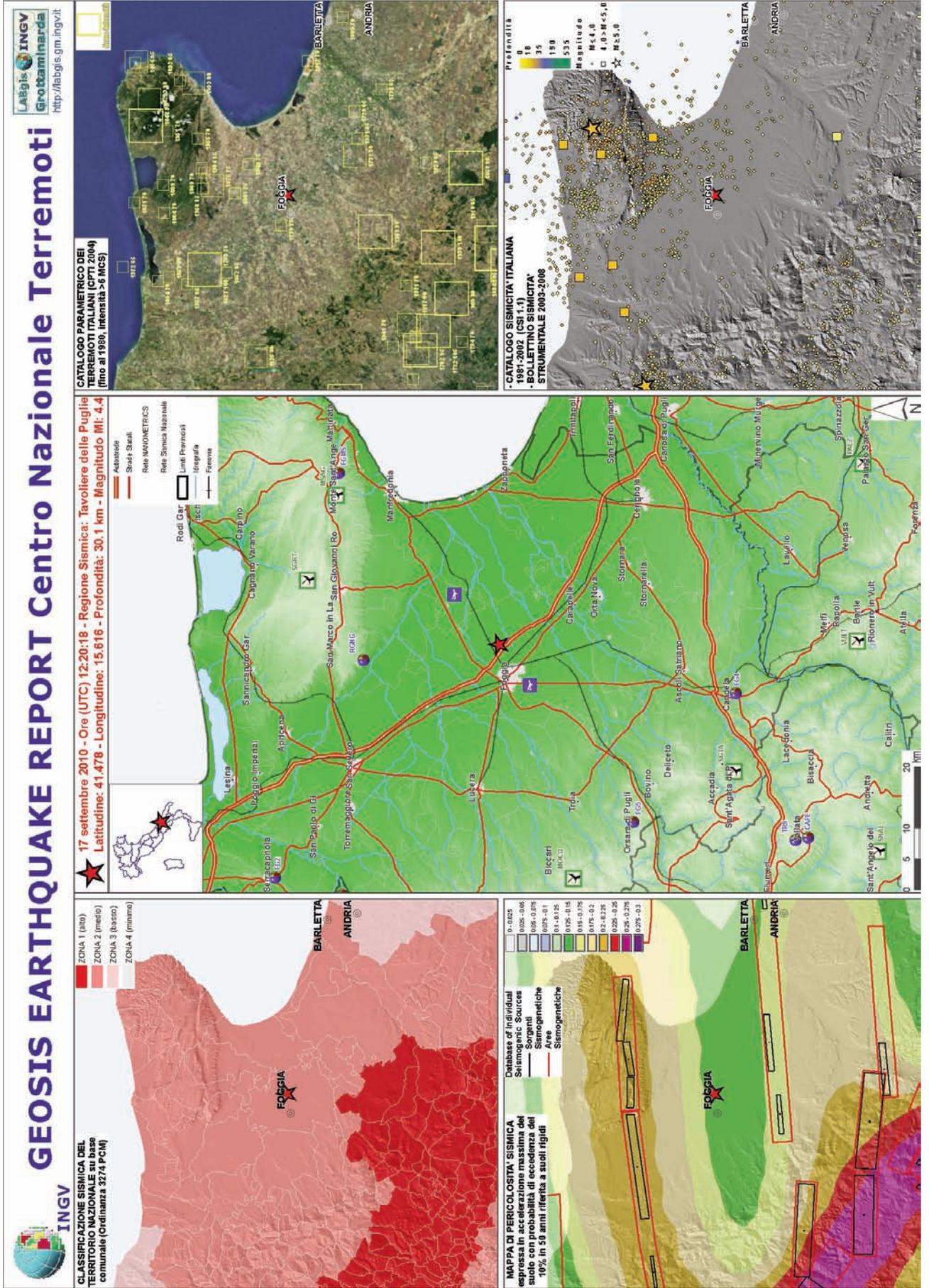
MAPPA DI PERICOLOSITA' SISMICA espressa in accelerazione massima del suolo con probabilita di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi



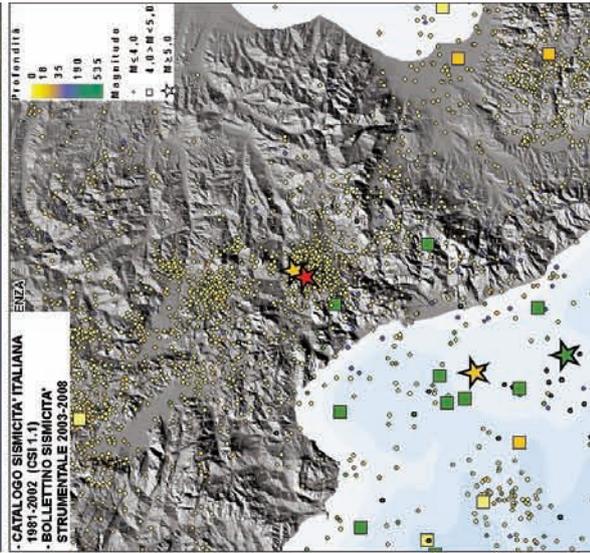
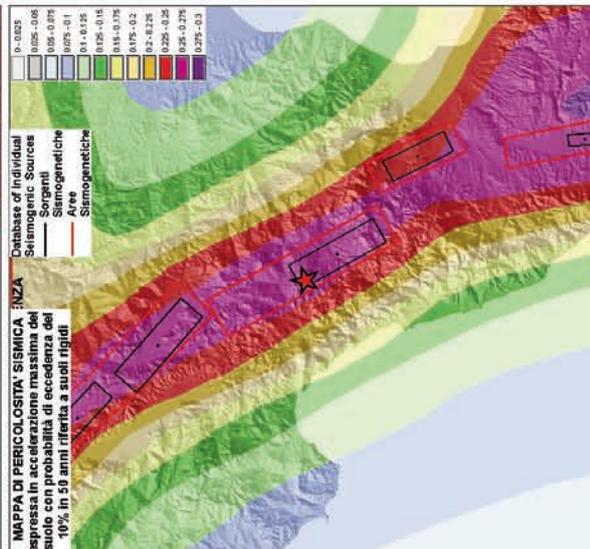
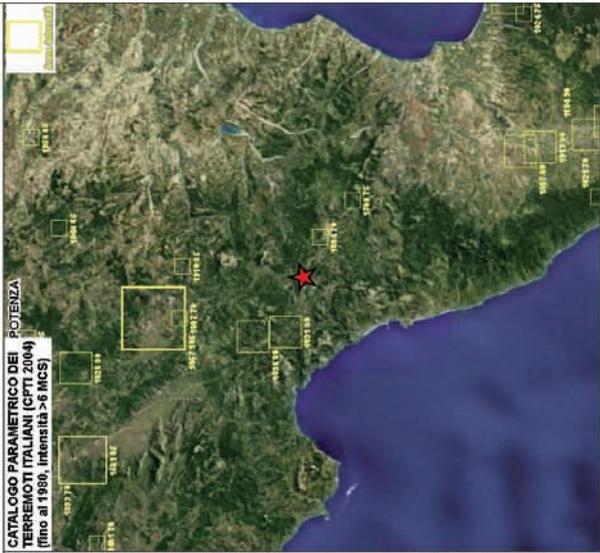
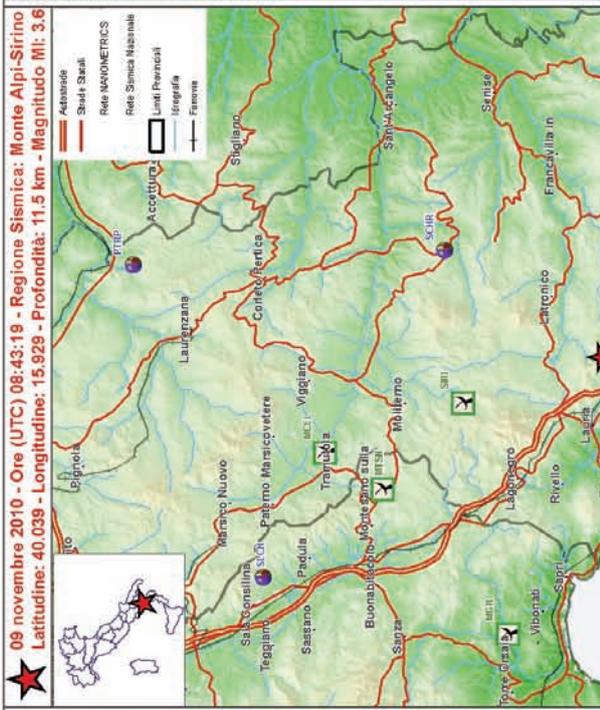
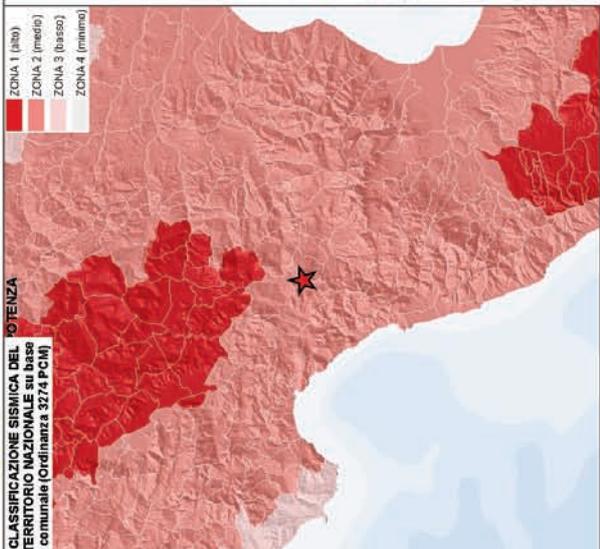
CATALOGO SISMICITA' ITALIANA 1981-2002 (CSI 1.1) - BOLLETTINO SISMICITA' STRUMENTALE 2003-2008



LABgis INGV Grottaferrata http://labgis.gm.ingv.it



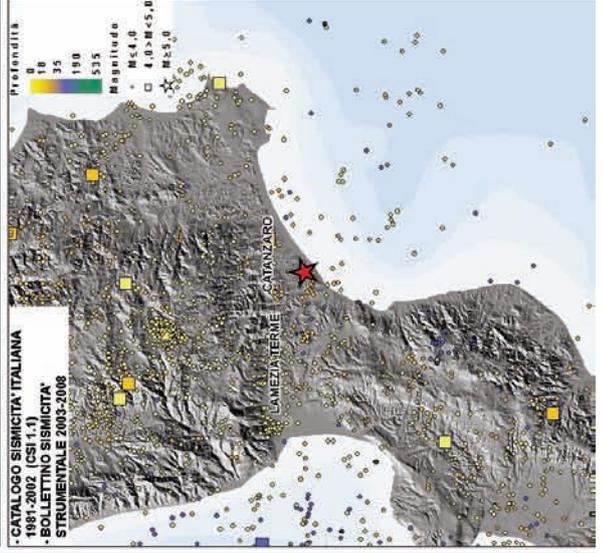
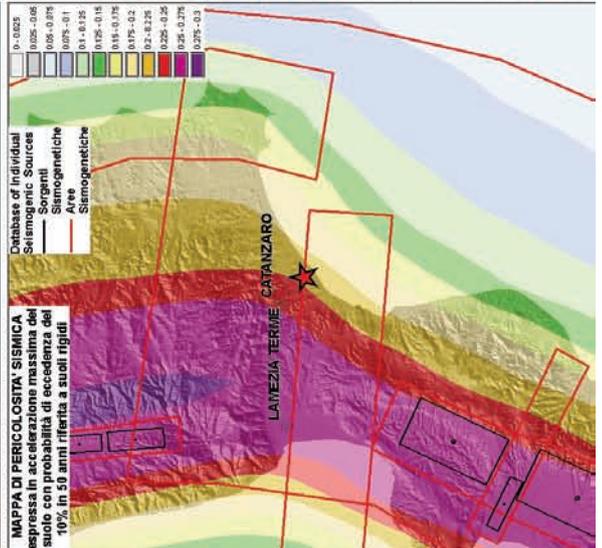
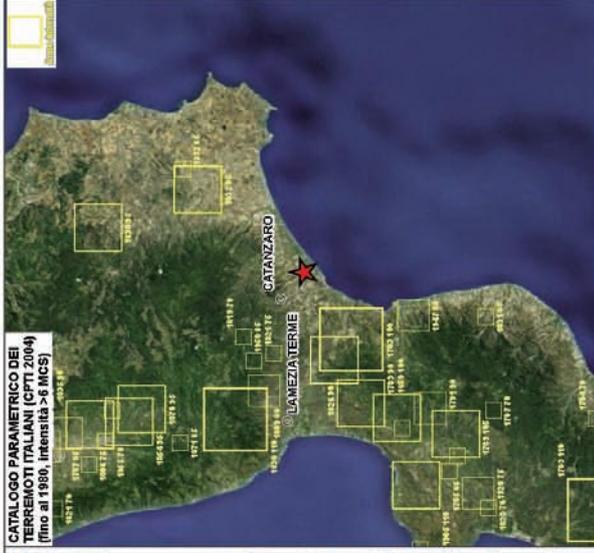
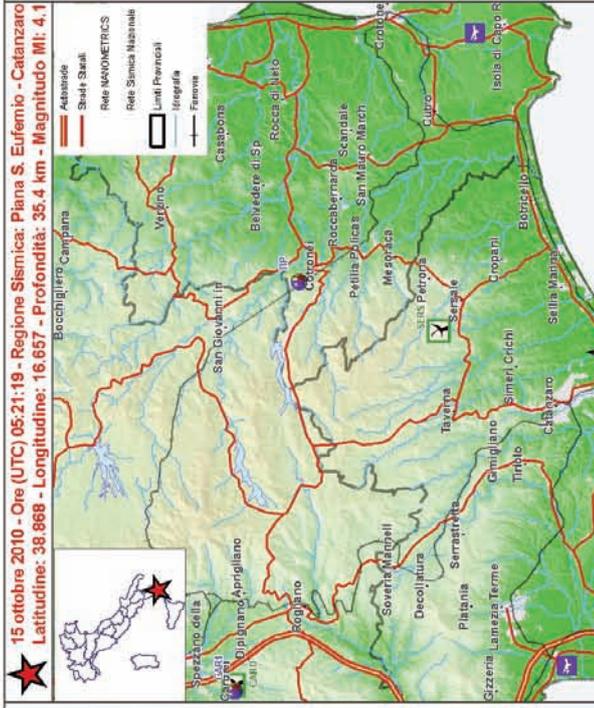
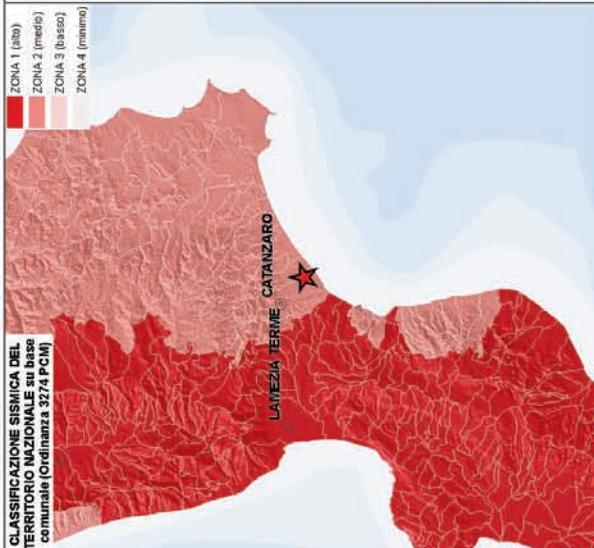
GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



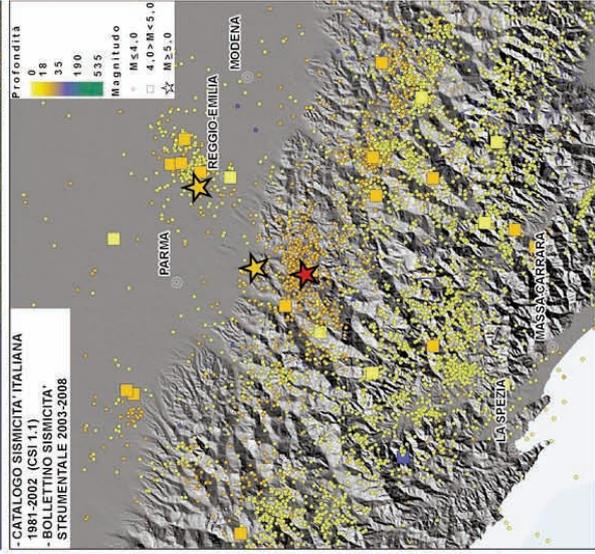
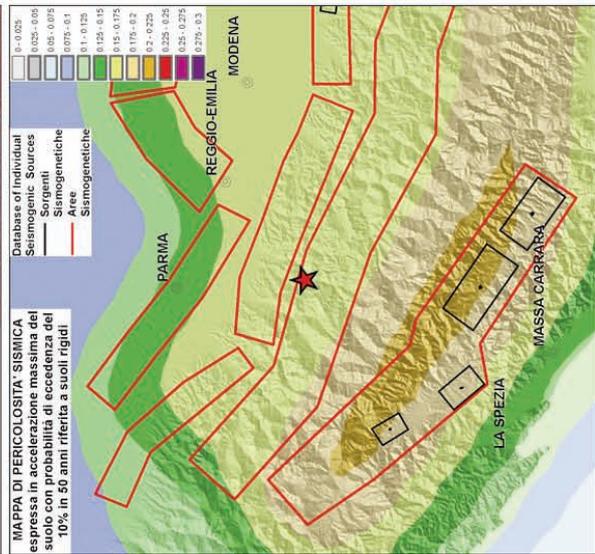
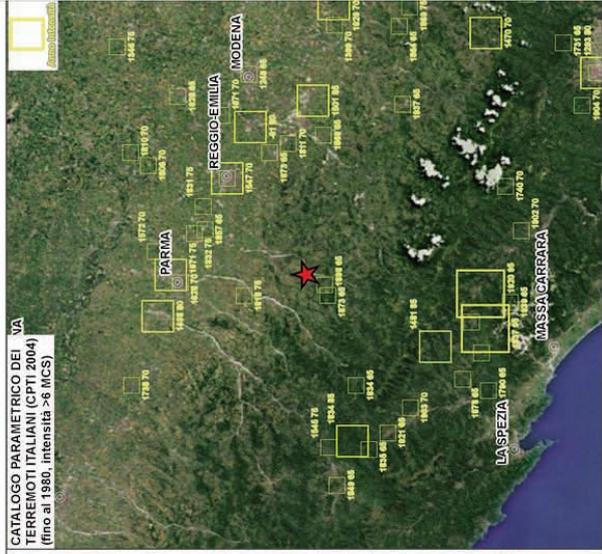
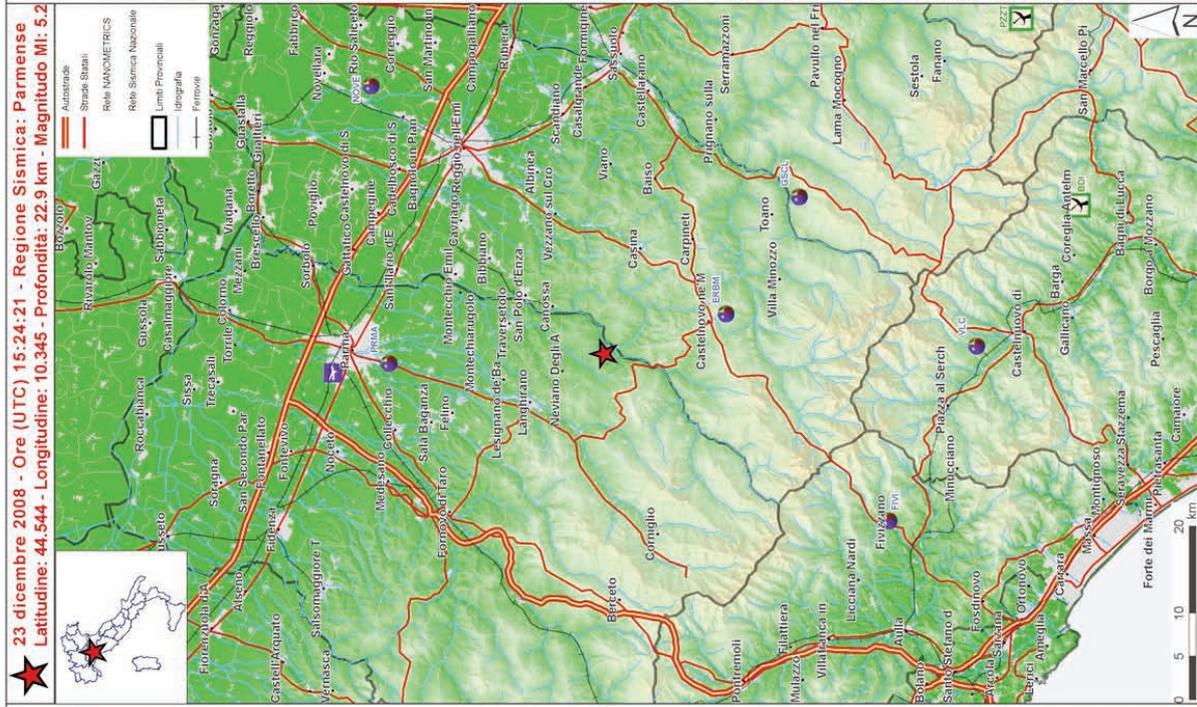
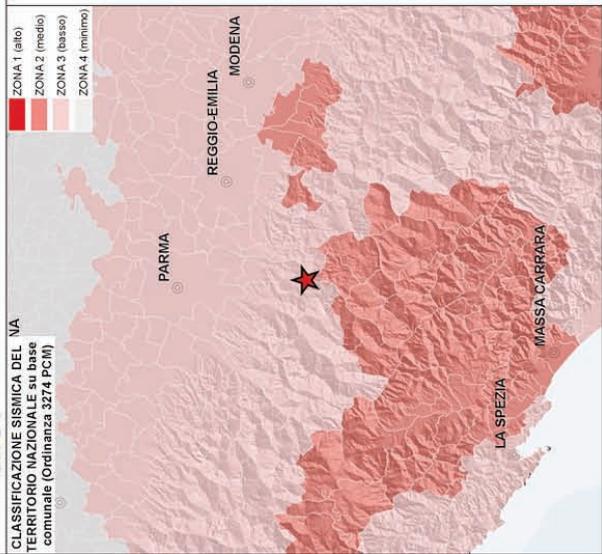
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE su base comunale (Ordinanza 3274/PCM)

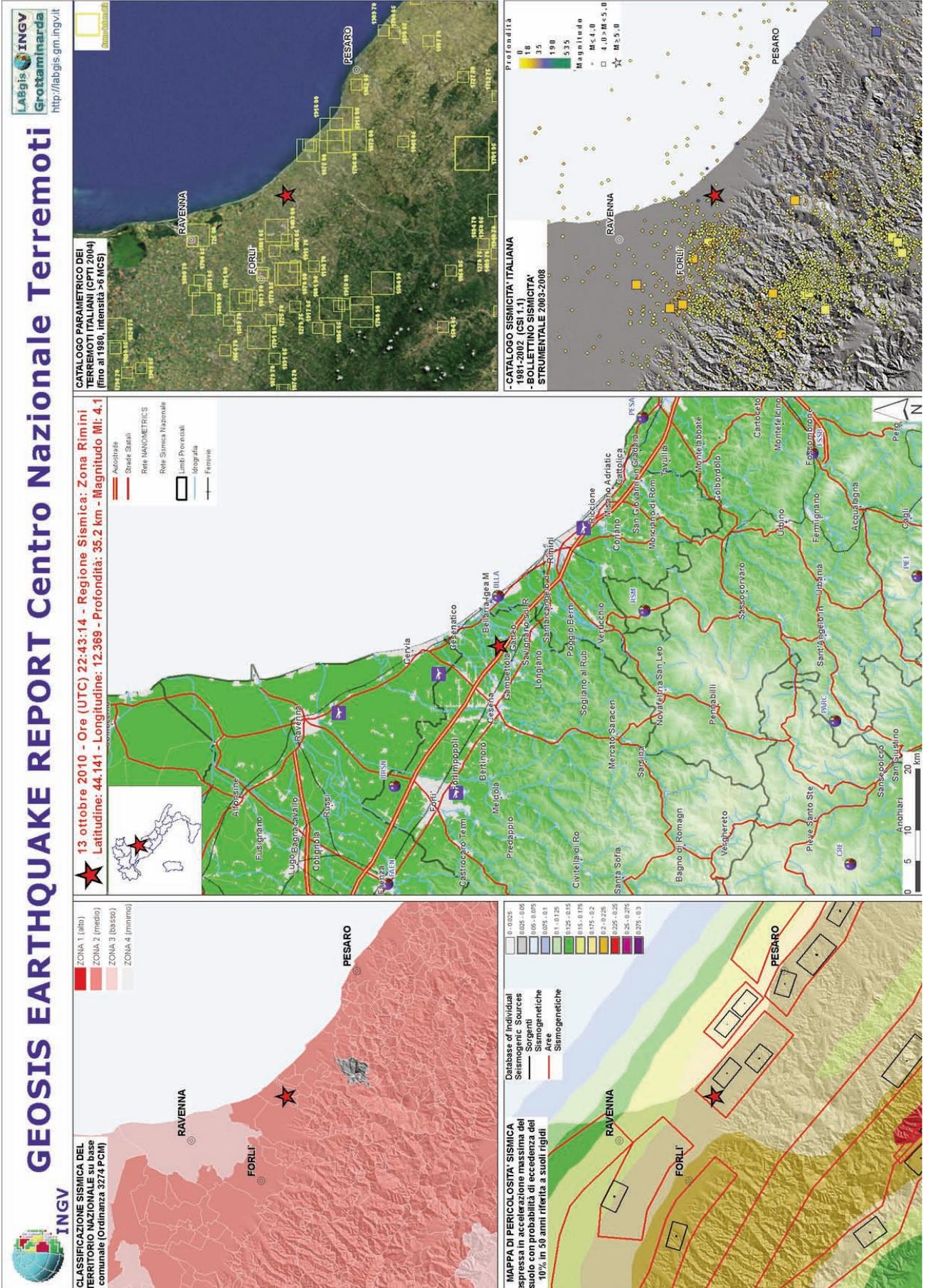


GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



LABgis INGV
Grottamarda
http://labgis.gm.ingv.it

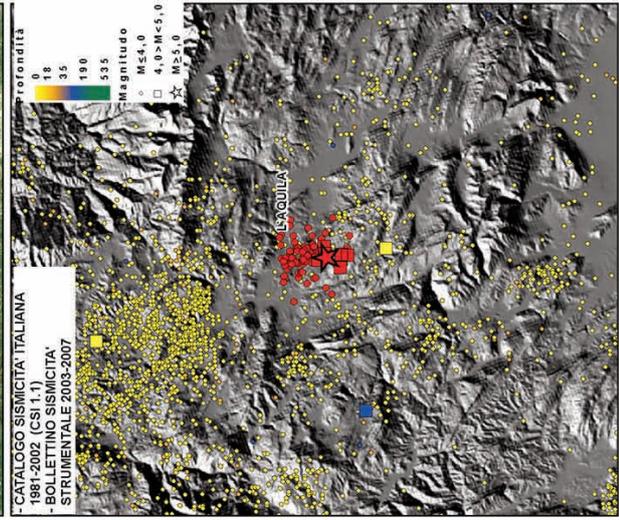
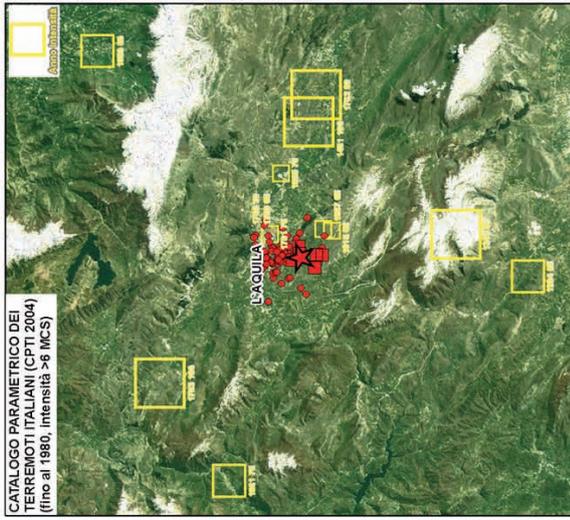
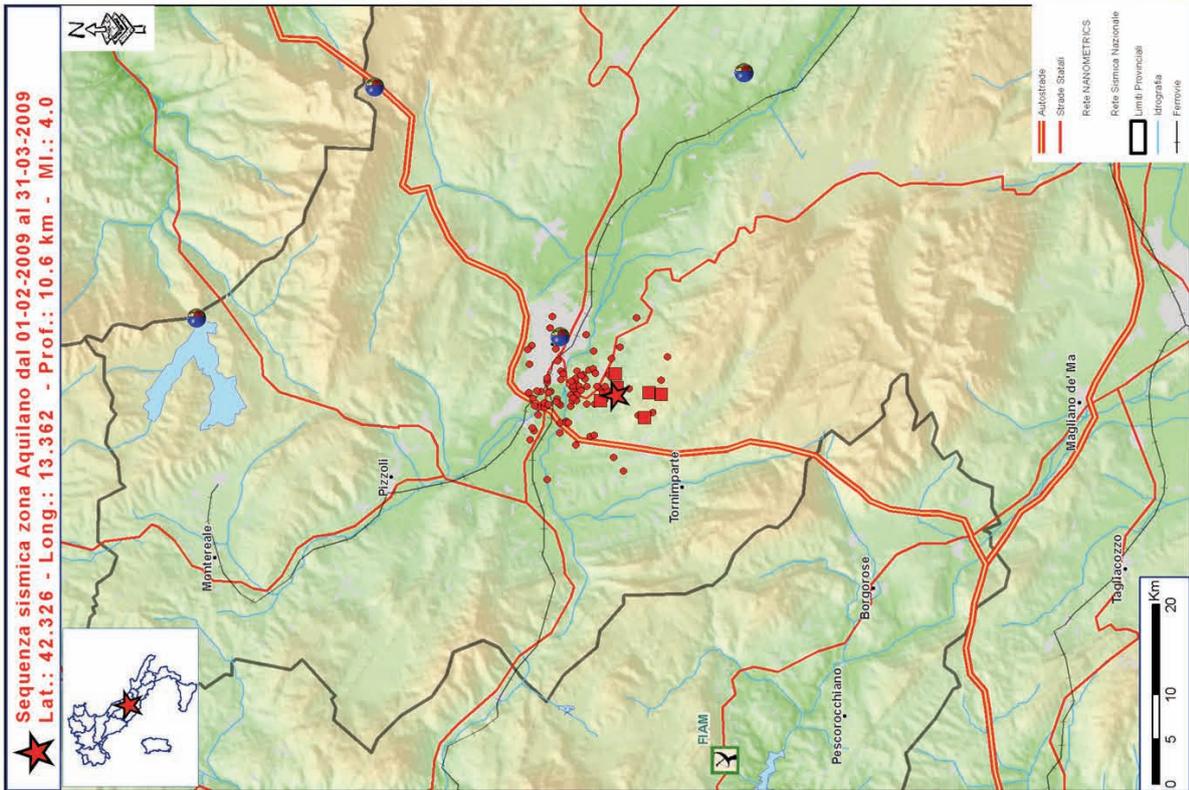
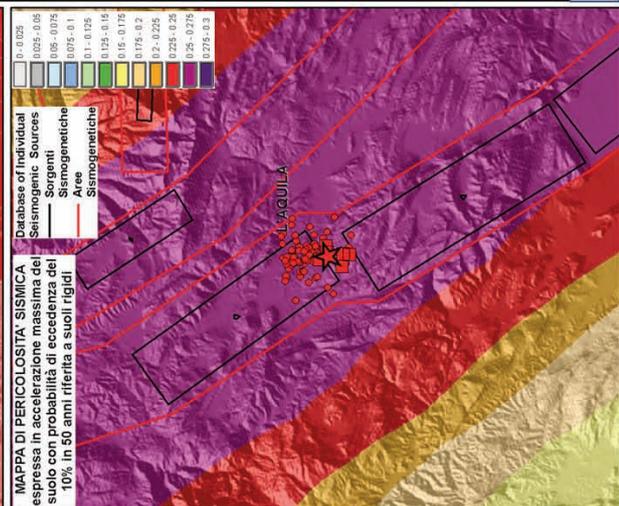
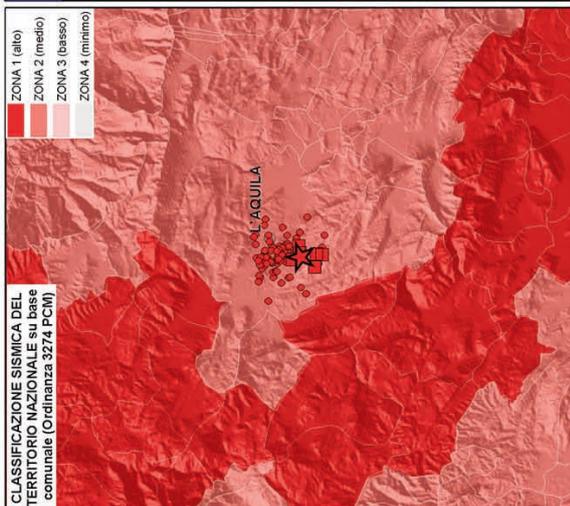




GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



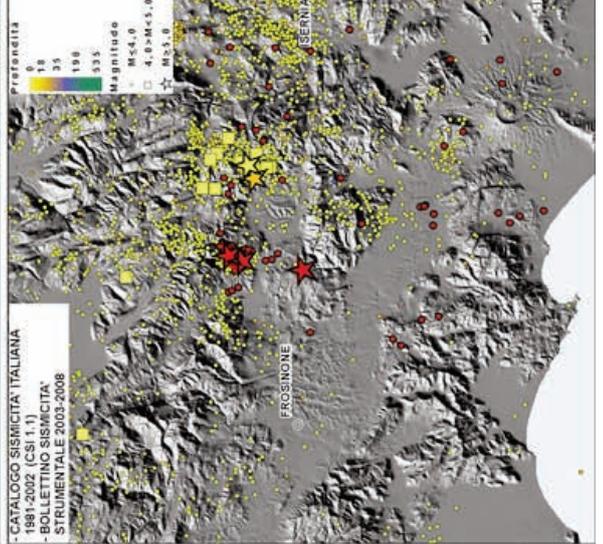
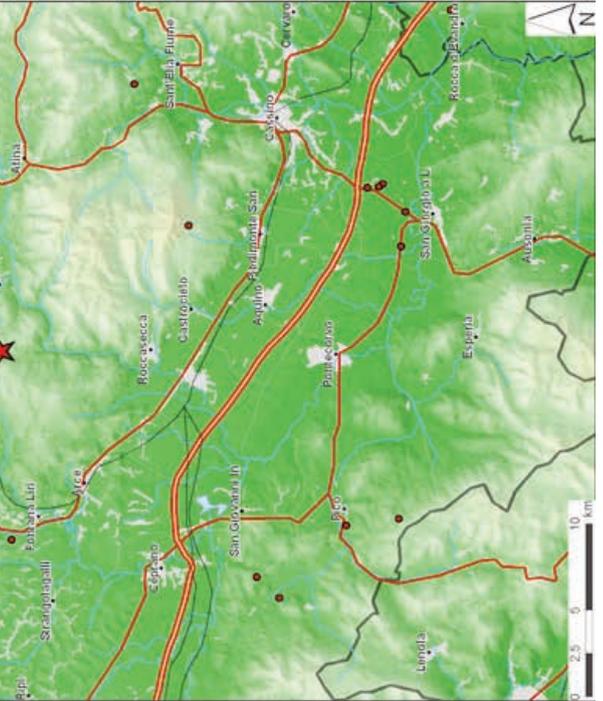
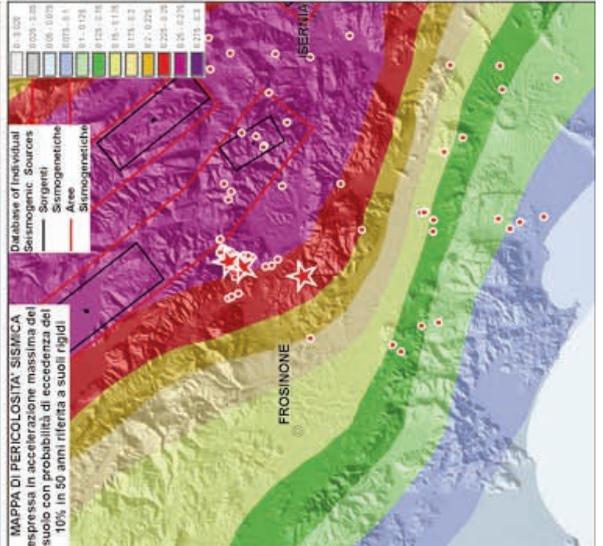
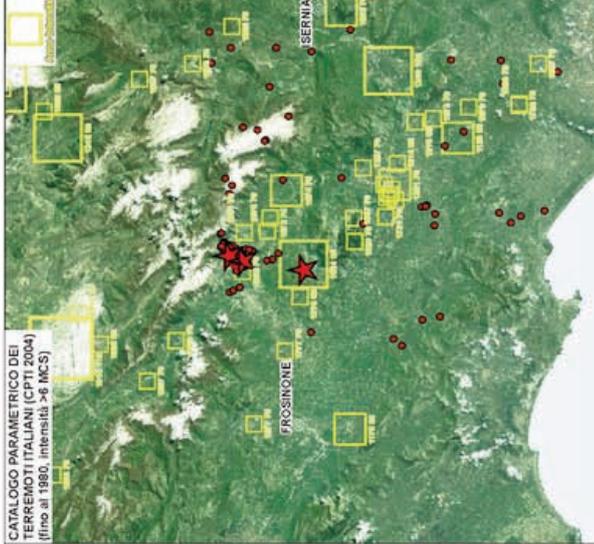
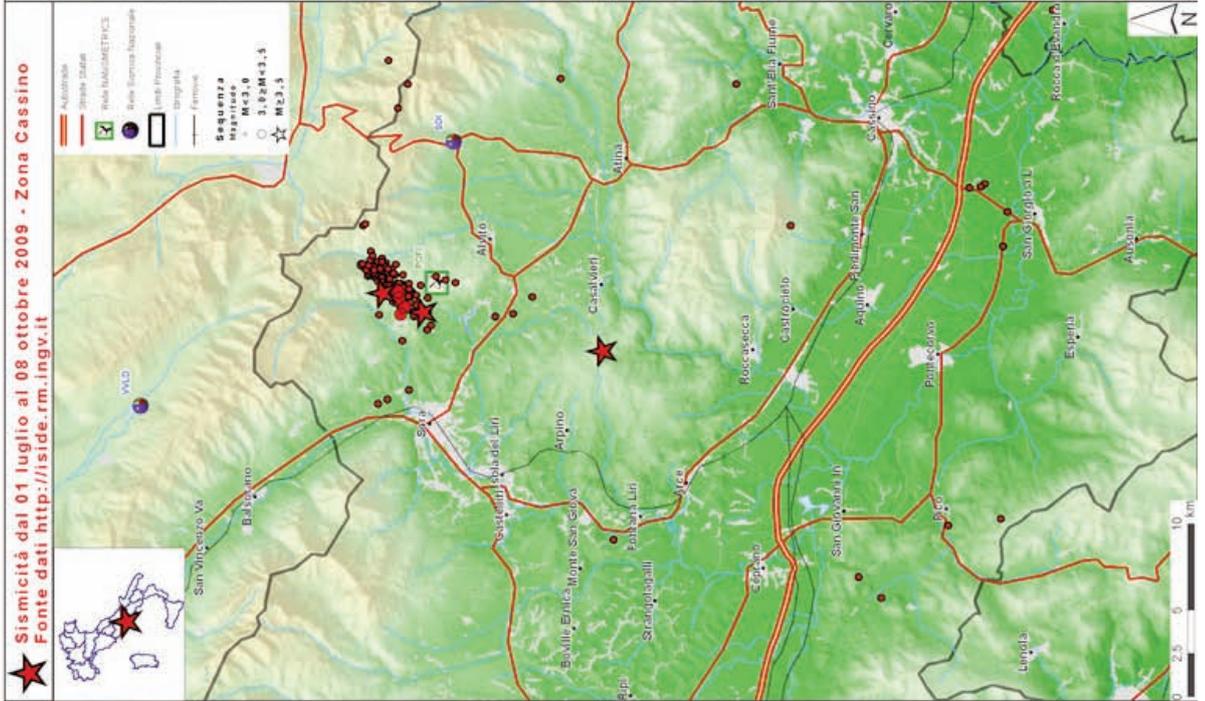
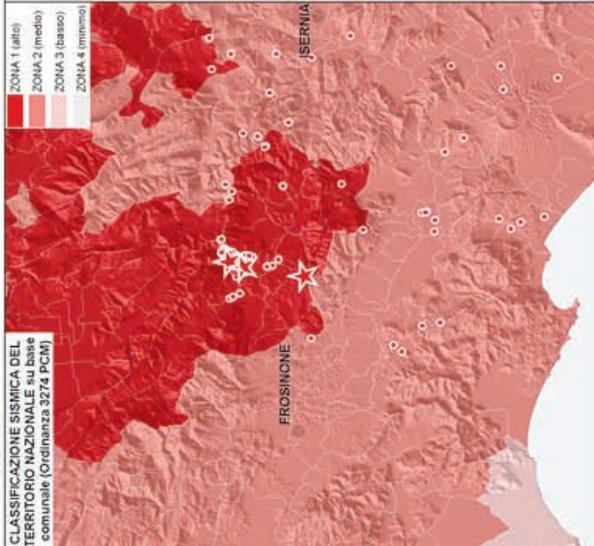
http://labgis.gm.ingv.it

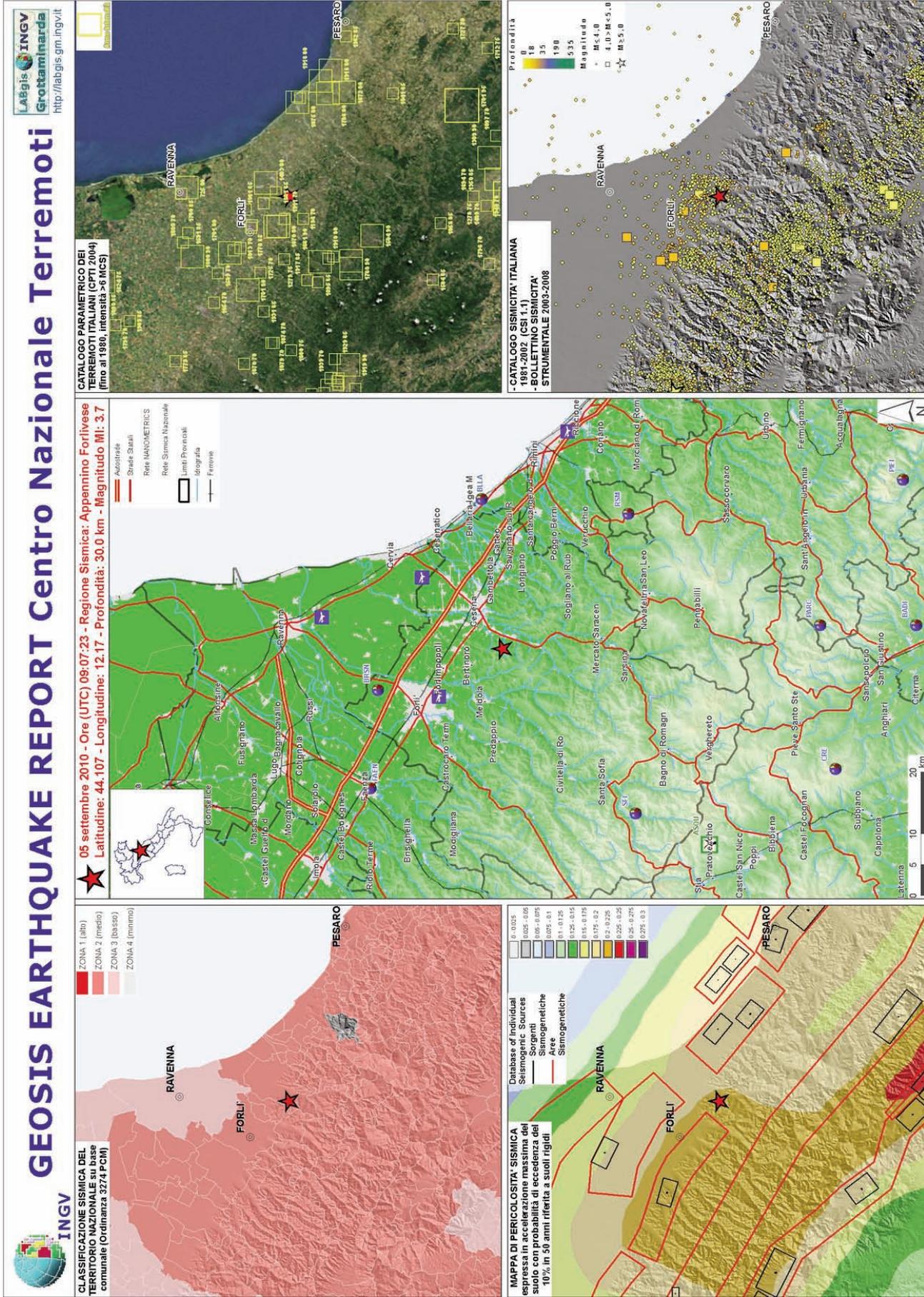


GEOSIS EARTHQUAKE REPORT Centro Nazionale Terremoti



CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE su base comunale (Ordinanza 3274 PCM)





Indice

Introduzione	5
1. Dai Geodatabase ai report di sismicità	5
2. GEOSIS Earthquake Report	9
3. GEOSIS web	13
4. Struttura e utilizzo di GEOSIS web	17
4.1 Map Switcher	17
4.2 Layers	19
4.3 Navigation	19
4.4 Scale Bar	19
4.5 Widget Tray	20
4.6 Legenda	20
4.7 Accedi ai dati	20
4.8 Ultimi terremoti INGV	21
4.9 Rete Sismica Nazionale	23
4.10 Identifica	23
4.11 Coordinate	23
4.12 Stampa	25
4.13 Disegna e Misura	26
5. Considerazioni finali	28
Bibliografia	29
Appendice	31

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2011 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