

Rapporti tecnici INGV

**Il GeoDatabase dell'INGV della
Sezione di Catania - Osservatorio Etneo:
progettazione ed implementazione**

351



Direttore Responsabile

Silvia MATTONI

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (INGV-RM1)

Raffaele AZZARO (INGV-CT)

Mario CASTELLANO (INGV-NA)

Viviana CASTELLI (INGV-BO)

Rosa Anna CORSARO (INGV-CT)

Mauro DI VITO (INGV-NA)

Marcello LIOTTA (INGV-PA)

Mario MATTIA (INGV-CT)

Milena MORETTI (INGV-CNT)

Nicola PAGLIUCA (INGV-RM1)

Umberto SCIACCA (INGV-RM2)

Alessandro SETTIMI (INGV-RM2)

Salvatore STRAMONDO (INGV-CNT)

Andrea TERTULLIANI (INGV-RM1)

Aldo WINKLER (INGV-RM2)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - Referente

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860068

redazionecen@ingv.it

in collaborazione con:

Barbara Angioni (RM1)

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.173 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI

Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



Rapporti tecnici INGV

IL GEODATABASE DELL'INGV DELLA SEZIONE DI CATANIA - OSSERVATORIO ETNEO: PROGETTAZIONE ED IMPLEMENTAZIONE

Placido Montalto, Emanuela De Beni, Carmelo Cassisi, Marco Aliotta, Marcello D'Agostino,
Salvatore Mangiagli, Michele Prestifilippo, Orazio Torrisi

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

351

Indice

Introduzione	7
1. Struttura concettuale del GeoDatabase	7
1.1 Preparazione dei dati	8
2. Il <i>server</i> di mappe	10
2.1 Il <i>GeoServer</i>	11
3. Il modulo GeoNetwork	13
4. Navigazione del GeoDatabase e creazione di mappe con GeoExplorer	17
5. Interfaccia web del GeoPortale dell'INGV-OE	21
6. Visualizzazione 3D	23
7. Conclusioni	26
Bibliografia	27
Sitografia	27

Introduzione

Il GeoDatabase dell'Osservatorio Etneo nasce come estensione spaziale del Database di Sezione, sistema attualmente impiegato per l'archiviazione dei segnali e delle serie temporali [Cassisi et al., 2015]. Esso è costituito principalmente da un insieme di strumenti volti all'archiviazione ed alla divulgazione di dati spaziali georiferiti, mediante l'impiego di tecnologie *open source*.

Strutturalmente il sistema è basato su:

- Un *Relational Database Management System (RDBMS) PostgreSQL* [PostgreSQL ref.] con estensione *PostGIS* [PostGIS ref.] per l'archiviazione di dati georiferiti;
- *Geoserver* [Geoserver ref.] impiegato come *server* di mappe per l'esportazione di servizi quali *Web Map Service (WMS)*, *Web Features Service (WFS)* e *Web Coverage Access (WCS)*;
- *GeoNetwork* [GeoNetwork ref.], uno strumento di catalogazione per la creazione del metadato e la pubblicazione del catalogo delle mappe;
- *Geoexplorer* [Geoexplorer ref.], una *web application* per la navigazione dei dati pubblicati nel *Geoserver* e la composizione di nuove mappe mediante la sovrapposizione di diversi *layers*.

Inoltre, sono stati sviluppati moduli per la gestione e la visualizzazione delle mappe mediante l'impiego di pagine web accessibili presso la rete intranet dell'INGV - Osservatorio Etneo, Sezione di Catania (INGV-OE).

1. Struttura concettuale del GeoDatabase

Il sistema proposto è costituito da un insieme di moduli software *open source* adibiti rispettivamente all'archiviazione, alla distribuzione e alla visualizzazione dei dati spaziali. Questi vengono archiviati e organizzati all'interno di un *repository* di tipo *Storage Area Network (SAN)* o *Network Attached Storage (NAS)* del *Data Center* dell'INGV-OE.

Tali *files* vengono suddivisi in base al loro formato: vettoriale, tra cui *shapefile* [shapefile ref.], *Scalable Vector Graphics (SVG)*, *Keyhole Markup Language (KML)*, *Geography Markup Language (GML)* e *raster*, come ad esempio *Geo Tagged Image File Format (GeoTIFF)*. Entrambe le tipologie di *files* vengono fornite sia dal laboratorio di cartografia *MapLab* [MapLab ref.] che da singoli utenti, i quali mettono a disposizione mappe per la pubblicazione nel GeoDatabase. I dati forniti vengono prodotti mediante opportuni software di tipo *Geographic Information System (GIS)* quali, ad esempio, *MapServer*, *ArcGis* o *QGis*. Utilizzando questi software, come verrà spiegato nel paragrafo 1.1, è possibile effettuare la preelaborazione e l'ottimizzazione dei dati da archiviare all'interno del GeoDatabase.

I dati a disposizione vengono caricati nell'*RDBMS PostgreSQL (Relational Database Management System)* installato con l'estensione spaziale *PostGIS* e distribuiti all'utente grazie ad un *server* di mappe che implementa specifiche e protocolli standard, come quelli definiti dall'*Open Geospatial Consortium (OGC)* [OGC ref.]. A tal fine, sebbene nell'ambito dell'*open source* esistano differenti soluzioni, la scelta è ricaduta sul sistema *Geoserver*, caratterizzato da semplicità di installazione e utilizzo.

In Figura 1 viene riportato uno schema concettuale del sistema oggetto del presente report: i dati *raster* e vettoriali vengono archiviati all'interno dell'*RDBMS PostgreSQL*; *Geoserver* li distribuisce mediante i servizi *WMS*, *WFS* e *WCS*; i metadati dei servizi di mappe vengono editati e catalogati mediante il software di catalogazione *GeoNetwork*. Altri servizi web sono stati realizzati mediante tecnologia *HyperText Markup Language 5 (HTML5)* [HTML5 ref.] e librerie *javascript* basate su *OpenLayers* [OpenLayers ref.]. Quest'ultima è impiegata nella Sala Operativa dell'INGV-OE, per l'interrogazione e la visualizzazione dei dati spaziali.

Come esplicito in Figura 1, è possibile collegare direttamente il *data repository* sia al *server* di mappe (*Geoserver*) che al sistema di catalogazione (*GeoNetwork*). Il *Geoserver* consente di importare direttamente *files raster* e vettoriali, tuttavia è preferibile utilizzare il GeoDatabase per *files* di grosse dimensioni. Tale strumento permette inoltre di eseguire interrogazioni (*queries*) e di indicizzare le tabelle per velocizzare l'analisi e la consultazione dei dati. Altresì, il *GeoNetwork* è in grado di utilizzare direttamente i *files* presenti nel *repository* per i servizi di download.

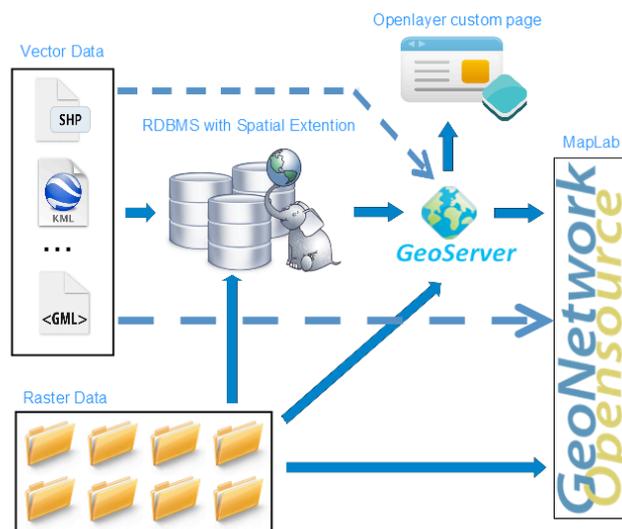


Figura 1. Struttura logica del GeoDatabase.

1.1 Preparazione dei dati

Il personale addetto alla gestione del GeoDatabase si occupa della preparazione dei dati per il loro inserimento all'interno del *repository* e la successiva pubblicazione nel GeoDatabase e nel GeoPortale. Le procedure di preparazione dipendono dalla tipologia del dato (vettoriale o *raster*). Nel primo caso l'utente può fornire le mappe da pubblicare mediante *files* in formato *shapefile* realizzabili dai più noti sistemi GIS sia *open source* che commerciali. La pubblicazione all'interno del GeoDatabase *PostGIS* viene eseguita in questo caso mediante *utilities open source* che consentono l'importazione all'interno di quest'ultimo. Tali *utilities* sono spesso disponibili anche all'interno degli ambienti GIS utilizzati per la creazione delle mappe in quanto presentano funzionalità di connessione con i più comuni *RDBMS*: *MySQL*, *Oracle*, *SQLite*, *PostGIS* etc. Nel *MapLab* dell'Osservatorio Etneo viene impiegato *QGIS* per l'esportazione dei dati vettoriali all'interno di *PostGIS*. Sebbene il *Geoserver* sia in grado di gestire in maniera nativa il formato *shapefile*, è opportuno ricorrere all'archiviazione all'interno di un *RDBMS* al fine di garantire una gestione centralizzata delle informazioni all'interno del database dell'INGV-OE. Inoltre, l'impiego di un *RDBMS* permette di gestire dati di grandi dimensioni sfruttando le funzionalità tipiche di un *RDBMS* come PostgreSQL (es. indicizzazione delle tabelle, *queries* spaziali, etc.).

I dati *raster* vengono preparati con i più diffusi software GIS. Lo staff del *MapLab* e del gruppo banche dati dell'INGV-OE processa i dati *raster* mediante le librerie *Geospatial Data Abstraction Library (GDAL)* [GDAL ref.] attraverso *scripts* opportunamente realizzati, oppure mediante *QGIS* [QGIS ref.]. Tale software offre un'interfaccia grafica *user friendly* che permette di effettuare elaborazioni mediante le librerie *GDAL*. Lo schema logico del processo di preparazione è riportato in Figura 2.

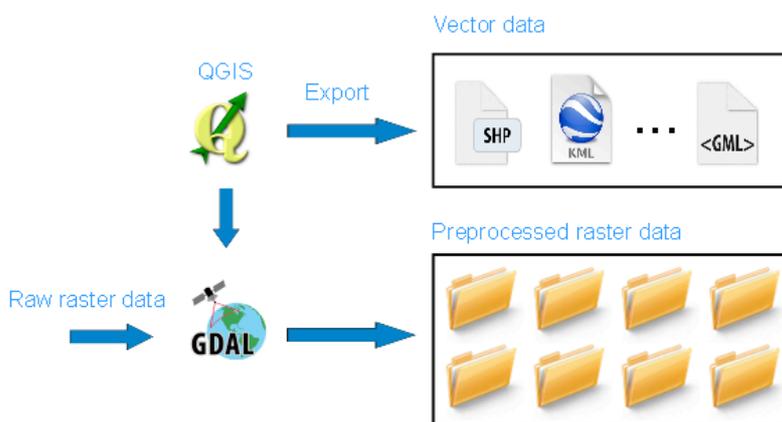


Figura 2. Processo di preparazione dei dati.

Le procedure di preparazione di immagini *raster* (es. *Geotiff*) dipendono dalle dimensioni del file e dalle caratteristiche dell'hardware a disposizione. Solitamente si procede con un'operazione di "tassellamento" interno della *geotiff* (*inner tiling*) consentendo un accesso più rapido alle singole parti della mappa e la creazione di anteprime (*previews*), ovvero versioni sotto-campionate dell'immagine a differenti livelli di *zoom*. Queste operazioni vengono realizzate mediante le *utilities gdal_translate* e *gdaladd*, contenute nelle librerie *GDAL*. Per *files* di dimensione superiore al Gigabyte si procede invece alla suddivisione delle immagini in parti più piccole, indicizzate mediante una struttura dati all'interno di *PostgreSQL* oppure mediante un opportuno file *DBF* (*DataBase File*). Un'ulteriore evoluzione di questo approccio consiste nella creazione di un mosaico ottenuto discretizzando l'immagine a diversi livelli di *zoom*.

Questa struttura, detta "a piramide" (Figura 3a), permette la gestione di grandi moli di dati e può essere eseguita mediante l'*utility gdal_retile*, costituita da uno *script* in linguaggio *Python* [Python ref.] distribuito insieme al pacchetto *GDAL*. Il tassellamento (*tiling*) della mappa suddivisa all'interno di vari livelli di *zoom* (parametro impostato dall'utente) viene salvato all'interno di un insieme di cartelle organizzate ad albero ed esportato all'interno del *GeoServer* (Figura 4). Il *tiling* piramidale è stato impiegato ad esempio per l'archiviazione delle *ortofoto* dell'Etna messe a disposizione dal *MapLab* (Figura 3b).

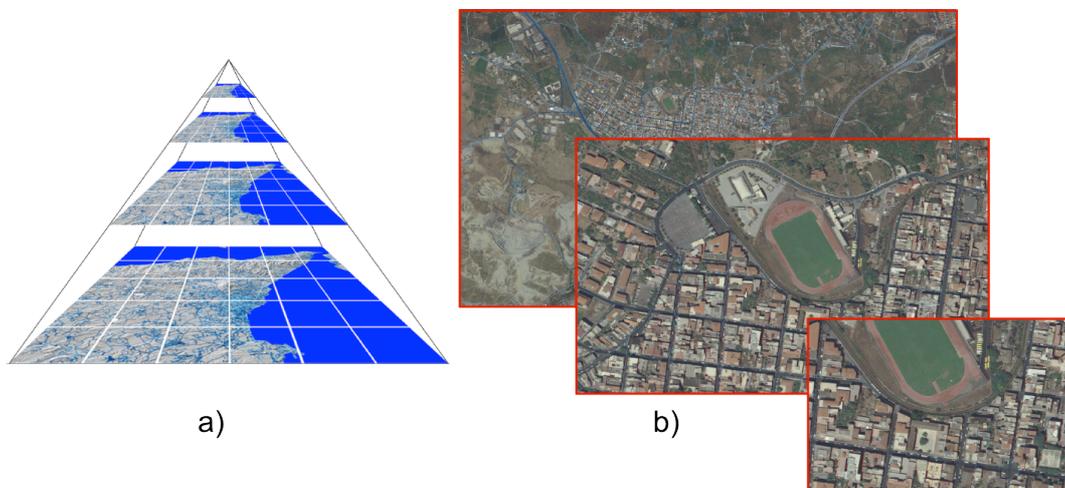


Figura 3. a) *Tiling* piramidale; b) esempio di visualizzazione di *ortofoto* mediante tecnica del *tiling* piramidale.

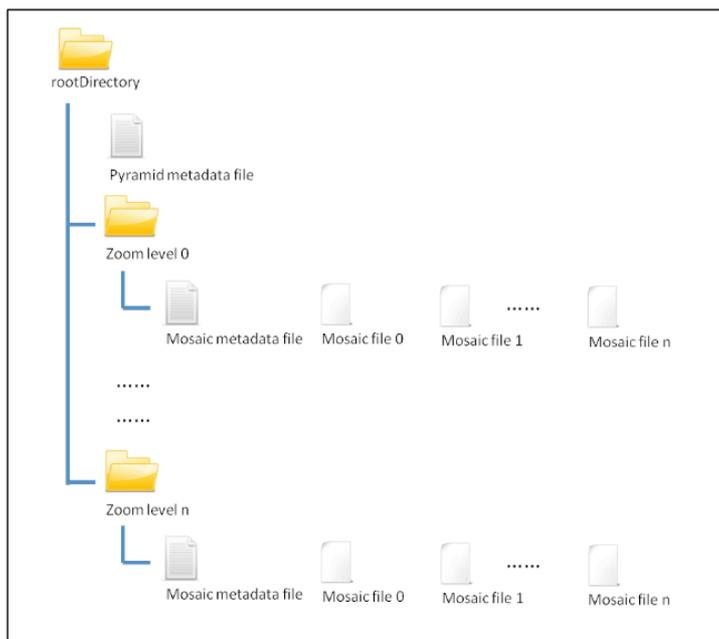


Figura 4. Dettaglio della porzione di *file system* relativa a un *tiling* piramidale.

2. Il server di mappe

Il server di mappe *Geoserver* è una *web application* sviluppata per la pubblicazione e la modifica di dati spaziali e la loro distribuzione verso *client GIS*; esso è sviluppato mediante tecnologie web e permette di accedere ai dati spaziali costituiti normalmente da mappe georiferite, distribuite a loro volta sotto forma di dati vettoriali o *raster*.

La comunicazione *client-server* è basata su *web service*, ovvero un'applicazione pubblicata su un server ed accessibile attraverso protocolli internet standard come ad esempio *HTTP (HyperText Transfer Protocol)*. I *web services* possiedono le seguenti caratteristiche:

- Elevato livello di astrazione.
- Indipendenza da particolari architetture hardware e software.
- Possono essere usati da *clients* di tipo diverso, indipendentemente dalla piattaforma sulla quale il servizio è eseguito.
- I processi che attingono dati da un *web service* (processi consumatori) sono indipendenti dai dettagli implementativi dei servizi.
- Sono pubblici.

La tecnologia dei *web services* sfrutta il protocollo *HTTP* per la comunicazione *client-server* mediante il linguaggio *XML (eXtensible Markup Language)*. Nel caso di *Geoserver*, la comunicazione *client-server* avviene mediante l'impiego di *web services* definiti dalle specifiche *OGC*. In particolare, le principali specifiche definite nell'*OpenGIS Web Service (OWS)* sono:

- *WMS*: fornisce l'accesso a dati geografici disponibili come immagini *raster TIFF, Portable Network Graphics (PNG)* etc., attraverso un'operazione di *rendering* sia su dati *raster* che vettoriali;
- *WFS*: fornisce dati vettoriali al *client* che ne fa richiesta attraverso il formato *GML*;
- *WCS*: è un'estensione del *WMS* e fornisce l'accesso ai dati *raster "unrendered"* (nel caso di dati "*rendered*" viene impiegato il servizio *WMS*) al fine di poter eseguire delle elaborazioni "*client-side*".

Il funzionamento di un *OWS* avviene mediante l'invio di richieste *HTTP GET* (codificate in forma di *Uniform Resource Locator, URL*) o *HTTP POST* (codificate in *XML*); quest'ultima permette di effettuare richieste analoghe a *HTTP GET*, mentre non vale il contrario. Per brevità, di seguito verrà analizzato l'invio di richieste al server attraverso *HTTP GET* (si rimanda alla documentazione *OGC* per la definizione delle specifiche per effettuare richieste tramite *HTTP POST*).

L'invio di una richiesta *HTTP GET* è composto da differenti parti a seconda del tipo di servizio richiesto (Figura 5). In particolare un comando *GET* è composto dalle seguenti parti:

- Indirizzo del server: *http://server_name:port/geoserver/*.
- Tipo di servizio: *-service= [wfs / wms]*.
- Versione del servizio: *-version= n* (es. *-version = 1.0.0*).
- Tipo della richiesta (i tipi principali sono riportati in Figura 5): *-request=[GetFeature / GetMap / GetCoverage]*.
- Nome del dato richiesto: *typename=dataname* (es. *typename=mappaEtna*). Ad esempio, nel caso del *GeoServer* il nome del dato è composto dal nome del *workspace* e dal nome della mappa (*layer*) richiesta: *Workspace:Layer*.

A titolo esemplificativo, la richiesta delle *features* ("*GetFeature*") di una mappa attraverso specifica *WFS* può essere inoltrata nel seguente modo:

http://sogemap:8080/geoserver/CartaGeoEtna/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typename=CartaGeoEtna:EtnaGeoSintemi&maxFeatures=50

I parametri appartenenti alla stringa appena descritta vengono specificati come:

- Indirizzo del server: *http://sogemap:8080/geoserver/CartaGeoEtna/ows?*.
- Tipo del servizio: *WFS*.
- Versione del servizio: *1.0.0*.
- Tipo della richiesta: *GetFeature*.
- Nome del dato richiesto: *CartaGeoEtna:EtnaGeoSintemi* (es. *workspace = CartaGeoEtna*, nome della mappa: *EtnaGeoSintemi*).

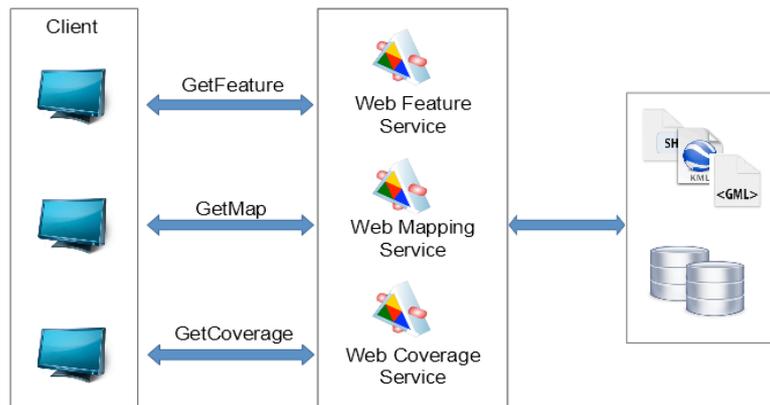


Figura 5. Interrogazione dell'OWS mediante l'invio di comandi *HTTP GET*.

In questo caso è presente anche il parametro *maxFeatures*, impiegato per la specifica del numero di *features* richieste. Il risultato della richiesta dipende dalla struttura dati interrogata sulla quale è possibile eseguire determinate operazioni come, ad esempio, l'ordinamento in base agli attributi (attributi di un dato vettoriale) per mezzo della specifica *sortBy=attribute* (specificando il valore *attribute*). È inoltre possibile indicare da quale indice della struttura dati partire specificando il parametro *startindex*. Ad esempio, se si considera una mappa composta da poligoni e costituita da una tabella di *n* attributi, è possibile specificare quante *features* (in questo caso poligoni) richiedere e come ordinarle in base al valore degli attributi. Poiché una singola richiesta può contenere molti parametri differenti, per una trattazione esaustiva è possibile consultare la guida di *Geoserver* [Geoserver ref.]. È inoltre possibile specificare al *server* il formato di *output* della richiesta inoltrata. Nel caso di richieste mediante servizio *WFS* è possibile ottenere il risultato dell'interrogazione nei seguenti formati: *Comma Separated Value (CSV)*, *GML*, *Geo JavaScript Object Notation (GeoJSON)*, *KML*, *shapefile*. Di seguito viene riportata una richiesta inoltrata al *GeoServer* nella quale viene specificato il formato di *output*; nella fattispecie è richiesto il risultato in formato *GeoJSON* [GeoJSON ref.], ovvero un particolare formato *open* utilizzato per archiviare una collezione di dati geometrici spaziali i cui attributi sono descritti attraverso *JavaScript Object Notation (JSON)* [JSON ref.]:

```
http://sogeomap:8080/geoserver/CartaGeoEtna/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=CartaGeoEtna:EtnaBaseGeo&maxFeatures=50&outputFormat=application%2Fjson
```

Rispetto all'esempio precedente il formato di output richiesto è specificato mediante il parametro "*outputFormat*".

Strutture analoghe alle precedenti possono essere impostate per effettuare richieste che sfruttino il servizio *WMS*. In questo caso un esempio di richiesta è il seguente:

```
http://sogeomap:8080/geoserver/CartaGeoEtna/wms?service=WMS&version=1.1.0&request=GetMap&layers=CartaGeoEtna:EtnaBaseGeo&styles=&bbox=479634.38159999996,4148575.1393,527396.5289000003,4196559.4728&width=764&height=768&srs=EPSG:32633&format=image%2Fgif
```

I formati disponibili per l'output sono molteplici, di seguito vengono elencati i più rilevanti: *GIF*, *JPEG*, *PNG*, *TIFF*, *GEOTIFF*, *PDF*, etc. Come si può osservare dall'esempio è possibile specificare il *bounding box* della mappa, la larghezza e l'altezza dell'immagine richiesta e il formato dell'output; nell'esempio sopra riportato il risultato è fornito mediante un'immagine *GIF*.

2.1 Il *GeoServer*

Il *Geoserver* installato è configurato come *servlet* all'interno del "*servlet container*" *Apache Tomcat* [Apache Tomcat ref.]; dal sito ufficiale è possibile scaricare e installare una versione *stand-alone* consigliata unicamente per scopi di test e sviluppo. L'interfaccia di gestione per la configurazione e l'amministrazione del *GeoServer* (Figura 6) consente all'amministratore del sistema di gestire dati, servizi, *caching* e sicurezza. Il dettaglio del pannello di configurazione è riportato in Figura 7.

Oltre al caricamento e all'interconnessione dei dati tramite l'interfaccia di configurazione, è possibile gestire il *GeoServer* (e quindi creare *workspace*, *store* e *layer*) direttamente mediante l'interfaccia *RESTful* (*REpresentational State Transfer*), la quale rende possibile reperire e inviare dati al *server* in formato *XML*. La connessione mediante l'interfaccia *RESTful* può essere implementata mediante *REST clients* realizzati in differenti linguaggi di programmazione: *php*, *python*, *java*, *javascript* etc. Per l'interfacciamento è possibile impiegare *cURL* [cURL ref.], disponibile sia come libreria di sviluppo che come *utility* da riga di comando, per il trasferimento dei dati attraverso differenti protocolli (es. *http*, *https*, *ftp*, etc).

Sebbene l'interfacciamento attraverso *RESTful* richieda conoscenze di programmazione, il software *QGIS* consente di impiegare *plug-ins* (moduli aggiuntivi dell'ambiente *QGIS*) per la connessione diretta con *GeoServer* (p.es. *OpenGeo Explorer*).

3. Il modulo GeoNetwork

GeoNetwork è un software *open source* che permette la creazione e la gestione di cataloghi di dati georiferiti. In Figura 8 viene riportato lo *snapshot* della pagina principale dalla quale è possibile accedere al catalogo delle mappe pubblicate dal *MapLab*. Per visualizzare l'elenco di tutte le mappe occorre selezionare il pulsante "*Ricerca*" ubicato nel pannello sinistro della pagina (riquadro rosso in Figura 8). Il risultato della ricerca verrà visualizzato nel pannello centrale della pagina (Figura 9).

Utilizzando questo pannello è possibile specificare cosa cercare (mediante l'apposita chiave di ricerca) e dove cercare (utilizzando la mappa interattiva). Ad esempio, inserendo nella casella di testo denominata "*COSA?*" la parola chiave "*DEM*" e premendo il pulsante "*Ricerca*" verranno mostrate tutte le mappe nel cui metadato si fa riferimento alla parola "*DEM*".

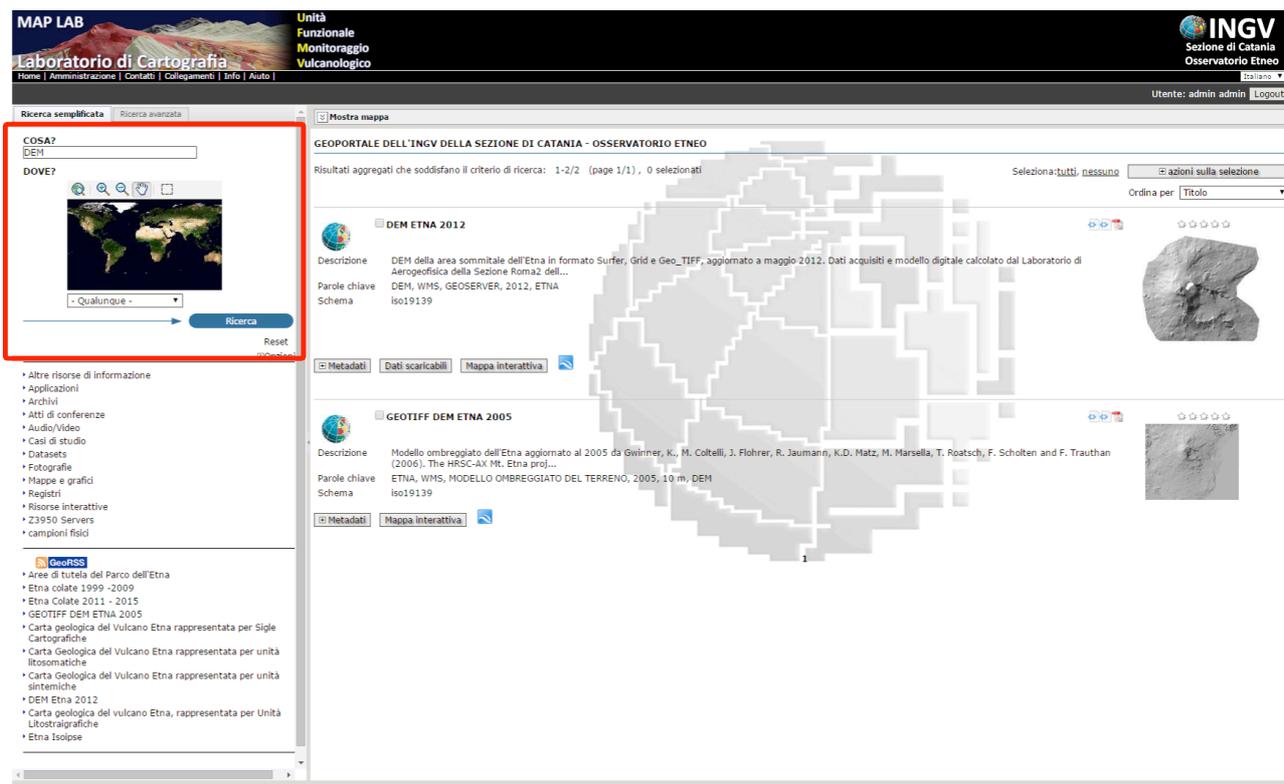


Figura 8. Pagina principale del catalogo *MapLab* realizzato mediante *GeoNetwork*.

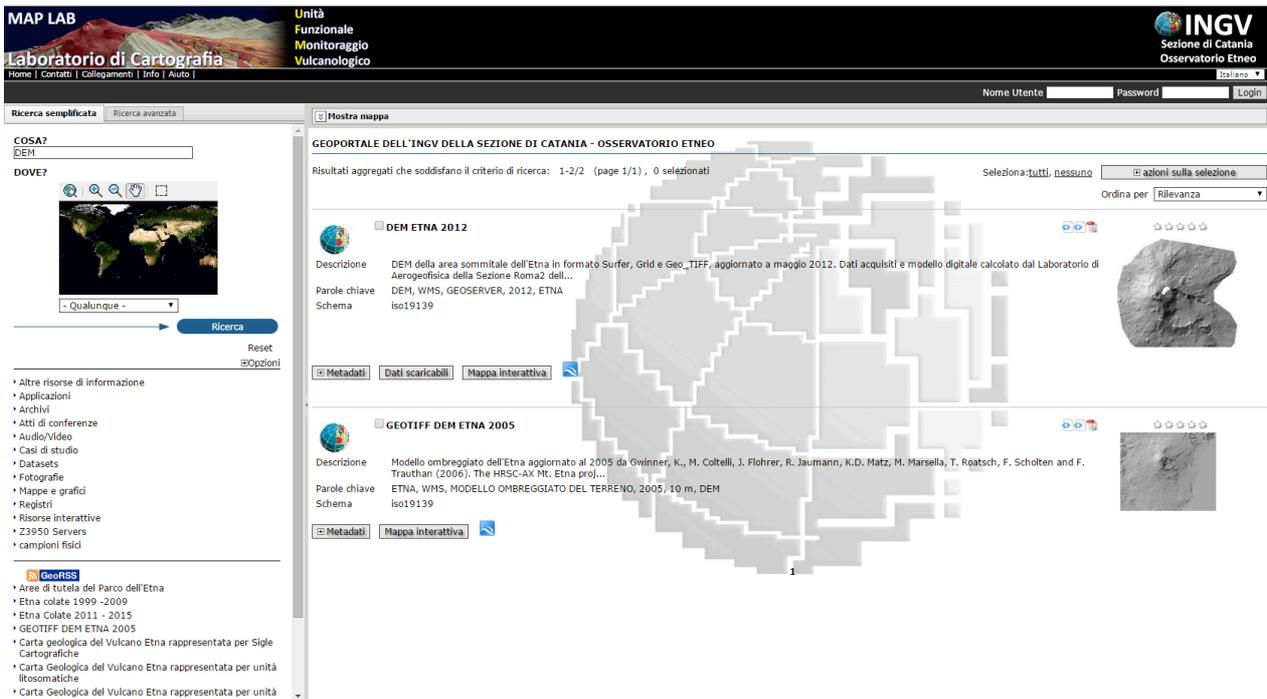


Figura 9. Catalogo delle mappe pubblicate su *GeoNetwork*.

Eseguendo il *login*, se l'utente fa parte del gruppo amministrativo, nel menu in alto a sinistra (Figura 10) viene visualizzato il *link* per l'accesso alle pagine di amministrazione del *GeoNetwork*. Attraverso il sistema di gestione è possibile eseguire molteplici operazioni tra cui la gestione di utenti e gruppi, la configurazione del *server*, la gestione del formato dei metadati etc. In particolare, gli utenti del gruppo amministrativo sono abilitati all'inserimento e alla modifica delle informazioni relative alle mappe del catalogo.



Figura 10. *Link* ipertestuale per l'accesso al pannello di amministrazione di *GeoNetwork*.

L'inserimento di una mappa avviene attraverso l'immissione di *metadati*, ovvero di informazioni che descrivono il contenuto, la qualità, la condizione, l'origine e altre caratteristiche della mappa.

I metadati si basano sugli standard *ISO 19115* e *ISO 19119* e sulla loro implementazione *XML* definita da *ISO/TS 19139* e *CSW* (Figura 11). Più in dettaglio:

- *ISO 19115 (Geographic Information – Metadata)* [ISO 19115 ref.]: definisce classi e campi per l'organizzazione di informazioni geografiche e servizi, fornendo informazioni relative a identificazione, estensione, schemi temporali e spaziali, riferimenti spaziali etc.;
- *ISO 19119 (Geographic Information – Services)* [ISO 19119 ref.]: definisce e regola la categorizzazione dei servizi di dati geospaziali come, ad esempio, i servizi *WMS*;
- *ISO 19139 (Geographic Information – XML Schema Implementation)* [ISO 19139 ref.]: specifica lo schema *XML* dello standard *ISO 19115* (applicabile anche a *ISO 19119* e altri standard);
- *CSW ISO AP (Catalogue Services Specification 2.0.2 - ISO Metadata Application Profile for CSW 2.0)* [CSW ref.]: specifica l'organizzazione e l'implementazione dei servizi di catalogo basati sugli standard *ISO*.

La compilazione dei metadati avviene mediante il modulo di inserimento di Figura 12; *GeoNetwork* permette la visualizzazione e la compilazione dei campi definiti dalle direttive *INSPIRE* [INSPIRE ref.].

Tra gli strumenti messi a disposizione dal modulo di inserimento, particolare importanza riveste il "validatore" ovvero un'*utility* che controlla la conformità dei metadati.

AMMINISTRAZIONE

Metadati & Modello

- Crea metadato**
 - Ricerca metadati non usati
 - I miei metadati
 - Riassegna metadati
- Aggiungi uno schema/profilo di metadati**
 - Aggiorna uno schema/profilo di metadati
 - Elimina uno schema/profilo di metadati
- Organizza modelli**
- Aggiungi modelli ed esempi**

Aggiunge un nuovo metadato in GeoNetwork utilizzando un modello
 Ricerca metadato non usato o vuoto
 I miei metadati
 Trasferisci la proprietà del metadato ad un altro utente

Ordina i tuoi modelli

Selezione gli schema :

- csrw-record
- dublin-core
- fgdc-std
- iso19110
- iso19115
- iso19139
- iso19139.rndt

Figura 11. Amministrazione di *GeoNetwork*: pannello per la gestione e l'inserimento dei metadati.

The screenshot shows the 'Metadati & Modello' administration interface. The left sidebar contains navigation options: Vista package, Metadati, Identificazione, Riassegnazione, Visual, Info Spazio, Sist. riferimento, Distribuzione, Qualità, App. schema, Catalogo, Info contenuto, and Info estensione. The main content area is divided into several sections:

- IDENTIFICAZIONE:** Includes fields for 'Nome' (Set/IDP), 'Versione tempo', 'Risorsa online' (URL, Name, Description), and 'Identificatore'.
- CLASSIFICAZIONE DI DATI GEOGRAFICI E SERVIZI:** Includes 'Tipo di servizio' (OGC:WMS, etc.) and 'Informazioni'.
- PAROLE CHIAVE & TEMI INSPIRE:** Fields for 'Parole chiave' (INSPIRE, etc.) and 'Temi'.
- LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA:** Includes 'Elemento geografico' with a map showing coordinates (Longitude East, Longitude Est, Latitude Nord, Latitude Sud) and a 'Punto di contatto' field.
- RIFERIMENTO TEMPORALE:** Fields for 'Data' (2015-06-04), 'Tipo data', and 'Estensione spazio-temporale'.
- INFORMAZIONI SUL SISTEMA DI RIFERIMENTO:** 'Identificatore unico di risorsa'.
- QUALITÀ E VALIDITÀ:** 'INDICATE e USUO'.
- CONFORMITÀ:** 'INDICATE e USUO'.
- VINCOLI RELATIVI ALL'ACCESSO E ALL'USO:** 'Vincoli'.
- ORGANIZZAZIONI RESPONSABILI PER LA FORNITURA, LA GESTIONE, LA MANUTENZIONE E LA DISTRIBUZIONE:** 'Punto di contatto' with fields for name, email, phone, and address.
- METADATI:** 'Identificatore di file di metadati', 'Lingua dei metadati', and 'Estensione'.

At the bottom, there are navigation buttons: Home, Salva, Salva e chiudi, Controllo, Altri azioni, Annulla, and Modifica minima.

Figura 12. Modulo per la compilazione dei metadati relativi alla pubblicazione di una mappa.

Per ogni mappa pubblicata è possibile vedere l'anteprima e i metadati. La visualizzazione “navigabile” può avvenire mediante il pulsante “*Mappa interattiva*” (Figura 13, riquadro A e Figura 14). Per visualizzarne il metadato occorre selezionare la voce “*Metadati*” (Figura 13, riquadro A); per scaricarlo in formato *PDF* o in codifica *XML* occorre selezionare le icone del riquadro B (Figura 13). È inoltre possibile eseguire il download del file *KML* utilizzabile su applicativi come *Google Earth* [Google Earth ref.].

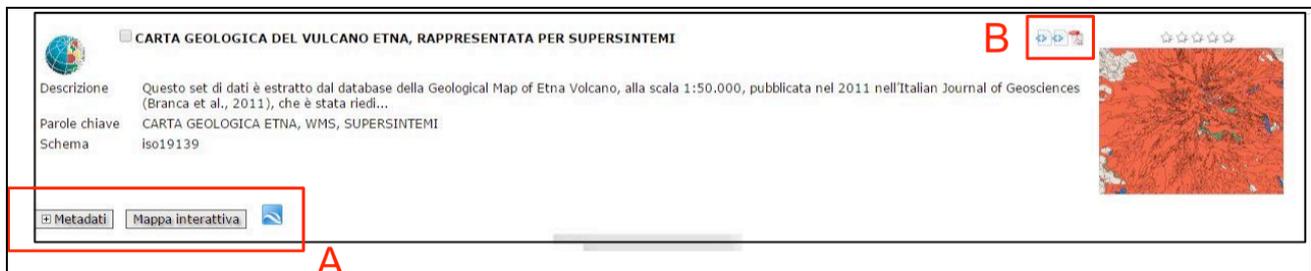


Figura 13. Pannello di pubblicazione di una mappa su *GeoNetwork*.

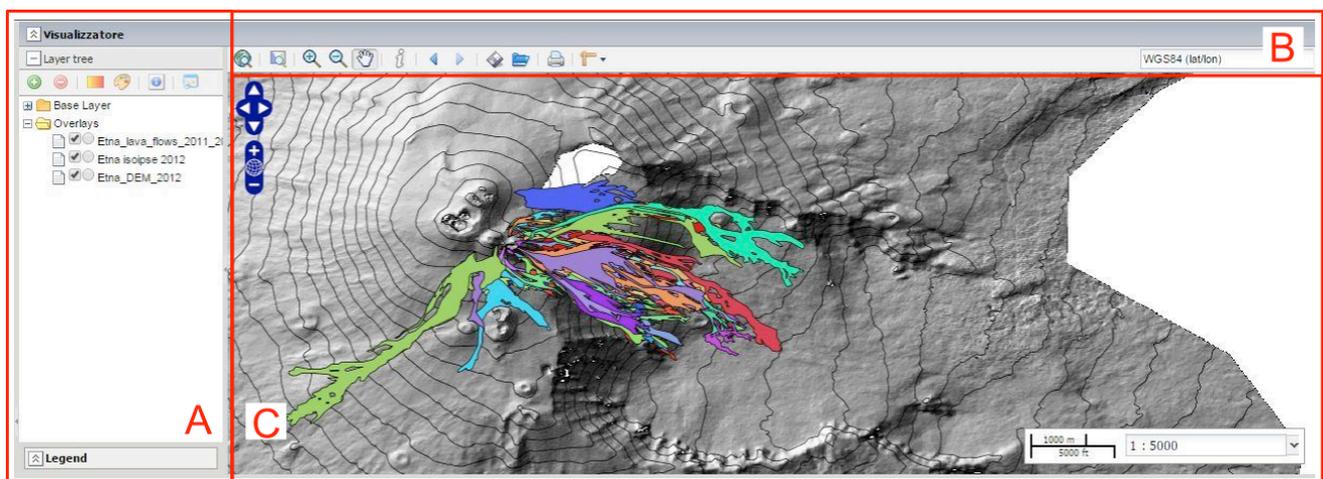


Figura 14. *Tool* di visualizzazione delle mappe.

La pagina di visualizzazione delle anteprime è divisa in 3 parti (Figura 14): un pannello per la visualizzazione dei *layers* (riquadro A), un pannello per la visualizzazione della mappa (riquadro C), e una *toolbar* (riquadro B) contenente i pulsanti per attivare/disattivare diverse funzionalità come *zoom/pan* del *layer* selezionato, visualizzazione dei dati relativi al *layer*, salvataggio e caricamento della mappa, strumenti per la misura di aree e distanze.

Nel *GeoNetwork* sono pubblicati gli *URL* dei servizi *WMS* e *WFS* per l'accesso alle mappe, le quali possono essere visualizzate mediante i più comuni applicativi GIS (*QGIS*, *ArcGIS*, *MapInfo*, etc.). L'*URL* dei servizi pubblicati è disponibile, per ogni singola mappa, nelle pagine relative ai metadati; il *link* del servizio è visibile nel riquadro “risorse online” (riquadro rosso in Figura 15).



Figura 15. Metadato di una mappa pubblicata su *GeoNetwork* (il riquadro in rosso evidenzia l'URL del servizio pubblicato).

Oltre ai servizi *WMS* e *WFS* è possibile, ove previsto, scaricare i dati direttamente mediante collegamento ipertestuale ad un *file*. Quando il download è abilitato, come nel caso dei dati relativi al *DEM ETNA 2012*, appare un ulteriore bottone recante il titolo “*Dati scaricabili*” (Figura 16) mediante il quale si accede ad una finestra che riporta l'elenco dei *files* disponibili in formato compresso *zip* (Figura 17).



Figura 16. Pannello relativo ad una mappa pubblicata con collegamento ipertestuale per il download dei dati.

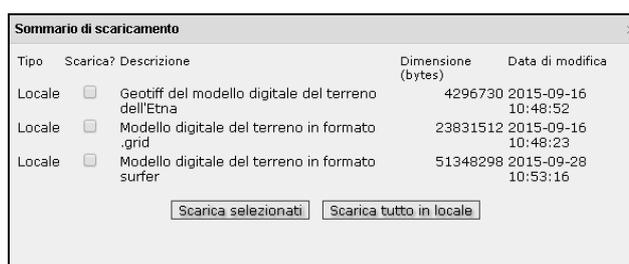


Figura 17. Modulo per il download dei dati.

4. Navigazione del GeoDatabase e creazione di mappe con GeoExplorer

GeoExplorer [Geoexplorer ref.] (Figura 18) è una *web application* installata come *servlet* all'interno di *Apache Tomcat* che permette la visualizzazione, la composizione e la pubblicazione di mappe. Queste possono essere richieste a qualsiasi *server* che implementi i servizi *WMS* e *WFS*. Mediante *GeoExplorer* è inoltre possibile esportare le mappe all'interno di qualsiasi pagina web. La pagina del *GeoExplorer* è suddivisa in 3 pannelli principali:

- A) Menu di navigazione dei *layers*.

- B) *Toolbar*.
- C) Area di visualizzazione.

Dal pannello A è possibile richiedere le mappe pubblicate attraverso un *server* di mappe (nel sistema proposto il server di default è *Geoserver*). L'elenco delle mappe disponibili apparirà sempre all'interno dello stesso pannello (Figura 19). Selezionando una delle voci pubblicate, la relativa mappa verrà visualizzata nel pannello C (Figura 18). È inoltre possibile selezionare più mappe e gestire l'ordine dei *layers* mediante trascinamento del mouse nel pannello A. Nell'esempio riportato in Figura 20 è possibile vedere come nel pannello A siano riportati più *layers*.

Per ottenere le informazioni relative ad un determinato punto della mappa è possibile utilizzare le funzionalità messe a disposizione nel pannello B e, in particolare, attraverso l'icona "*Identify*". La *toolbar* mette a disposizione delle funzionalità per la misura di aree e distanze e per la stampa in formato *pdf* della mappa creata.



Figura 18. Web application “Geoexplorer”.



Figura 19. Pannello per la selezione dei dati pubblicati su *GeoServer*.

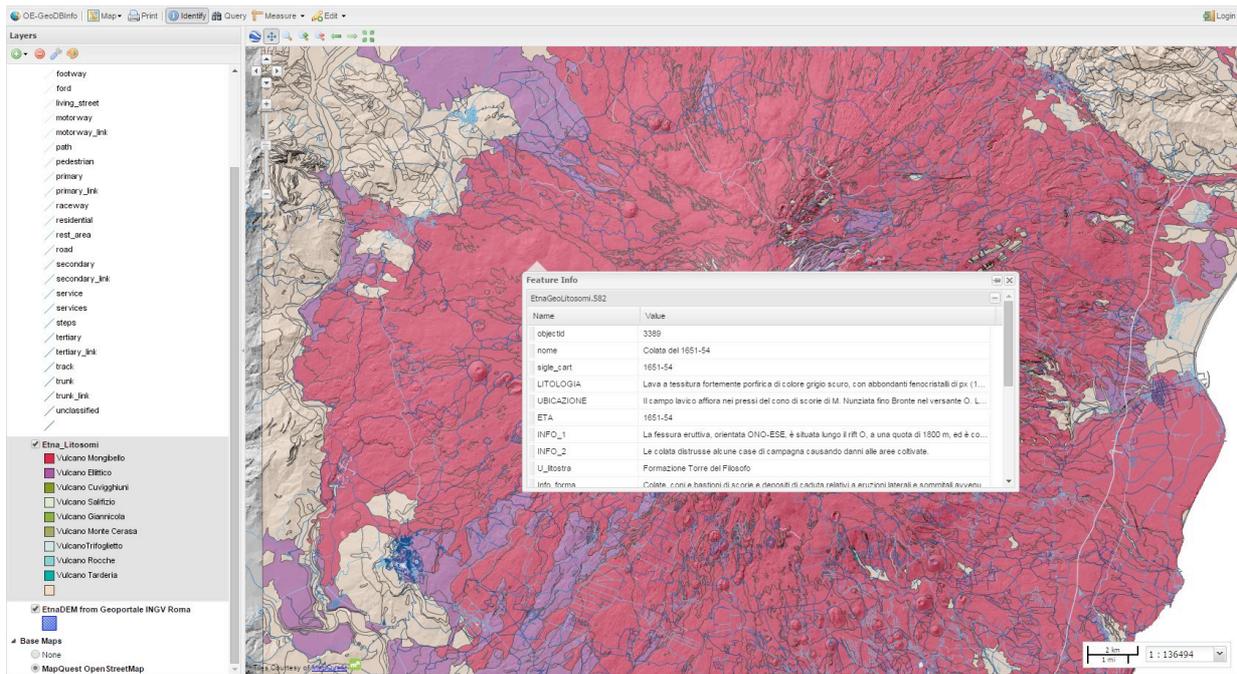


Figura 20. Selezione di un *layer* e relative informazioni reperite attraverso l'icona "identify" della toolbar.

Per ogni *layer* presente nel pannello A è possibile impostare, attraverso l'icona "Layer Properties" ubicata sopra il pannello A (Figura 21), delle operazioni che modificano le proprietà grafiche di visualizzazione dei layers. Nel caso di *layers* vettoriali (resi disponibili mediante *WFS* del *Geoserver*) è possibile operare dei filtri sulle mappe visualizzate attivando il pannello di interrogazione (riquadro in Figura 22) mediante l'icona "Query" presente nella toolbar. Questa funzionalità consente di mettere in evidenza sulla mappa oggetti vettoriali (es. linee e poligoni) i cui attributi soddisfano i criteri di ricerca impostati. Per esempio, in Figura 22 è riportata la carta geologica dell'Etna categorizzata per intervalli temporali, dove viene evidenziata in blu la colata del 1610. Il poligono di interesse, una volta individuato, può essere "isolato" (Figura 23) dalla mappa utilizzando la voce "Limit with filters" del pannello "Layer Properties" (Figura 21 a destra). Nel caso in cui si voglia filtrare in base ad intervalli di scala di visualizzazione, i parametri da impostare vanno attivati mediante la voce "Limit by scale".

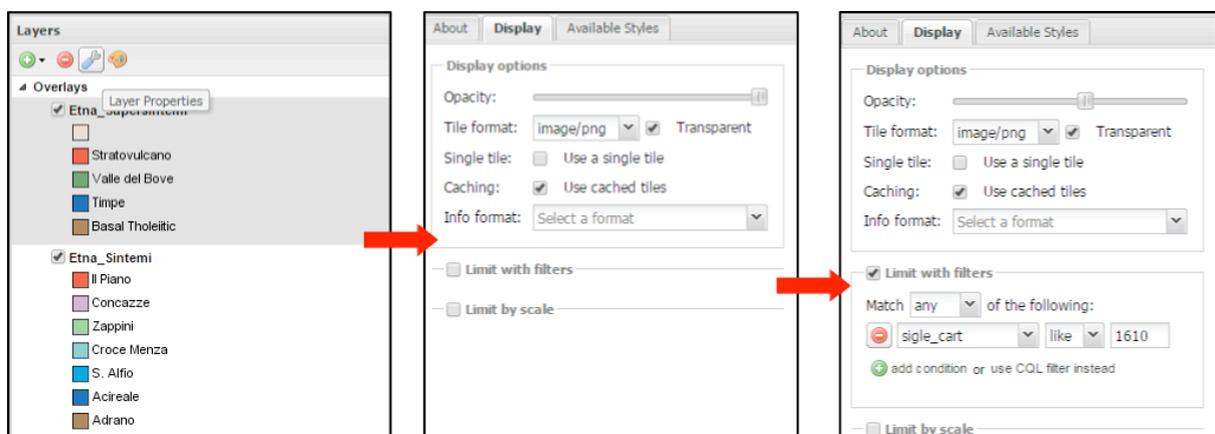


Figura 21. Pannelli per la gestione delle proprietà dei *layers*.

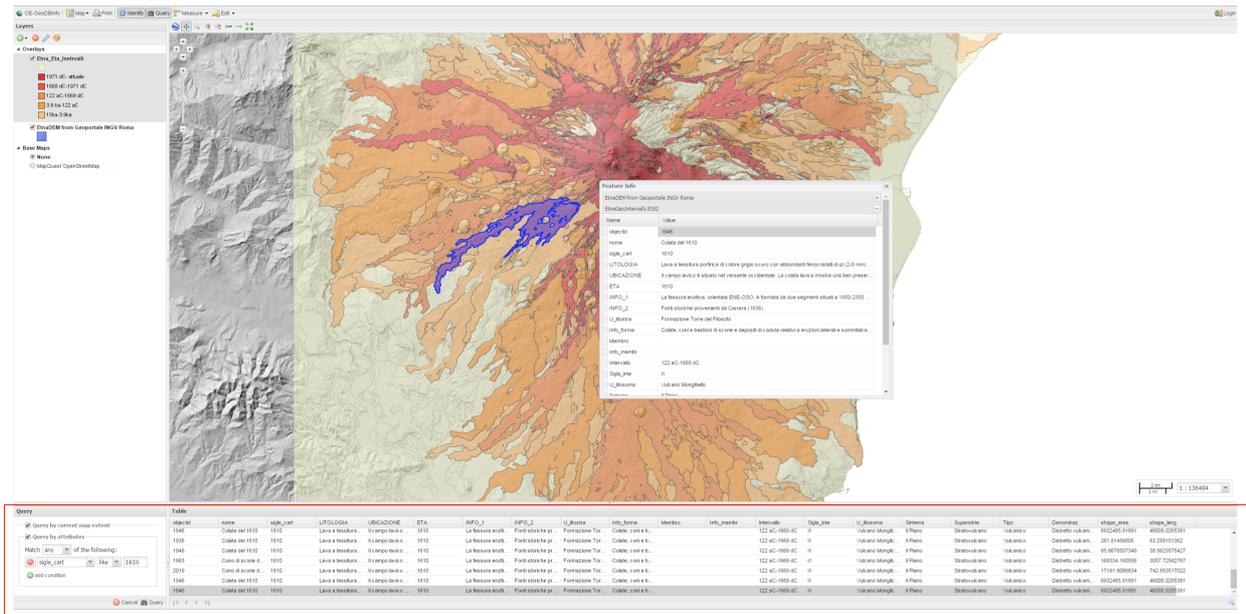


Figura 22. GeoExplorer con pannello di interrogazione attivo.

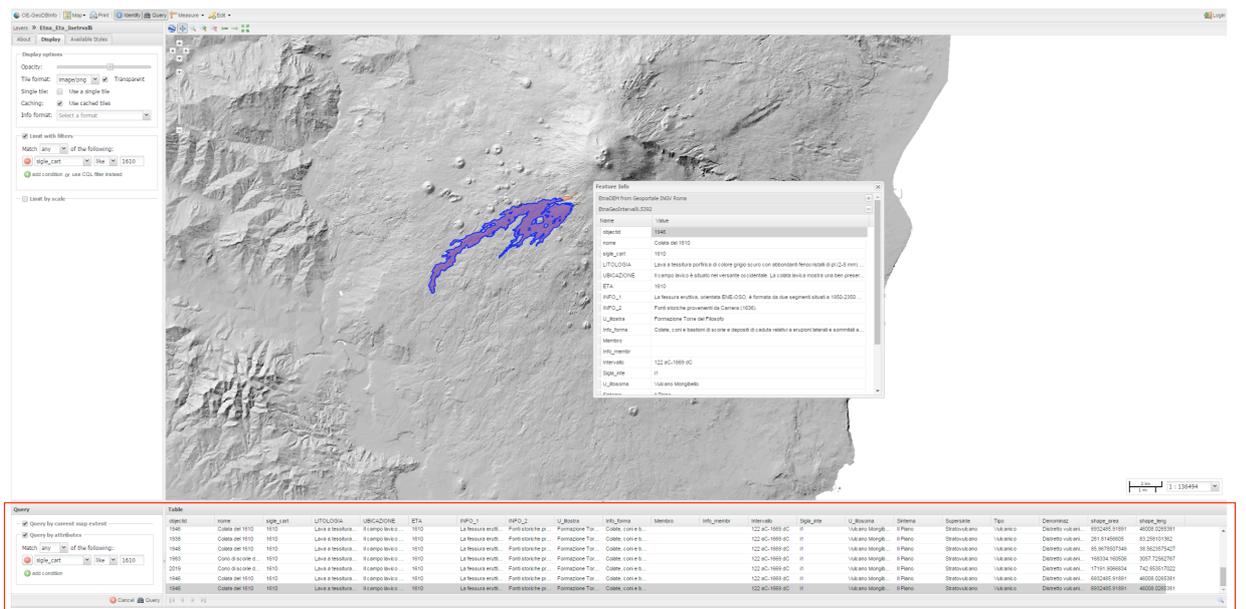


Figura 23. Estrazione di un poligono mediante ricerca con filtro.

Una volta creata la mappa ed impostati i diversi stili di visualizzazione dei layers (trasparenza, colori, etc.) è possibile, qualora si sia abilitati, effettuare l'esportazione su una qualsiasi pagina web grazie al tool di esportazione (riquadro A in Figura 24). In questo contesto, la voce *Export map* crea dinamicamente il codice per la connessione ai layers pubblicati attraverso i servizi WMS e li rende disponibili come frames di cui effettuare l'embedding all'interno di pagine web. Esso fornisce inoltre un'anteprima della mappa e il frame da impiegare nelle pagine di destinazione (riquadro B in Figura 24). In questo caso il codice HTML per la pubblicazione della mappa di Figura 24 risulta così composto:

```
<iframe style="border: none," height="400" width="600"
src="http://sogemap.8080/geoexplorer/viewer/#maps/35"></iframe>
```

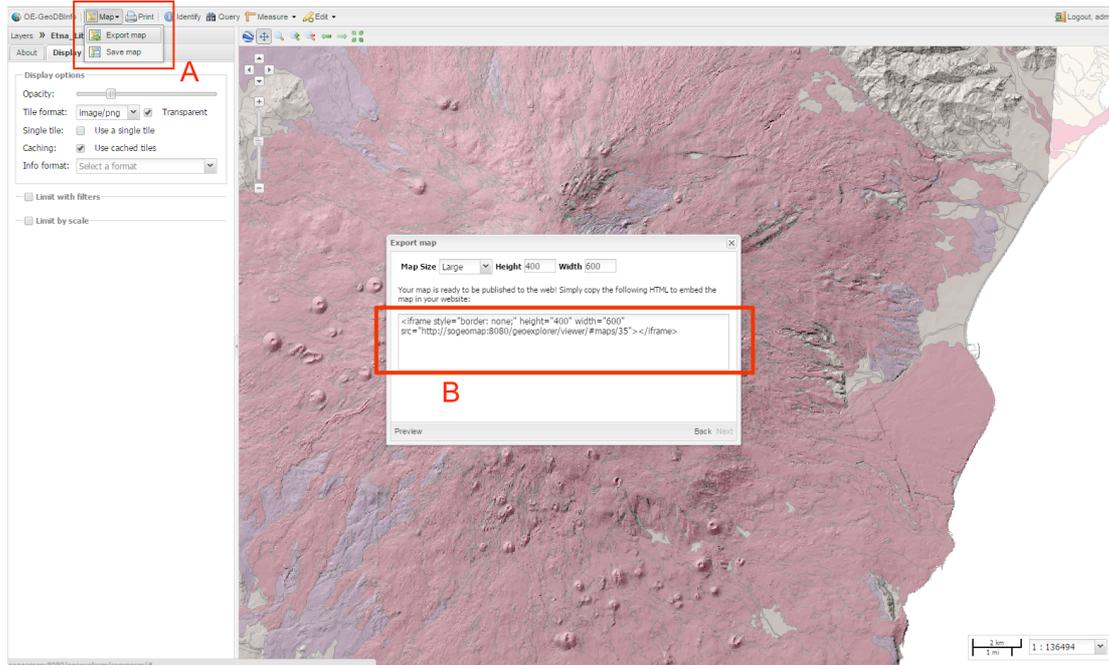


Figura 24. Esportazione di una mappa creata con *GeoExplorer*.

5. Interfaccia web del GeoPortale dell'INGV-OE

Gli strumenti riportati nei paragrafi precedenti, ed in particolare *GeoNetwork* e *Geoexplorer*, sono alla base del GeoPortale dell'INGV-OE. Quest'ultimo è pubblicato in due versioni: *intranet* (Figura 25) ed *internet* (Figura 26). La prima offre strumenti di gestione in uso solamente all'interno dell'INGV-OE e include i servizi WMS, WFS e WCS, mentre la seconda è stata sviluppata per permettere un accesso pubblico (<http://geodb.ct.ingv.it>) attraverso l'esportazione di mappe con il solo servizio WMS.



Figura 25. Portale *intranet* del GeoDatabase dell'INGV-OE.

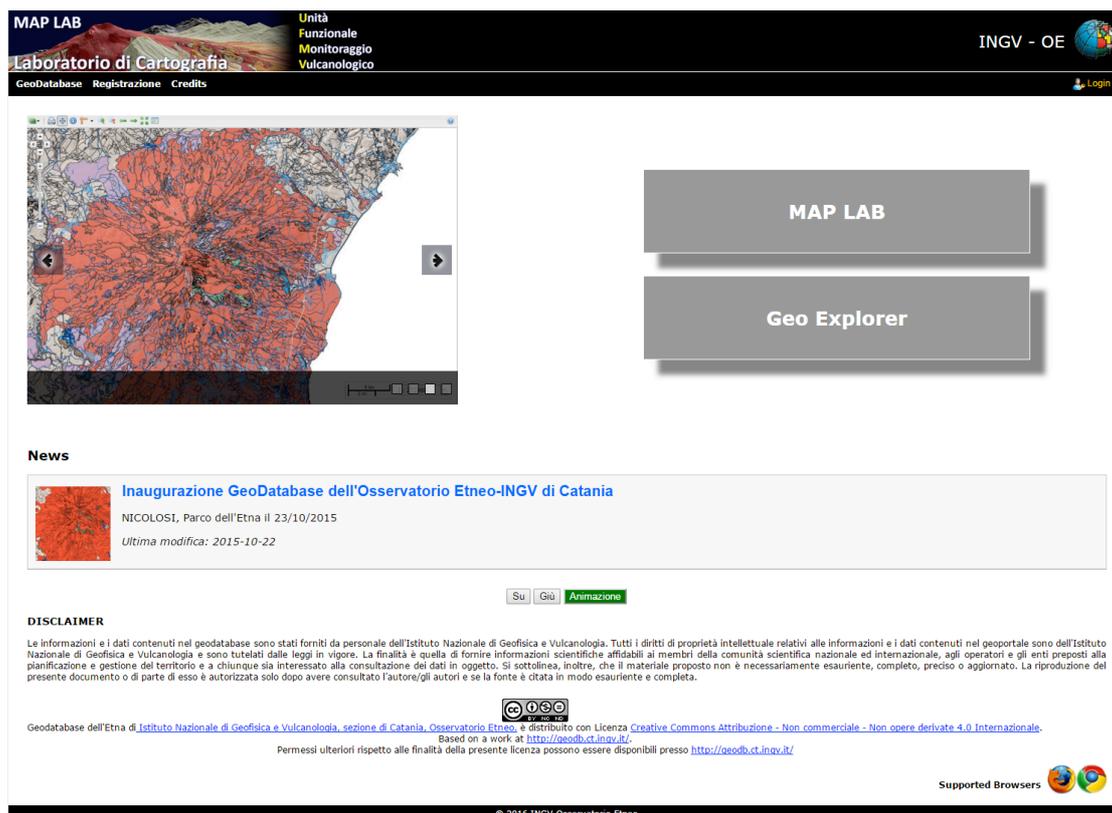


Figura 26. Portale internet del GeoDatabase dell'INGV-OE (<http://geodb.ct.ingv.it>).

Per quanto concerne la pagina di gestione *intranet*, attraverso il menu di sinistra (riquadro A di Figura 25), l'utente può accedere ai servizi di catalogazione delle mappe attraverso *GeoNetwork* (capitolo 3) ed alla *web application Geoexplorer* (capitolo 4) per la navigazione e composizione di mappe.

Attraverso i *links* "Insert map" e "Remove map" un utente abilitato (afferente cioè al gruppo amministrativo) può inserire le mappe composte ed esportate mediante *GeoExplorer*. Nel caso di inserimento di una nuova mappa, nel menu "Quick Maps" l'operazione viene effettuata mediante il modulo riportato in Figura 27a; viceversa, la cancellazione di una mappa può essere effettuata selezionando la relativa *checkbox* nel modulo di rimozione (Figura 27b).

Come spiegato nel capitolo precedente, l'organo di esportazione di *GeoExplorer* rende disponibile la mappa creata attraverso un *frame HTML*. Le mappe così esportate saranno visualizzate nella voce di menu "Quick Maps" (Figura 25). Queste voci di menu consentono di pubblicare velocemente mappe di interesse generale per la Sezione. Questa funzionalità risulta molto utile quando si vuole aggiornare una mappa relativa ad un evento in corso come, ad esempio, l'andamento di una colata lavica da visualizzare nella Sala Operativa dell'INGV-OE durante un'attività eruttiva.

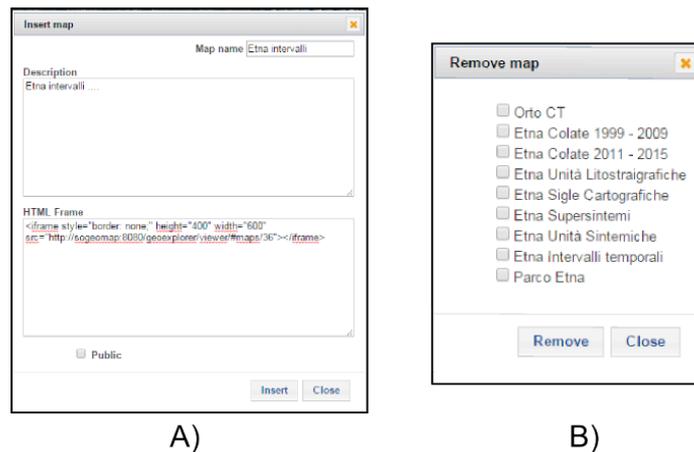


Figura 27. Modulo per l’inserimento e eliminazione di mappe dal *GeoPortale intranet*.

Il pannello di navigazione dotato di *toolbar* (riquadro B in Figura 28) del *GeoExplorer* permette di visualizzare i *layers* e la loro legenda, stampare le mappe in formato *pdf* e visualizzare, mediante il tasto “*get feature info*”, i dati relativi all’elemento selezionato ed effettuare differenti operazioni di *zoom*.

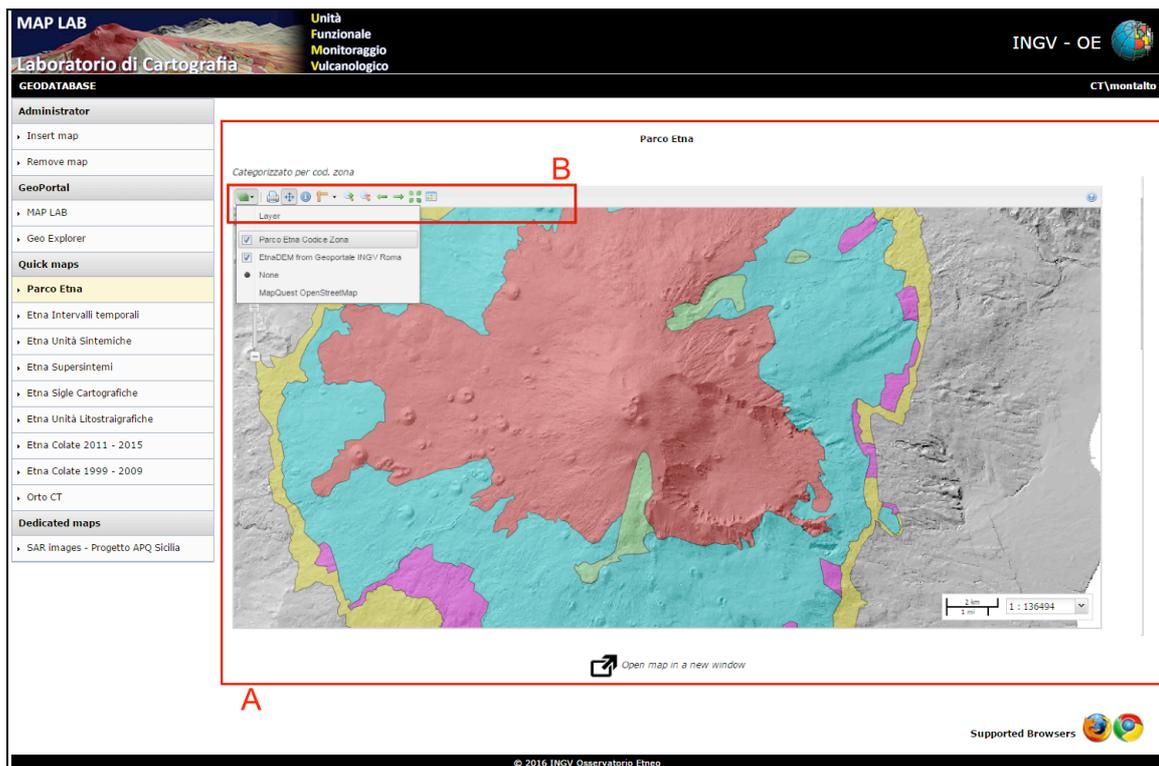


Figura 28. Esempio di visualizzazione dal menu “*Quick maps*”.

6. Visualizzazione 3D

Attualmente è in fase di test un modulo che consente la visualizzazione tridimensionale delle mappe. Questo è basato sull’impiego di un *Digital Elevation Model (DEM)* mediante il quale viene creata una *mesh* 3D su cui viene effettuato il *rendering* di una mappa attraverso un’operazione di *texturing*. La visualizzazione avviene nella pagina web *intranet* del *GeoPortale* impiegando la tecnologia *Web-based Graphics Library (WebGL)* [WebGL ref.].

Quest'ultima fornisce un'interfaccia di programmazione (*API*) basata su *OpenGL ES 2.0* [OpenGL ES 2.0 ref.]; la visualizzazione grafica avviene attraverso il tag `<canvas>` (definito nelle specifiche dell'*HTML5*), il quale permette di gestire grafica 3D direttamente all'interno delle pagine web e di interagire con gli oggetti del *Document Object Model (DOM)* presenti al loro interno.

La programmazione mediante *WebGL* viene effettuata attraverso il linguaggio *JavaScript* (o attraverso qualsiasi linguaggio compatibile con il modello *DOM* in grado di incapsulare *GLSL (OpenGL Shading Language)* per la gestione dell'*hardware* presente sulla macchina *client*; l'*hardware* deve supportare *OpenGL 2.4* (o superiore). Attualmente il sistema è stato testato sui *browsers "Google Chrome"* e "*Mozilla Firefox*".

Per mitigare la complessità della programmazione con *WebGL*, sono disponibili diverse librerie che implementano funzioni con un più alto livello di astrazione, facilitando così le operazioni richieste al programmatore per la realizzazione di ambienti 3D. La libreria *JavaScript* impiegata nel sistema proposto si chiama "*Three.js*" [Three.js ref.]; essa mette a disposizione funzioni di alto livello per la creazione, la gestione e il *rendering* degli oggetti che fanno parte della scena, permettendo una facile interazione con gli oggetti 3D creati attraverso l'uso del *mouse* e facilitando funzioni di spostamento, rotazione e trascinamento di oggetti. Lo schema logico relativo alla produzione di una mappa 3D è riportato in Figura 29.

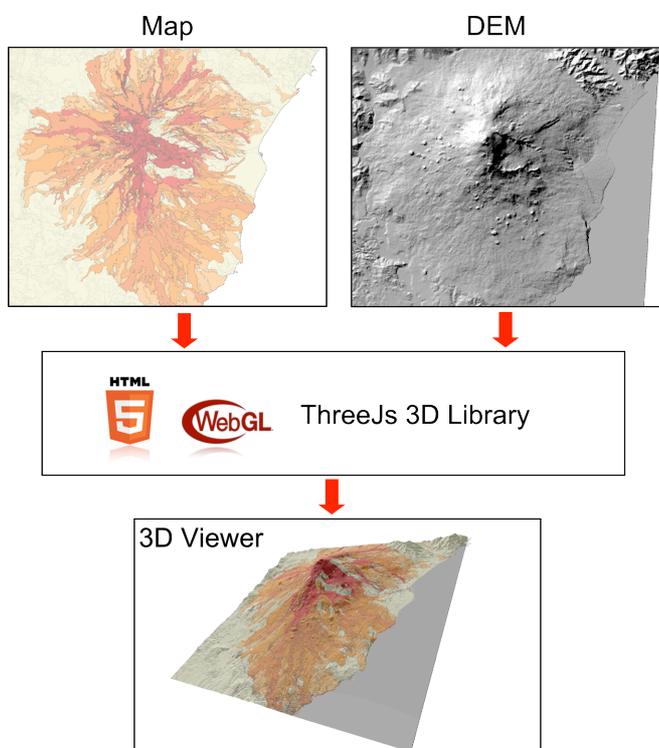


Figura 29. Schema logico per la creazione di mappe 3D in ambiente *WebGL*.

La creazione di una scena 3D, nel caso proposto, nasce partendo da una *heightmap* ovvero un *file raster* contenente i dati relativi alle quote del *DEM*. Normalmente una *heightmap* può essere rappresentata da un'immagine in scala di grigi dove la quota relativa ad un determinato *pixel* è rappresentata da un determinato livello di grigio associato. Per rappresentare un intervallo di quote con maggiore risoluzione vengono impiegati tutti e tre i canali *RGB* disponibili; inoltre, per aumentare la risoluzione può anche essere impiegato il canale *alpha* (di norma utilizzato per la trasparenza dell'immagine).

A partire dalla *heightmap* viene creata una struttura dati ed in particolare un vettore contenente i livelli di quota del *DEM*. La *mesh* 3D viene costruita mediante la classe *Geometry* messa a disposizione da "*Three.js*"; si procede così alla creazione del piano della *mesh* e all'inserimento dei livelli di quota precedentemente caricati all'interno della struttura *array*. Una volta creato l'oggetto 3D è possibile visualizzare una qualsiasi mappa su di esso attraverso un'operazione di *texturing*, resa visibile grazie

all'aggiunta di una luce ambientale all'interno della scena. I passi fin qui descritti vengono riassunti nello schema riportato in Figura 30.

La creazione di mappe 3D è resa possibile anche mediante opportuni *plug-ins* installabili all'interno di *QGis*. Questi nascondono allo sviluppatore la complessità della programmazione del *WebGL* impiegando sistemi automatici che, partendo dai *layers* caricati all'interno di *QGis*, generano il codice *JavaScript* e le pagine *HTML* necessarie per la visualizzazione della scena 3D. Questi *plug-ins* si basano su ulteriori librerie *JavaScript* che implementano interfacce di alto livello; uno di essi è "*Qgis2Threejs*" il quale genera codice *JavaScript* basato sulla libreria "*Three.js*". Anche in questo caso, il programmatore può agire sui *files* generati al fine di modificare e personalizzare le impostazioni della scena 3D. All'interno del *GeoPortale "intranet"* dell'INGV-OE le mappe pubblicate che possiedono anche la funzionalità 3D sono evidenziate mediante un'apposita icona recante la dicitura "*3D*".

In Figura 31 sono riportati rispettivamente uno *snapshot* del portale con l'accesso, dove disponibile, alla visualizzazione 3D, e un'anteprima di alcune mappe 3D pubblicate a scopo di test. In particolare, in Figura 31 sono riportate rispettivamente: b) *DEM* 2012 [De Beni et al, 2015] con colate relative al periodo 1999-2009; c) *DEM* con carta geologica dell'Etna categorizzata per intervalli temporali; d) isopse con colate relative al periodo 1999-2009; e) visualizzazione 3D con *layer "OpenCycleMap"* [OpenCycleMap ref.] e *layer* relativo alla zonazione del Parco dell'Etna [Parco dell'Etna ref.].

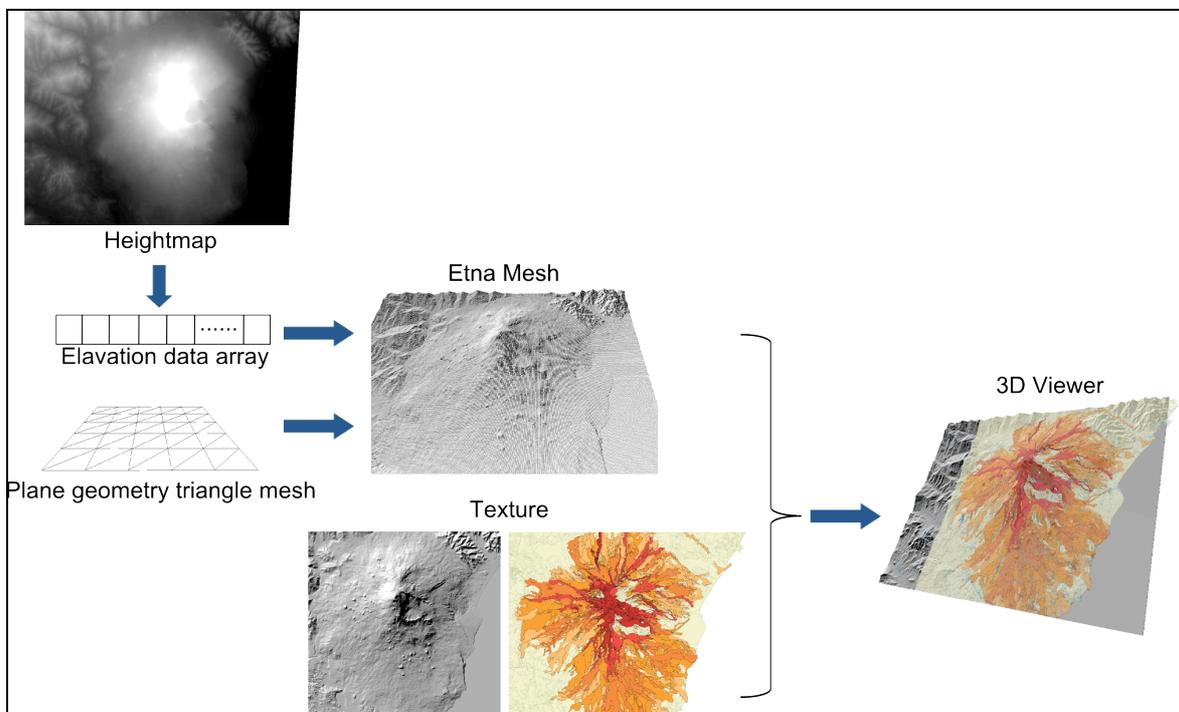
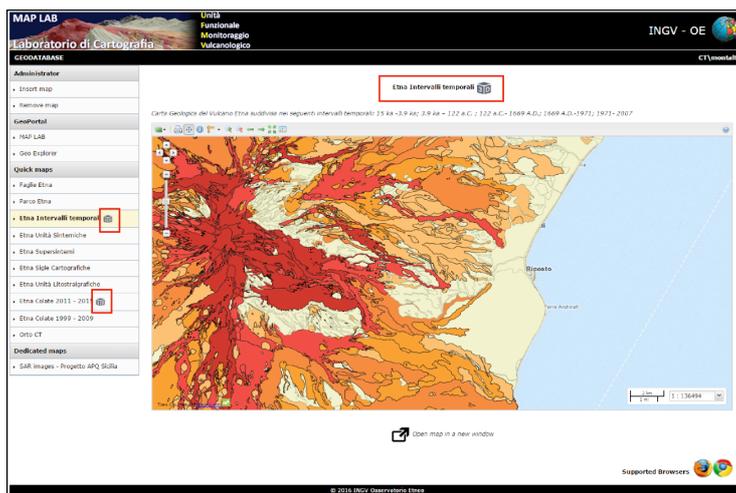
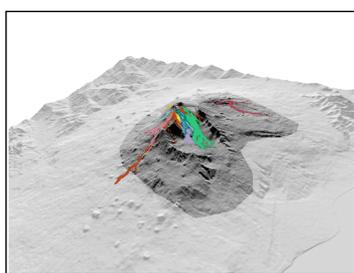


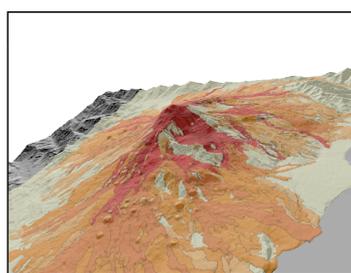
Figura 30. Schema logico della creazione di una mappa 3D all'interno del *GeoPortale "intranet"* dell'INGV-OE.



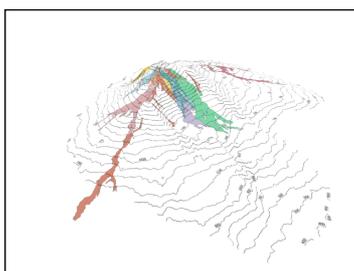
a)



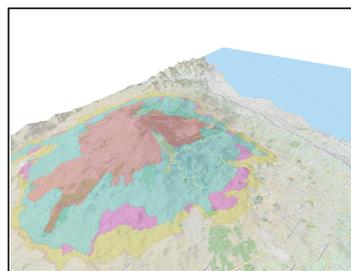
b)



c)



d)



e)

Figura 31. a) *GeoPortale intranet* INGV-OE: nei riquadri in rosso l'icona che indica la disponibilità della mappa in 3D; b) - e) esempi di mappe in visualizzazione 3D.

7. Conclusioni

Nel presente report tecnico è stato presentato il GeoDatabase dell'INGV-OE. Il sistema proposto è stato realizzato esclusivamente mediante l'impiego di strumenti *open source*. In quest'ambito esiste una vasta scelta di strumenti messi a disposizione da diverse comunità di sviluppatori. Tra tutte le soluzioni disponibili in rete e vagliate dagli autori, le scelte sono ricadute su quelle ritenute più affini e adattabili al progetto.

Il sistema è stato sviluppato in modo che sia "modulare", ovvero mediante l'impiego di sotto-sistemi del tutto autonomi nel funzionamento ma in grado di comunicare mediante opportune specifiche e protocolli.

In particolare, si è operato secondo una logica orientata alle banche dati, archiviando i dati all'interno di un GeoDatabase *PostgreSQL* ed interfacciando quest'ultimo agli organi di richiesta e visualizzazione. A tal fine si è proceduto all'installazione e messa in produzione del *server* di mappe *GeoServer* e del sistema di pubblicazione dei cataloghi *GeoNetwork*. Inoltre, sono stati configurati e messi a disposizione due ambienti per la navigazione "veloce" dei dati pubblicati mediante la *web application* *GeoExplorer* affiancata da un sistema di pagine web sviluppato *ad hoc*.

Grazie ai *tools* messi a disposizione, gli utenti abilitati possono pubblicare mappe mediante il

GeoServer, rendendone disponibili i metadati attraverso la pubblicazione nel catalogo *GeoNetwork*.

In base all'ambito di pubblicazione dei servizi, si è proceduto a differenziare le istanze e le operazioni accessibili optando per la messa in produzione di due sistemi: un *GeoPortale* "internet" ed uno "intranet" (interno all'INGV-OE). Quest'ultimo consente ai ricercatori di usufruire di funzionalità non disponibili nella versione "pubblica" come, ad esempio, la possibilità di scaricare mappe in formato vettoriale mediante accesso ai servizi *WFS*. Al momento della stesura del presente report su internet è possibile l'accesso al server di mappe solamente attraverso il servizio *WMS*.

Un'altra funzionalità implementata consiste nella pubblicazione di un ambiente 3D per la visualizzazione delle mappe. Tale funzionalità, ancora in fase di test, è stata realizzata mediante l'impiego della tecnologia *WebGL*.

Al fine di migliorare i tempi di risposta del *GeoServer* è in corso la riconfigurazione dei servers all'interno di un'architettura di tipo *cluster*. Mediante questo aggiornamento sarà possibile bilanciare il carico su più servers e ottimizzare i tempi di risposta anche in situazioni con un numero elevato di connessioni concorrenti.

Bibliografia

- Cassisi C., Montalto P., Aliotta M., Cannata A., Prestifilippo M., (2015). *TSDSystem: un database multidisciplinare per la gestione di serie temporali*. Rapporti Tecnici INGV, n. 304.
- Cassisi C., Montalto P., Aliotta M., Amore M., Cannavò F., D'Agostino M., La Via M., Mangiagli S., Prestifilippo M., Rossi M., Saraceno B., Torrisi O., (2016). *Sistema integrato per la gestione dell'attività di sorveglianza sismo-vulcanica presso la sala operativa dell'INGV della sezione di Catania – Osservatorio Etno*. Rapporti Tecnici INGV, n. 338.
- De Beni E., Behncke B., Branca S., Nicolosi I., Carluccio R., D'Ajello Caracciolo F., Chiappini M. (2015). *The continuing story of Etna's New Southeast Crater (2012-2014): evolution and volume calculations based on field surveys and aerophotogrammetry*. J. Volcanol. Geotherm. Res., 303, 175–186. dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2015.07.021

Sitografia

Apache Tomcat: <http://tomcat.apache.org>
CSW: <http://www.opengeospatial.org/standards/cat>
cURL: <https://curl.haxx.se>
GDAL: <http://www.gdal.org>
Geoexplorer: <http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/geoexplorer>
GeoJSON: <http://geojson.org>
Geoserver: <http://geoserver.org>
GeoNetwork: <http://geonetwork-opensource.org>
GeoWebCache: <http://geowebcache.org>
Google Earth: <https://www.google.com/earth>
HTML5: <https://www.w3.org/TR/html5>
INSPIRE: <http://inspire.ec.europa.eu>
ISO 19115: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53798
ISO 19119: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=59221
ISO 19139: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32557
JSON: <http://www.json.org>
MapLab: <http://geodb.ct.ingv.it>
OGC: <http://www.opengeospatial.org>
OpenCycleMap: <http://www.opencyclemap.org>
OpenGL ES 2.0: https://www.khronos.org/opengles/2_X
OpenLayers: <http://openlayers.org>
Parco dell'Etna: <http://www.parcoetna.it>
PostgreSQL: <http://www.postgresql.org>
PostGIS: <http://postgis.net>

Python: <https://www.python.org>

Shapefile: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

Three.js: <http://threejs.org>

WebGL: <https://www.khronos.org/webgl>

Quaderni di Geofisica

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/quaderni-di-geofisica/>

I Quaderni di Geofisica coprono tutti i campi disciplinari sviluppati all'interno dell'INGV, dando particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari, che per tipologia e dettaglio necessitano di una rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. La pubblicazione on-line fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Rapporti tecnici INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/rapporti-tecnici-ingv/>

I Rapporti Tecnici INGV pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico e di rilevante interesse tecnico-scientifico per gli ambiti disciplinari propri dell'INGV. La collana Rapporti Tecnici INGV pubblica esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. L'Editorial Board multidisciplinare garantisce i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

Miscellanea INGV

ISSN 2039-6651

<http://istituto.ingv.it/l-ingv/produzione-scientifica/miscellanea-ingv/>

La collana Miscellanea INGV nasce con l'intento di favorire la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV (sismologia, vulcanologia, geologia, geomagnetismo, geochimica, aeronomia e innovazione tecnologica). In particolare, la collana Miscellanea INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli ecc..

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2016 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