

## Un esempio di piattaforma GIS realizzata con tecnologie open source

Giuseppe Mussumeci, Alessio Bellia, Michele Mangiameli

Università di Catania, DICA, Viale A. Doria 6, Catania

### Sommario

Si presenta l'architettura di una piattaforma GIS finalizzata alla fruizione e condivisione, anche via Web, di informazioni e funzionalità utili alla localizzazione dei servizi presenti in un'area urbana e alla ricerca dei percorsi veicolari e pedonali ottimali per raggiungere le destinazioni di interesse.

La piattaforma GIS è stata realizzata integrando le funzionalità di diversi ambienti di lavoro esclusivamente open source. In particolare, si è fatto uso di QGIS come interfaccia desktop e di Grass per le funzionalità di analisi spaziali e di networking; per la gestione del DB è stato utilizzato l'ambiente PostgreSQL/PostGIS integrato con l'interfaccia PgAdmin; infine, per la fruizione lato Web è stato scelto e personalizzato l'ambiente MapServer.

### Abstract

We present a GIS platform architecture directed to the Web access and sharing of functionalities and useful information to localize services present in urban areas and to research vehicular and pedestrian optimal paths to reach destinations of interest. The GIS Platform has been realized integrating different open source work environments. In particular, we used Qgis as desktop interface, Grass for the spatial analysis and network functionalities and PostGreSQL/PostGIS with the PgAdmin interface for the database management. We also use a customized version of MapServer environment for the web-side access.

### Architettura della piattaforma

La piattaforma GIS è stata realizzata integrando le funzionalità di diversi ambienti di lavoro, così come indicato nei seguenti diagrammi UML di deployment (fig. 1).

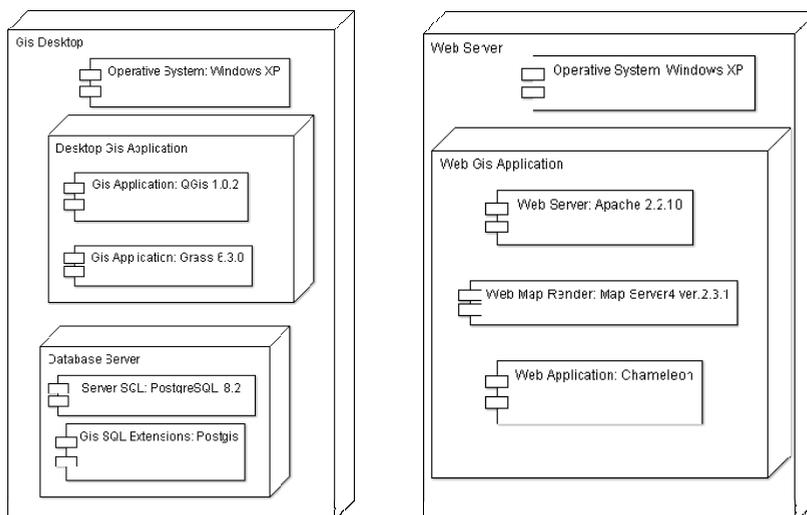


Fig. 1 – Diagrammi UML di deployment degli ambienti desktop e Web GIS.

## L'ambiente desktop GIS

La piattaforma Desktop-GIS è costituita da applicativi open source perfettamente integrabili in un'unico ambiente operativo che garantisce tutte le funzionalità GIS di interesse: dall'editing all'import/export di dati nei formati raster e vettoriali più diffusi, dalle operazioni di georeferenziazione e trasformazioni di coordinate alle analisi geostatistiche, dalle funzionalità di analisi spaziale alla creazione/modifica di modelli digitali del terreno, ecc..

Quantum GIS (QGIS) è stato utilizzato per la rappresentazione ed elaborazione dei supporti geocartografici e per la creazione dei tematismi vettoriali (shapefiles).

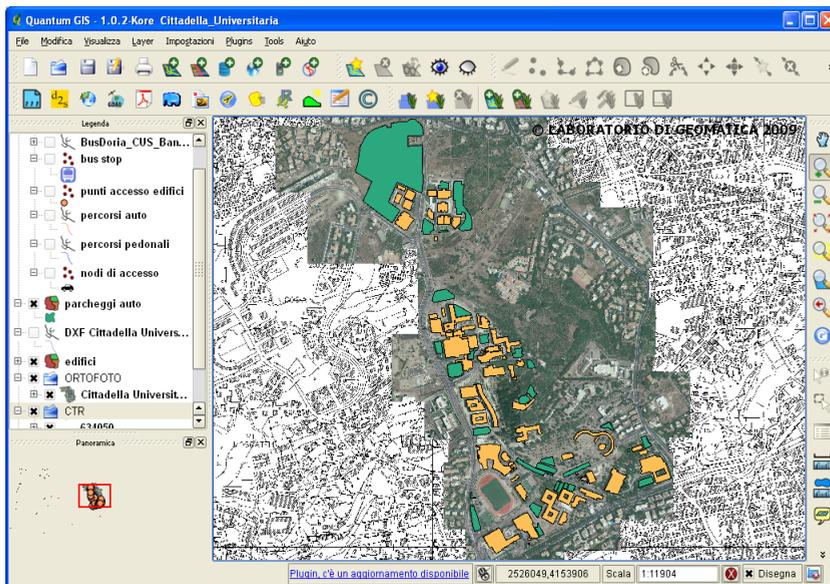


Fig. 2 – L'area della Città Universitaria oggetto dell'applicazione GIS.

Le caratteristiche di base del software sono:

- attitudine a supportare dati raster e vettoriali tramite le librerie OGR/GDAL;
- capacità di visualizzare tabelle con supporto geografico provenienti dal database relazionale PostgreSQL /PostGIS;
- integrazione con le funzionalità di GRASS, comprese la visualizzazione, l'analisi e la pubblicazione delle informazioni territoriali;
- editing di vettori di GRASS e OGR/Shapefile;
- visualizzazione, ricerca ed editing degli attributi;
- creazione di mappe in output;
- proiezioni al volo di livelli vettoriali;
- esportazione dei layer nel file .map di Mapserver;
- architettura espandibile tramite plugins sviluppati in linguaggio Python.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) è stato utilizzato per la gestione, l'elaborazione, la modellazione spaziale e la visualizzazione di molti tipi di dati, analisi dell'immagine e produzione di grafici.

Comprende oltre 350 moduli per l'elaborazione di dati vettoriali (2D/3D), raster e voxel, ha diverse interfacce per l'integrazione con altri programmi di geostatistica, basi di dati, applicazioni geografiche su internet e altri pacchetti GIS.

Nell'applicazione che qui si presenta, in particolare, GRASS è stato utilizzato per la gestione della rete dei percorsi interni alla Città Universitaria, in modo da potere elaborare e indicare, su richiesta, il percorso più breve (pedonale e carrabile) per le diverse utenze (studente, docente, personale, utente esterno, ecc. ) che fruiscono dei servizi presenti nell'area (aule, studi, laboratori, ufficio postale, banca, parcheggi, ecc.).

PostgreSQL è un completo database relazionale ad oggetti con proprietà importanti tra le quali:

- capacità di supportare un grande numero di tipi di dati binari e testuali;
- possibilità di gestire database molto grandi anche su sistemi operativi con capacità limitate;
- disponibilità di funzionalità quali la replicazione dei dati, load balancing, uso di multiprocessori e cluster;
- possibilità di impostare diverse modalità di autenticazione crittografate.

PostGIS, infine, implementa il supporto funzionale al trattamento di oggetti geografici all'interno di PostgreSQL. Esso "attiva spazialmente" il server PostgreSQL, permettendone l'uso come database per sistemi di informazione geospaziale (GIS). va citato anche il software pgAdmin III, utilizzato come interfaccia utente per la strutturazione e gestione del geODB.

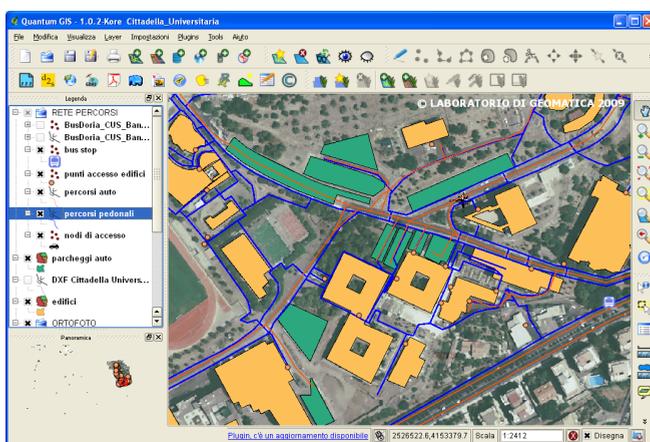


Figura 3 – Rappresentazione di percorsi pedonali e carrabili all'interno della Città Universitaria.

### Costruzione e gestione del GeoDB

Nella progettazione dell'applicativo, si è fatta particolare attenzione al database, alla sua strutturazione e alla sua gestione mediante il DBMS PostgreSQL con estensione geografica PostGIS. Dopo un'attenta analisi e raccolta dei dati si è passati alla costruzione del geodatabase relazionale. Nel database si distinguono: tabelle di tipo geografico, importate direttamente da QGIS (ad esempio: Bus\_stop, Edifici, punti di ingresso all'area); tabelle non geografiche realizzate all'interno del DBMS (ad es. dipartimenti, docenti, edifici); tabelle ottenute relazionando le prime due tipologie (ad es. dipartimenti\_ubicazione, docenti\_ubicazione; edifici\_accessi; edifici\_fermata). Il geodatabase così costruito ha supportato bene le finalità del GIS e, in particolare, le analisi e le simulazioni della mobilità all'interno della cittadella universitaria.

### Strutturazione e funzionalità applicative del GIS

Le fasi salienti del lavoro sono state le seguenti:

- reperimento e georeferenziazione dei supporti cartografici e di ortofoto;
- creazione con QGIS dei tematismi vettoriali;
- importazione ed elaborazione in GRASS dei dati geografici e creazione della "rete" viaria pedonale e carrabile;
- applicazione delle funzionalità di analisi di rete proprie dell'ambiente GRASS per la ricerca del percorso minimo.

Dall'analisi dei diversi aspetti della mobilità e domanda di parcheggio all'interno dell'area di interesse, è emersa la necessità di creare i seguenti tematismi:

- edifici presenti all'interno dell'area della Cittadella Universitaria;
- parcheggi auto (riservati e non);
- percorsi pedonali;
- percorsi carrabili;
- punti notevoli (ingressi alla città universitaria, ingressi a ciascun edificio, fermate bus, ..);
- nodi di interconnessione con le principali direttrici viarie esterne all'area;
- fermate bus.

In GRASS, dopo avere creato la location cittadella, definendo in maniera esplicita i parametri relativi all'ambiente geografico di lavoro (datum; parallelo e meridiano centrale; false origini Est e Nord; fattore di contrazione; unità di misura; limiti della regione di lavoro), si è proceduto all'importazione dei tematismi vettoriali da Qgis, attuando le necessarie elaborazioni al fine di ottenere Layer diversamente denominati (di default layer1) e caratterizzati (diversificazione colonna standard "Cat"). A questo punto si è passati alla connessione delle linee (net\_line) con i punti (net\_punti) generando automaticamente i collegamenti di rete tramite il comando di GRASS v.distance ed infine si è realizzato un nuovo layer di rete unendo i due layer precedenti e associando un unico valore alla categoria.

Dopo aver così strutturato i tematismi vettoriali "rete\_pedonale" e "rete\_stradale", si è passato alle simulazioni di analisi di rete in modo da ricercare i possibili itinerari all'interno della Cittadella Universitaria, con riferimento ai movimenti che ciascuna utenza attua per spostarsi da un punto a un altro in relazione alle proprie necessità.

Con riferimento alla rete pedonale, ad esempio, il comando d.path ha permesso di determinare in modo interattivo il percorso minimo tra due punti scelti con il mouse sul monitor, a differenza del comando v.net.path che permette di determinare il percorso minimo tra due punti scelti all'interno del geoDB. E' stato anche testato con successo il comando v.net.steiner, che consente di individuare la sottorete di minima lunghezza che collega n punti (albero minimo di Steiner). Ad esempio, volendo individuare il percorso che collega la fermata del bus sulla circonvallazione (bus\_doria) con l'agenzia della banca prossima al Policlinico Universitario (Banca), passando per la sede del CUS (CUS), si ottiene il risultato desiderato con la seguente sequenza di comandi:

```
v.net.steiner input=rete_pedonale output=BusDoria_CUS_Banca type=line,boundary alayer=1 nlayer=2 tcats=1018,1007,1022 nsp=-1 --overwrite.
```

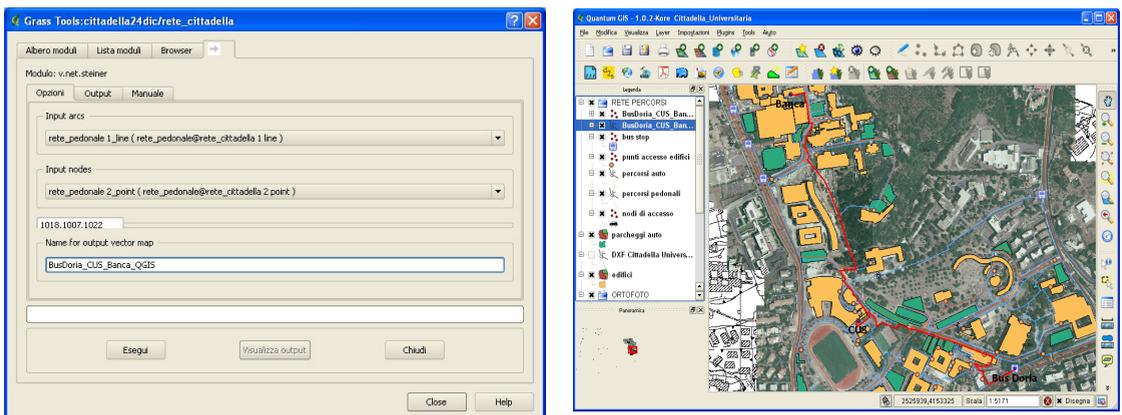


Fig. 4 – Ricerca di sottorete minima per n punti di interesse.

Con QGIS è possibile effettuare la stessa operazione, collegandosi alla location di GRASS mediante l'apposito plugin e lanciando lo stesso comando dall'elenco dei comandi Vector-Spatial analysis-Network analysis.

Infine, con GRASS si è realizzata una visualizzazione 3D della Cittadella Universitaria rappresentando pure i percorsi e gli edifici mediante il programma NVIZ, avviabile con il comando File =>3D rendering => NVIZ.

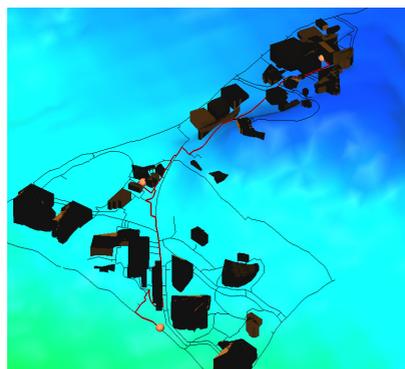


Fig. 5 – Visualizzazione 3D con NVIZ.

### L'ambiente Web GIS

L'architettura della piattaforma WebGis ruota intorno all'applicativo o.s. MapServer, basato su tecnologia CGI, che fornisce un ambiente di sviluppo per la pubblicazione di dati spaziali.

In sintesi, la piattaforma è così strutturata:

- http server Apache 2.2.10;
- MapServer 2.3.1;
- Mapfile;
- Template File che controlla la user interface visualizzata dalla finestra del browser
- GIS Dataset:

Il Mapfile costituisce il supporto indispensabile per la generazione della mappa da visualizzare nel WebGis. Per la creazione del codice Mapfile è stata inizialmente creata una base di lavoro utilizzando il plugin di Qgis "Mapserver Export"; il codice è stato quindi integrato e personalizzato per migliorare le proprietà di visualizzazione della mappa. In particolare, è stato ristrutturato il codice relativo ai layers da visualizzare ottenendo prestazioni più performanti.

Il Template File è stato progettato in modo da organizzare all'interno della pagina web la legenda dei layer da rappresentare, con le relative opzioni di accensione e spegnimento, e le funzionalità di stampa; sono anche stati inseriti alcuni strumenti di utility, che consentono di variare le dimensioni di mappa, inserire etichette, visualizzare e personalizzare la legenda dei layer, aggiungere ed eliminare punti di interesse in mappa. Si è anche prevista una zona adibita alla rappresentazione della mappa con la presenza della *scale bar* e i diversi strumenti di navigazione di mappa, una colonna dove è stata inserita una Keymap, una tabella contenente il sistema di proiezione, una finestra con indicazione dinamica delle coordinate cartografiche legata al movimento del mouse, l'unità di misura di mappa.

Al di sotto dell'area di mappa è stata costruita una barra di scala dinamica, cioè variabile in funzione dei livelli di zoom; a destra sono stati collocati la reference map, una tabella con informazioni cartografiche e, al disotto di essa, uno zoom con valori reimpostati (scale zoom) e un comando per impostare manualmente la scala di visualizzazione.

Nella scheda Tool, inoltre, sono stati predisposti altri strumenti utili alla fruizione del WebGis, tra cui il controllo di errori, la cancellazione dei segnalibri e un gestore di stampa.

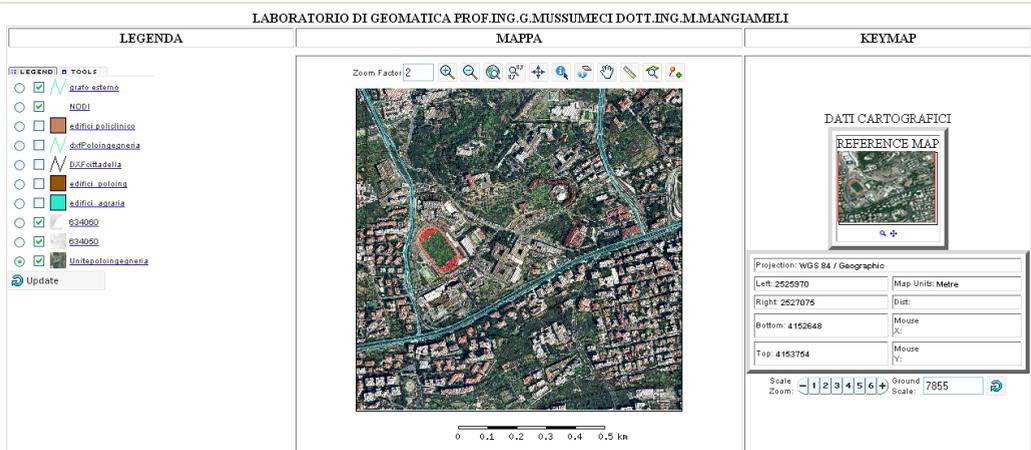


Fig. 6 – Home Home page del Web GIS.

## Conclusioni

La sperimentazione condotta su una serie di ambienti open source, ha mostrato che è possibile, anche con interventi di personalizzazione del codice, specie lato Web, realizzare piattaforme GIS integrate Desktop/Web altamente performanti e, comunque, in grado di rispondere alle più ricorrenti esigenze di modellazione e studio del territorio e delle attività antropiche.

In particolare, si è sperimentata la possibilità di ottenere informazioni in tempo reale sui percorsi minimi di collegamento tra due punti scelti dinamicamente sulla mappa. L'applicazione, in particolare, può essere generalizzata ed applicata a diversi casi d'uso, compresi, ad esempio, quelli della mobilità in casi di emergenza (gestione mezzi di soccorso, deviazioni del traffico su percorsi alternativi, raggiungimento aree sicure) o della mobilità turistica (raggiungimento di siti di interesse, pianificazione di itinerari passanti per più punti di interesse).

## Bibliografia

- CAFISO S, CONDORELLI A, MUSSUMECI G. (2005). "Functional analysis of the urban road network in seismic emergency. GIS application on Catania city." In: MAUGERI M.. "Seismic prevention of damage. A case study in a Mediterranean city" (series: Advances in earthquake engineering). vol. 14, , ISBN/ISSN: 1-84564-004-7
- GENTILE G, MESCHINI L, MUSSUMECI G. ET ALII, (2007). "Piattaforma per Location Based Services di logistica e mobilità interrogabile in linguaggio naturale". In: Atti XI Conferenza Nazionale ASITA. Torino.