SpatiaLite

uno Spatial DBMS light-weight

Alessandro Furieri

Quarte giornate italiane di gvSIG
Udine 19-20-21 Aprile 2011

Cos'è un DBMS / cos'è SQL

- ***D**ata **B**ase **M**anagement **S**ystem*
- un sofisticato sistema di archiviazione di dati strutturati
- i dati sono organizzati per *Tavole* (***R**ighe* / ***C**olonne*)
- database relazionale: è possibile unire più Tavole tramite ***relazioni*** logiche (**JOIN**)
- dati consistenti e verificati: **CONSTRAINT**

- ***S**tructured **Q**uery **L**anguage*
- il linguaggio ***standard*** per operare sul DBMS
  - SELECT
  - INSERT
  - UPDATE
  - DELETE

Cos'è uno Spatial DBMS

- Uno **Spatial DBMS** è un normale DBMS che però è anche in grado di supportare adeguatamente lo speciale *data-type* **GEOMETRY**
- Uno Spatial DBMS costituisce la soluzione di eccellenza per la gestione delle basi dati in ambito **GIS** [***G****eographical* ***I****nformation* ***S****ystem*]
- Normalmente gli Spatial DBMS sono implementati come specifiche estensioni sulla base di un normale DBMS per uso generale
- Praticamente tutti i DBMS più ampiamente diffusi supportano un'estensione Spatial

Le specifiche OGC-SFS

- Lo standard di riferimento ***S**imple **F**eature **SQL*** definisce le linee guida per l'implementazione di uno Spatial DBMS
- **SFS** è uno standard internazionale definito dall'***O**pen **G**eospatial **C**onsortium*
- Sostanzialmente OGC-SFS definisce:
  - Lo speciale *data-type* **GEOMETRY**
  - Un set esteso di **funzioni SQL** che consentono di elaborare e manipolare i dati GEOMETRY
- Dal punto di vista SQL-*classic* il dato GEOMETRY è semplicemente un banale **BLOB**: che però tramite SQL-SFS acquisisce una semantica propria assolutamente particolare

Il data-type GEOMETRY

- POINT
- LINESTRING
- POLYGON
- MULTIPOINT
- MULTILINESTRING
- MULTIPOLYGON
- GEOMETRYCOLLECTION

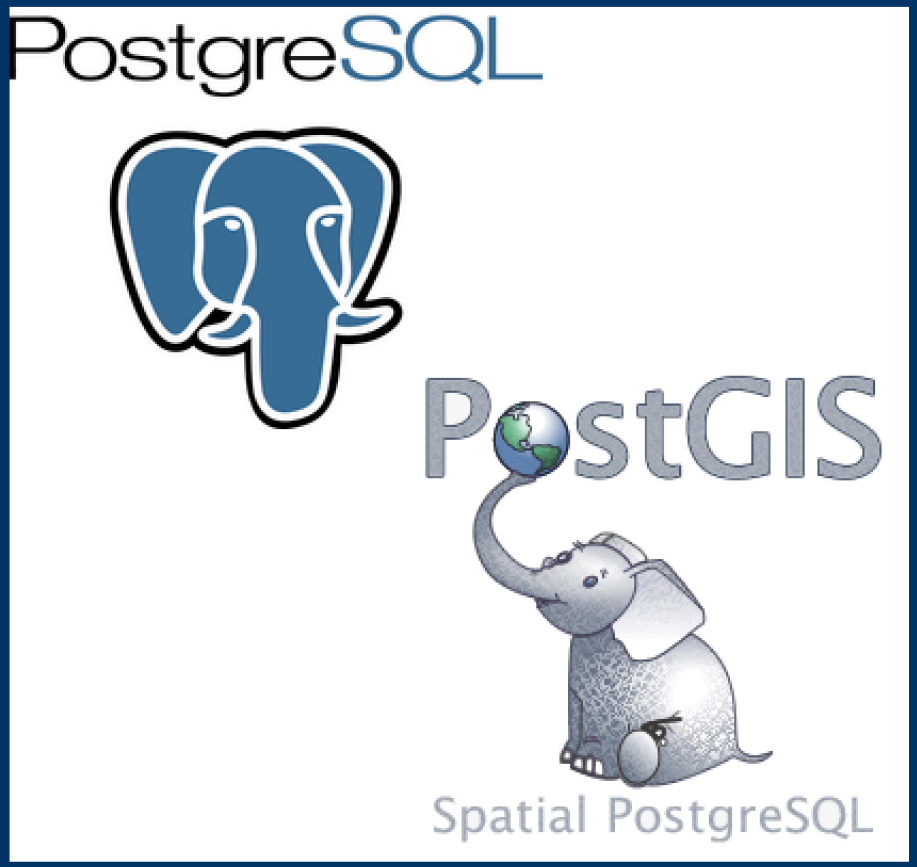
Le notazioni WKT / WKB

- I dati GEOMETRY vengono rappresentati tramite le notazioni standard **WKT** e **WKB**
  - ***W**ell **K**nown **T**ext*
  - ***W**ell **K**nown **B**inary*
- 'POINT(1 2)'
- 'LINESTRING(0 0, 1 0, 1 1)'
- 'POLYGON((0 0, 0 10, 10 10, 10 0, 0 0)(...))'
- 'MULTIPOINT(10 10, 100 100, 10 100)'

Le funzioni SQL Spatial

- Funzioni di utilità:
  - **ST_GeomFromText(), ST_AsText(), ST_IsValid(), ST_GeometryType(), ST_Envelope()** ...
- Funzioni di misura:
  - **ST_Length(), ST_Area()** ...
- Funzioni di valutazione delle relazioni spaziali:
  - **ST_Equals(), ST_Disjoint(), ST_Intersects(), ST_Overlaps(), ST_Touches(), ST_Distance()** ...
- Funzioni che determinano una geometria derivata:
  - **ST_Intersection(), ST_Difference(), ST_SymDifference(), ST_Union(), ST_Buffer(), ST_ConvexHull()** ...

Spatial DBMS FOSS

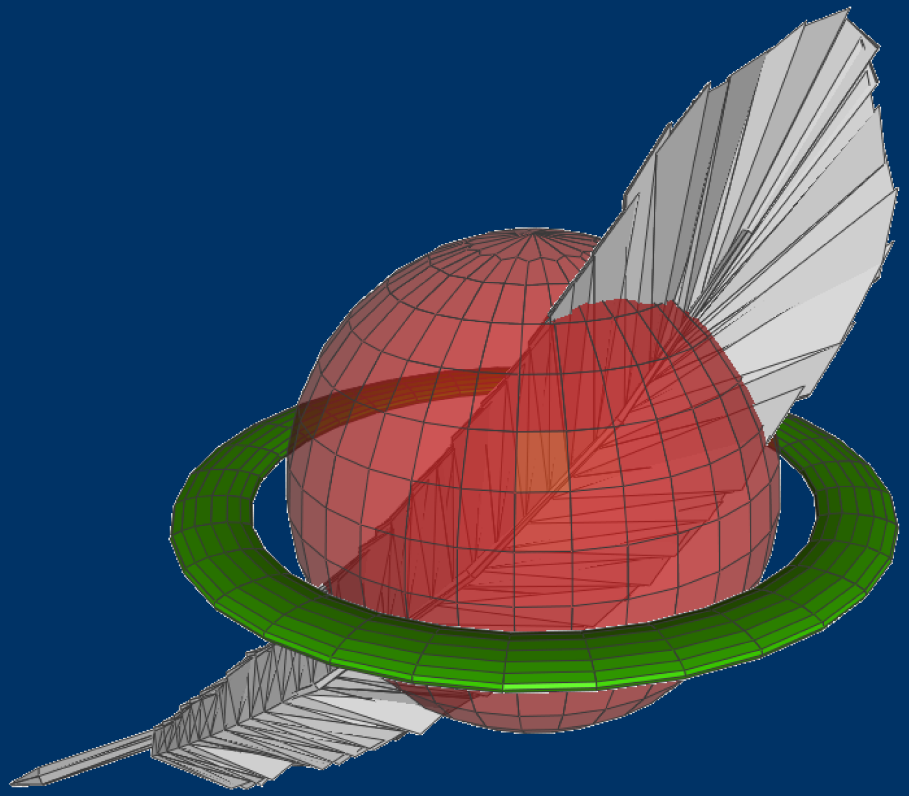


- **MySQL** offre un supporto Spatial assai limitato
- L'estensione **PostGIS** per **PostegreSQL** consente di ottenere uno Spatial DBMS assai valido e completo di classe *enterprise*
- Si tratta di una soluzione assai raffinata e di altissimo livello: tuttavia la **complessità** di PostgreSQL lo rende inadatto agli ambienti *desktop* / *personal*

Un personal DBMS: SQLite

- **SQLite** implementa un motore SQL altamente efficiente ed estremamente *light-weight*
- Non è *client-server*
- Ha una semplicità assolutamente elementare: **non** richiede installazione, **non** richiede configurazione, **non** richiede amministrazione
- E' semplicemente la soluzione ideale per gli ambienti *desktop* / *personal*

SpatiaLite

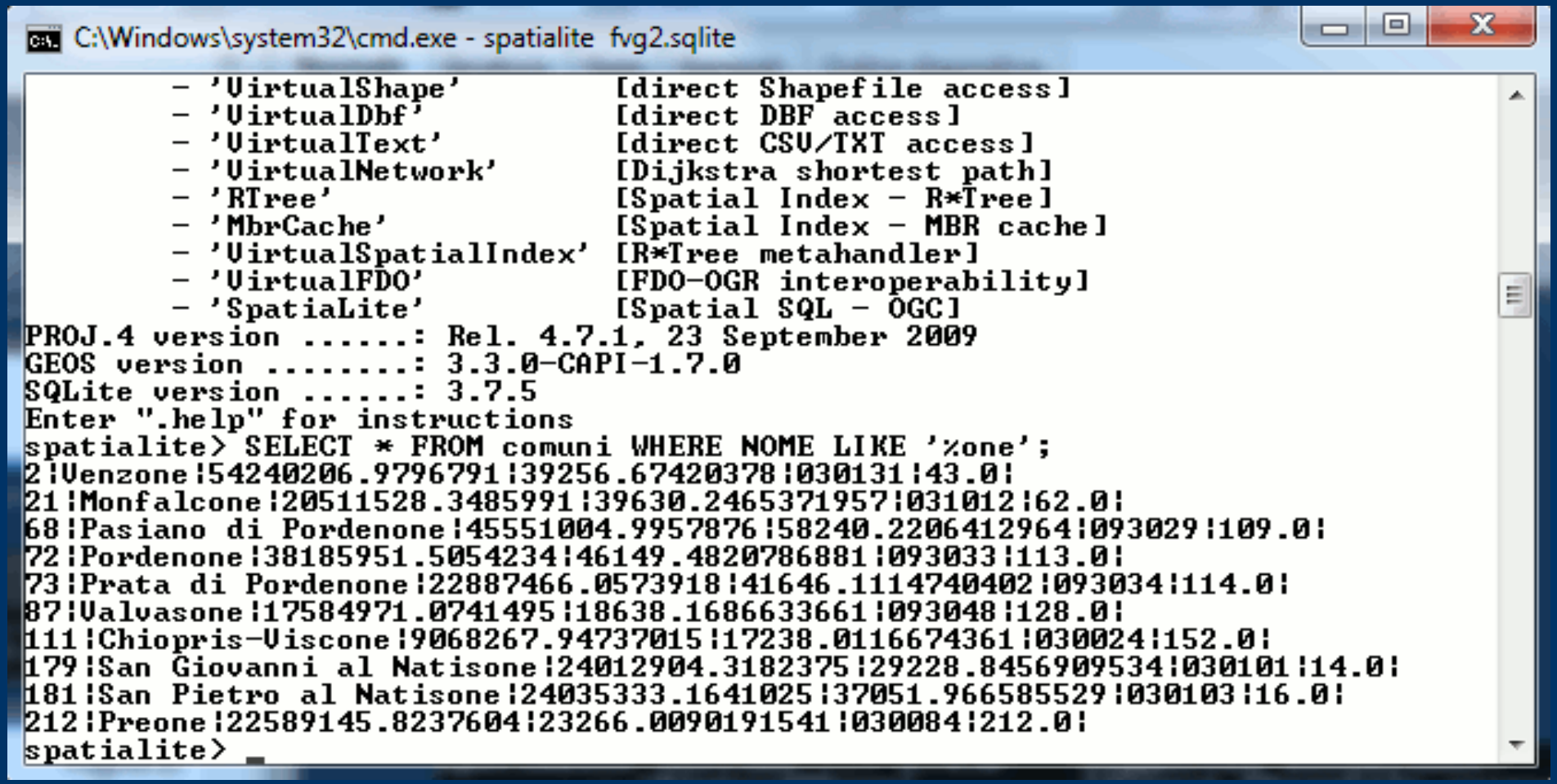


- **SpatiaLite** rappresenta l'estensione Spatial (**OGC-SFS**) per **SQLite**
- In questo modo si ottiene uno Spatial DBMS completo e potente, ma anche molto semplice ed assai *light-weight*
- Ovviamente si tratta di una soluzione poco adatta ai contesti *client-server*
- Viceversa è assolutamente perfetta per gli ambienti *desktop* / *personal*

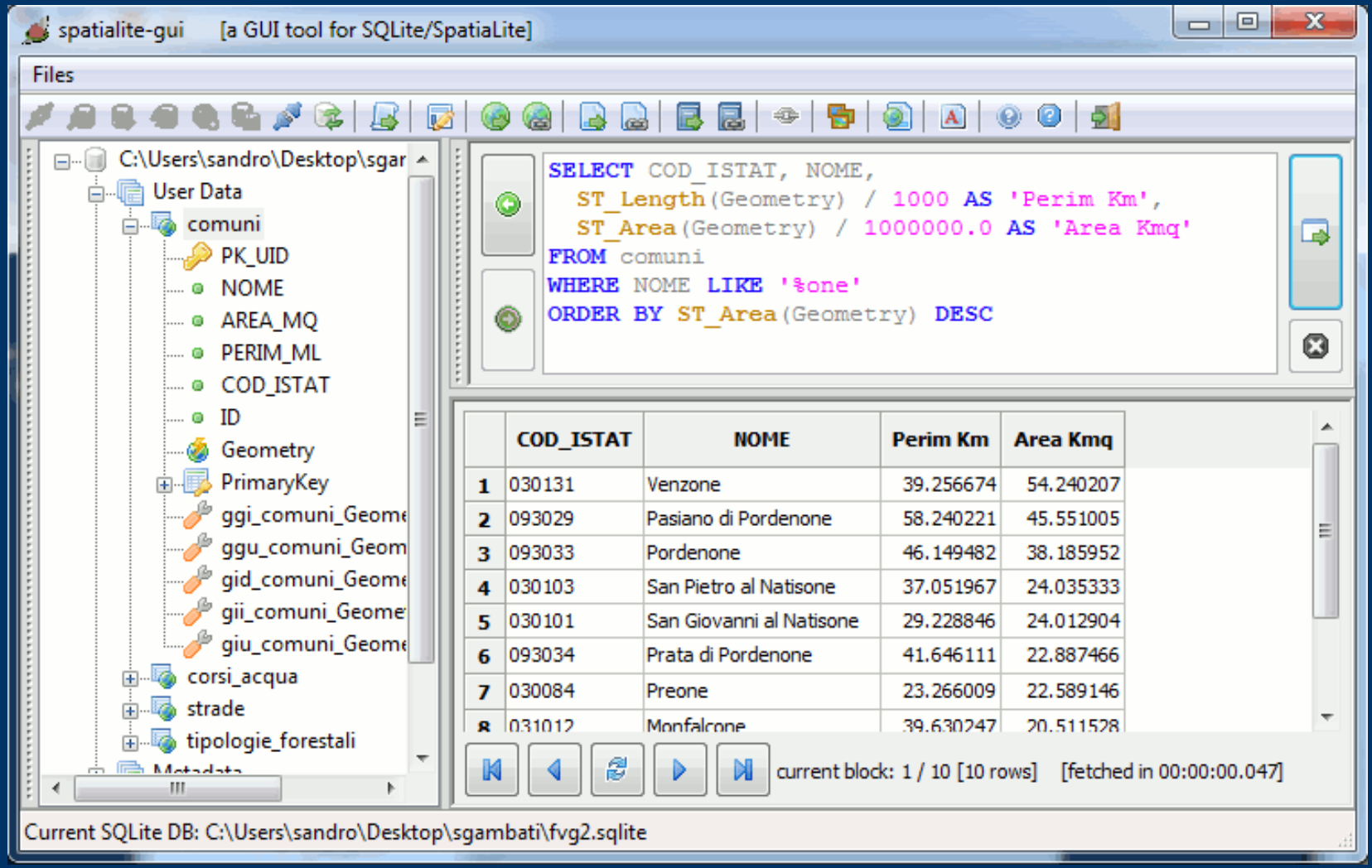
SpatiaLite: library

- SpatiaLite è una semplice **libreria C** che può essere caricata come modulo di estensione per SQLite.
- Sono moduli estremamente compatti: è addirittura possibile realizzare applicazioni che incorporano uno Spatial DBMS *embedded*.
- SpatiaLite utilizza internamente le librerie **GEOS** e **PROJ.4**: dato che vengono utilizzate anche da **PostGIS**, la compatibilità è assai elevata.
- Le risorse di sistema richieste da SpatiaLite sono decisamente minimali: riesce addirittura a girare su **iPhone** ed **Android**.
- Esistono *bindings* per numerosi linguaggi: **Python** [**pyspatialite**], **Java JDBC** [**Xerial**], **PHP** ed altri ..
- **libspatialite** è rilasciata sotto licenza **MPL**

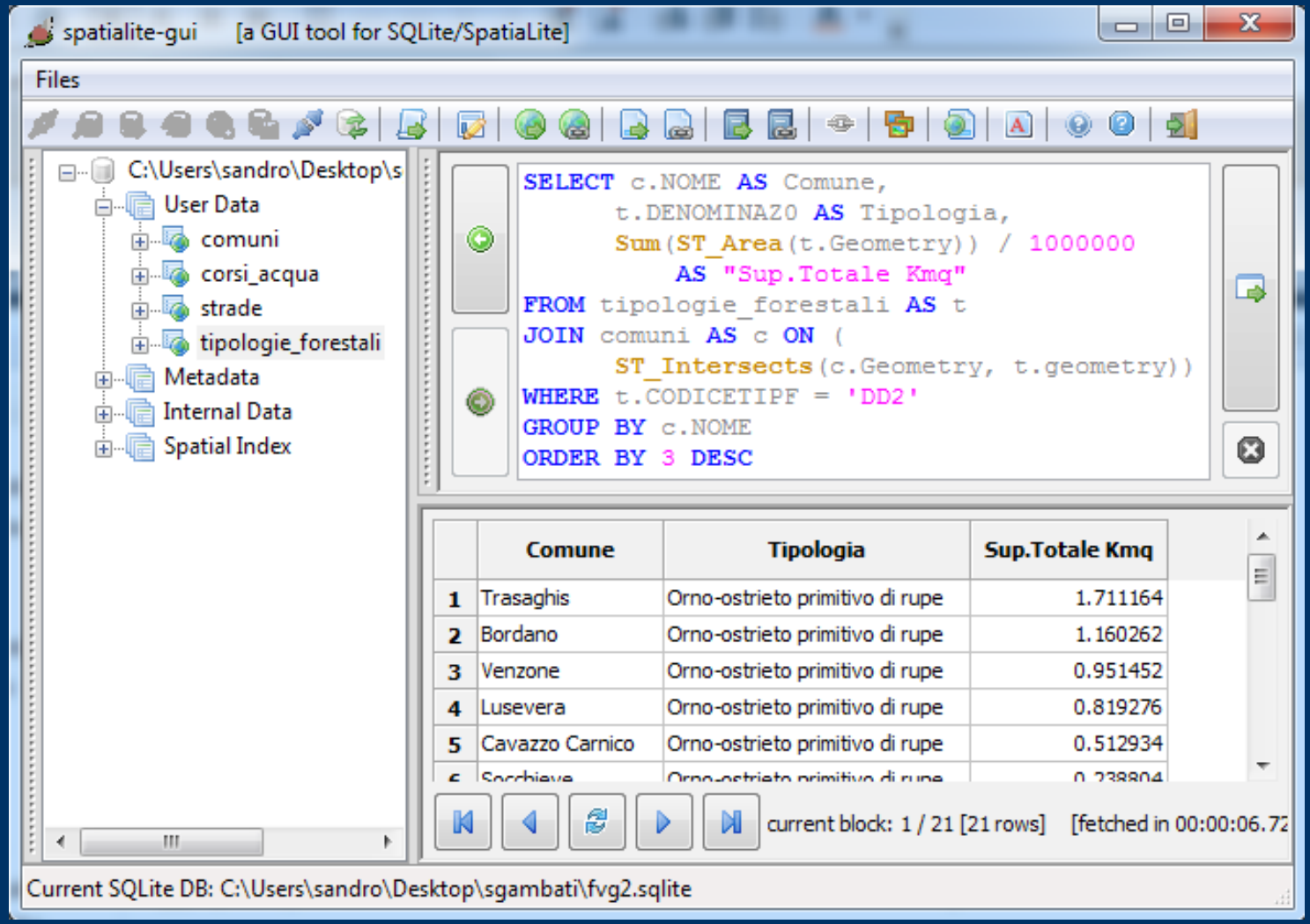
Tools: front-end CLI



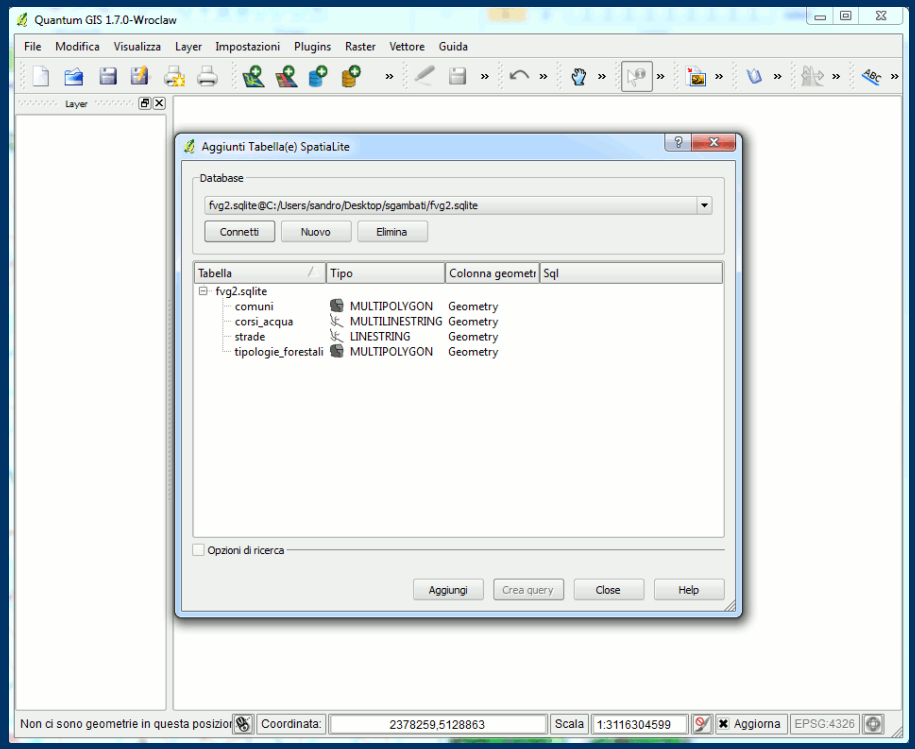
Tools: spatialite-GUI

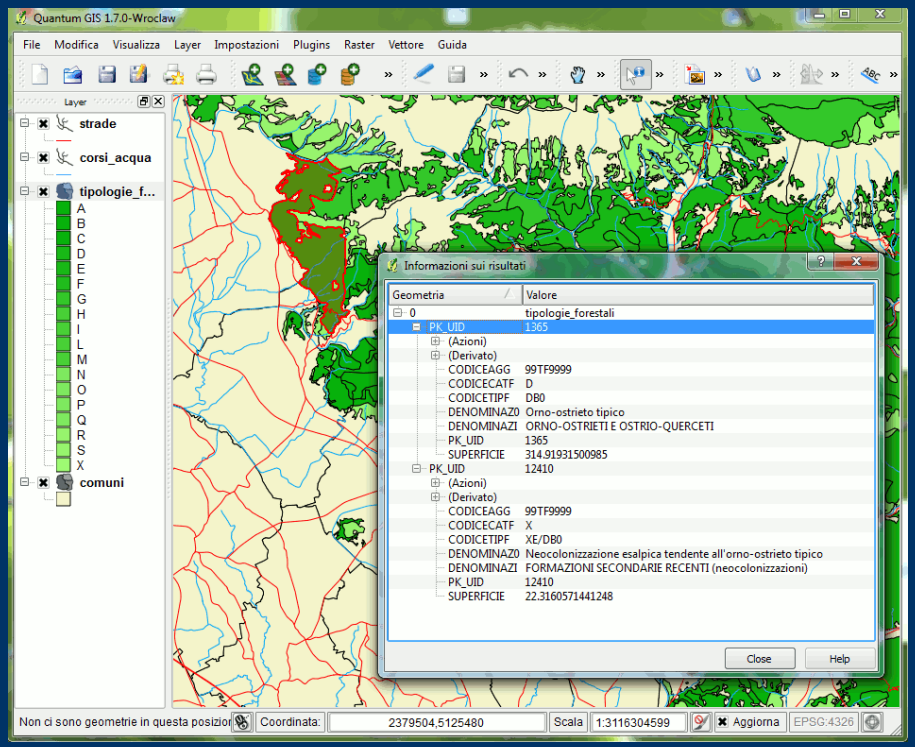


Un esempio di Spatial Query



QGIS [... e magari altri GIS ...]





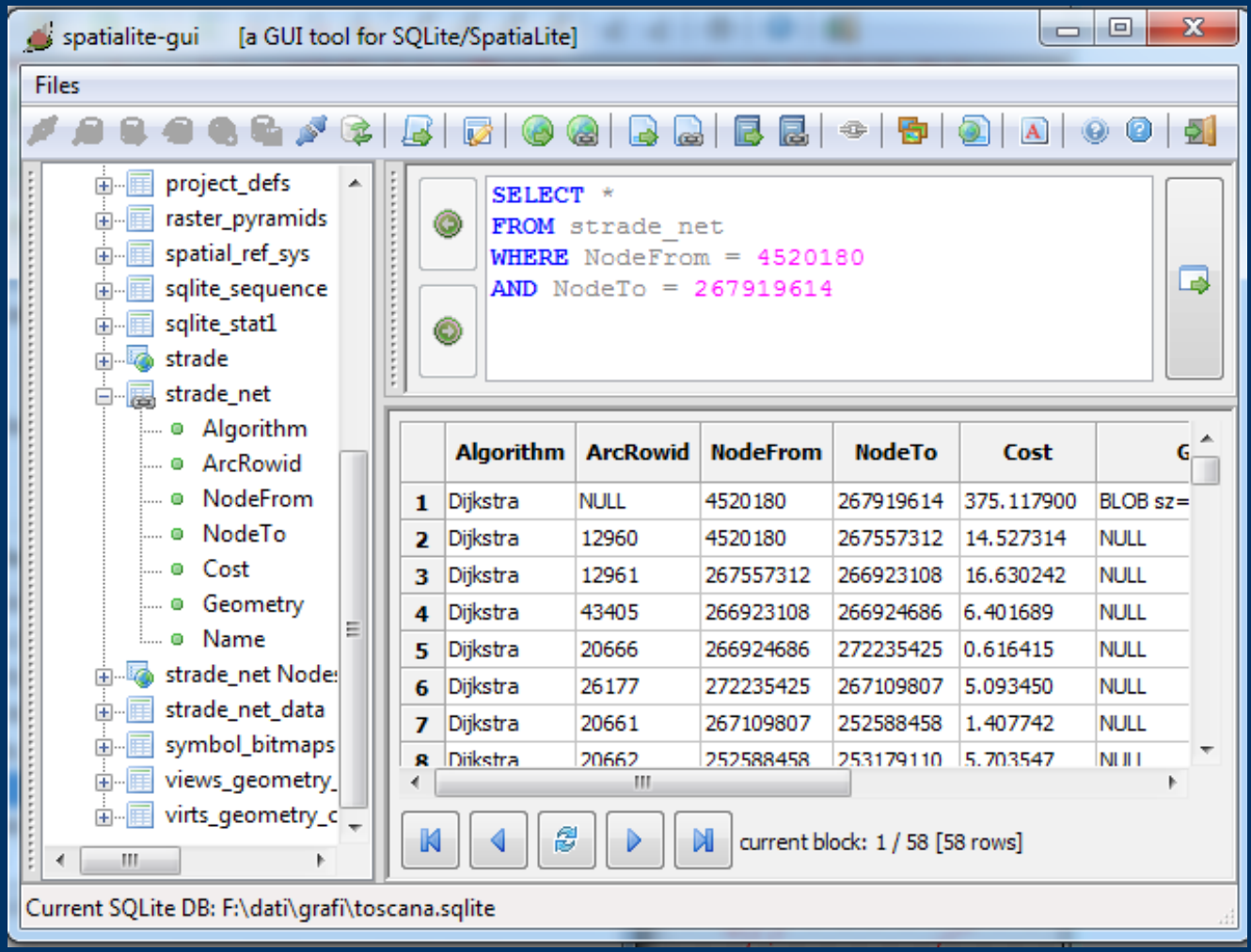
Le Virtual Tables

- SQLite supporta un originale meccanismo, che consente di definire delle **Virtual Tables**
- In pratica una Virtual Table appare formalmente come se fosse una banale tavola SQL (p.es. supporta **SELECT**), ma in effetti è una *data-source* completamente esterna al DB, oppure che implementa una propria logica interna.
- SpatiaLite implementa le seguenti Virtual Tables:
  - **VirtualShape** consente l'accesso diretto agli **Shapefiles**
  - **VirtualDbf** consente l'accesso diretto ai files **DBF**
  - **VirtualText** consente l'accesso diretto ai files **TXT/TAB** e **TXT/CSV**
- Ma anche gli indici spaziali **R*Tree** sono implementati come VT

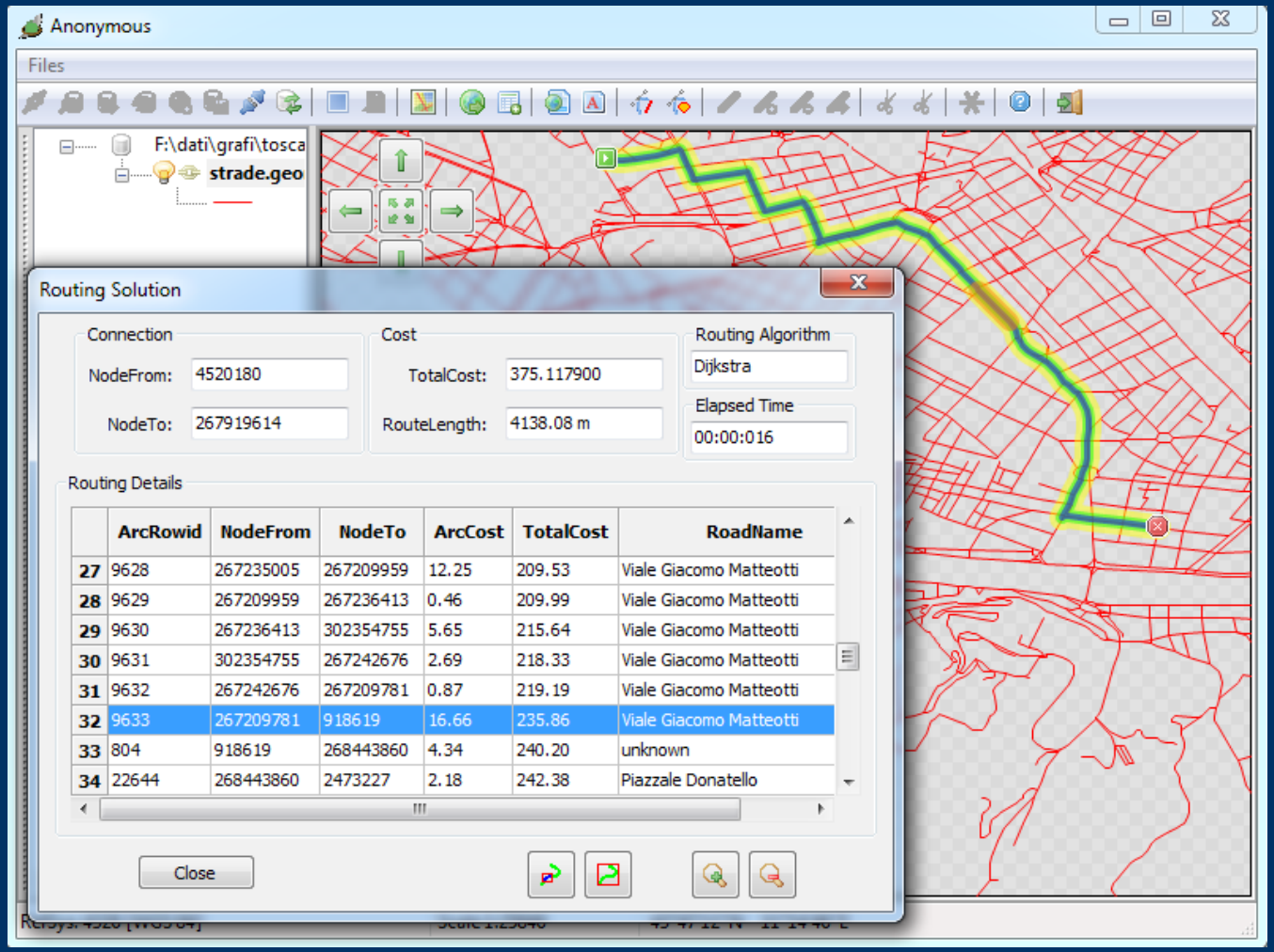
VirtualNetwork

- Il modulo **VirtualNetwork** rappresenta un'implementazione particolarmente sofisticata basta sul meccanismo delle Virtual Tables
- Un intero **grafo** [***rete topologicamente connessa***] può essere opportunamente trasformato in una VirtualNetwork
- Dopo di che risulta immediatamente possibile ottenere tramite **query SQL** la soluzione di **routing** [***percorso minimo***] che connette una coppia arbitraria di nodi del grafo
- VirtualNetwork è basato sui ben noti algoritmi ***shortest path*** di **Dijksta** ed **A***

VirtualNetwork – routing (1)



VirtualNetwork – routing (2)

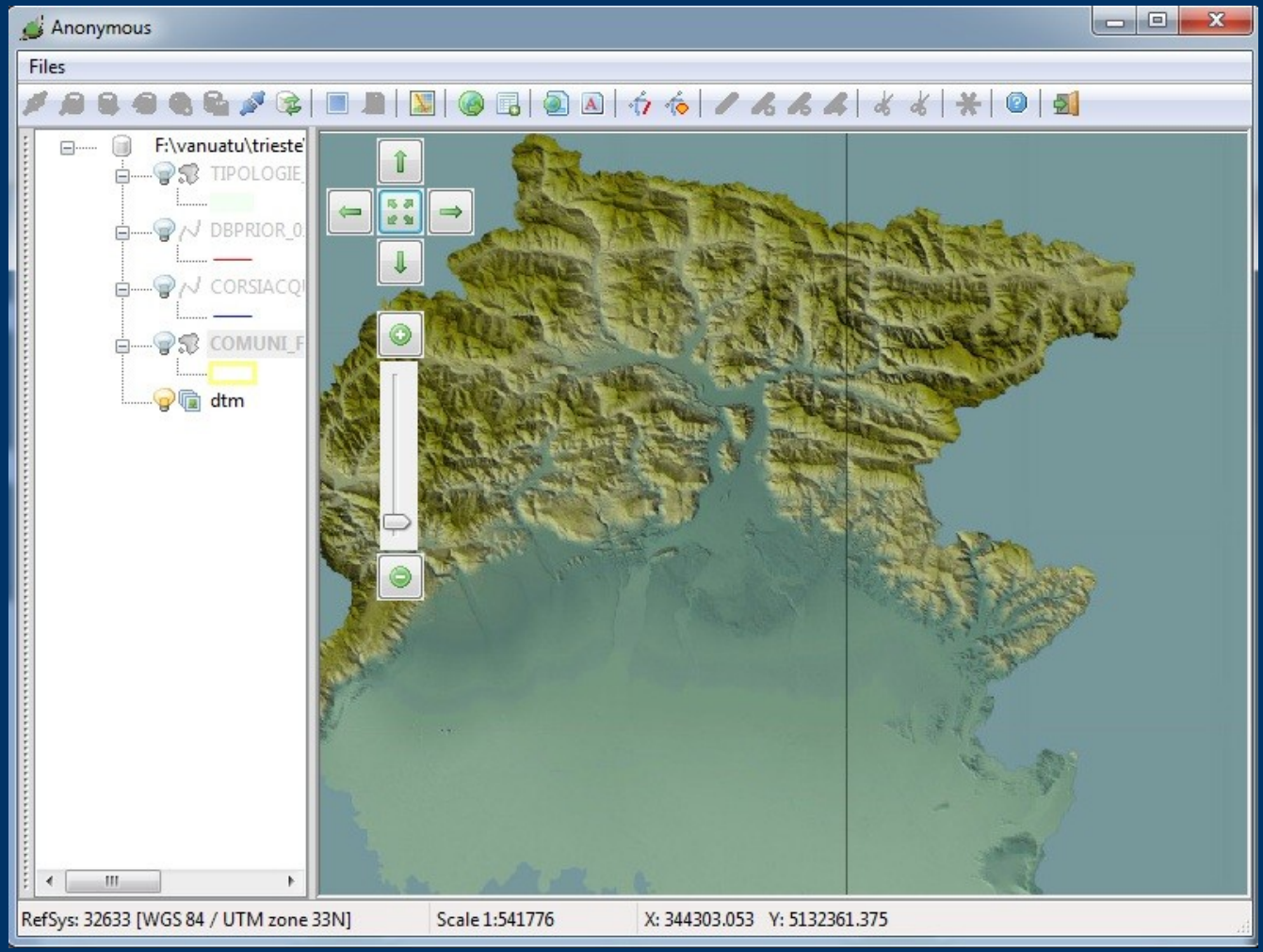


	ArcRowid	NodeFrom	NodeTo	ArcCost	TotalCost	RoadName
27	9628	267235005	267209959	12.25	209.53	Viale Giacomo Matteotti
28	9629	267209959	267236413	0.46	209.99	Viale Giacomo Matteotti
29	9630	267236413	302354755	5.65	215.64	Viale Giacomo Matteotti
30	9631	302354755	267242676	2.69	218.33	Viale Giacomo Matteotti
31	9632	267242676	267209781	0.87	219.19	Viale Giacomo Matteotti
32	9633	267209781	918619	16.66	235.86	Viale Giacomo Matteotti
33	804	918619	268443860	4.34	240.20	unknown
34	22644	268443860	2473227	2.18	242.38	Piazzale Donatello

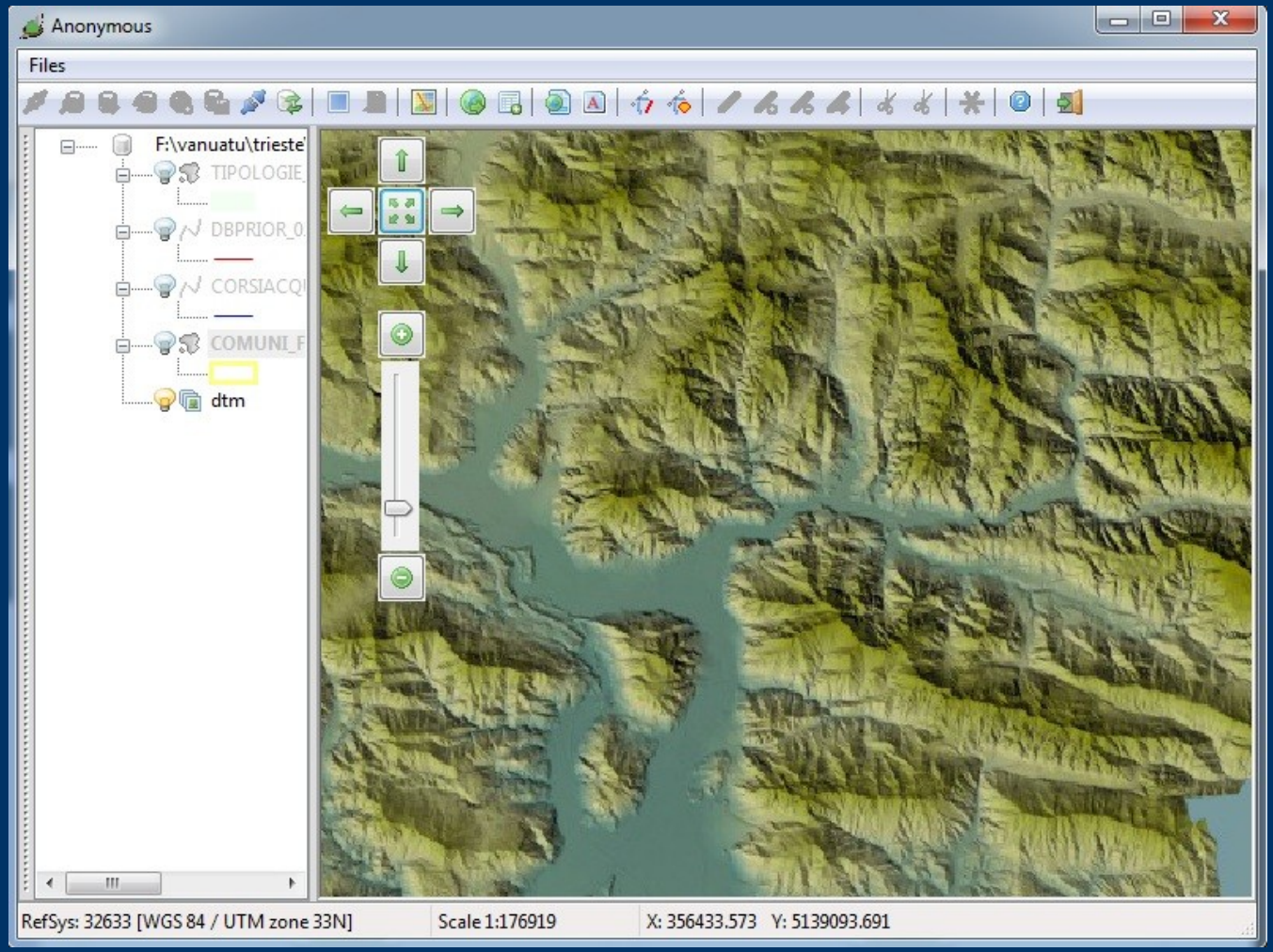
RasterLite – supporto raster

- **RasterLite** è una tecnologia interamente basata su SpatiaLite
- Consente di gestire un'intera **coverage raster** (anche di dimensioni enormi) all'interno di un unico DB-file monolitico
- La coverage raster originale:
  - viene trasformata in un gran numero di piccole *tiles* di modeste dimensioni
  - viene generata una struttura **piramidale multi-resolution**
- l'uso estensivo degli indici spaziali consente di accedere esclusivamente le (poche) *tiles* strettamente indispensabili per il *rendering*: viene automaticamente selezionata la risoluzione ottimale
- ne consegue una visualizzazione assai fluida e scorrevole

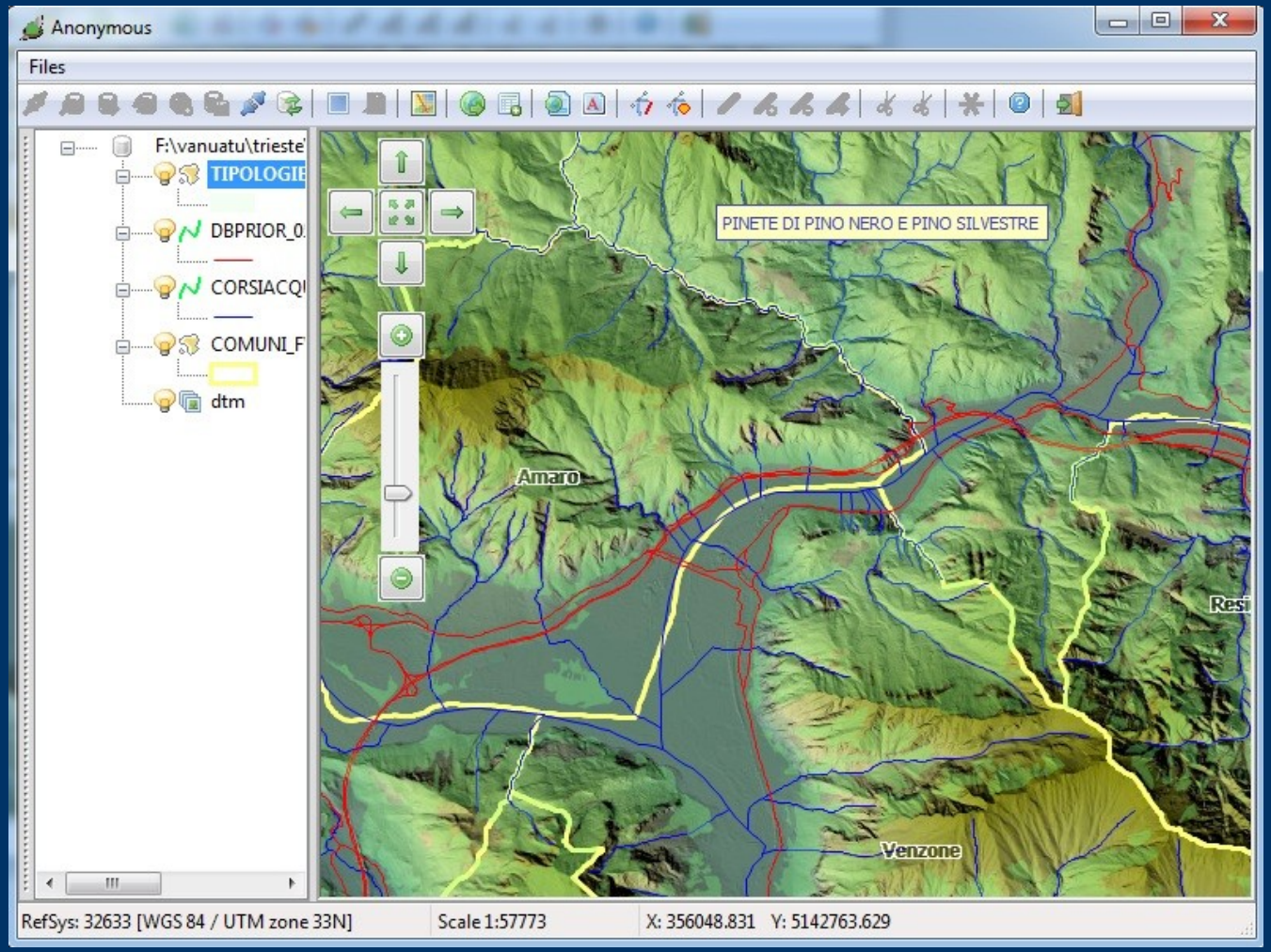
RasterLite (1)



RasterLite (2)



RasterLite (3)



SpatiaLite come formato di interscambio dei dati GIS

- Una delle caratteristiche maggiormente interessanti di SQLite è quella per cui un intero DB consiste semplicemente in un **singolo file monolitico**.
- Il DB-file di SQLite adotta un'**architettura universale** *cross-platform*: può quindi essere agevolmente trasferito su piattaforme assolutamente disomogenee conservando intatta la propria operabilità.
- SpatiaLite eredita da SQLite tutte queste caratteristiche
- Pertanto un DB-file SpatiaLite rappresenta un ottimo sistema per l'interscambio di dati GIS, anche altamente complessi.
- Sotto questo profilo è largamente superiore ai formati tradizionali basati su file (p.es. il diffuso ma obsoleto ESRI Shapefile).

Riferimenti utili

- http://www.sqlite.org/
  - SQLite: codice sorgente, documentazione ...
- http://www.gaia-gis.it/spatialite/
  - SpatiaLite & RasterLite: sorgenti, eseguibili binari [Win32, Linux, MacOsX], documentazione, tutorials, samples ...
- http://groups.google.com/group/spatialite-users
  - mailing-list ufficiale della comunità SpatiaLite