

# *Workflow full stack per la realizzazione di applicazioni WebGIS*

Costantino Soru - <costantino.soru@crs4.it>

Davide Muroni - <dmuroni@crs4.it>



*Online Tech Conference  
- Italian edition -*

**9-10-11 Novembre,  
2021**





Il CRS4 è un **centro di ricerca interdisciplinare** costituito dalla *Regione Autonoma della Sardegna* nel **1990** il cui socio unico è l'agenzia regionale *Sardegna Ricerche*.

Il Centro promuove lo studio, lo sviluppo e l'applicazione di **soluzioni innovative a problemi provenienti da ambienti naturali, sociali e industriali**. Tali sviluppi e soluzioni si basano sulla Scienza e Tecnologia dell'Informazione e sul **Calcolo Digitale ad alte prestazioni**.

<https://www.crs4.it/>

<https://www.sardegnaricerche.it/>

# Struttura del workshop

**Obiettivo:** Realizzare applicazioni webGIS utilizzando diverse tipologie di dati e servizi

**4 fasi:**

- la prima introduttiva e teorica
- 3 operative a difficoltà crescente

1.	Introduzione al GIS	20'
2.	<i>Demo 1:</i> webgis con accesso a servizi standard	30'
3.	<i>Demo 2:</i> upgrade <i>Demo 1</i> con backend NodeJS custom	25'
4.	<i>Demo 3:</i> webgis multimap con backend mod_tile	35'

Ogni demo consiste di una parte di Backend e una di Frontend

# <http://webgis.crs4.it>

## Workflow full stack per la realizzazione di applicazioni WebGIS

Live Demo

		URL anteprima live della demo				
		Live	Editor	Geoserver	>_	Download
Demo 1	Backend: Importazione Shapefile e GeoTiff su Geoserver					
	Frontend: Dashboard MapWall con dati esposti in WFS e WMS da Geoserver					
Demo 2	Backend: Importazione Shapefile su database PostgreSQL e esposizione tramite server NodeJS				>_	Download
	Frontend: Aggiornamento Demo 1 con dati esposti da backend custom in NodeJS attraverso API Rest	Live	Editor	NodeJS		Endpoint dati backend
Demo 3	Backend: Elaborazione raster satellitari del Sentinel 2, integrazione con dati di OpenStreetMap ed esposizione delle mappe con mod_tile e renderd				>_	Download
	Frontend: Dashboard MapWall <u>multi mappa</u> con dati esposti come Tiled Web Map da backend mod_tile	Live	Editor	Map 1 Map 2		Editor online con spazio di lavoro indipendente e codice demo precaricato

<http://webgis.crs4.it/>

# GIS: Definizioni

## Geographic Information System

*aka Sistema Informativo Territoriale (SIT)*

E' un **insieme di strumenti informatici per l'acquisizione, l'elaborazione e l'analisi di dati georeferenziati**

Un dato georeferenziato è un'**informazione correlata a una posizione geografica** identificata attraverso un sistema di coordinate

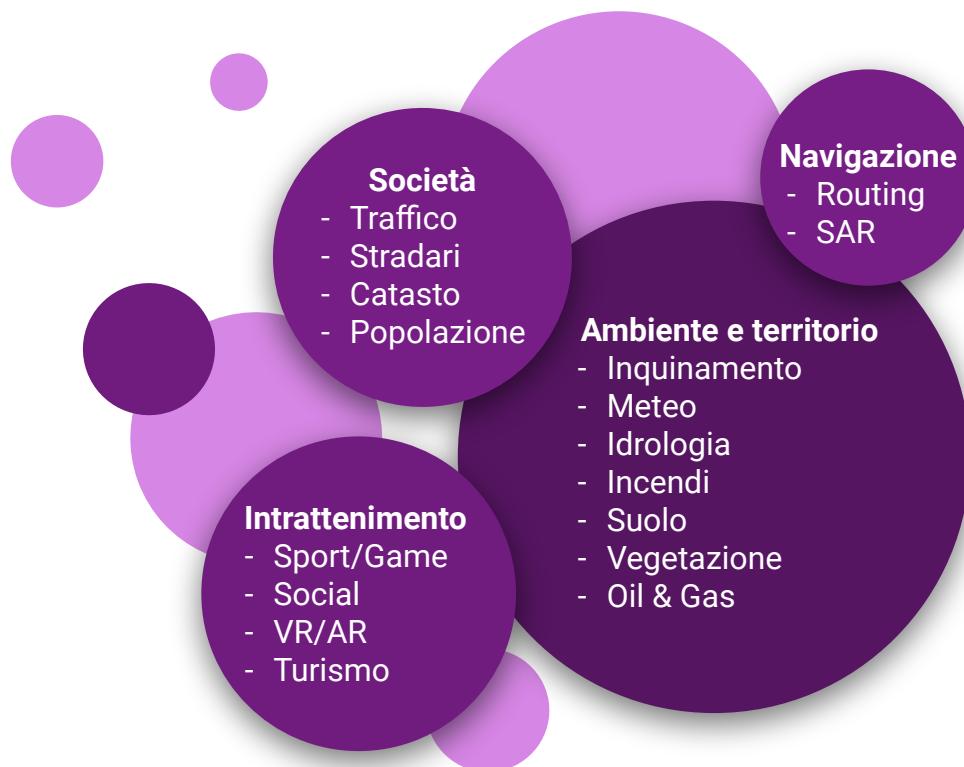
Un punto geografico è una **posizione identificata da Latitudine** (distanza angolare dall'equatore lungo il meridiano, da 0° a 90° N/S) e **Longitudine** (distanza angolare dal meridiano di Greenwich lungo il parallelo, da 0° a 180° E/W)

L'interfaccia utente più intuitiva per i dati georeferenziati è la **mappa**, composta da uno o più **layer** sovrapposti



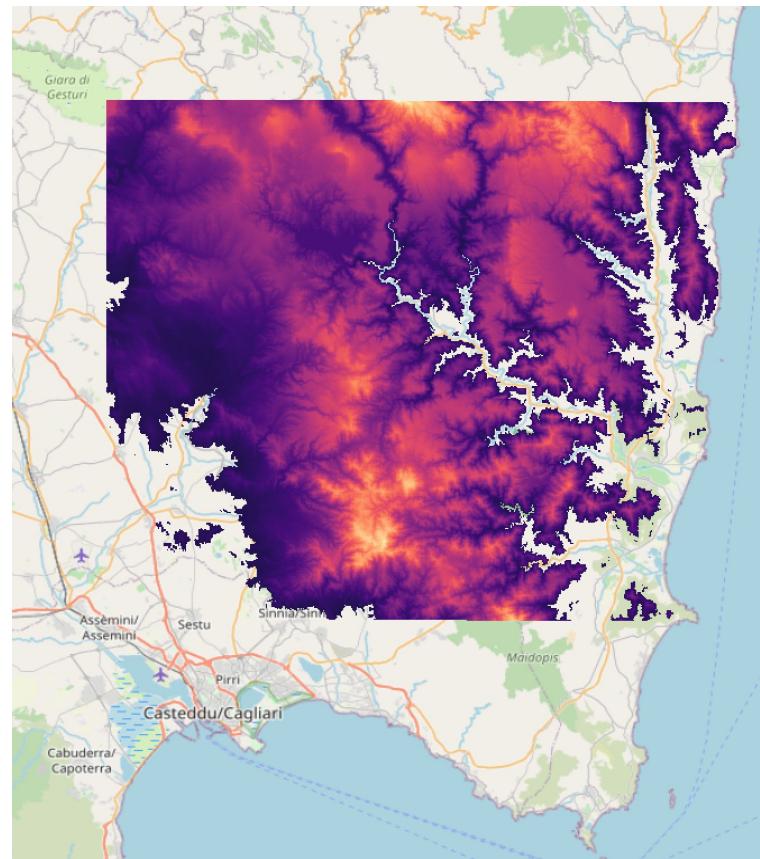
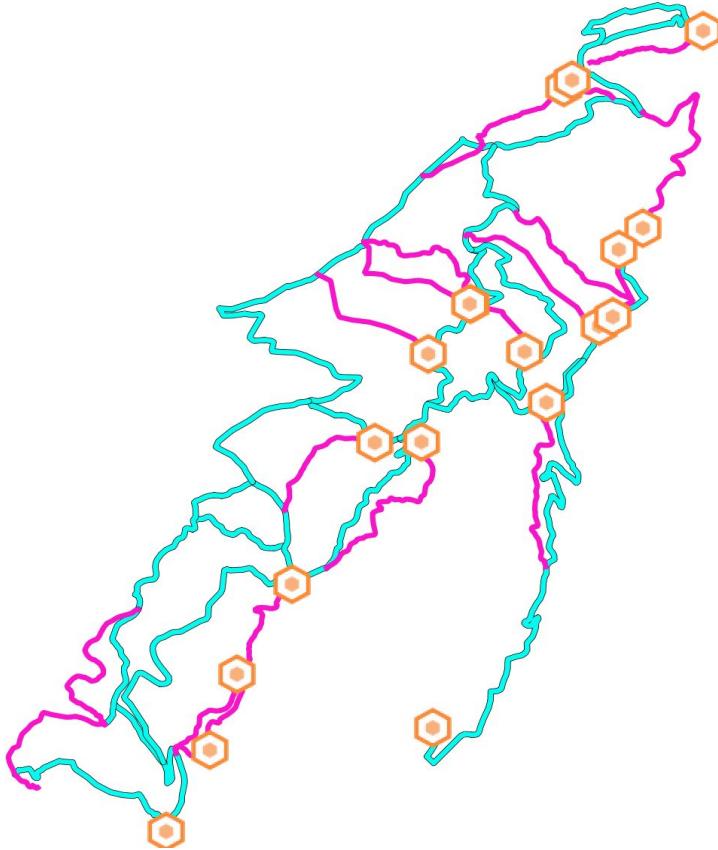
# GIS: a cosa serve?

Permette di descrivere e studiare le caratteristiche del territorio e i fenomeni ad esso correlati in funzione della loro posizione



# Tipi di dato

Gli elementi geografici possono essere descritti da  
**geometrie vettoriali e raster**



# Tipi di dato

## Vettoriale

- Costituito da **geometrie** vettoriali con **attributi** descrittivi associati
- Punto: (39.5°N 9.7°E)  
linea: (39.5°N 9.7°E, 40.5°N 10.3°E)  
poligono (39.5°N 9.7°E, ..., ..., 39.5°N 9.7°E)
- Geometria + Attributi = **Feature**
- **Gli attributi** di una feature **riguardano l'intera geometria rappresentata** → adeguato a caratteristiche omogenee (strade, confini, ecc)
- Semplici da creare e modificare

## Raster

- **Griglia regolare** di pixel, ciascuno associato a una posizione geografica attraverso metadati e operazioni su di essi (**georeferenziazione**)
- Ogni pixel ha associato un **valore di intensità** → adeguato a caratteristiche continue (temperatura, pressione ecc.)
- Il dettaglio dei dati è legato alla **risoluzione dell'immagine**
- Creati a partire da immagini aeree, satellitari, matrici numeriche, ecc.

# Formati file più diffusi

## Shapefile ESRI

- Definito da *ESRI* per la suite di software ArcGIS/ArcView
- Memorizza feature vettoriali
- E' costituito da più file:
  - **.shp**: binario contenente le geometrie
  - **.shx**: indici posizionali per l'accesso al file shp
  - **.dbf**: xBase contenente gli attributi associati alle geometrie
  - [.prj e altri]
- Costituisce uno **standard de facto** per la memorizzazione su filesystem di dati geografici vettoriali
- E' supportato da tutte le principali librerie e strumenti GIS

## GeoTIFF

- Standard di **metadata geografica** formalizzato da *Open Geospatial Consortium (OGC)*
- Aggiunge a **normali file raster TIFF** tutti i **metadati** necessari alla **georeferenziazione** dell'immagine
- Possono raggiungere grandi dimensioni

# Sviluppo GIS: Workflow

## Sorgenti dati

## Processing/ETL

## Spatial DBMS

## User Software

I dati georeferenziati vengono prodotti in una varietà di modi, dal rilievo e disegno CAD manuale al radar. Le informazioni sono memorizzate usando vari formati di interscambio, come Shapefile e GeoTIFF

Librerie e toolkit come **GDAL** effettuano conversioni, trasformazioni, modifiche e importazioni su DBMS a partire da qualsiasi formato georeferenziato

DBMS con estensione *spaziale* (es. **PostGIS** per Postgres). Memorizzano le informazioni usando strutture ottimizzate per i dati geografici, consentono query e operazioni su base spaziale.

Accede ai dati georeferenziati da DBMS, filesystem o servizi online e ne permette l'interrogazione e l'analisi con interfacce user friendly basate su mappe. Le elaborazioni effettuate possono poi essere salvate a loro volta nel DB o in altri formati.

# GIS “Desktop”

## QGIS



- Open Source
- E' basato sulle librerie GDAL/OGR
- Supporta la maggior parte dei formati di file e servizi
- Si connette a servizi online come DBMS o server GIS
- Consente analisi e modifiche sui dati
- Permette il salvataggio su database o su file in vari formati
- Può funzionare da server dati con servizi standard (WMS, WFS)
- Dispone di un ampio catalogo di plugin

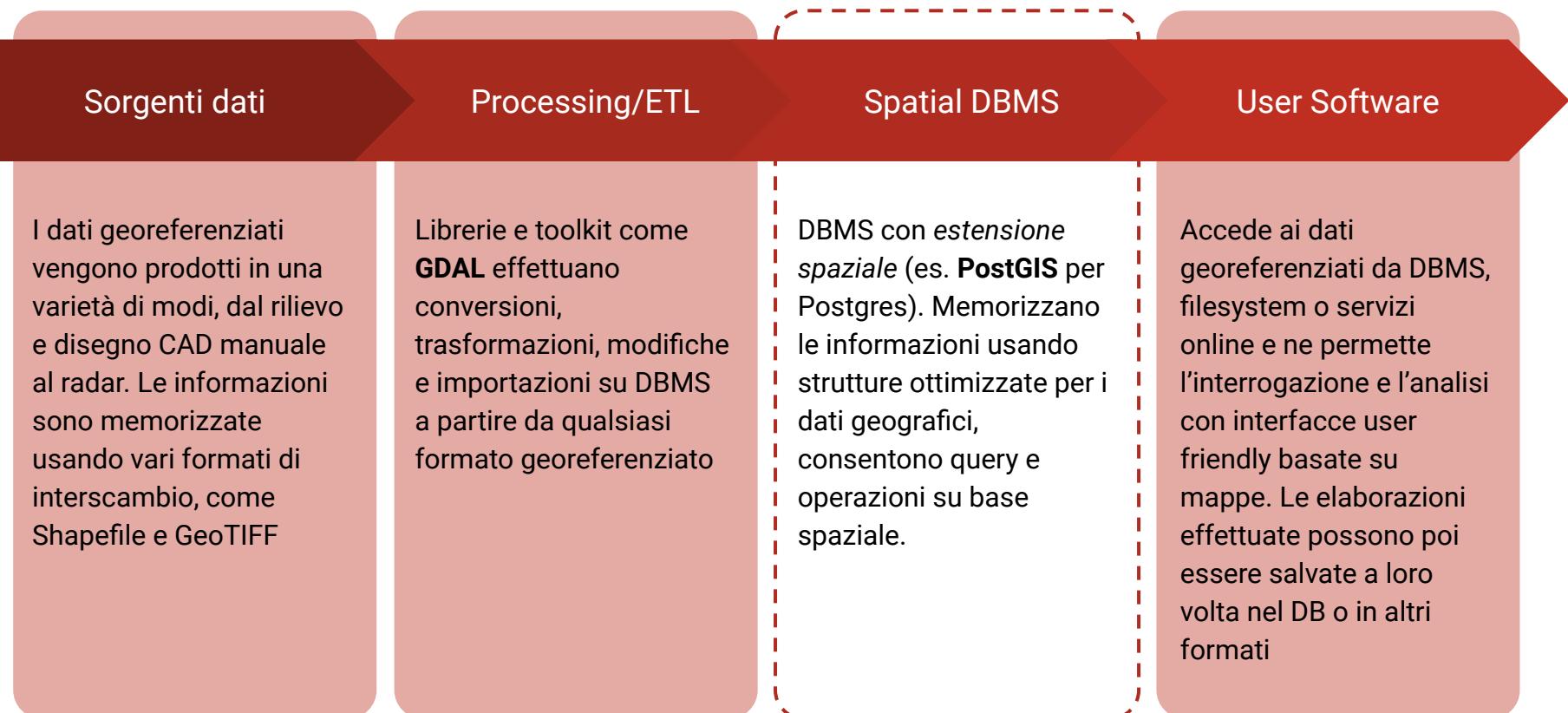
## ESRI ArcGIS



- Software proprietario a pagamento
- Set di funzionalità estremamente avanzato di livello enterprise

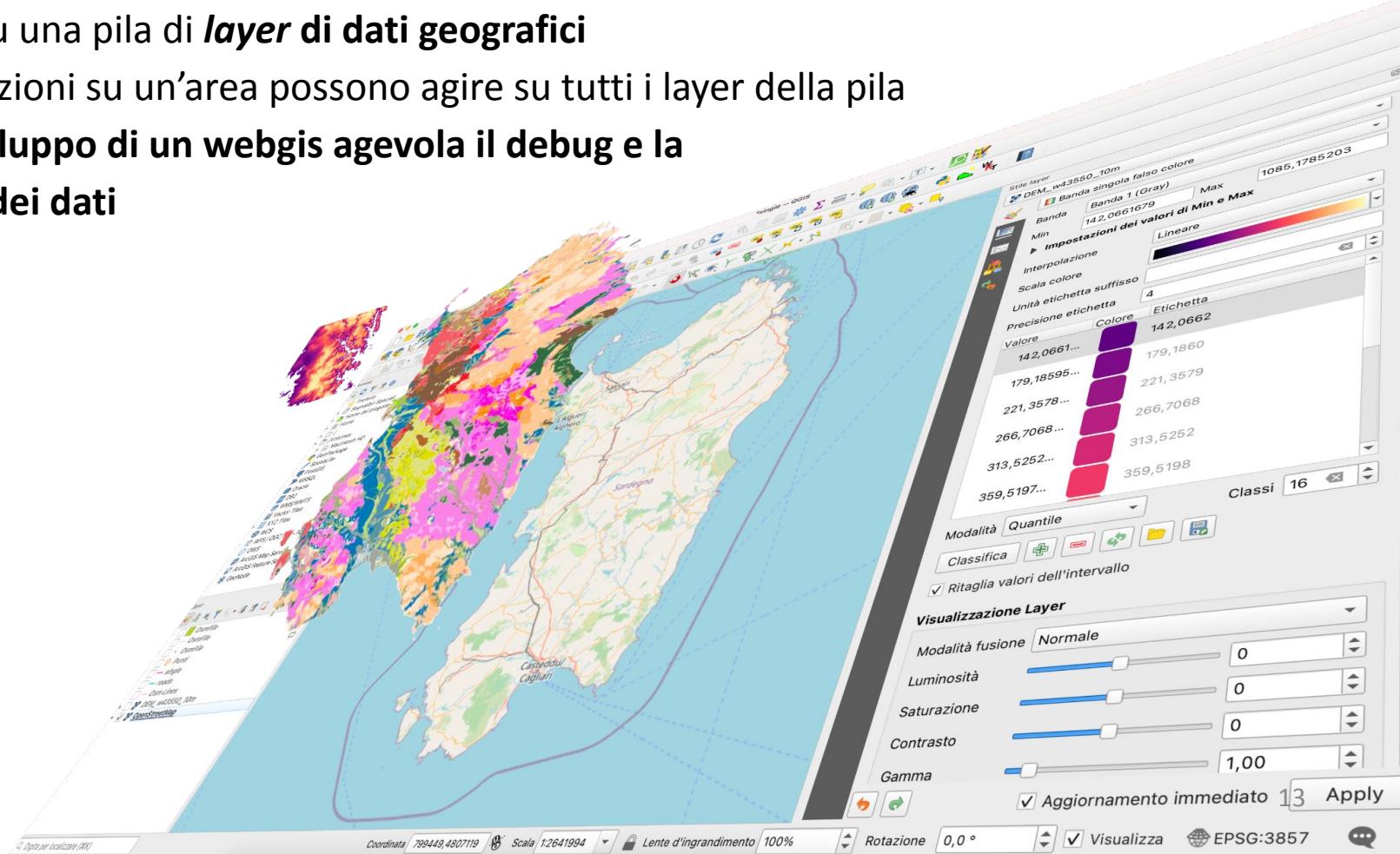
# Sistemi GIS completi

## QGIS e ArcGIS sono GIS completi



# QGIS: key points

- La UI ricorda quella dei software di fotoritocco
- Le immagini visualizzate sono *mappe*
- Lavora su una pila di **layer di dati geografici**
- Le operazioni su un'area possono agire su tutti i layer della pila
- **Nello sviluppo di un webgis agevola il debug e la verifica dei dati**



## Un WebGIS è l'interfaccia sul Web di un GIS

### PRO

- Equivalenza funzionale rispetto alle UI Desktop
- Condivisione dati e operazioni
- Maggiore versatilità della UI
- Portabilità e facilità di accesso

### CONTRO

- Maggiore sforzo implementativo
- Necessita di più componenti architetturali



# Sviluppo WebGIS: workflow

## Sorgenti dati

I dati georeferenziati vengono prodotti in una varietà di modi, dal rilievo e disegno CAD manuale al radar. Le informazioni sono memorizzate usando vari formati di interscambio, come Shapefile e GeoTIFF

## Processing/ETL

Librerie e toolkit come **GDAL** effettuano conversioni, trasformazioni, modifiche e importazioni su DBMS a partire da qualsiasi formato georeferenziato

## Spatial DBMS

DBMS con estensione *spaziale* (es. **PostGIS** per Postgres). Memorizzano le informazioni usando strutture ottimizzate per i dati geografici, consentono query e operazioni su base spaziale.

## User Software

Accede ai dati georeferenziati da DBMS, filesystem o servizi online e ne permette l'interrogazione e l'analisi con interfacce user friendly basate su mappe. Le elaborazioni effettuate possono poi essere salvate a loro volta nel DB o in altri formati



# Sviluppo WebGIS: componenti

## Spatial DBMS

Memorizzano le informazioni usando strutture ottimizzate per i dati geografici, consentono query e operazioni su base spaziale e spesso implementano le stesse funzionalità accessibili dalla lib di pre/post processing (es GDAL)

## Backend/Geoserver

I dati geografici devono essere esposti su Internet attraverso server specifici in grado di gestirli. **GeoServer** è lo strumento standard in ambiente open, supporta tutti i principali formati e servizi. Un altro possibile approccio è sviluppare backend ad hoc per esporre **API Rest**. E' anche possibile utilizzare QGIS come server per servizi WMS e WFS

## Frontend/Client GIS

Lo sviluppo dell'interfaccia Web segue le comuni tecniche. E' necessario un componente cartografico: **OpenLayers** e **Leaflet** sono due librerie javascript che permettono la renderizzazione di mappe e offrono una ricca API con operazioni geografiche avanzate

# WebGIS: servizi e formati

		Vettoriale	Raster	
<b>WMS</b>	Web Map Service (OGC std)	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Supporta meta-tiling</li> <li>Espone metadati e attributi</li> </ul>
<b>WFS</b>	Web Feature Service (OGC std)	✓	✗	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espone feature vettoriali</li> <li>Renderizzato dal browser</li> </ul>
<b>WKT</b>	Well Known Text (OGC std)	✓	✗	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raw per soli dati geo</li> <li>Renderizzato dal browser</li> <li>Esiste la versione binaria (WKB)</li> </ul>
<b>Geo JSON</b>	Formato Json con campi geo (usato da WFS)	✓	✗	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feature complete</li> <li>JSON standard, non richiede interpreti per tipi diversi</li> </ul>
<b>XYZ</b>	Tiled Web Map (usato da OSM)	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renderizzato lato server</li> <li><b>Non</b> espone attributi</li> <li>Richiede server Tile (es <b>mod_tile</b>)</li> </ul>

# OpenStreetMap

**OpenStreetMap è un progetto collaborativo il cui obiettivo è produrre una cartografia dettagliata globale**



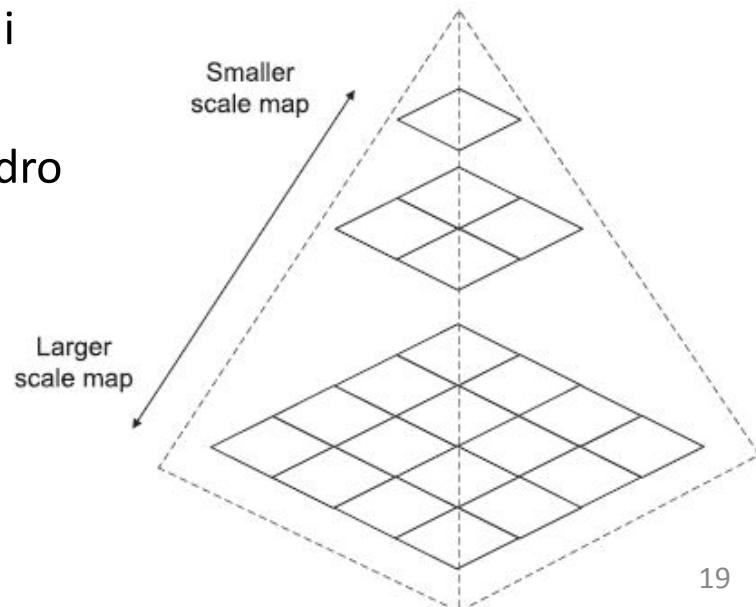
- E' un progetto interamente **open data**, i dati sono rilasciati con licenza libera anche per uso commerciale
- Chiunque può contribuire alla raccolta dati e alla mappatura
- E' costituito da una **base di dati relazionale** complessa
- Il database è **replicabile** sui propri sistemi, anche parzialmente
- Esistono strumenti software per la **generazione di mappe a partire dal database**
- La generazione di mappe è solo uno dei possibili utilizzi della base di dati
- **mod\_tile** è lo strumento con cui sono esposte le mappe OSM a partire dal DB



# Tiling

**Il tiling è una tecnica per ottimizzare il trasferimento di raster ad alta risoluzione**

- Per visualizzare il **massimo dettaglio** occorre l'immagine alla **massima risoluzione**
- Il **dettaglio apprezzabile dall'utente dipende dal livello di zoom** sull'immagine
- Il tiling genera una serie di **rendering** a dettaglio crescente **in base al livello di zoom**, ciascuno composto da “piastrelle” di uguale risoluzione
- Il client richiede **solo i tile visibili** nel riquadro della mappa
- **Cache** sul server e sul browser migliorano ulteriormente le performance



# Sistemi di Riferimento (SR)

Definisce i parametri (**datum**) necessari a produrre un **modello matematico della Terra**, rappresentato da un solido (**ellissoide**).

La rappresentazione sul piano della superficie del modello si chiama **proiezione**.

- Ogni **proiezione mantiene o distorce caratteristiche** del territorio (distanze, angoli e aree)
- La scelta della **proiezione dipende dall'area** e dalle caratteristiche che si devono studiare
- SR sono catalogati nel registro **EPSG** con un identificativo numerico: **EPSG:4326** (WGS84, GPS), **EPSG:3857** (OSM).

WGS84 (EPSG:3857)



Roma40 (EPSG:3003)



Roma40 su area di riferimento



# Approfondimenti

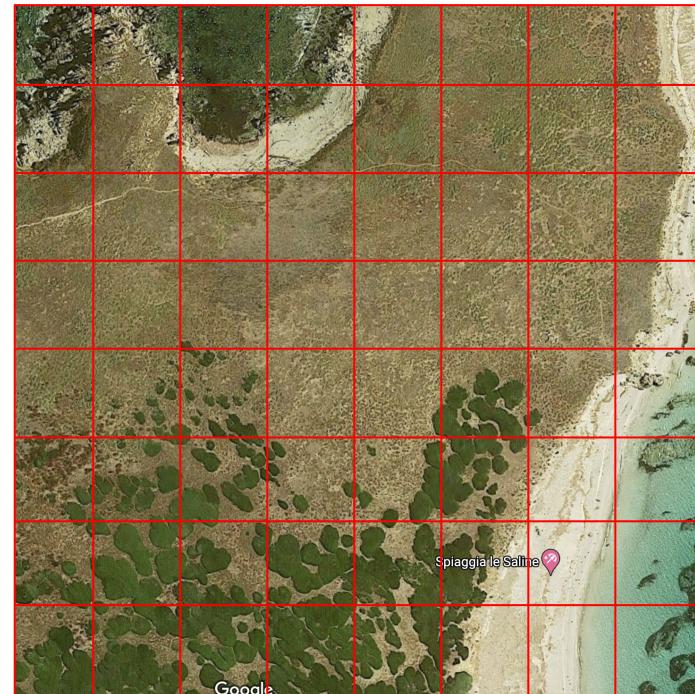
- Introduzione al GIS: [https://docs.qgis.org/2.8/it/docs/gentle\\_gis\\_introduction/index.html](https://docs.qgis.org/2.8/it/docs/gentle_gis_introduction/index.html)
- OSM: <https://www.openstreetmap.org/about>
- Tiling: <https://www.e-education.psu.edu/geog585/node/706>

# Approfondimenti: Tiling

Stessa dimensione area di visualizzazione, uguale numero di tile.



Immagine completa, minimo livello di zoom (scala minore)



Massimo livello di zoom (scala maggiore)