

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA  
SEDE DI CESENA  
FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI  
Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie Informatiche

# Progetto e realizzazione di una soluzione per l'archiviazione di segnalazioni georeferenziate di disservizi territoriali

Tesi di Laurea in  
Paradigmi di programmazione

Relatore:  
Prof. Vittorio Maniezzo

Presentato da:  
Simone Selvatici

Sessione III  
Anno Accademico 2011-2012

# Indice

Indice .....	2
<b>Capitolo 1: Sistemi di cartografia digitale distribuita .....</b>	<b>4</b>
1.1 Introduzione .....	4
1.2 Primitive geometriche .....	5
1.3 Strutture dati .....	6
1.3.1 Vector .....	7
1.3.2 Raster .....	10
1.3.3 TIN .....	13
1.4 Cartografia digitale distribuita .....	14
1.4.1 Sistemi proprietari .....	14
1.4.2 Sistemi Open source .....	16
<b>Capitolo 2: Progettazione logica del sistema .....</b>	<b>18</b>
2.1 Specifiche .....	18
2.2 Architettura .....	21
<b>Capitolo 3: Elementi implementativi .....</b>	<b>23</b>
3.1 Dati cartografici .....	23
3.2 DBMS .....	26
3.2.1 PostgreSQL .....	26
3.2.2 Schema .....	28
3.2.3 PostGIS .....	30
3.3 Linguaggio .....	30
3.4 Mapserver .....	31
3.5 Mapfile .....	31
<b>Capitolo 4: Casi d'uso .....</b>	<b>33</b>
4.1 Interfaccia .....	33
4.2 Load map .....	34
4.3 Visualizza layer .....	35
4.4 Naviga .....	36
4.5 Centra .....	37
4.6 Zoom .....	38
4.7 Inserimento .....	39
4.8 Visualizzazione .....	42
4.9 Cancellazione .....	44
4.10 Inserire poligono .....	45

# Introduzione

Girando per strada sarà capitato a tutti di incappare in un buco, in un tratto di pista ciclabile inutilizzabile o in altri tipi di disagi.

Essendo tali disagi molto numerosi e spesso di lieve entità può risultare difficile gestirne la riparazione, o anche solo l'individuazione.

Si è pensato di produrre un sistema in grado di semplificare tutta la gestione di tali disservizi.

Utilizzando un GIS apposito gli organi competenti potranno facilmente inserire segnalazioni di disservizi, visualizzarle o eliminarle in maniera intuitiva e semplice, riducendo di molto i tempi decisionali.

Se coadiuvato da un adeguato metodo di rilevamento dei disservizi e da una tempestiva ed efficiente riparazione degli stessi questo sistema può portare a mio parere molti vantaggi in tale ambito.

In una società in cui i cittadini collaborano sempre più con le organizzazioni tale sistema potrebbe facilmente essere esteso, rendendo i cittadini stessi partecipi alla manutenzione delle strade del proprio paese tramite un' interfaccia web che permetta l'inserimento di segnalazioni.

Questa idea potrebbe rappresentare una valida evoluzione del software proposto, in fondo tutti abbiamo un buco vicino a casa che ci da noia e che vorremmo vedere riparato.

# Capitolo 1

## Sistemi di cartografia digitale distribuita

### 1.1 Introduzione

Negli ultimi decenni, con lo sviluppo delle tecnologie informatiche, si è reso possibile un grande sviluppo della cartografia.

Un aiuto principale deriva dal fatto che le tecniche di acquisizione dei dati sono molto più precise e rapide, per esempio utilizzando rilevamenti satellitari, scansioni di mappe, fotografie dell' area di interesse.

Mentre in passato la cartografia tradizionale era pensata e progettata su supporto cartaceo, ora l'avvento di sistemi informativi apre molte possibilità di rappresentazione: si possono realizzare dalle semplici mappe topografiche a complessi sistemi per lo studio di reti fognarie, geostatistica, analisi sui grafi.

La differenza sostanziale tra i vecchi sistemi e quelli di ultima generazione sta nel fatto che i dati non sono più disegni, ma **dati numerici**.

Nella cartografia tradizionale è l'utente che deve dedurre le informazioni geografiche da particolari notazioni grafiche, nella cartografia numerica questo compito è demandato ad un elaboratore, il contenuto informativo viene suddiviso in:

- **Contenuto cartografico:** rappresentazione schematizzata del mondo reale (ci si può immaginare una cartina topografica)
- **Contenuto strutturale:** informazioni geografiche di interesse memorizzate con appositi strumenti (solitamente DB).

Queste informazioni codificate all'interno di database hanno tuttavia bisogno di software adatti che le interpretino e forniscano una visualizzazione fruibile agli utenti. Esistono moltissimi software atti tale scopo, dai più semplici che tutto sommato somigliano a una cartina tradizionale, a quelli più complicati che ricostruiscono le tre dimensioni simulando in tutto e per tutto il territorio.

Un'insieme di software predisposti all'acquisizione, memorizzazione, visualizzazione e trasformazione dei dati del mondo reale è identificato tramite l'acronimo **GIS** (Geographic information system).

Per poter svolgere tutti questi compiti al GIS è spesso associato un **DBMS**, in modo tale da poter memorizzare, oltre ai dati veri e propri, le relazioni che sussistono tra essi.

Il DBMS utilizzato da un GIS deve essere in grado di elaborare richieste di analisi spaziale e solitamente per fare ciò viene esteso tramite uno schema.

(Nel progetto utilizzeremo PostGIS come estensione di Postgres).

## 1.2 Primitive geometriche

Nei sistemi di cartografia digitale (come vedremo in seguito non in tutti) un oggetto del mondo reale deve essere descritto in maniera da poter essere interpretato dai software che vi accederanno.

Un metodo comune ed intuitivo è quello di utilizzare le primitive geometriche fondamentali.

In questo modo ogni oggetto è rappresentato da una primitiva, il mondo reale viene trasformato in figure geometriche che coesistono sulla stessa mappa.

Senza ulteriori informazioni la "mappa" ottenuta sembrerebbe un'accozzaglia di linee, punti e poligoni che si intrecciano tra loro senza un significato apparente, associando informazioni agli oggetti è però possibile differenziare la loro rappresentazione, rendendo la visualizzazione molto più fluida e intuitiva.

Le primitive geometriche utilizzate nell'ambito della cartografia digitale sono:

- **Punti:** Ogni punto è rappresentato da coordinate  $x,y,z$  ed è privo di dimensioni. Vengono solitamente utilizzati per rappresentare (in base alla scala della mappa), pozzi, luoghi di interesse, città ecc.
- **Linee:** Ogni linea è rappresentata da un insieme ordinato di punti ed è in una dimensione 1D.  
Ideale per rappresentare strade, confini, linee elettriche, fiumi.

- **Poligoni:** Un poligono è rappresentato da un insieme ordinato di punti collegati tra loro, il primo e l'ultimo punto devono coincidere, le linee che vanno da un punto al successivo formano nel complesso il perimetro del poligono. Un poligono è in 2D.

Vengono utilizzati per svariati motivi, a seconda di ciò che si vuole considerare possono rappresentare edifici, parchi, regioni, laghi ecc.

Le tre primitive sopracitate sono sostanzialmente fondamentali per qualsiasi tipo di mappa anche molto semplice.

Un'altra primitiva è data dal **Volume** o **Superficie tridimensionale**, se rappresentassimo un edificio tramite un poligono avremmo solo una visione parziale delle sue proprietà (dall'alto), utilizzando una superficie tridimensionale la rappresentazione della realtà diventa molto più accurata (ma anche più complessa e onerosa).

### 1.3 Strutture dati

In realtà non sempre vengono utilizzate le primitive geometriche, esistono altre tipologie di rappresentazione che si basano su diverse **strutture dati**, adatte a particolari scopi che differiscono dalla semplice topografia.

- **Vector:** la rappresentazione si basa sulle primitive geometriche sopracitate.
- **Raster:** l'area di interesse è vista come **griglia** di punti.

Altre particolari strutture, usate per la rappresentazione tridimensionale, sono:

- **TIN**
- **Multipatch**
- **Raster 3D**

### 1.3.1 Vector

Utilizzando la struttura vettoriale ogni oggetto del mondo reale è rappresentato tramite primitive geometriche associate ad un **riferimento spaziale** sulla base di un sistema di coordinate.

Visto che solitamente ci si appoggia ad un database per memorizzare queste informazioni, è pratica comune e molto utile aggiungere attributi agli oggetti, per poter rendere in seguito la mappa più dettagliata.

Quando rappresentiamo una mappa composta da dati tipo vector è fondamentale associare ogni oggetto ad un **layer**.

Tutti gli oggetti del mondo reale che si desiderano rappresentare sono organizzati in un numero finito di livelli detti **layer** o strati informativi, ad ognuno dei quali è associato un particolare tema.

Ogni layer è identificato univocamente e possiede delle proprietà, tra le più comuni abbiamo ad esempio il colore con cui verrà rappresentato, l'ordine di rappresentazione, spessore.

L'utilizzo più intuitivo dei layer è dato dalla possibilità di sovrapporli, rendendo più realistica la rappresentazione ad esempio imponendo che il layer "*strade*" sia sovrapposto al layer "*fiumi*".

L'esempio nella pagina seguente, ricavato dal progetto, mostra l'utilizzo dei layer.

### **LAYER “Strade urbane”**

Rappresenta le strade, i dati sono memorizzati come linee.

(Figura 1.1)

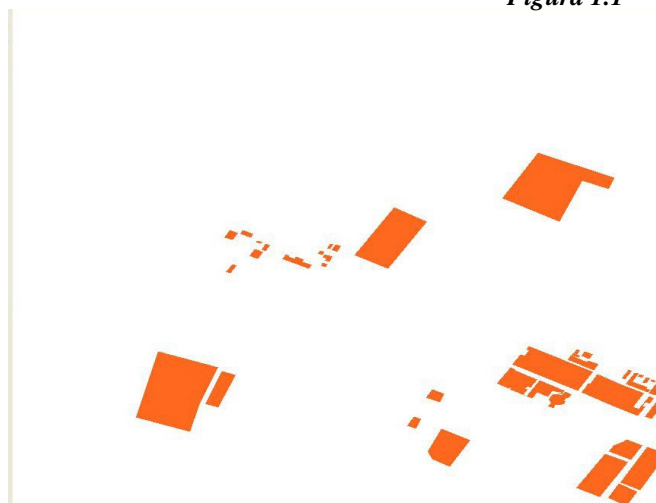


*Figura 1.1*

### **LAYER “Edifici”**

Rappresenta gli edifici, i dati sono memorizzati come poligoni.

(Figura 1.2)

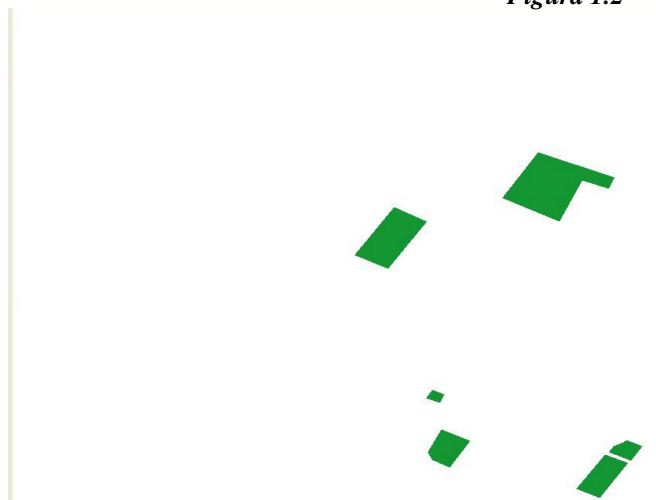


*Figura 1.2*

### **LAYER “Parchi”**

Rappresenta i parchi pubblici, come per gli edifici i dati sono memorizzati come poligoni.

(Figura 1.3)



*Figura 1.3*

Come si può notare ogni layer, visto singolarmente, fornisce poche informazioni riguardo alla porzione di territorio di interesse, ma sovrapponendoli si ha percezione della realtà molto più immediata.



La porzione di mappa che si ottiene sovrapponendo i layer è la seguente:



*Figura 1.4*

Ai layer sopracitati si aggiungono i seguenti (divisi per tipologia di dati).

**Linee:**

Extraurbane (Rosa)

Piste (Giallo tratteggiato)

Linee ferroviarie (Verde tratteggiato)

**Poligoni:**

Parcheggi (Blu)

Cimiteri (Nero)

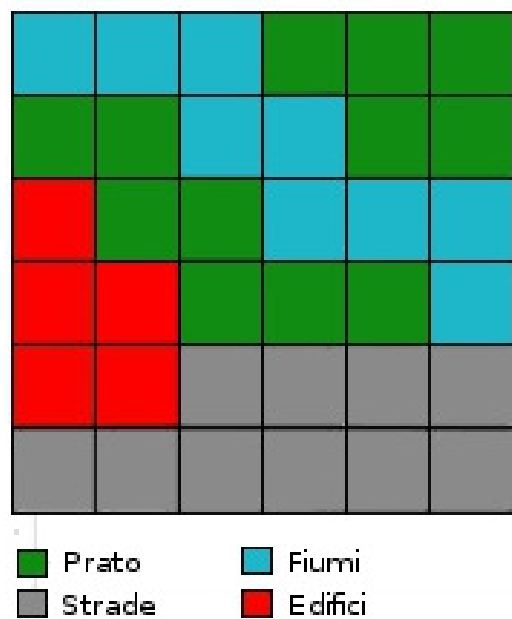
**Punti:**

I punti blu rappresentano le segnalazioni di disservizio, sono rappresentati con dimensione fissa per facilitarne la selezione ma per natura sono privi di dimensioni.

### 1.3.2 Raster

Utilizzando la struttura raster le informazioni sono rappresentate tramite una griglia (o matrice), ogni elemento della griglia è detto **pixel**.

Ad ogni pixel è associato un **valore d'intensità**, che può rappresentare un colore, una foto (risposta alla radiazione solare), la variazione di una caratteristica geografica (altitudine) o di un fenomeno (temperatura media).



*Figura 1.5 Es. di Raster*

La precisione di una mappa in formato **raster** può variare a seconda delle dimensioni dei pixel e della gamma di “colori” che si intende utilizzare, in particolare:

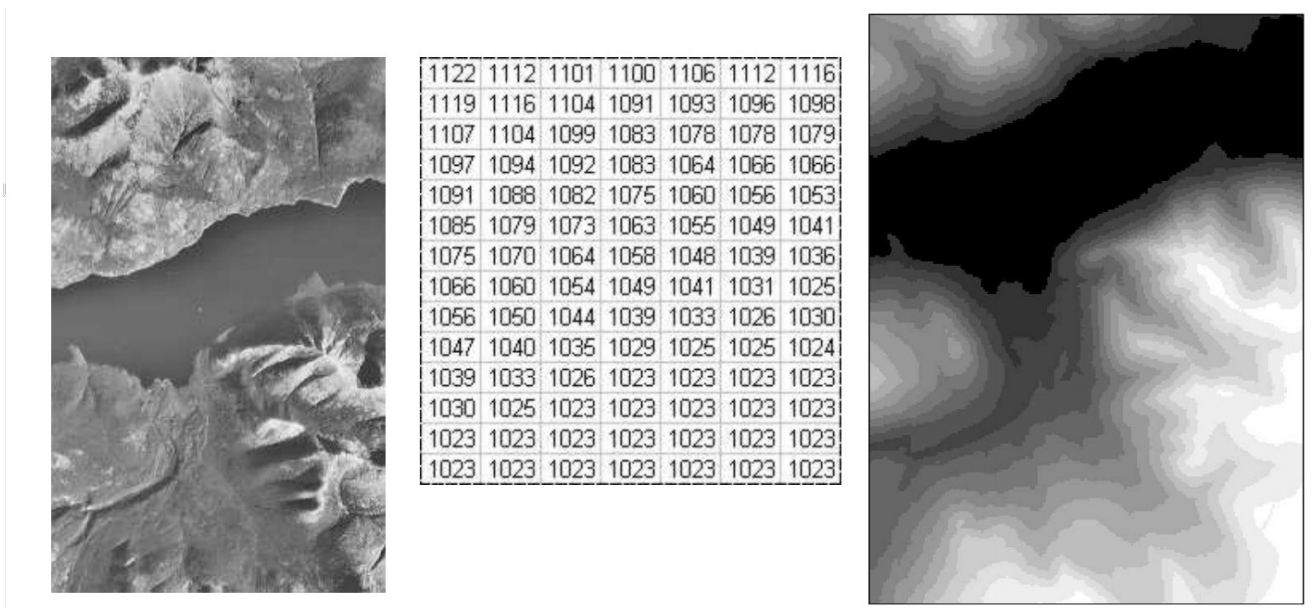
- più i pixel sono piccoli, più è precisa la **risoluzione spaziale** con cui si rappresenta la realtà (dpi),
- più la gamma di colori è ampia, più sarà precisa la rappresentazione delle variazioni d'intensità, aumentando la **risoluzione radiometrica**.

Per associare dei dati raster al mondo reale tipicamente si associa ad una cella il valore di una coppia di coordinate, per semplicità di solito è la prima.

In base al significato del valore associato alle celle si hanno tre tipologie fondamentali di file raster:

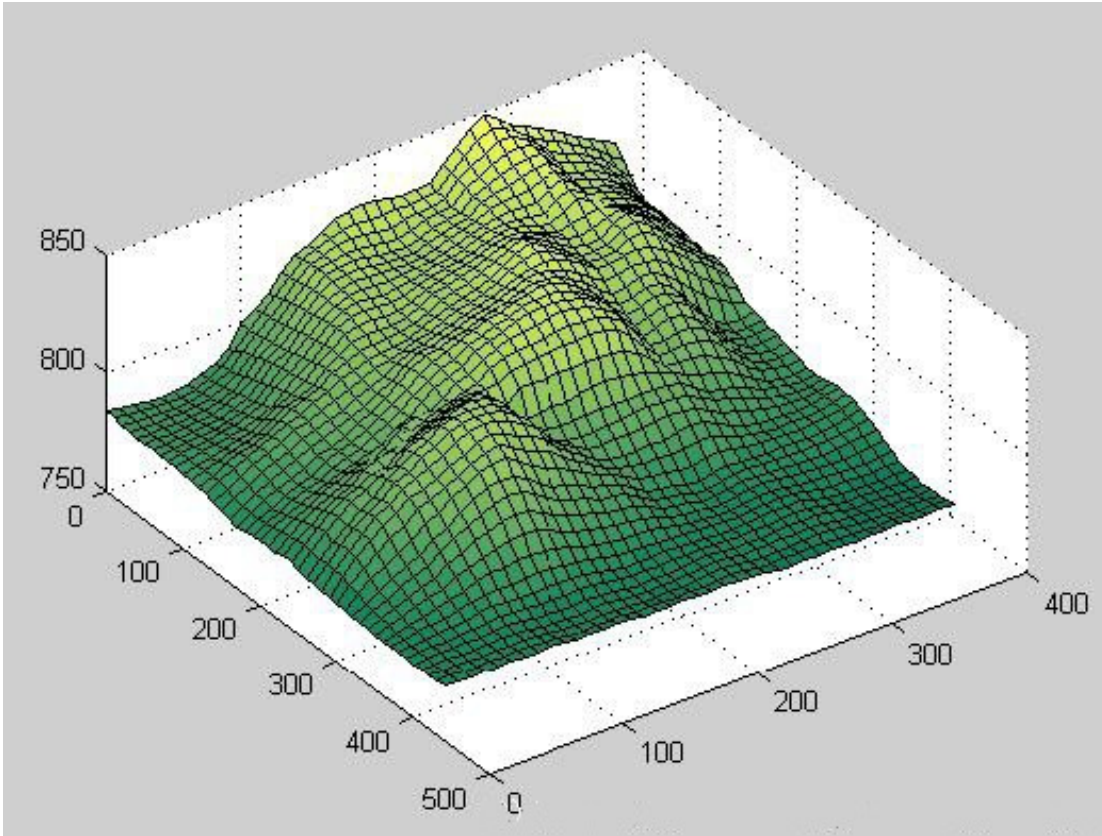
- **Immagini digitali:** dati recuperati da telerilevamento, l'informazione contenuta nel pixel rappresenta il valore radiometrico.
- **Immagini cartografiche:** per rappresentare carte, i colori associati ai pixel veicolano l'informazione
- **Raster tematici:** il valore associato a un pixel ne esprime un fenomeno (quantità di pioggia, temperatura) o, tramite codici, una classificazione (utilizzo suolo).

Un altro uso interessante dei tipi raster è il DEM (Digital Elevation Model), nel quale il valore di intensità di ciascuna cella corrisponde alla quota media del terreno che la cella rappresenta. (Figura 1.6)



**Figura 1.6** Esempio di struttura raster DEM, da sinistra a destra: terreno reale, matrice con valori altimetrici, rappresentazione digitale.

Grazie ai software più moderni il DEM può essere visualizzato in tre dimensioni, semplificando la visualizzazione dei dati e rendendo immediata la comprensione dell'andamento della superficie topografica. (Figura 1.7)



**Figura 1.7** Esempio di visualizzazione di DEM in tre dimensioni.

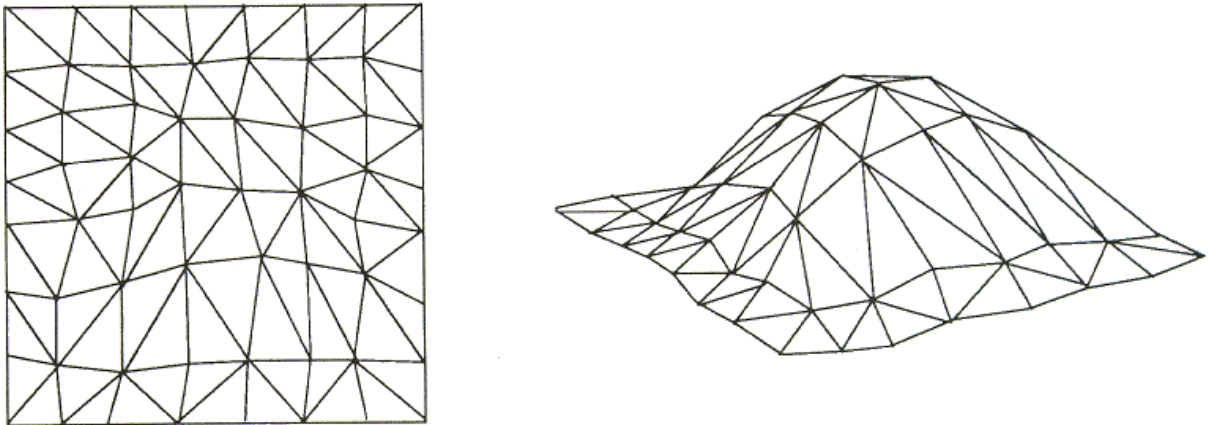
### 1.3.3 TIN

Per lo stesso scopo, ma tramite una metodologia diversa, abbiamo il TIN (Triangulated Irregular Network).

E' anch'esso pensato per la rappresentazione dell'altimetria e la si può considerare come una particolare evoluzione della rappresentazione vettoriale, infatti i dati sono memorizzati in formato geometrico. (Figura 1.8)

La morfologia del terreno viene rappresentata tramite varie facce triangolari, i vertici di questi triangoli sono dei punti rappresentati da coordinate tridimensionali.

Utilizzando il metodo della triangolazione di Delaunay i triangoli sono costruiti unendo ogni punto ai due più vicini.



*Figura 1.8 Esempio di rappresentazione di un TIN*

I DEM e i TIN in realtà rappresentano parzialmente la terza dimensione, ma per farlo completamente si possono utilizzare le tecniche sopracitate:

-**Le primitive geometriche** possono contenere (invece di coordinate x,y) coordinate tridimensionali x,y,z, per rappresentare strade in salita, edifici, fognature ecc.

-**I raster 3D** utilizzano i **voxel** al posto dei pixel, la matrice non sarà più bidimensionale ma tridimensionale, il mondo reale è scomposto in cubi.

Ovviamente per gestire la terza dimensione si deve far ricorso a software più potenti, algoritmi di rappresentazione più complessi, spazio richiesto per memorizzare i dati e complessità nel reperirli più elevati; considerato ciò si ha però una rappresentazione molto più veritiera del territorio che apre le porte ad innumerevoli logiche applicative.

## 1.4 Cartografia digitale distribuita

Finora abbiamo parlato delle tecniche più comuni per la memorizzazione di dati geografici e delle loro applicazioni, ora vedremo alcune di queste applicazioni, suddividendole in sistemi proprietari e sistemi open source, utilizzati sia on-line che off-line.

Con l'avvento del web la cartografia digitale è diventata fruibile a tutti (basti pensare ad esempio al famosissimo google map) e per innumerevoli scopi, come del resto era la cartografia standard, la differenza sta nel fatto che il lavoro di reperimento e visualizzazione dei dati è demandato ai computer, rendendo la consultazione di mappe molto più rapida, efficace e specifica.

Data la complessità ed i costi per reperire e mantenere i dati molti enti scelgono di non condividerli, ma di fornire solamente servizi ad essi correlati, è il caso dei sistemi proprietari.

### 1.4.1 Sistemi proprietari

Il più affermato sistema proprietario di cartografia digitale è ArcGIS, di proprietà di Esri, ente leader mondiale nel settore dei GIS che annovera tra i clienti anche università, governi e dipartimenti della salute e dei trasporti.

ArcGIS è usato per la creazione e l'uso di mappe, compilazione di dati geografici, analisi di mappe, condivisione di informazioni geografiche e gestione delle informazioni geografiche in una base di dati.

I pacchetti messi a disposizione variano a seconda delle funzionalità che forniscono:

- **ArcGIS Reader:** è gratuito, lavora in locale e permette di utilizzare le funzionalità di base di un GIS, dalla visualizzazione di mappe a semplici query spaziali.  
Accetta in input solo mappe create con ArcGIS Publisher.
- **ArcView:** a pagamento, permette di visualizzare e modificare dati memorizzati in database relazionali, oltre alle funzionalità di base di un GIS. (Figura 1.9)
- **ArcEditor:** a pagamento, estende le funzionalità di ArcView, in particolare permette di creare mappe, gestire dati raster, creare reti geometriche.

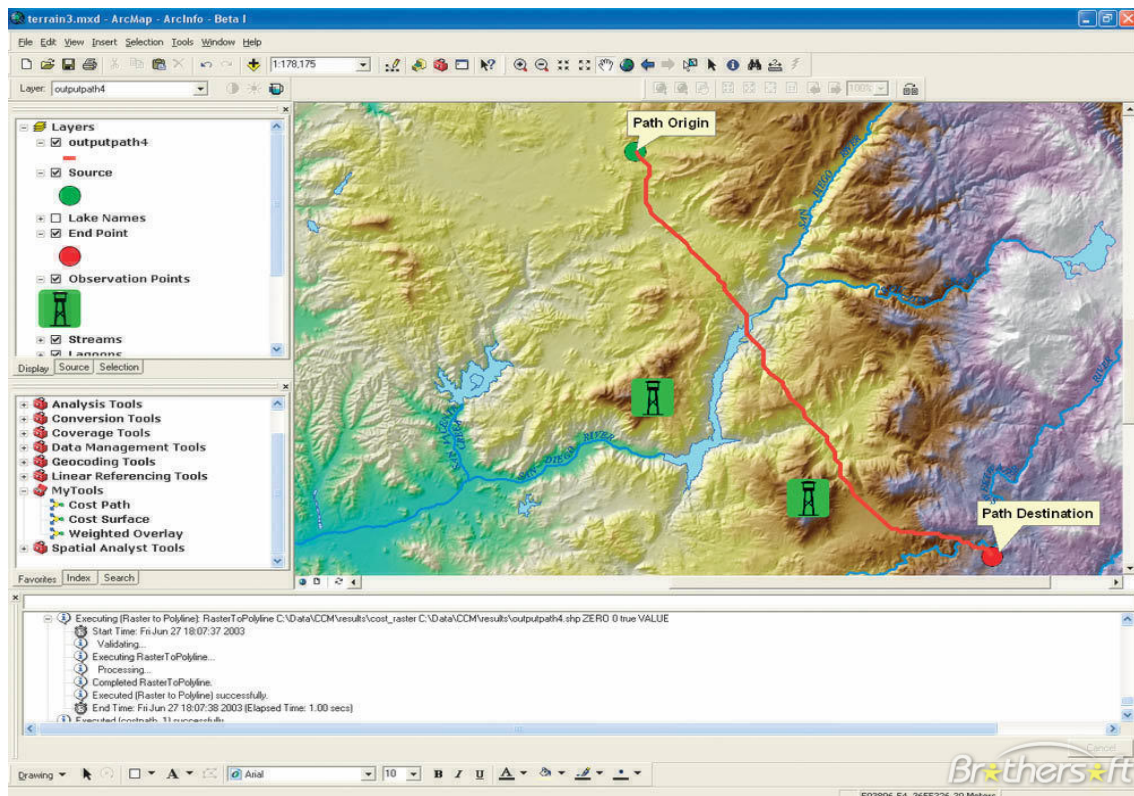


- **ArcInfo:** a pagamento, mette a disposizione (oltre a quelle sopraccitate) funzionalità avanzate di analisi spaziale, geoprocessing e data building.

Ogni pacchetto comprende più applicazioni ed è ampliabile tramite estensioni, ad esempio per gestire query di analisi spaziale in tre dimensioni.

Utilizzando questi pacchetti l'uso della cartografia è limitato dalle funzionalità messe a disposizione, è tuttavia possibile sviluppare applicazioni che sfruttano le librerie di ArcGIS e addirittura ne estendono le funzionalità, basta utilizzare **ArcGIS Server**.

In questo modo le potenzialità si moltiplicano, spaziando tra applicazioni desktop che si collegano a dati presenti nei server a pagine web che forniscono servizi di cartografia, o ancora (come già si sta sviluppando) all'utilizzo delle funzionalità sopraccitate tramite applicazioni di smartphone o tablet.



*Figura 1.9* Interfaccia di ArcView

## 1.4.2 Sistemi Open source

Come in ormai tutti i campi esistono alternative ai software a pagamento che, seppur meno potenti, tengono il passo dei concorrenti.

Il problema principale sta nel fatto di dover reperire dati, OpenStreetMap (i dati del progetto sono stati ricavati da qui) è un esempio di come ci sia volontà comune di “liberalizzare” i dati geografici, infatti il contenuto è completamente Open source e in continuo aggiornamento, con lo scopo di creare concorrenti open source ai GIS proprietari.

Sulla stessa linea di pensiero troviamo OSGeo, fondazione il cui scopo è sostenere e incentivare le tecnologie geospaziali open source, fornendo supporto finanziario e legale; è di fatto un punto di raccolta per tutti i promotori di tecnologie e dati geospaziali open source.

Il concorrente più rinomato dei sistemi proprietari è **QuantumGis** (QGIS).  
(Figura 1.10)

Il software, essendo open source, è in continua evoluzione e personalizzabile da chiunque ne sia in grado e lo desideri.

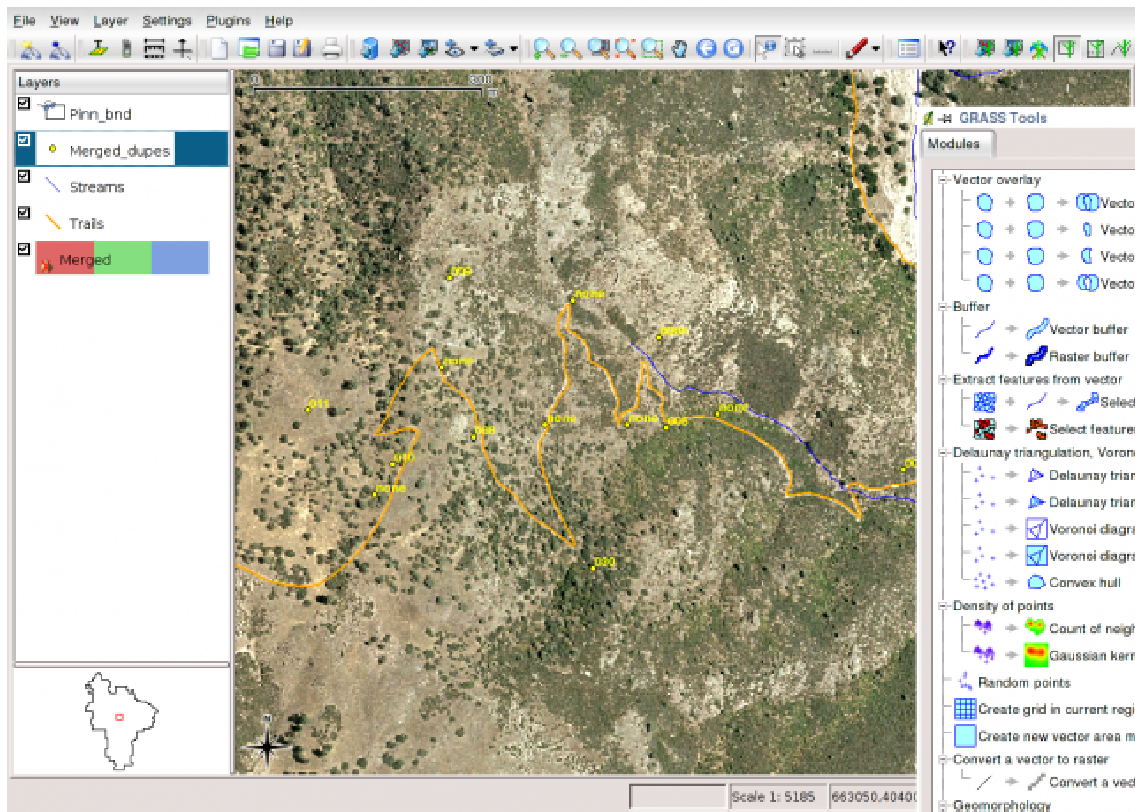
E' dotato delle funzionalità più avanzate e non teme troppo la concorrenza dei sistemi proprietari di cui, tra l'altro, è più leggero.

Una delle peculiarità di QGIS è che può far confluire dati provenienti da fonti differenti in un unico progetto.

Le funzionalità sono sostanzialmente le stesse dei sistemi a pagamento, quindi se si desidera crearne di nuove è necessario (e possibile) riscrivere il programma.

Anche QGIS mette a disposizione le sue librerie: QGIS Server permette l'implementazione di Web Map Service o di altri applicativi che sfruttano appunto le funzionalità di QGIS.





*Figura 1.10* Interfaccia di QGIS

## Capitolo 2

### Progettazione logica del sistema

#### 2.1 Specifiche

Lo scopo di questa applicazione, come si evince dal titolo, è di mettere a disposizione tutte le funzionalità necessarie per inserire, memorizzare e visualizzare segnalazioni di disservizi relative alla rete stradale di Castel Bolognese.

In questo modo le decisioni da prendere riguardo alla manutenzione della rete stradale cittadina richiederebbe meno tempo, avendo a disposizione un sistema centralizzato, inoltre la possibilità di modificare il progetto estendendone l'uso ai cittadini tramite web porterebbe ad una collaborazione a mio parere molto funzionale.

Le segnalazioni possono spaziare tra tutti i disservizi legati alla viabilità, ad esempio manto stradale sconnesso, marciapiedi rotti, tratti di piste ciclabili inutilizzabili, buchi nell'asfalto ecc.

Non comporterebbe la modifica del codice utilizzare l'applicazione per inserire segnalazioni riguardanti altre tematiche, in quanto per ogni segnalazione basta indicare solo la posizione, descrizione e foto.












Di seguito saranno elencate le principali funzionalità e caratteristiche a cui il sistema deve adempiere.

E' basilare disporre di un'interfaccia utente che permetta una navigazione della mappa relativamente rapida, è quindi necessario implementate le funzioni di base di navigazione, come il centramento e lo zoom.

Tali funzioni potrebbero risultare difficili da creare ex novo, si consiglia quindi di interfacciarsi con librerie già esistenti.

Non meno importante è la mappa stessa, che deve essere abbastanza dettagliata da permettere una comprensione rapida della rete stradale e abbastanza spoglia da rendere l'utilizzo dell'applicazione il più rapido possibile, riducendo il tempo di risposta all'utente.

Il compromesso tra dettaglio ed essenzialità è riassunto nella seguente legenda, che elenca i layer da utilizzare nella mappa e le loro caratteristiche.

NOME LAYER	TIPOLOGIA DATI	RAPPRESENTAZIONE
Strade urbane	Linee	
Extraurbane	Linee	
Fiumi	Linee	
Rii	Linee	
Piste	Linee	
Linee ferroviarie	Linee	
Edifici	Poligoni	
Parchi	Poligoni	
Parcheggi	Poligoni	
Cimiteri	Poligoni	
Segnalazioni	Punti	

Tale divisione rende la lettura della mappa abbastanza intuitiva, ma si può facilmente modificarla nel caso si desideri avere ancora più dettagli, è ad esempio possibile visualizzare i nomi delle strade extraurbane, o dei parchi, oppure definire una simbologia più specifica tramite icone, ad esempio per i parchi o gli ospedali. L'interfaccia è inoltre composta dai pulsanti per la gestione delle segnalazione di disservizi, uno per l'inserimento e uno per la visualizzazione.

Se l'utente sceglie di inserire una segnalazione basta che navighi la mappa fino al punto desiderato, selezioni il pulsante **“Aggiungi segnalazione”** e clicchi nel punto in cui vuole aggiungere la segnalazione, a quel punto sarà necessario inserire informazioni aggiuntive, quali nome, una breve descrizione e una foto.

Bisogna gestire l' eventualità che non esista una foto associata alla segnalazione, inserendo in sostituzione un' immagine di default.

Il sistema si occupa di memorizzare la segnalazione e i dati ad essa associati in un database.

Se l'utente desidera aprire una segnalazione esistente è sufficiente individuarla sulla mappa, selezionare il pulsante **“Apri segnalazione”** e cliccare sul simbolo della segnalazione, si aprirà un form per la visualizzazione del nome, descrizione e foto.

L'utente ha la possibilità di eliminare una segnalazione tramite il pulsante **“Elimina”** presente nel suddetto form.

I dati della segnalazione vanno reperiti dal database e mantenuti temporaneamente in memoria.

Bisogna gestire adeguatamente l'eventualità che due o più segnalazioni siano sovrapposte, perché riferite allo stesso luogo ma a disservizi diversi; l'idea di visualizzarle consecutivamente potrebbe essere una soluzione funzionale.

Per soddisfare le specifiche l'applicazione deve disporre dei seguenti strumenti:

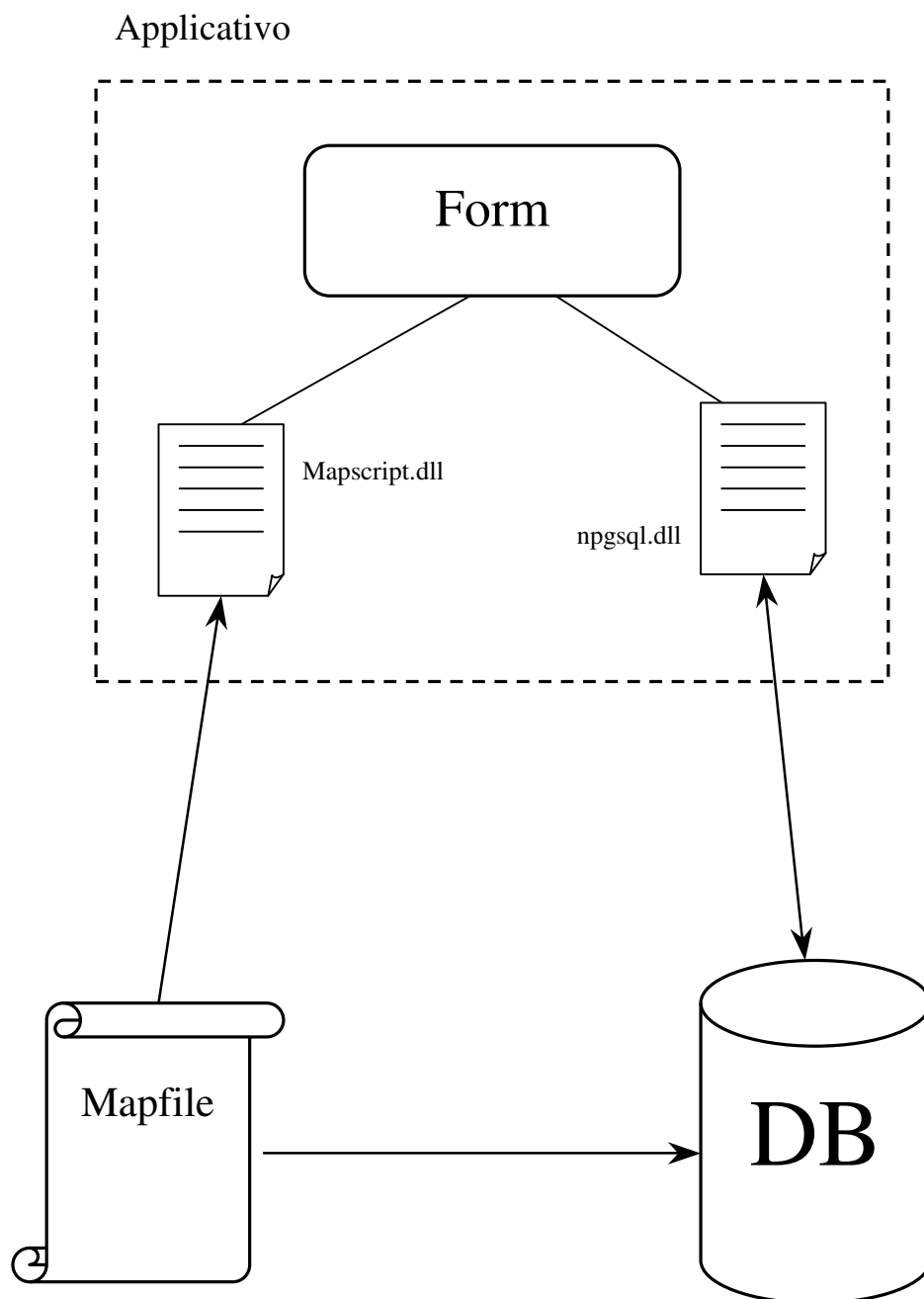
- Dati topografici della zona di interesse (sufficiente il formato vettoriale)
- DBMS per la gestione delle segnalazioni e dei dati
- Strumenti (Estensioni del DBMS) che permettano l'utilizzo di quey spaziali
- Strumenti per la rappresentazione della mappa
- Strumenti che forniscano le primitive per implementare le funzionalità di navigazione
- Librerie che consentano la comunicazione tra DBMS e l'applicazione
- Librerie che permettano di utilizzare le funzionalità di base di un sistema operativo, quali lettura e scrittura su file, gestione di immagini, gestione di form.

Tali scopi possono essere soddisfatti in svariati modi, essendovi una moltitudine di tecnologie che forniscono tali funzionalità.

Si è scelto di operare utilizzando dati, librerie e applicazioni open source, in quanto più che sufficienti ad adempiere questi compiti.

## 2.2 Architettura

L'architettura del sistema è rappresentata nello schema seguente (figura 2.1).



*Figura 2.1 architettura*

L'applicazione deve poter comunicare con il mapfile e con il database per:

- Recuperare le informazioni relative ai layer e la rappresentazione di ognuno di essi.
- Recuperare informazioni relative alle segnalazioni.
- Inserire nuove segnalazioni.
- Eliminare segnalazioni, modificando il database.

Esteso con la libreria mapscript.dll il programma è in grado di produrre una rappresentazione della mappa, oltre a mantenere in memoria (in un oggetto di tipo mapObj) informazioni aggiuntive quali, ad esempio, i nomi dei layer.

Esteso con la libreria npgsql.dll il programma può comunicare con il database, in particolare per inserire/eliminare segnalazioni o effettuare query spaziali (buffer) o semplici.

A sua volta il mapfile deve comunicare con il database, per recuperare i dati vettoriali relativi ad ogni layer.

## Capitolo 3

### Elementi implementativi

#### 3.1 Dati cartografici

I dati da reperire riguardano il comune di Castel Bolognese e la zona limitrofa, devono contenere informazioni relative alla rete stradale, ai percorsi pedonali e ciclabili, agli edifici e ai luoghi di pubblico interesse.

Si è scelto di utilizzare dati Open source, forniti da OpenStreetMap.

Essendo un sistema non proprietario alcuni dati sono parziali, ad esempio gli edifici, la cartina può quindi risultare spoglia, tuttavia le informazioni relative alla rete stradale sono abbastanza dettagliate e complete.

I dati sono stati scaricati nel formato .OSM, quello fornito dal portale, si è quindi resa necessaria una conversione in formato shapefile.

#### Shapefile

Lo Shapefile è un formato vettoriale per sistemi informativi geografici.

È stato sviluppato da ESRI ed è (quasi) open source, allo scopo di favorire l'interoperabilità tra sistemi ESRI ed altri GIS.

Si è di fatto imposto come standard per la tipologia dati vettoriale ed è utilizzato da moltissimi sistemi GIS.

Il termine Shapefile indica di norma un insieme di file che contengono varie informazioni, le estensioni di questi file sono .shp, .dbf e .shx.

Gli shapefile descrivono spazialmente punti, polilinee e poligoni, a ciascun elemento possono essere associate ulteriori informazioni.

La suddivisione delle informazioni all'interno dei file è la seguente:

- **.shp:** conserva la definizione geometrica dei dati
- **.shx:** mantiene l'indice delle geometrie
- **.dbf:** contiene gli attributi aggiuntivi associati ad ogni elemento

I tre file sopracitati sono fondamentali per il funzionamento di un qualsiasi GIS, esistono tuttavia una serie di file opzionali che specificano altre informazioni utili: .sbn,.fbn,.proj, .atx, ecc.

La sola rappresentazione vettoriale non è di per sé sufficiente per creare un GIS, in quanto contengono solo la definizione geometrica di ogni “feature”, ma non contengono le informazioni necessarie ad una rappresentazione.

Tali informazioni sono contenute nel file .dbf.

Gli shapefile ottenuti tramite la conversione dei dati ricavati da OSM sono stati importati in PostgreSQL, grazie alle funzionalità di PostGIS, convertiti in tipi di dato gestibili dal DBMS.

In questo modo le informazioni non sono più contenute in un gruppo di file, ma memorizzate nel database, per far sì che lo strumento con cui comunicare per reperire le informazioni relative alla mappa sia gestito adeguatamente.

Il DBMS è chiamato “Segnalazioni”, le informazioni sono il più possibile centralizzate.

Dopo l’importazione dei dati la suddivisione era minima, le tabelle erano:

Linee, punti, poligoni.

Ad alcune tuple di queste tabelle erano associate alcune informazioni, ricavati dai file .dbf, tuttavia queste informazioni erano parziali ed alcune addirittura superflue, per questo si è reso necessario un inserimento manuale, in particolare:

- Categoria: campo presente in tutte e tre le tabelle, serve a diversificare la rappresentazione dei dati geometrici indicando a quale delle categorie appartengono
- Nome: i nomi delle strade o degli edifici che non erano disponibili dopo l’acquisizione dei dati.

Il significato dell’ attributo categoria varia a seconda della tabella che si sta considerando.



Una **linea** può appartenere alle categorie:

- Strade urbane
- Strade extraurbane
- Fiumi
- Rii
- Piste
- Linee ferroviarie

Un **poligono** può appartenere a:

- Edifici
- Parchi
- Parcheggi
- Cimiteri

Un **punto** può appartenere a:

- Segnalazioni
- Temp

Tale attributo è necessario sia alle librerie di rappresentazione della mappa, per differenziare i temi, sia all' applicazione, per gestirne alcune logiche interne.

È stata aggiunta una funzione per disegnare manualmente sulla cartina nuovi edifici, qualora si ritenga necessario, con la possibilità di definire la categoria dell' edificio creato; l' utilizzo è abbastanza intuitivo e non è da escludere l' estensione di tale funzionalità anche alle strade, bisogna però tener conto che essendo manuale i dati inseriti saranno poco precisi.

## 3.2 DBMS

Il DBMS che si è scelto di utilizzare è PostgreSQL, perché gratuito e completo, ma soprattutto è possibile installarne un'estensione, chiamata PostGIS, che mette a disposizione tipologie dati e funzioni ad hoc per la gestione e l'utilizzo di dati georeferenziati.

### 3.2.1 PostgreSQL

PostgreSQL è un completo database relazionale ad oggetti rilasciato con licenza libera. E' una valida alternativa ai sistemi gratuiti e a quelli proprietari ed offre caratteristiche all'avanguardia nel campo dei database.

PostgreSQL, come gli altri DBMS, usa il linguaggio SQL per eseguire le query sui dati.

I dati sono memorizzati in tabelle e le correlazioni sono gestite con le chiavi esterne.

Il pregio principale che PostgreSQL vanta rispetto ai concorrenti è la maggiore semplicità nel costruire applicazioni.

È possibile infatti definire nuovi tipi di dati basati sui normali tipi di dati SQL, conferendo al database la possibilità di comprendere dati complessi.

Un esempio è dato dalla possibilità di definire un indirizzo come un insieme di stringhe, per rappresentare separatamente il numero civico, la città ecc.

Come ormai tutti i DBMS all'avanguardia è supportata l'ereditarietà.

Oltre alla possibilità di definire funzioni SQL (utili ma non sufficienti) PostgreSQL offre le funzionalità per utilizzare un linguaggio di programmazione ad oggetti.

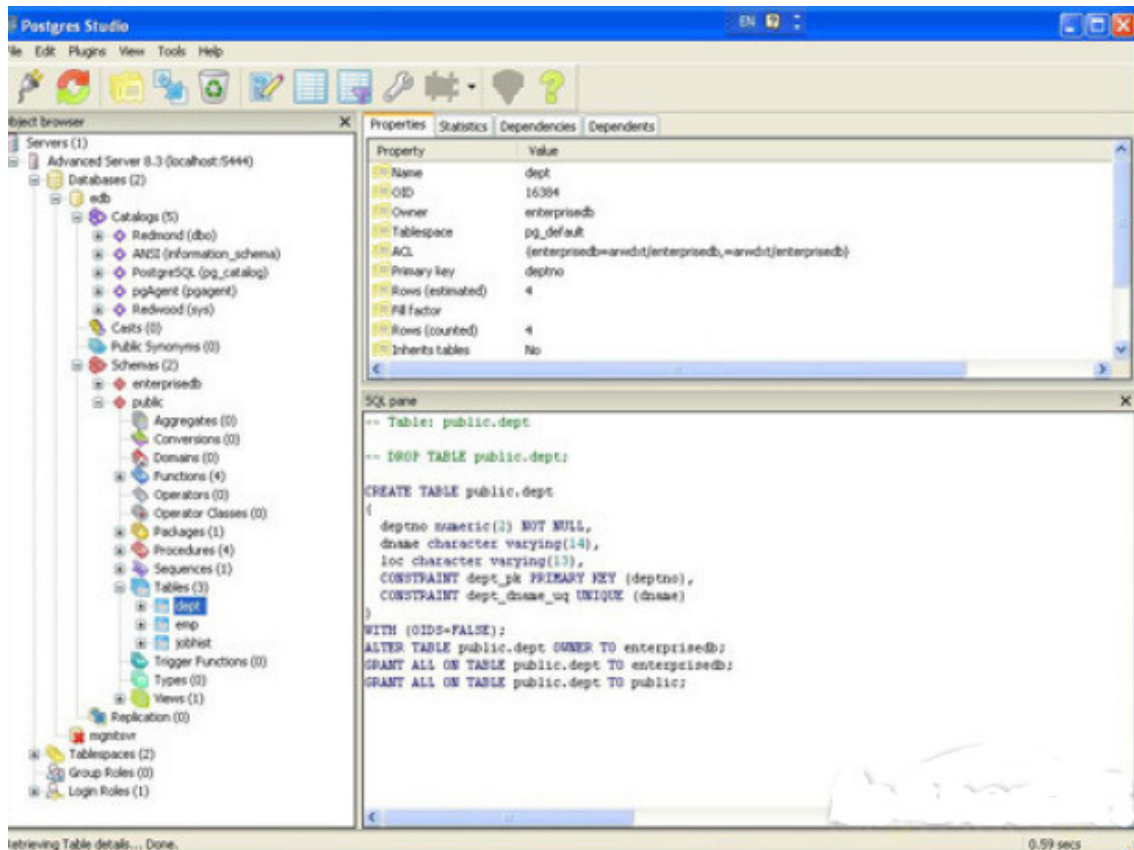
I linguaggi supportati sono vari:

- **PL/pgSQL:** simile al linguaggio procedurale di Oracle PL/SQL, offre particolari vantaggi nell'utilizzo intensivo di query.  
È il linguaggio di default di PostgreSQL.
- **Wrapper:** uno dei più diffusi linguaggi di scripting, permette una valida manipolazione di stringhe e può utilizzare varie librerie.
- **C/C++:** se si desidera avere prestazioni maggiori o logiche di programmazione complesse.

Le procedure o funzioni sono memorizzate direttamente nel database, in questo modo le logiche applicative sono applicate direttamente dal server di database ed è maggiore l'affidabilità e la leggerezza del codice dei client.

Lo scambio di dati tra client e server è ridotta al minimo.

È possibile definire indici per l'accesso rapido ai dati o indici multipli per eseguire interrogazioni complesse.



*Figura 3.1* Interfaccia di PostgreSQL.

### 3.2.2 Schema

La struttura del database è molto semplice, non sono infatti presenti relazioni tra le tabelle.

Il database è esteso con PostGIS, per poter fruire di funzioni di geospazialità.

Le tabelle sono le seguenti:

#### Tabella Linee

Contiene le informazioni su tutti i dati rappresentati come linee in formato vettoriale.

La definizione geometrica è indicata nel campo `the_geom` di tipo `geometry`, un tipo fornito dall'estensione PostGIS.

Il nome della strada/pista/linea ferroviaria è indicato nel campo `name`, il tipo di linea nel campo `categoria`.

Gid	The_geom	Nome	Categoria
13	'0105000020B...'	'Viale Bologna'	'Via'
11	'0105000020B...'	'Senio'	'Fiumi'

#### Tabella Poligoni

Contiene le informazioni relative ai dati rappresentati come poligoni, come per le linee la definizione geometrica è indicata nel campo `the_geom`, il nome nel campo `name` e la tipologia di poligono nel campo `categoria`.

Gid	The_geom	Nome	Categoria
32	'0105000340B...'	'Parco Biancini'	'Parco'
58	'0105000020B...'	'Municipio'	'Edifici'

## Tabella Segnalazioni

La tabella contiene tutte le segnalazioni, rappresentate tramite punti descritti nel campo the\_geom, altri campi come come, testo, foto contengono le informazioni relative ad una segnalazione, fornendo un nome, una descrizione e il percorso ad una foto.

Gid	The_geom	Nome	Descrizione	Foto
2	'010500020C...'	'Seg. Via Roma'	'Il manto stradale...'	'C:\FotoSeg...'
58	'0105000020B...'	'Seg. Viale'	'La pista ciclabile...'	'C:\FotoSeg...'

## Tabella Punti

Si è scelto di mantenere tale tabella per poter gestire l'inserimento manuale di edifici, infatti sono utilizzati dati **temporanei** per rendere più chiari i vertici del poligono che si disegna.

Il campo the\_geom è di tipo geometry, messo a disposizione dall'estensione PostGIS, in esso è contenuta solamente la definizione geometrica dell'oggetto a cui si riferisce, l'associazione ad una coppia di coordinate è infatti indipendente da tale definizione e indicata nel mapfile.

### 3.2.3 PostGIS

PostGIS è un'estensione spaziale per il database PostgreSQL, è open source e segue le specifiche definite dal Open Geospatial Consortium (OGC).

È progettato per essere leggero, favorendo l'utilizzo di query spaziali.

Nel progetto sono state utilizzate funzionalità di PostGIS basilari per il trattamento di dati georeferenziati, ad esempio:

- **Buffer:** data una coppia di coordinate e un range il DB esegue una ricerca che parte dal punto indicato con raggio definito da range
- **STText:** dato un campo di tipo geometry la funzione ne restituisce una rappresentazione alfanumerica; particolarmente utile per gestire i dati di tipo geometry nel proprio codice.

Altri esempi possono essere funzioni che verificano il contenimento, che calcolano l'area ecc.

## 3.3 Linguaggio

Il linguaggio di programmazione ad oggetti utilizzato è il C#, in quanto mette a disposizione tutte le funzionalità del framework di window ed è intuitivo e semplice.

Utilizzando le librerie di MapScript l'accessibilità alla mappa è semplificata.

Utilizzando le librerie di npgsql la comunicazione con il DBMS è rapida e semplificata.

## 3.4 Mapserver

Per la rappresentazione della mappa lo strumento utilizzato è Mapserver, o meglio, le sue librerie.

Queste librerie contengono tutte le funzioni necessarie alla rappresentazione dettagliata di una mappa e alla sua navigazione.

Sulla base di un file xml chiamato **MapFile** queste librerie sono in grado di produrre un'immagine che raffigura la posizione di navigazione attuale dell'utente, oltre che a fornire importanti informazioni come le coordinate di un click, lo zoom, il centramento.

MapServer è un ambiente multiplatforma Open source finalizzato alla rappresentazione di dati geospaziali.

Come dichiarato dagli sviluppatori non è un GIS completo.

Il progetto ad oggi è supportato da sviluppatori sparsi per tutto il mondo e da organismi come la NASA.

Può essere utilizzato anche per realizzare applicazioni web, i webGIS, sfruttando un processo server.

Mapserver include molti altri sistemi gratuiti, in particolare PostgreSQL Client Library, un'interfaccia che facilita la comunicazione con PostGIS.

Utilizzando le informazioni contenute nel mapfile Mapserver può produrre output grafici o alfanumerici.

Può facilmente essere integrato in applicazioni, anche web, tramite Mapscript.

## 3.5 Mapfile

Il MapFile è un file xml che contiene tutte le informazioni necessarie alla rappresentazione della mappa.

L'estensione è tipicamente .map.

Al suo interno sono memorizzati il riferimento geografico delle coordinate, le dimensioni (in pixel) del riquadro che si intende utilizzare, il colore di sfondo, il formato dell'immagine prodotta e l'unità di misura.

Un'altra caratteristica fondamentale del MapFile sta nel fatto che contiene la definizione dei layer della mappa.

I layer sono identificati da un nome, appartengono a un certo tipo, e fanno riferimento a dei dati.

Per una rappresentazione più intuitiva vi sono altri attributi disponibili, come il colore o lo spessore ad esempio.

Il seguente è un esempio di definizione di un layer all'interno del MapFile.

```
LAYER
NAME "Fiumi"
STATUS ON
TYPE LINE
UNITS METERS
DATA "the_geom from (SELECT * FROM linee WHERE categoria ='fiume') as foo using
unique id using SRID=3003"
CONNECTIONTYPE postgis
CONNECTION "user=postgres password=admin dbname=postgis host=localhost"
CLASS
STYLE
COLOR 72 118 255
WIDTH 4
END
END
END
```

Come si può notare dall'esempio i dati vengono estrapolati dal database, utilizzando un'istruzione SQL, in alternativa è possibile ricavarli direttamente da file, ma si è scelto di operare così in quanto la continua modifica delle informazioni risulta più semplice e sicura utilizzando un DBMS.

Il sistema utilizza alcune funzioni della libreria di mapscript per creare l'immagine della mappa, queste librerie assolvono i loro compiti comunicando con il file .map, che a sua volta comunica con il database.

Sono utilizzate inoltre alcune funzionalità della libreria npgsql per inserire i dati opportunamente convertiti nel database o recuperarli.



# Capitolo 4

## Casi d'uso

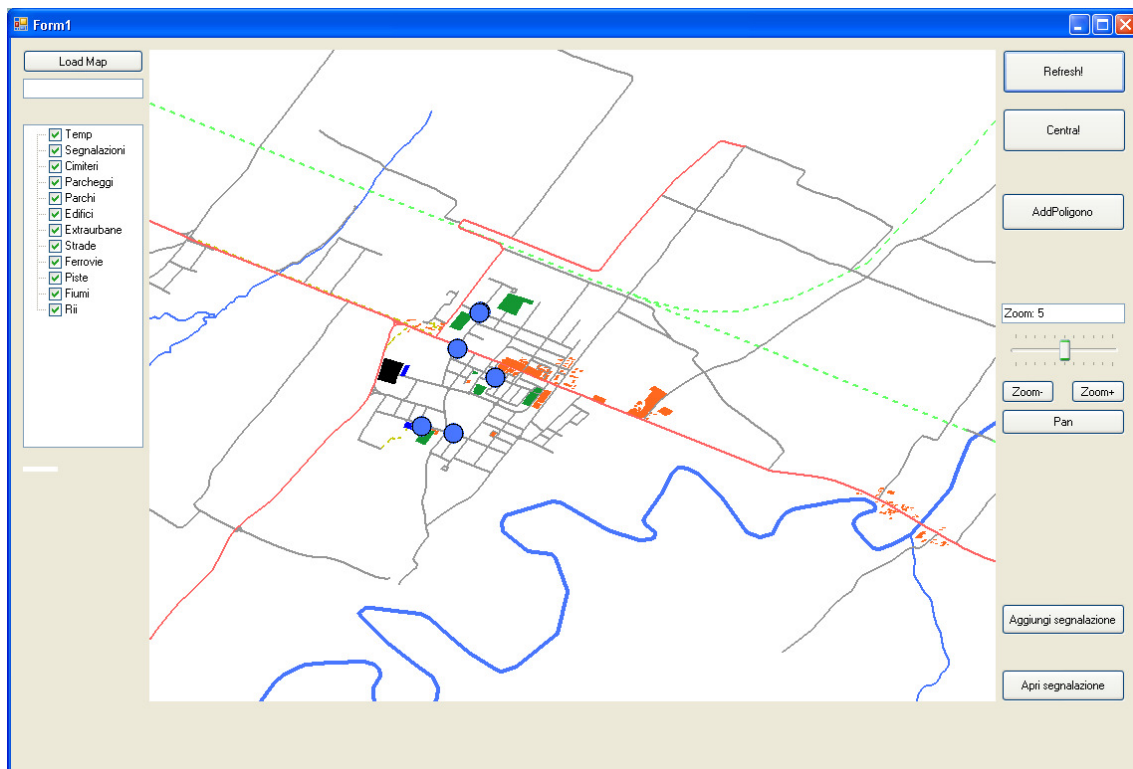
### 4.1 Interfaccia

Si è cercato di costruire un' interfaccia semplice ed intuitiva (figura 4.1).

Ovviamente è data più importanza alla mappa, situata a centro.

A sinistra si trova la lista dei layer e il pulsante per caricare una mappa differente.

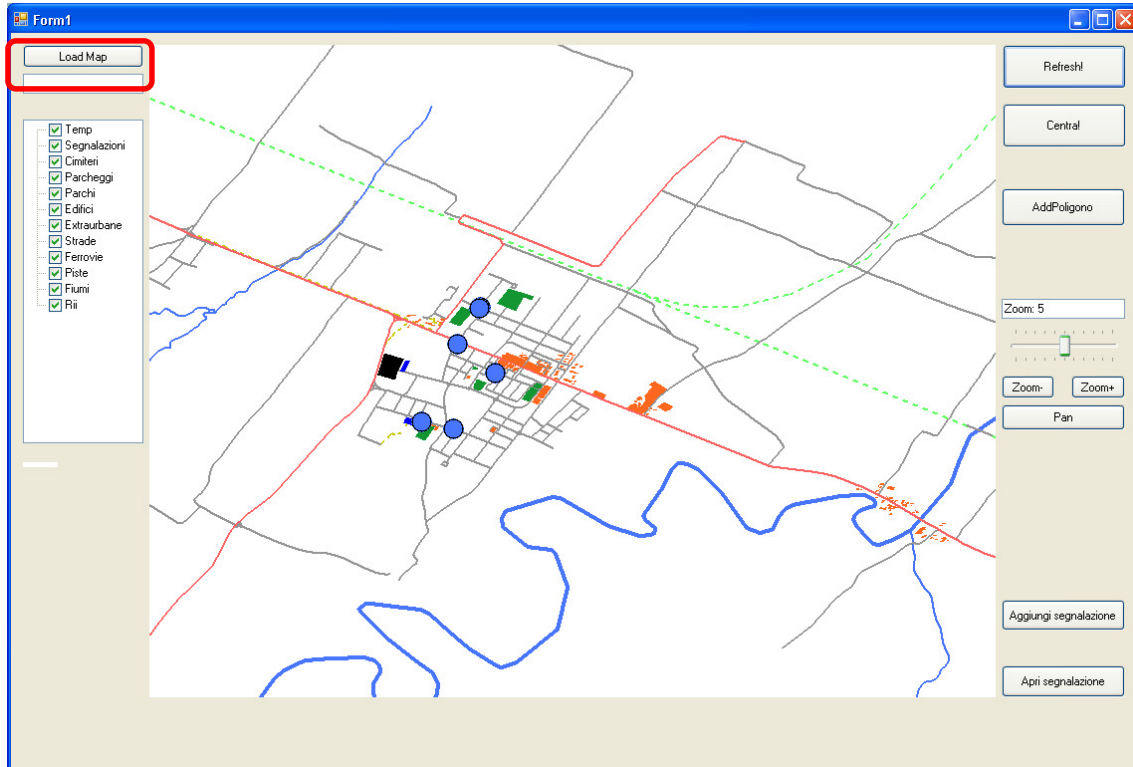
A destra sono situati i pulsanti principali utilizzati nelle fasi di inserimento, gestione e visualizzazione delle segnalazioni.



*Figura 4.1* Interfaccia

## 4.2 Load Map

La mappa scelta come default rappresenta la zona di Castel Bolognese, ma è possibile caricarne una qualsiasi (opportunamente gestita) tramite il pulsante Load Map (figura 4.2).



*Figura 4.2 Pulsante Load Map*

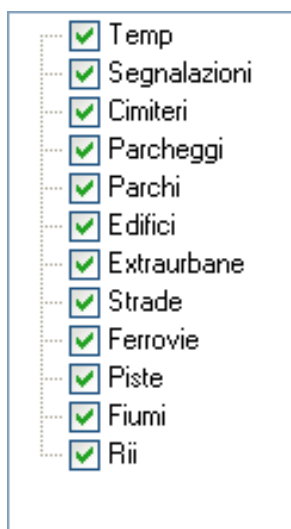
Bisogna tener conto del fatto che nel database sono memorizzate sia le segnalazioni che i dati cartografici di Castel Bolognese; caricando un' altra mappa (i cui dati come già detto possono essere memorizzati in svariati modi) ed inserendovi segnalazioni si creerebbe confusione nel Database.

Se si desidera utilizzare l'applicazione in questo senso è consigliabile modificare la struttura del Database, o meglio, scegliere una politica adeguata per il mantenimento dei dati.

## 4.3 Visualizza Layer

L'utente ha a disposizione la possibilità di visualizzare solamente i layer che desidera. Di default tutti i layer sono visibili, ma deselegzionando le caselle che si trovano a sinistra della mappa l'utente può scegliere quali layer visualizzare e quali no (figura 4.3).

Può essere utile nel caso in cui alcune informazioni vengano considerate superflue.



*Figura 4.3 Lista dei Layer*

## 4.4 Naviga

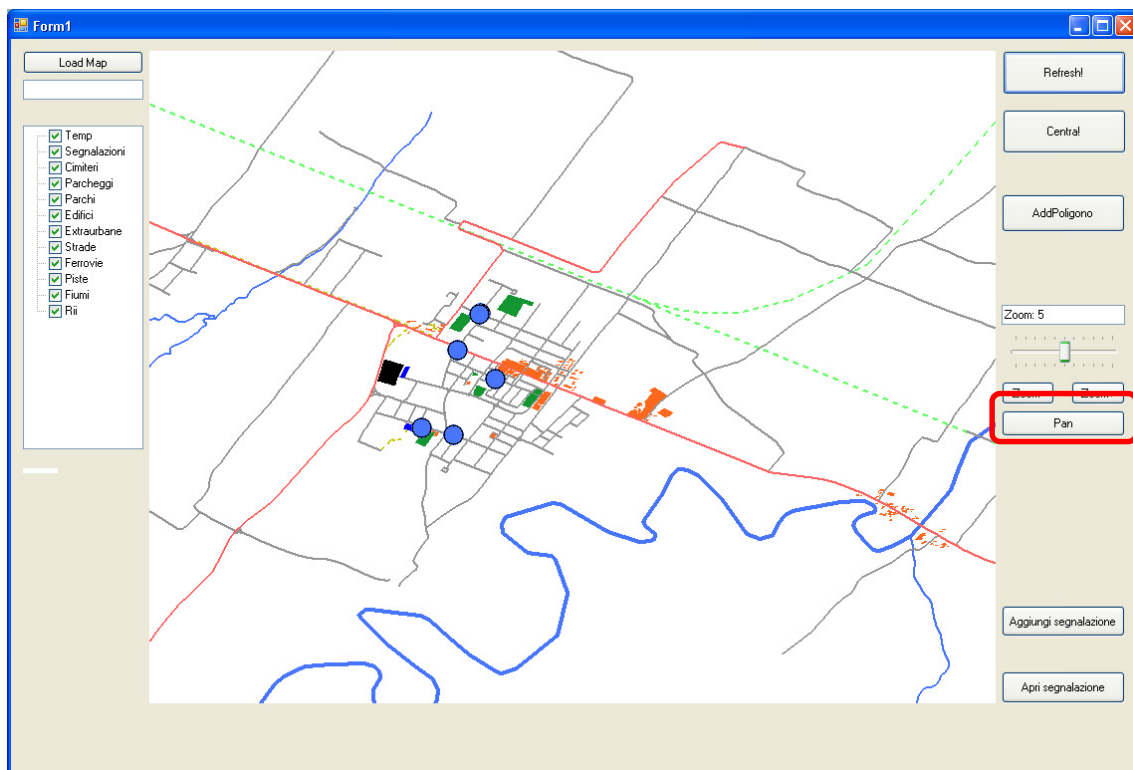
La funzionalità permette di “navigare” all’interno della mappa, spostandosi da un punto all’altro.

Tipicamente utilizzata per raggiungere un determinato luogo o per avere una visione globale della mappa.

Per poter fruire di questa funzionalità è necessario scegliere la modalità pan, cliccando sul pulsante corrispondente (figura 4.4).

Fatto ciò il cursore cambierà d’aspetto, è ora possibile centrare la mappa sul punto desiderato semplicemente cliccandovi.

In alternativa è possibile utilizzare il tasto destro del mouse, senza avere la necessità di entrare in modalità pan.

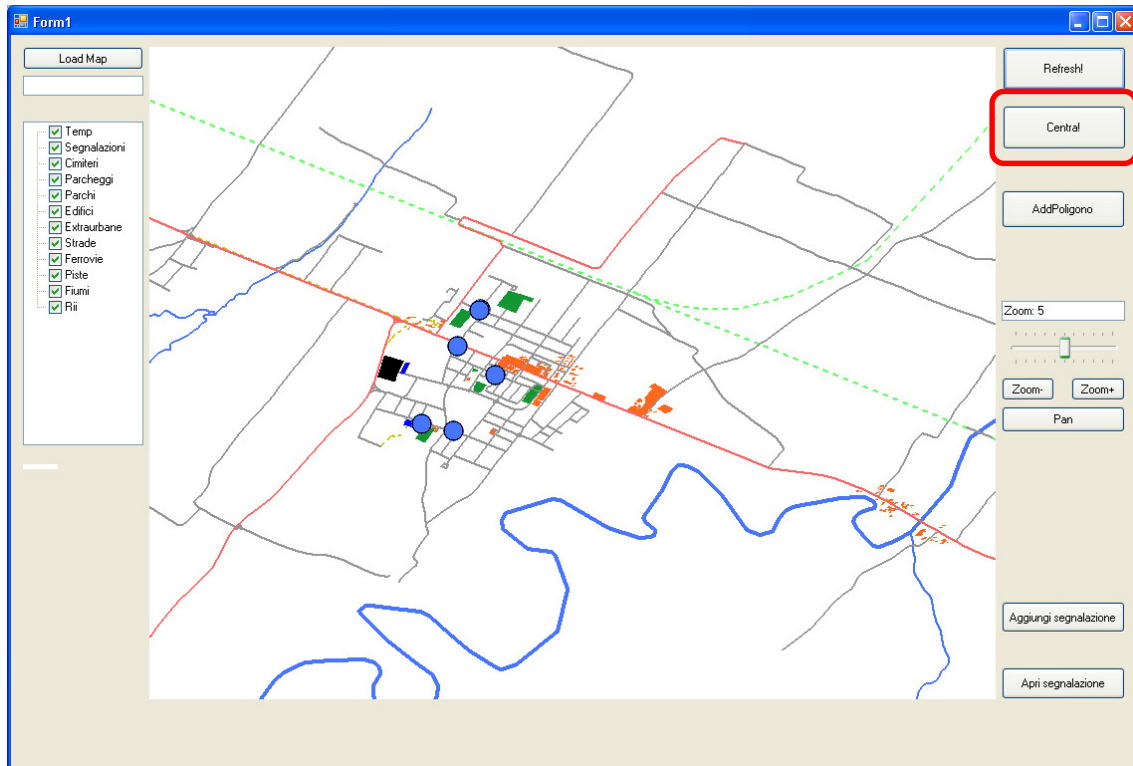


*Figura 4.4 Pulsante pan per la navigazione*

## 4.5 Centra

La funzione “Centra” permette di tornare alle coordinate di default definite per la mappa.

Per utilizzarla è sufficiente cliccare sul pulsante “Centra” (figura 4.5).



*Figura 4.5 Pulsante centra*

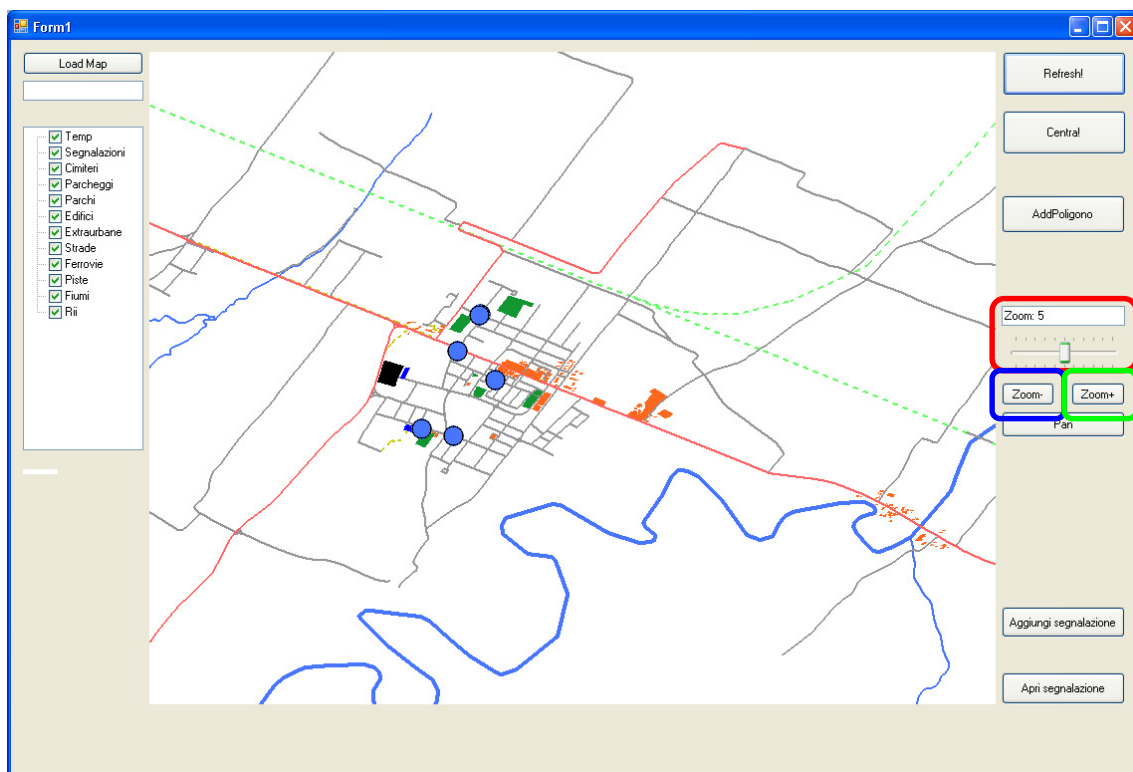
## 4.6 Zoom

La funzione “Zoom” serve ad avere una rappresentazione della mappa più o meno vicina.

Si divide in Zoom+ e Zoom-, che servono rispettivamente ad ingrandire e rimpicciolire la mappa.

Per utilizzare tali funzioni basta cliccare sul pulsante desiderato (figura 4.6), il cursore assumerà l’aspetto di una lente d’ingrandimento, cliccando un punto sulla mappa verrà effettuata una navigazione fino al punto e uno zoom (+ o – a seconda della scelta) (figure 4.7 e 4.8).

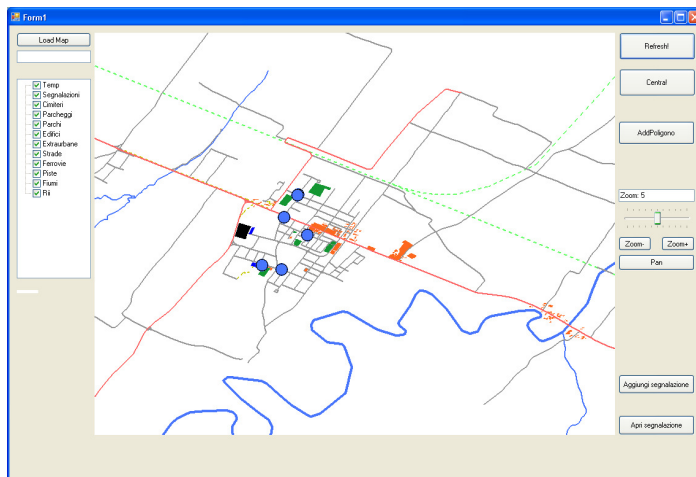
In alternativa è possibile utilizzare la trackbar (figura 4.6), spostando il cursore della trackbar a destra o a sinistra si otterrà un incremento o un decremento dello zoom, mantenendo centrate le attuali coordinate.



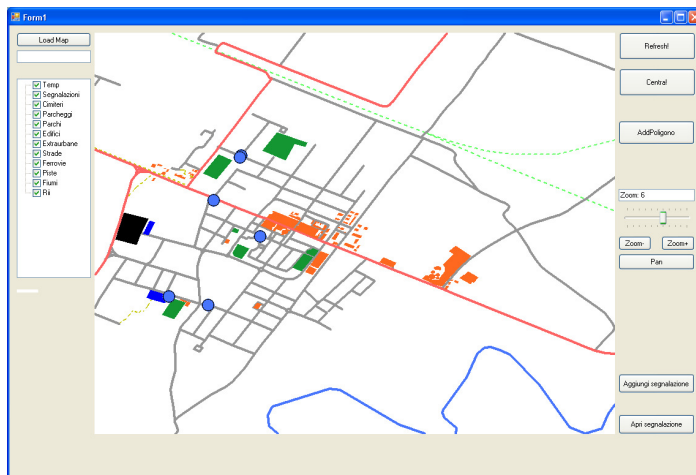
**Figura 4.6**

*In rosso: trackbar e valore attuale di zoom.*

*In blu e verde rispettivamente: pulsante per zoom- e pulsante per zoom+*



**Figura 4.7** Visualizzazione standard

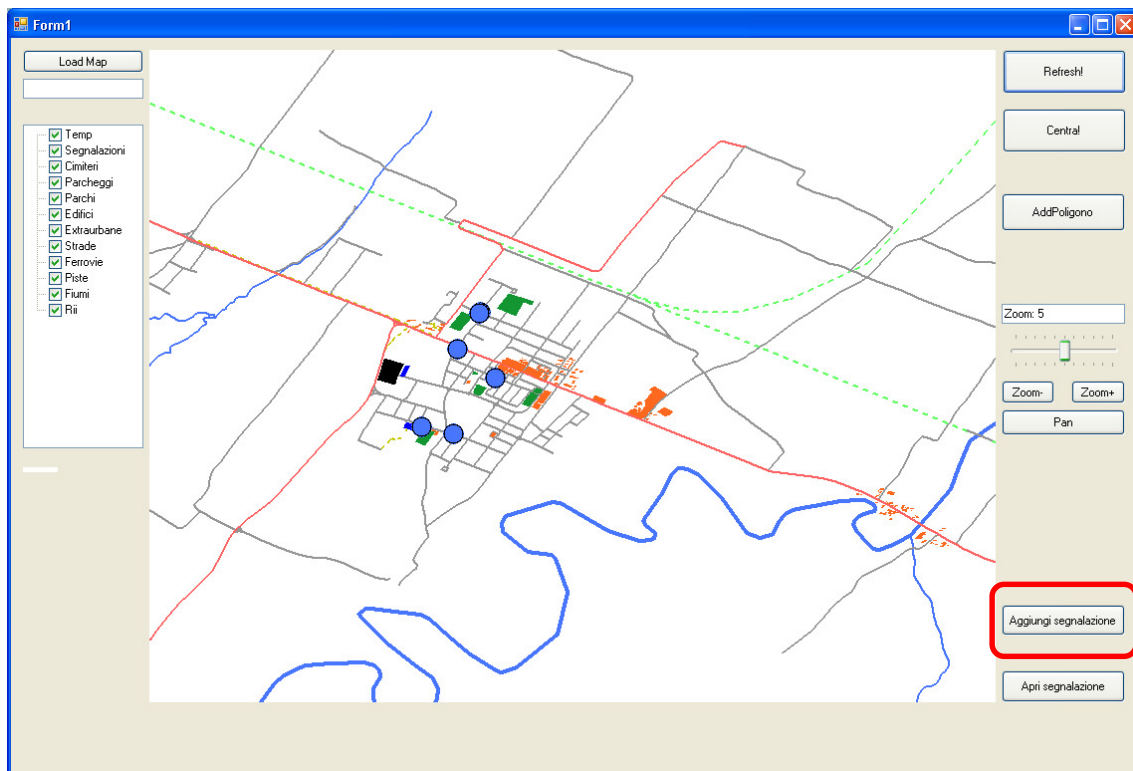


**Figura 4.8** Visualizzazione zoomata

## 4.7 Inserimento

Per inserire una segnalazione i passi da svolgere sono i seguenti:

- Tramite la funzione pan si naviga la mappa fino alla zona limitrofa al luogo interessato
- Eventualmente si può effettuare uno zoom per essere più precisi.
- Si clicca sul pulsante “Aggiungi segnalazione” (figura 4.9). Il puntatore del mouse assume l’ aspetto di un mirino.
- Si clicca sul punto in cui si desidera inserire la segnalazione



**Figura 4.9** Pulsante Aggiungi segnalazione

Attraverso questi passi il sistema è in grado di associare alle coordinate scelte un punto, di tipologia segnalazione, memorizzandolo nel database.

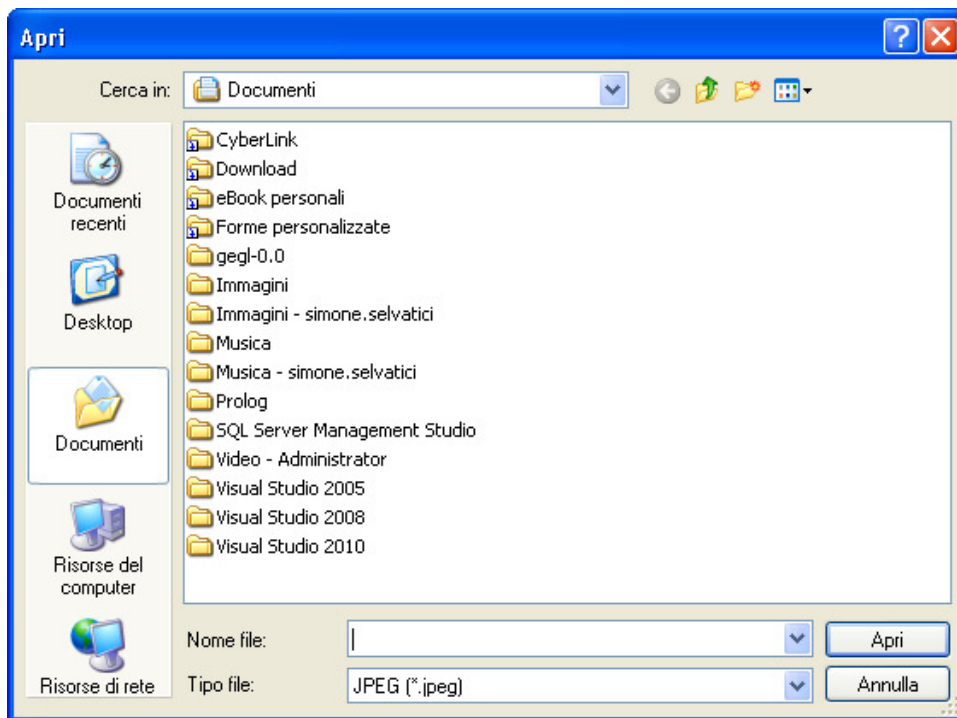
Una volta scelto il punto è necessario inserire informazioni aggiuntive, questa funzionalità è gestita da alcuni piccoli form dedicati all' acquisizione di dati, in particolare:

- È richiesto un nome da associare alla segnalazione (figura 4.10)
- È richiesta una descrizione della segnalazione (figura 4.11)
- È richiesta una foto della segnalazione (figura 4.12)

**Figura 4.10** Form di inserimento del nome

**Figura 4.11** Form di inserimento della descrizione





**Figura 4.12** Form per l'inserimento della foto

Le informazioni richieste sono memorizzate nel database dopo gli opportuni accorgimenti relativi alla gestione dei tipi di dati (ad esempio conversione delle coordinate in un dato di tipo geometry).

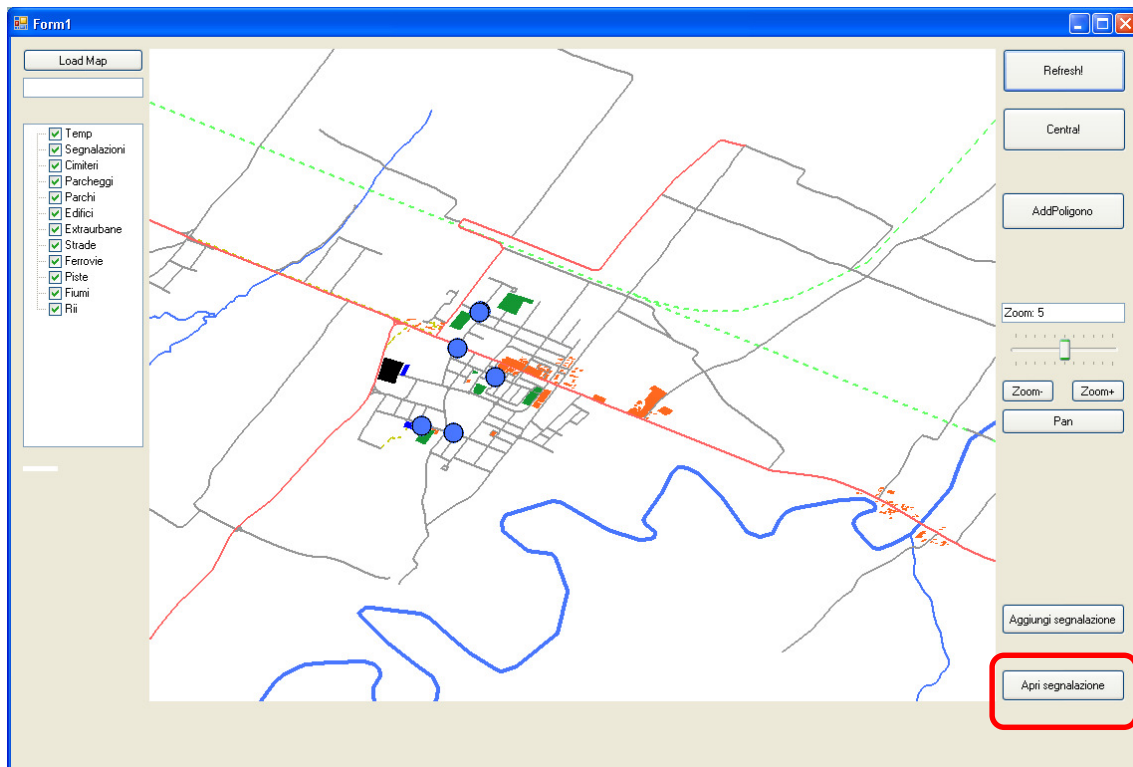
La scelta della foto da associare alla segnalazione viene fatta tramite un classico form di caricamento file, basta ricercare sul pc o sui dispositivi la foto.

Il sistema si occupa di reperire la foto, copiarla nella cartella predefinita ed inserirne nel database il nome.

Se l'utente non desidera inserire ulteriori informazioni o non è in possesso di una foto è sufficiente cliccare su annulla, il sistema inserirà dei valori di default, compresa un'immagine.

## 4.8 Visualizzazione

Per visualizzare una segnalazione bisogna innanzitutto navigare la mappa fino alla segnalazione scelta, attivare la modalità “Apri segnalazione” tramite il pulsante (figura 4.13) e cliccare sul cerchio che indica la segnalazione, il cursore assume l’aspetto di una mano.



*Figura 4.13 Pulsante Apri segnalazione*

È molto importante il ruolo svolto da PostGIS, in quanto essendo le segnalazioni puntiformi, è quasi impossibile cliccare esattamente sul punto.

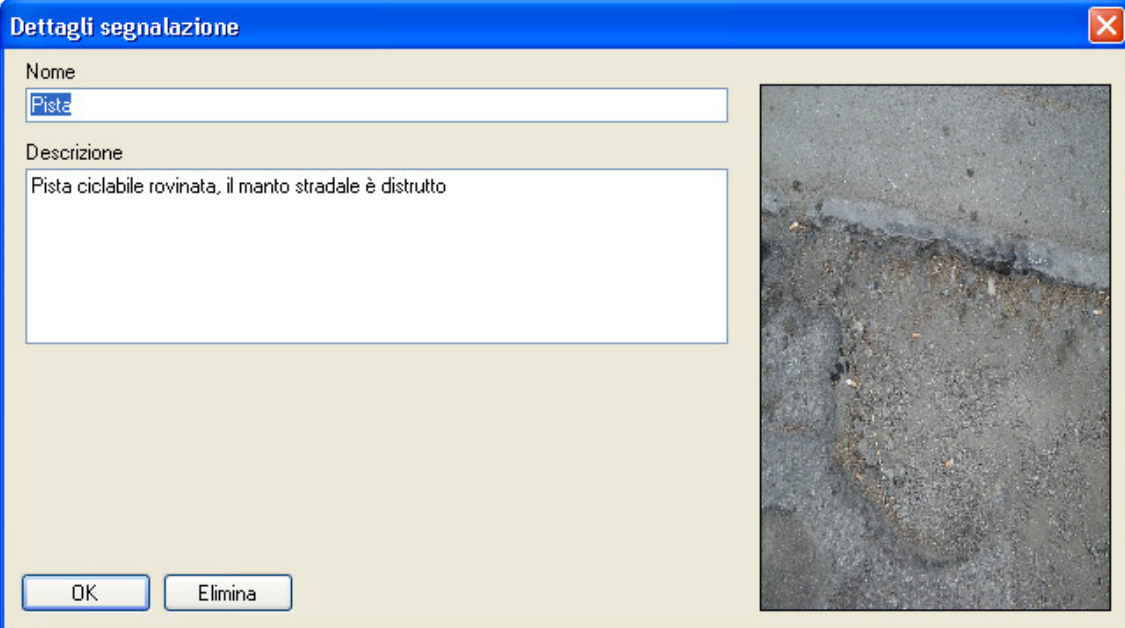
Per individuare la segnalazione che l’utente vuole visualizzare il sistema esegue (tramite una funzionalità messa a disposizione da PostGIS) un’interrogazione spaziale nei dintorni del punto selezionato.

Una volta individuata la segnalazione il sistema si occupa di reperire le informazioni ad essa associate.

Le informazioni vengono fornite all' utente tramite un form (figura 4.14) che contiene:

- Il nome della segnalazione
- La descrizione della segnalazione
- La foto associata alla segnalazione

Il Form presenta due bottoni che verranno illustrati in seguito.



The image shows a software window titled "Dettagli segnalazione" with a blue title bar and a close button (X) in the top right corner. The window contains a form with two main sections: "Nome" and "Descrizione". The "Nome" field contains the text "Pista". The "Descrizione" field contains the text "Pista ciclabile rovinata, il manto stradale è distrutto". To the right of the form is a photograph showing a close-up of a road surface with a visible crack and damaged asphalt. At the bottom of the window, there are two buttons: "OK" and "Elimina".

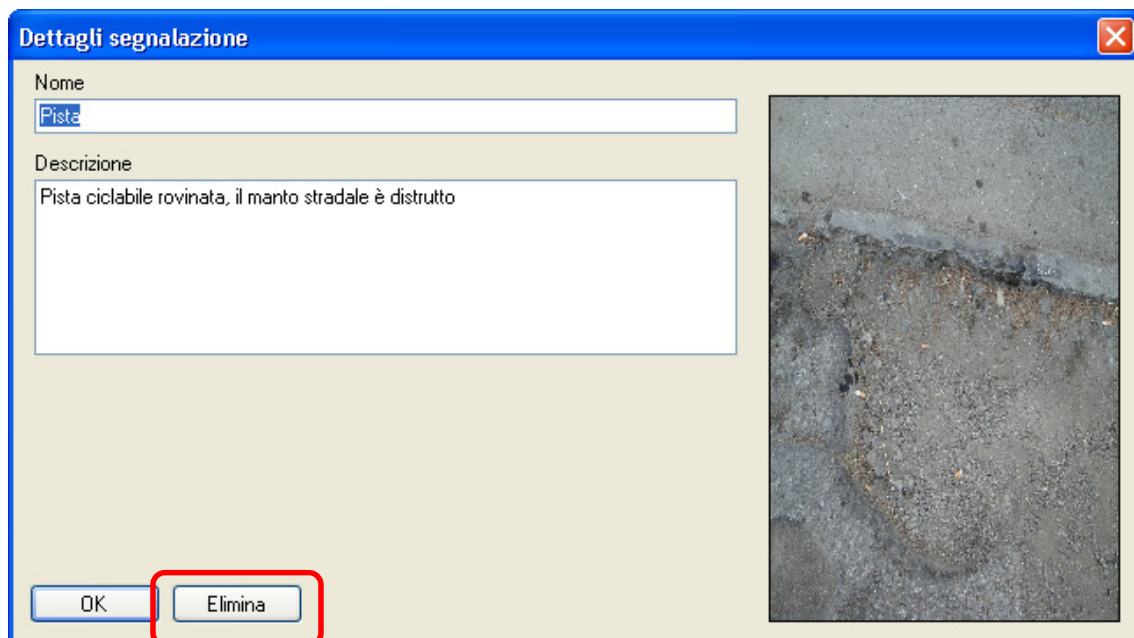
*Figura 4.14 Form di visualizzazione*

## 4.9 Cancellazione

Per cancellare una segnalazione bisogna aprire la segnalazione di interesse.

A questo punto si aprirà il form per la visualizzazione, cliccando sul pulsante elimina (Figura 4.15) si garantisce l'eliminazione della segnalazione, dei dati ad essa associati e della foto.

Il sistema elimina la tupla corrispondente dal database e cancella la foto dalla cartella, a meno che non sia la foto di default.



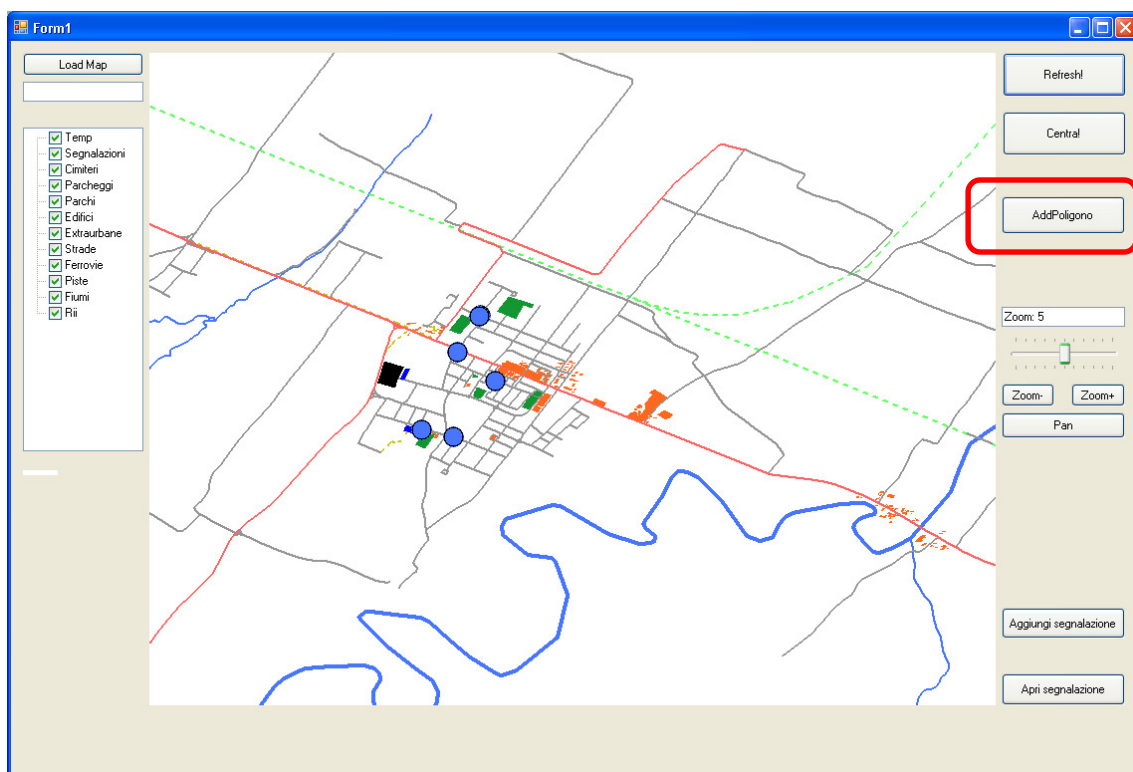
*Figura 4.15 Pulsante Elimina*

## 4.10 Inserire poligono

Questa funzionalità è stata pensata per poter “popolare” la mappa, non sarebbe complicato estenderla anche alle linee ma non lo si è ritenuto necessario in quanto la topografia associata ai dati lineari risulta abbastanza dettagliata.

Cliccando sul pulsante “aggiungi poligono” si entra in modalità di disegno.

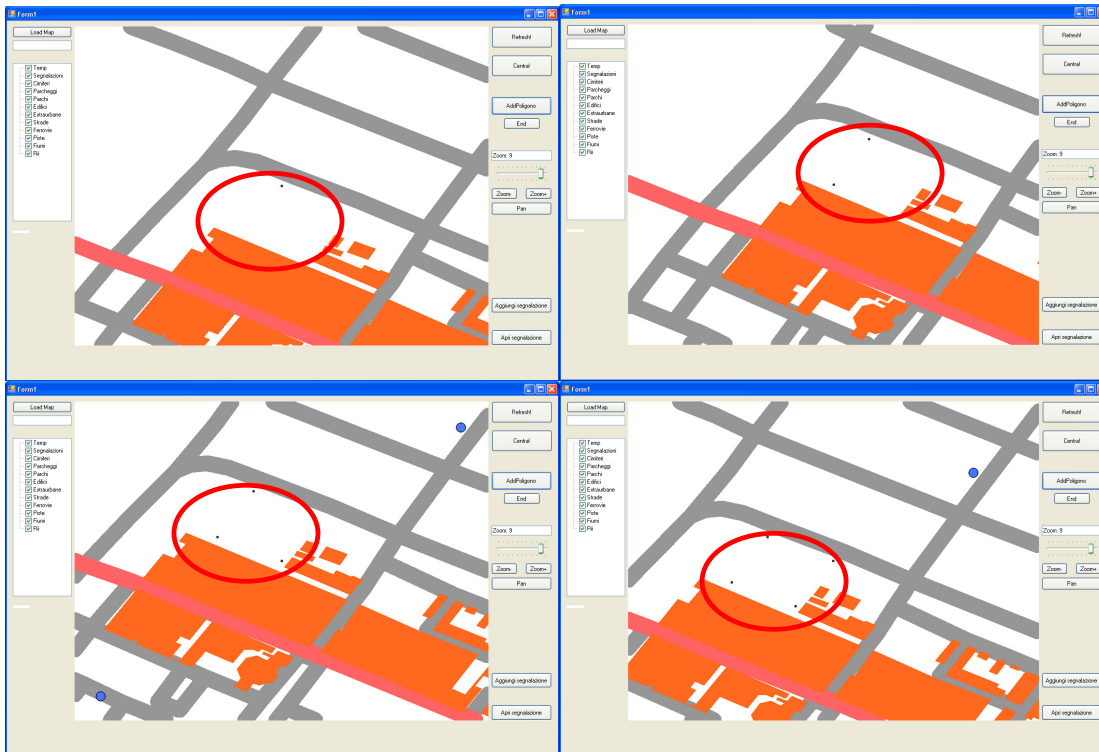
Per disegnare un poligono bisogna disegnarne i vertici, cliccando sulla mappa, quando si ha terminato bisogna cliccare sul pulsante end che appare sotto il pulsante “aggiungi poligono”.(Figura 4.16)



*Figura 4.16 Pulsante AddPoligono*

Per semplificare l’inserimento il sistema memorizza temporaneamente i vertici nella tabella punti, in questo modo l’utente può vedere i vertici che ha già inserito.

(Figura 4.17)



**Figura 4.17** I punti (poco visibili) temporanei utilizzati per il disegno

Cliccando su end il sistema si occupa di eliminare i punti temporanei e di creare una stringa che rappresenti il poligono.

Tramite un form viene richiesta la categoria del poligono (figura 4.18).

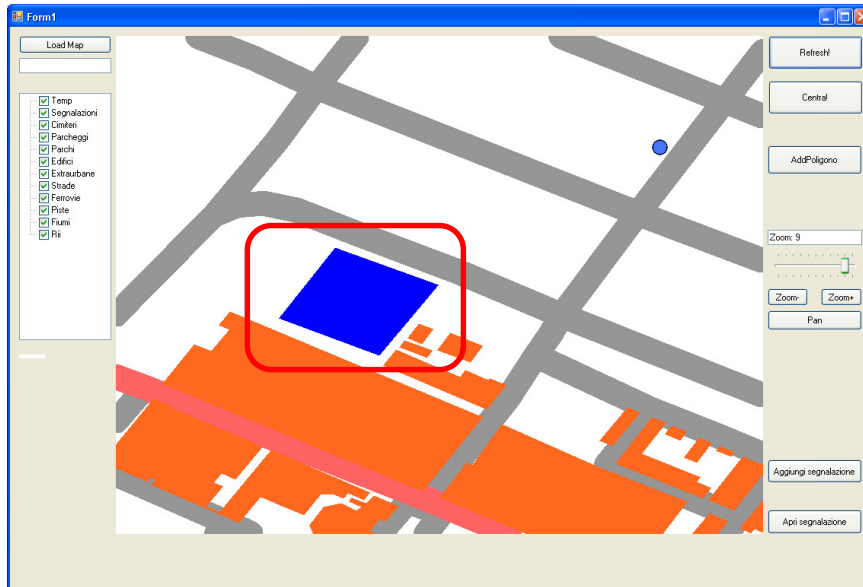
Tramite un secondo form viene richiesto un nome (figura 4.19).

**Figura 4.18** Form per la categoria

**Figura 4.19** Form per il nome

Scelta la categoria il sistema inserisce nella tabella poligoni una tupla contenente la definizione geometrica (effettuando una conversione da stringa in formato opportuno a geometry), la categoria e il nome.

Da questo momento il poligono fa parte a tutti gli effetti della mappa (figura 4.20), se si desidera cancellarlo è necessario farlo manualmente dal database, eliminando la tupla corrispondente.



**Figura 4.20** Risultato dell' inserimento di un poligono di categoria parcheggio.