

Alveo WMS connector

Uno strumento di base per la pubblicazione di dati geografici su Web

Autori

Francesco Marucci, Claudio Zoppellari

Settore GIS

Cooperativa Alveo, Territorio e geoinformatica

via Guerrazzi, 18

40123, Bologna

www.alveo.coop

francesco.marucci@alveo.coop

claudio.zoppellari@alveo.coop

Abstract

"L'Alveo WMS connector" è una applicazione "server side", sviluppata in PHP (*Hypertext Preprocessor*), per la generazione di un servizio WMS (*Web Map Service*), secondo le specifiche definite internazionalmente dall'*Open Geospatial Consortium* (OGC).

"L'Alveo WMS connector" legge dati geografici contenuti in un database PostgreSQL, supportato dall'estensione geografica Postgis e genera una immagine, esponendola come servizio Web, accessibile secondo lo standard OGC-WMS.

"L'Alveo WMS connector" viene distribuito gratuitamente con licenza CC GNU-GPL, secondo i principi dell'Open Source.

Questa presentazione si propone di mettere in evidenza il ruolo fondamentale del database geografico Postgis che è alla base dell'applicazione.

Contesto

La cooperativa Alveo è una piccola società di Bologna che da più di dieci anni lavora nel settore dei Sistemi Informativi Geografici (GIS), guadagnando molta esperienza nell'acquisizione (periodo 1995-1999), nel trattamento (periodo 1999-2004) e nella diffusione (periodo 2004-2008) di dati con componente geografica.

Questi ultimi anni di esperienza professionale sono stati dedicati principalmente alla distribuzione in rete dei dati e l'"Alveo WMS connector" è frutto di questa esperienza: è basato su un database geografico PostgreSQL, supportato dalla libreria di funzioni geografiche Postgis. "L'Alveo WMS connector" crea il link tra una tabella geografica contenuta nel database e la sua pubblicazione in Internet in formato immagine.

Informazione geografica

Con il termine "informazione geografica" si intende tutta la serie di dati che abbiano una componente geografica, ovvero un riferimento diretto ad elementi (reali o fittizi) del territorio. Questa componente rappresenta la "posizione" dell'elemento sul territorio, in un sistema di riferimento assoluto o semi-assoluto. La posizione "geografica" viene rappresentata da una coppia di coordinate nel caso in cui si tratti di un elemento del territorio che può essere considerato puntuale, da una serie di coppie di coordinate nel caso di rappresentazione di un elemento lineare e da una serie di coppie di coordinate dove la prima e l'ultima coincidono, nel caso della rappresentazione di un'area.

Questa tipologia di dati geografici viene definita vettoriale, e i dati vengono immagazzinati in formato digitale come una serie di coppie di coordinate, strutturate in forma diversa in funzione della primitiva (punto, linea, poligono).

Database geografico

Esistono diversi modi per immagazzinare dati geografici. Storicamente, sono stati sviluppati diversi formati di file binari. Negli ultimi tempi ha preso piede l'utilizzo di sistemi di server database, anche per l'archiviazione di dati geografici. I vantaggi sono evidenti: centralizzazione delle informazioni, accessibilità multi-utente, ed utilizzo di SQL standard per l'inserimento, il trattamento e l'esposizione.

PostgreSQL si propone come leader in questo senso, soprattutto nel campo dell'informazione geografica grazie all'estensione chiamata Postgis, che offre un

sistema di immagazzinamento di dati geografici vettoriali, definendo un tipo di campo chiamato "geometry".

Inoltre Postgis contiene una serie di funzioni standard per l'inserimento, il trattamento e l'analisi dei dati, chiamate funzioni spaziali, che rendono il database PostgreSQL come base solida per la costruzione di un sistema GIS completo.

Requisiti

Il mondo dell'informazione geografica viene definito come un ambiente "ibrido": già la definizione contiene due concetti, geografia ed informatica, due discipline che da sole possono essere considerate delle "scienze". I campi di applicazione, poi, dei GIS sono talmente vari e diversificati, da rendere molto difficile la definizione di un profilo professionale unico. Gli operatori del settore, dunque, molto spesso provengono da formazioni accademiche e professionali piuttosto varie, nelle quali la componente informatica viene spesso lasciata all'autoapprendimento. Questo fenomeno si riscontra soprattutto nella pubblica amministrazione e ovviamente produce personale che dal punto di vista informatico non raggiunge livelli di ambiti "puramente" informatici. Per questi motivi, la cooperativa Alveo, dopo anni di esperienza in questo settore, ha sentito l'esigenza di sviluppare un software per la distribuzione via WEB di dati geografici che non fosse solamente Open Source, ma soprattutto fosse semplice da usare ma anche facilmente personalizzabile.

Il linguaggio PHP, essendo un linguaggio di scripting, possiede le caratteristiche che l'Alveo cercava: facilità e semplicità con cui si può scrivere il codice, con cui si può imparare e con cui si può leggere e capire come funziona. Il linguaggio PHP non ha bisogno di essere compilato, e questo lo rende estremamente versatile e facile da usare. Secondo dati del 2005 (alcune "ere informatiche" fa), il 50% dei server sulla rete mondiale utilizza il PHP come linguaggio per la realizzazione di pagine WEB dinamiche.

Il WMS, così come definito dall'OGC è un servizio WEB che genera dinamicamente una mappa in formato immagine. L'output, dunque, è facilmente gestibile, sia da un client desktop (commerciale od Open) sia da una semplice applicazione WEB. La scelta, dunque, del tipo di servizio WEB è andata sul WMS, lasciando il WFS (Web Feature Service, servizio WEB OGC che espone dati vettoriali in formato GML) per successivi sviluppi dell'applicazione: l'output di un servizio WMS è direttamente utilizzabile come mappa, mentre il servizio WFS necessita una ulteriore fase di

elaborazione del formato GML di output.

Il software che elabora i dati geografici e produce una mappa in formato immagine secondo le specifiche WMS viene generalmente denominato "Connector". Le principali case produttrici di software GIS hanno sviluppato questa funzionalità.

Anche la comunità Open Source del settore dell'informazione geografica contribuisce in questo senso con prodotti software validissimi.

La cooperativa Alveo ha comunque sentito l'esigenza di contribuire in questo campo con uno strumento dedicato, versatile e facile da usare.

La totale compatibilità di PHP con il database PostgreSQL e l'integrazione con le librerie grafiche GD che permettono di generare immagini dinamiche hanno finito di definire la fattibilità del progetto.

Funzionamento

Il cuore dell'applicazione è costituito da un file PHP e da un file XML di configurazione.

Il file PHP deve essere installato su un server WEB abilitato al supporto di PHP.

Il server WEB deve, inoltre, avere la visibilità verso un database PostgreSQL + Postgis. Il file di configurazione, debitamente compilato dall'amministratore del sistema, contiene le informazioni dei layer (tabelle geografiche) da pubblicare e le relative informazioni di vestizione della mappa.

"L'Alveo WMS connector" supporta le richieste definite dall'OGC *GetCapabilities* e *GetMap*. In futuro si prevede di sviluppare, con il contributo della comunità, il supporto anche per la richiesta *GetFeatureInfo*, la gestione degli errori (*Exceptions*) e la generazione di file di legenda.

Alla richiesta *GetCapabilities*, "l'Alveo WMS connector" risponde con un file XML generato dinamicamente che contiene i metadati degli strati informativi disponibili come WMS.

Per generare il file di *Capabilities*, viene letta la tabella denominata "*geometry_columns*" del Postgis, che quindi deve essere mantenuta aggiornata dall'amministratore del sistema.

Per ogni strato informativo presente nella tabella, viene calcolata l'estensione massima delle entità, per il sistema di coordinate con il quale sono stati introdotti i dati e nel sistema di coordinate geografiche secondo il Datum WGS84.

```

//ciclo per ogni layer della geometry_columns

$layer_name=$row3["f_table_name"];

$layer_srid=$row3["srid"];
$layer_geom=$row3["f_geometry_column"];

//select per calcolare l'estensione delle entita'
$sql4="select
    min(xmin($layer_geom)) as xmin,
    min(ymin($layer_geom)) as ymin,
    max(xmax($layer_geom)) as xmax,
    max(ymax($layer_geom)) as ymax,
    min(xmin(transform($layer_geom,4326))) as xminll,
    min(ymin(transform($layer_geom,4326))) as yminll,
    max(xmax(transform($layer_geom,4326))) as xmaxll,
    max(ymax(transform($layer_geom,4326))) as ymaxll
from $layer_name";

$tmp4=pg_exec($sql4);
$row4=pg_fetch_array($tmp4);

//raccolge i valori dell'extent in coordinate originali
$xmin=$row4["xmin"];
$ymin=$row4["ymin"];
$xmax=$row4["xmax"];
$ymax=$row4["ymax"];

// amplia l'estensione di un 10 percento
$xmin=$xmin-($xmax-$xmin)*0.1;
$xmax=$xmax+($xmax-$xmin)*0.1;
$ymin=$ymin-($ymax-$ymin)*0.1;
$ymax=$ymax+($ymax-$ymin)*0.1;

//raccolge i valori dell'extent in coordinate geografiche
$xminll=$row4["xminll"];
$yminll=$row4["yminll"];
$xmaxll=$row4["xmaxll"];
$ymaxll=$row4["ymaxll"];

// amplia l'estensione di un 10 percento
$xminll=$xminll-($xmaxll-$xminll)*0.1;
$xmaxll=$xmaxll+($xmaxll-$xminll)*0.1;
$yminll=$yminll-($ymaxll-$yminll)*0.1;
$ymaxll=$ymaxll+($ymaxll-$yminll)*0.1;

```

La parte di XML prodotta per un layer ha il seguente aspetto:

```

<SRS>EPSG:23032</SRS>
<LatLonBoundingBox minx="8.88443478086" miny="42.52631162696"
    maxx="12.0183075251" maxy="46.18765403902" />
<BoundingBox SRS="EPSG:23032" minx="487221.028924" miny="832670.561323"
    maxx="832831.097691" maxy="1015638.4422" resx="1" resy="1" />

```

Alla richiesta GetMap "l'Alveo WMS connector" risponde con una immagine.

La richiesta contiene una serie di parametri: tra i più importanti ricordiamo la lista di

layer da includere, l'estensione dell'area da interrogare, il sistema di riferimento e la dimensione dell'immagine di output.

"L'Alveo WMS connector" per ogni layer della lista accede alla relativa tabella spaziale contenuta nel database PostgreSQL, per ogni elemento legge la serie di coordinate contenute nel campo di tipo "geometry", trasforma ogni coppia di coordinate in pixel e genera una immagine.

Durante questo semplice processo "l'Alveo WMS connector" sfrutta le potenzialità di una serie di funzioni spaziali contenute nel Postgis, principalmente per due motivi:

- ottimizzazione della procedura di output;
- trasformazione dei dati in diversi sistemi di coordinate.

Il campo "geometry" contiene le entità vettoriali, una o più serie di coppie di coordinate che costituiscono le primitive geografiche: punti, linee e poligoni. In funzione delle caratteristiche delle informazioni e della scala di acquisizione del dato grezzo, si possono avere stringhe di coppie di coordinate piuttosto lunghe, dell'ordine di grandezza del milione. La "lettura" di queste stringhe può essere particolarmente lenta, anche per i processori di ultima generazione. Generalmente, nel campo della cartografia digitale, i dati geografici vengono acquisiti alla scala più grande possibile (dati molto dettagliati) e spesso rappresentati a scale minori (minor necessità di dettaglio).

Per questi motivi, nel processo di produzione di una mappa a partire da dati vettoriali, è possibile "giocare" con due fattori, al fine di elaborare il minor numero di coppie di coordinate:

- restringere l'elaborazione dei dati alla sola area richiesta;
- ridurre la quantità delle coppie di coordinate senza perdere dettaglio dei dati.

In particolare, per ogni layer della lista viene eseguita la seguente istruzione SQL:

```
$geom="ST_Transform(\\". $geomfield. "\", ". $srid. ")";  
$sql="select  
  AsText(Multi(ST_SnapToGrid($geom,$gen_factor))) as geom  
  from ($sql) as foo  
  where ST_SnapToGrid($geom,$gen_factor)&&$extent_box";
```

Come risultato si ottiene una stringa di coordinate per ogni elemento contenuto nello

strato informativo.

Ad ogni richiesta, dunque, la stringa di coppia di coordinate da elaborare in immagine non contiene di dati grezzi, ma subisce una riduzione di dati, secondo i fattori di coincidenza con una determinata area e semplificazione delle primitive.

La clausola "where" dell'istruzione SQL, contiene la funzione spaziale che consente di filtrare le entità del layer sull'estensione della mappa richiesta, calcolata in funzione dei parametri di input.

La stringa originale, infine, viene semplificata attraverso la funzione di generalizzazione chiamata "Snap to grid" (contenuta nel pacchetto Postgis), che riduce ad una tutte le coppie di coordinate che ricadono in una stessa cella della griglia che viene costruita sulle entità. La dimensione delle celle della griglia (denominato fattore di generalizzazione) viene passata come parametro della funzione ed è stata calcolata nel codice PHP in funzione del rapporto tra l'estensione geografica e le dimensioni in pixels della mappa di output:

```
//calcolo del fattore di generalizzazione

$xmin=(float) (trim($bb[0]));
$ymin=(float) (trim($bb[1]));
$xmax=(float) (trim($bb[2]));
$ymax=(float) (trim($bb[3]));

$xdif=$xmax-$xmin;
$ydif=$ymax-$ymin;

$gen_factorx=($xdif/$image_width);
$gen_factory=($ydif/$image_height);
$gen_factor=($gen_factorx+$gen_factory)/2;
```

Questo algoritmo di riduzione di coppie di coordinate (generalizzazione) è estremamente valido nel processo di elaborazione di immagini perché assicura un numero massimo di coppie di coordinate, indipendentemente dalla quantità e qualità dei dati originali, consentendo di fare delle previsioni dei tempi di elaborazione della mappa.

Queste due fondamentali operazioni spaziali, dunque, consentono di elaborare il minor numero di coppie di coordinate senza perdere la risoluzione per la scala della mappa richiesta. Questa ottimizzazione è necessaria per accelerare i tempi di risposta che in molti casi potrebbero causare la non viabilità dello strumento.

La trasformazione dei dati in un diverso sistema di coordinate, invece, è necessaria per esporre i dati in modo standard, senza dover rinunciare al sistema di riferimento

originale e senza la necessità di trasformare i dati prima della pubblicazione.

Questa trasformazione viene effettuata dalla funzione "Transform" del Postgis, che utilizza il sistema di riferimento originale delle entità per trasformare le coordinate nel nuovo sistema di riferimento, passato come parametro della funzione.

"L'Alveo WMS connector", dunque, espone i dati nel sistema di riferimento originale (nella maggior parte dei casi, un sistema di riferimento "locale") e offre la possibilità di esporre i dati nel sistema di riferimento globale, in coordinate geografiche WGS84, utilizzato dalle principali applicazioni geografiche di gran uso (Google Earth, Google Maps, etc...).

Questa "trasformazione" viene effettuata "su richiesta", senza, quindi, dover duplicare di dati ed assicura la fruibilità dei dati a scala globale.

Una volta ottenuta la stringa di coppie di coordinate, viene passata ad un ciclo che legge le singole coordinate e richiama le funzioni della libreria grafica GD contenuta nell'installazione del PHP.

Nel caso di un layer di punti, per ogni elemento (una coppia di coordinate) viene generato un oggetto raster (ellisse, rettangolo o immagine):

```
$new_c=getImageCoords($x,$y,$bbox,$image_width,$image_height);
$new_c=split(',',$new_c);
$x=$new_c[0]; $y=$new_c[1];

if($point_style=="circle"){
    if ($color_point_fill)
        imagefilledellipse ($im, $x, $y, $size_point, $size_point, $color_point_fill);
    imageellipse ($im, $x, $y, $size_point, $size_point, $color_point_line);
}
if($point_style=="square"){
    if ($color_point_fill)
        imagefilledrectangle ($im, $x, $y, $x+$size_point, $y+$size_point, $color_point_fill);
    imagerecangle ($im, $x, $y, $x+$size_point, $y+$size_point, $color_point_line);
}
if($point_style=="icon"){
    icon_overlap($im, "symbols/".$point_icon, $x, $y, $icon_trans);
}
++$p;
```

Nel caso di un layer di linee, per ogni elemento (serie di coppie di coordinate) viene costruito un oggetto linea raster:

```

$new_c=getImageCoords($x,$y,$bbox,$image_width,$image_height);
$new_c=split(',',$new_c);
$x=$new_c[0];
$y=$new_c[1];
if ($j!=0)
    imageline($im, $prev['x'], $prev['y'], $x, $y, $color_line);
++$j;

```

Nel caso di un layer di poligoni, per ogni elemento (insieme di serie chiusa di coppie di coordinate) viene costruito un oggetto poligono raster:

```

$cs=split(',',$coords);
$p=0; $pairs='';
while ($p<count($cs)) {
    $tmp2=split(' ', $cs[$p]);
    $x=(float) ($tmp2[0]); $y=(float) ($tmp2[1]);
    $new_c=getImageCoords($x,$y,$bbox,$image_width,$image_height);
    $new_c=split(',',$new_c);
    $x=$new_c[0]; $y=$new_c[1];
    $pairs.='',$x,$y;
    ++$p;
}
$pairs=substr($pairs,1,strlen($pairs));
$pairs=split(',',$pairs);

if($fill_polygon)
    imagefilledpolygon ( $im, $pairs, count($pairs)/2, $fill_polygon);

```

Applicazioni

“L'Alveo WMS connector” è una applicazione server che espone un servizio Web. È necessario dunque utilizzare una applicazione client per accedere ai dati, di tipo Desktop o Internet, oppure sviluppare una applicazione ad hoc.

Le principali applicazioni Desktop con le quali “l'Alveo WMS connector” è stato testato sono uDig, Gaia, Google Earth e Arcgis. Per quanto riguarda applicazioni Client Internet, “l'Alveo WMS connector” è stato testato con MapBuilder e Google Maps. Sviluppare una applicazione Internet per l'accesso ai dati ha diversi livelli di difficoltà: il modo più semplice è dato dall'utilizzo delle librerie OpenLayers: con poche righe di codice è possibile sviluppare un client Web GIS piuttosto avanzato.

Sviluppi futuri

Aspetto importante di questo progetto è la caratteristica Open Source che si è voluta

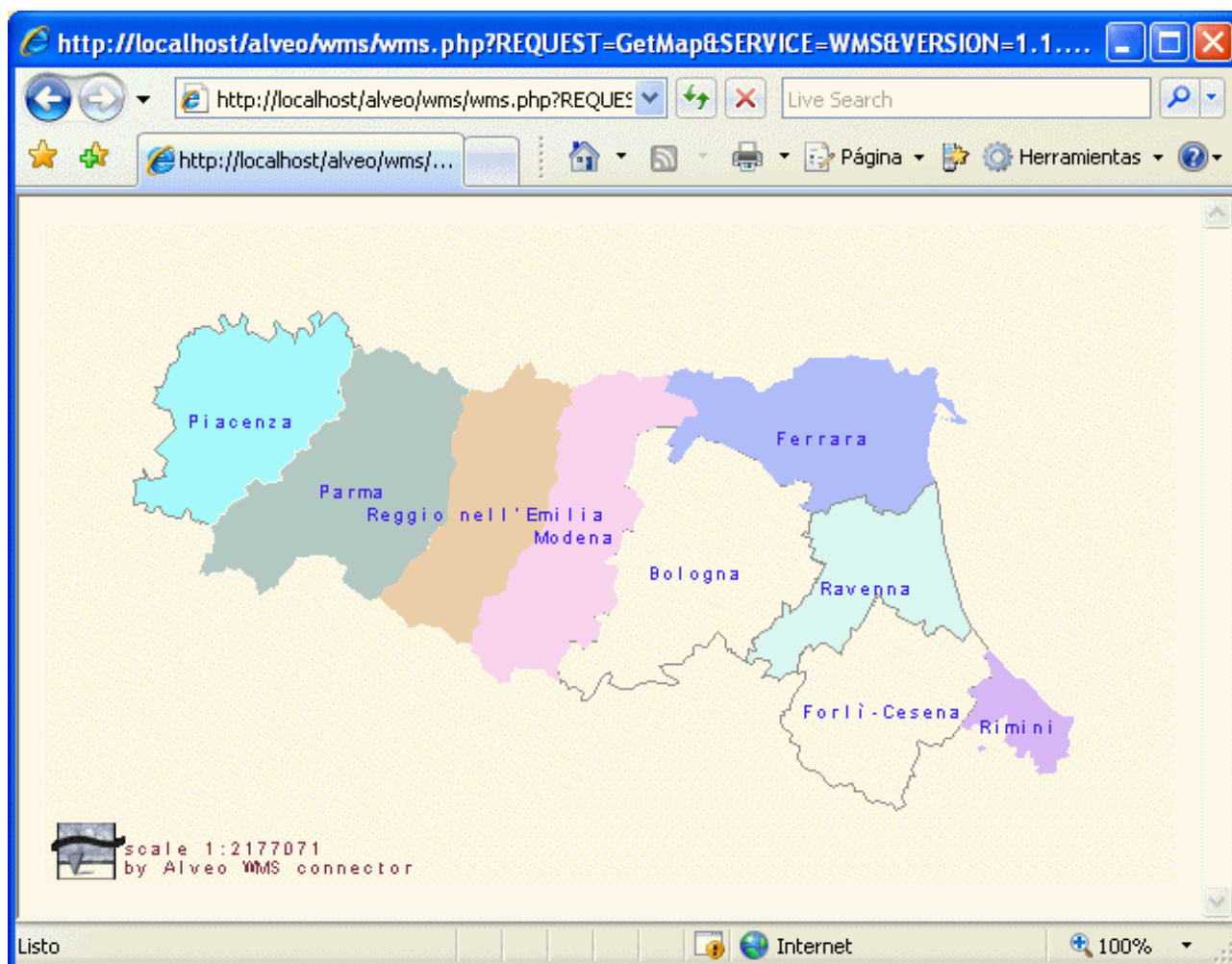
attribuire al codice. Ma il termine "Open Source" non è solo sinonimo di "gratuito". Le potenzialità di un progetto Open Source vanno aldilà dell'utilizzo gratuito di un software. La diffusione gratuita fa sì che uno strumento venga ampiamente utilizzato in molteplici ambiti e quindi testato a fondo e l'apertura del codice permette ad una comunità di sviluppatori di contribuire al suo miglioramento, ampliamento e documentazione. In questo caso "l'Alveo WMS connector" ha pochi giorni di vita ed ancora non si è creato una vera comunità di utenti e sviluppatori, ma la sua utilità e facilità di uso gli attribuisce una presunzione di diventare con il tempo un vero e proprio progetto Open Source, supportato da una comunità di utenti che oltre che da una cerchia di sviluppatori che apportino nuove idee e funzionalità.

Esempi

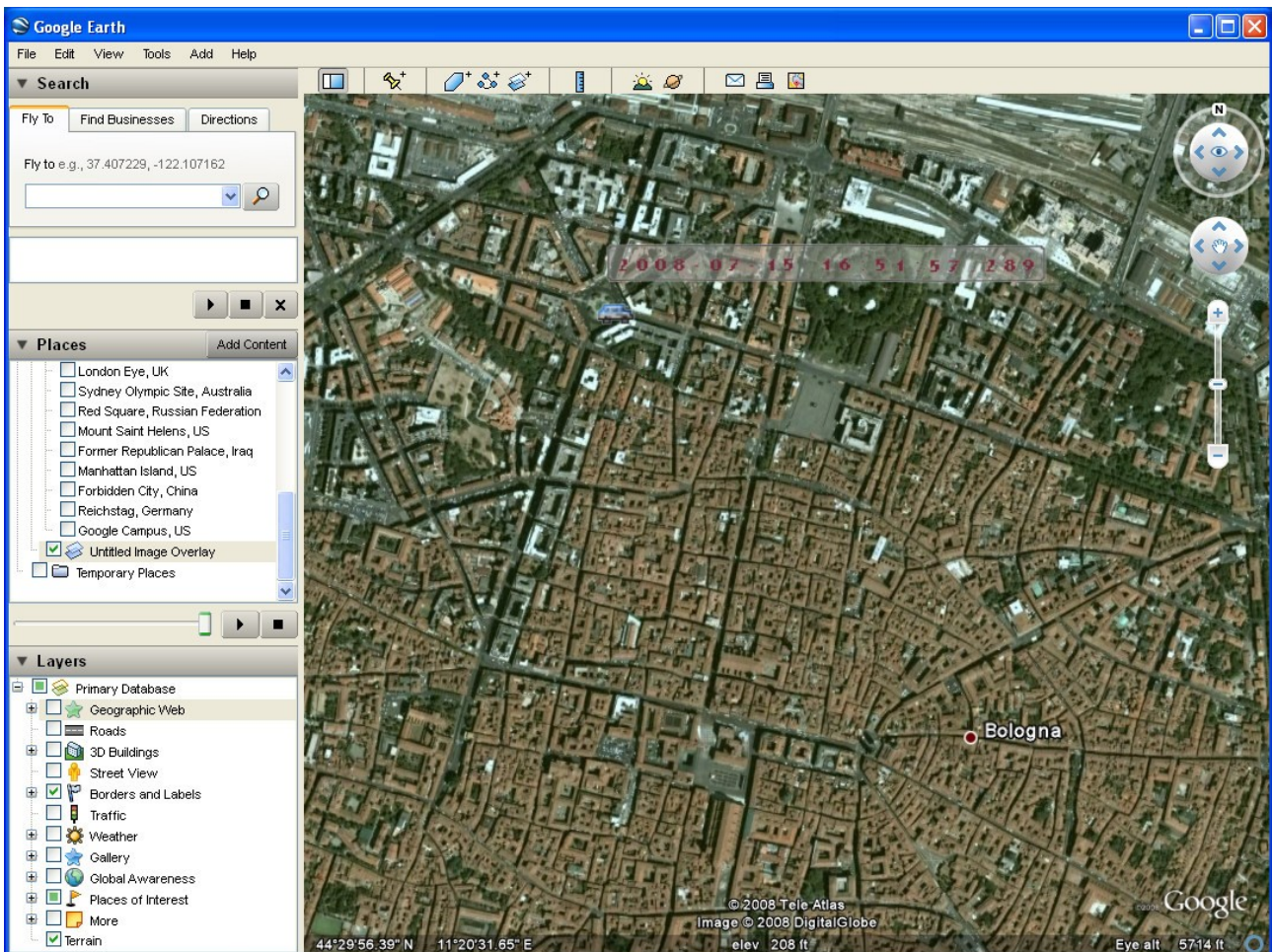
La seguente immagine è stata ottenuta con "l'Alveo WMS connector" su un layer di prova, con la URL

[http://localhost/alveo/wms/wms.php?](http://localhost/alveo/wms/wms.php?REQUEST=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&LAYERS=province&STYLES=&FORMAT=image/png&TRANSPARENT=FALSE&SRS=EPSG:23032&BBOX=487221.028924,810839.725116582,832831.097691,1037469.27840642&WIDTH=600&HEIGHT=350&BGCOLOR=0xFE7E0)

[REQUEST=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&LAYERS=province&STYLES=&FORMAT=image/png&TRANSPARENT=FALSE&SRS=EPSG:23032&BBOX=487221.028924,810839.725116582,832831.097691,1037469.27840642&WIDTH=600&HEIGHT=350&BGCOLOR=0xFE7E0](http://localhost/alveo/wms/wms.php?REQUEST=GetMap&SERVICE=WMS&VERSION=1.1.1&LAYERS=province&STYLES=&FORMAT=image/png&TRANSPARENT=FALSE&SRS=EPSG:23032&BBOX=487221.028924,810839.725116582,832831.097691,1037469.27840642&WIDTH=600&HEIGHT=350&BGCOLOR=0xFE7E0)



La seguente immagine invece rappresenta la pubblicazione in tempo reale su Google Earth di dati da provenienti da GPS, attraverso "l'Alveo WMS connector":



Riferimenti

Sito dell'applicazione: <http://www.alveo.coop/server/wms>

Wikipedia su GIS: http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_informativo_geografico

Documentazione PostGIS: <http://www.postgis.org/documentation/manual-1.3/>

Documentazione OGC-WMS: <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

Sito PHP: <http://www.php.net>

Sito GD Graphic Library: <http://www.libgd.org>

Sito del client WMS uDig: <http://www.udig.refractions.net/>

Sito del client WMS Gaia: <http://www.thecarbonproject.com/gaia.php>

Sito MapBuilder: <http://www.communitymapbuilder.org/>

Sito OpenLayers: <http://www.openlayers.org/>