

Consiglio Nazionale delle Ricerche

Importazione automatica di mappe su WWW

da GIS Arc/Info

Luciano Fortunati, Elia Perotto

Nota Tecnica C97-014 - Ottobre 1997

CNUCE

Istituto del CNR - Via S. Maria 36 - 56126 Pisa



Consiglio Nazionale delle Ricerche

**Importazione automatica di mappe su WWW
da GIS Arc/Info**

Luciano Fortunati, Elia Perotto

Nota Tecnica C97-014 - Ottobre 1997

CNUR

Istituto del CNR - Via S. Maria 36 - 56126 Pisa

Importazione automatica di mappe su WWW

da GIS Arc/Info

Fortunati L., Perotto E.

*CNUCE - Ist. CNR
Via S. Maria 36 - 56126 PISA*

C97-014 - Ottobre 1997

1. - Introduzione

La realizzazione di applicazioni su World Wide Web per la gestione di dati geografici comporta, tra le varie attività, la generazione di immagini GIF contenenti mappe del territorio, da utilizzarsi sia in fase di visualizzazione che come background di riferimento per effettuare la selezione o l'interrogazione spaziale. Quando l'insieme delle immagini da generare è consistente, è impensabile costruirle ex novo, soprattutto in considerazione del fatto che queste sono già esistenti in un GIS; il problema consiste quindi nell'estrarre dal GIS le mappe (opportunamente elaborate) e nell'importarle come immagini nell'ambiente WWW.

Nel caso in cui queste mappe debbano essere utilizzate per effettuare l'interrogazione geografica su elementi areali, occorre produrre anche il file dei bottoni assegnati ai poligoni identificati sulla mappa stessa.

In questa nota tecnica è affrontato il caso di importazione su WWW di mappe esistenti sul GIS Arc/Info, nel caso più completo di utilizzo come mappe sensibili.

La soluzione adottata consiste in un programma di conversione (DLG2WWW) dal formato di output di Arc/Info a quello di input del WWW. Tale programma è operativo su PC con sistema DOS.

2. - L'interrogazione spaziale su WWW

Il sistema WWW, attraverso l'algoritmo usato dal programma IMAGEMAP operante sul server, consente di visualizzare una immagine e di usarla come un insieme di bottoni (identificabili come poligoni generici) per ottenere l'attivazione di azioni relative.

Nel contesto dei dati di natura geografica, questa funzionalità può essere utilizzata per effettuare una query geografica su una mappa di poligoni (ad es. limiti amministrativi, uso del suolo, ...) ed ottenere in risposta dati, informazioni, azioni, ... relative all'area selezionata, tramite un cursore puntato sulla mappa medesima.

La logica del programma IMAGEMAP prevede di operare con un file GIF contenente una immagine (formato raster) utilizzata come riferimento ed un file MAP contenente le coordinate (formato vector) dei vertici (in termini di riga e colonna dei relativi pixel) dei poligoni che si intende definire come bottoni (Fig. 1).

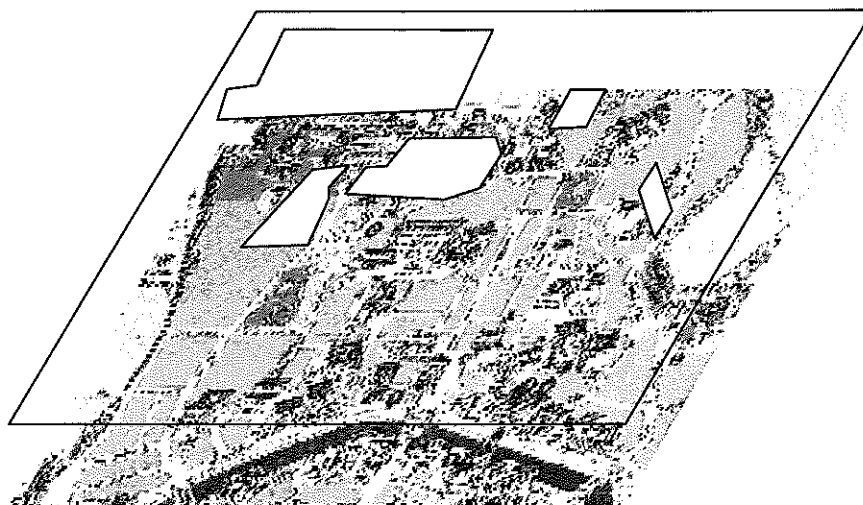


Fig. 1 - Immagine di riferimento e poligoni-bottone relativi

Operando con dati geografici, generalmente questi sono gestiti da sistemi GIS; nel caso del sistema Arc/Info questi sono strutturati in strati monotematici (coverage) di "oggetti" elementari: poligoni, archi, punti. L'oggetto che interessa il caso in esame è il poligono. Partendo quindi da una coverage di aree relative al tema di interesse, si vuole ottenere la corrispondente immagine GIF ed il relativo file MAP dei bottoni associati. Occorre "esportare" dal GIS la coverage in un file di dati con un formato che consenta di mantenere, oltre che la struttura spaziale dei poligoni, anche la loro connotazione come "entità". E' questo il caso in cui più poligoni fisici corrispondono ad una singola entità logica (ad es., nel caso dell'uso del suolo, le varie aree con la medesima coltura). Il formato di esportazione DLG consente di contenere questo tipo di informazioni, è considerato uno standard in molti ambienti governativi USA ed ha una struttura relativamente semplice.

3. - Architettura del programma DLG2WWW

In Fig. 2 è rappresentato il contesto operativo di ingresso/uscita del programma DLG2WWW.

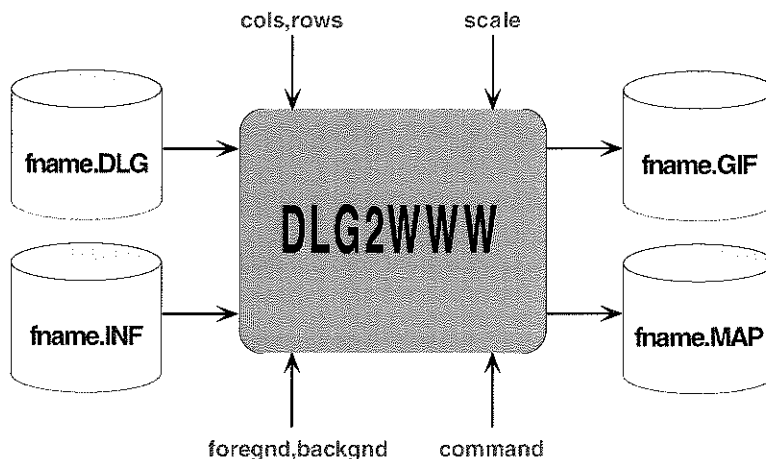


Fig. 2 - Input/output del programma DLG2WWW

Il programma DLG2WWW prevede in ingresso due file generati (vedi Appendice A) dal GIS Arc/Info:

- **fname.DLG:** contenente la rappresentazione geografica della mappa, in termini di poligoni (formato vector);
- **fname.INF:** contenente la corrispondenza logica tra poligoni ed entità geografiche (tabella). Questo file è opzionale ed è richiesto solo nel caso di utilizzo della mappa come immagine sensibile per effettuare la selezione geografica;

ed alcuni parametri da specificare o nella riga di comando, secondo il formato:

```
DLG2WWW fname {scale {command_pathname {foregnd backgnd}}}
```

o richiedi singolarmente dal programma in modo interattivo quando questo è eseguito senza specificare alcun parametro nella riga di comando:

- **cols, rows:** dimensione dell'immagine GIF (larghezza e altezza) in termini di colonne e righe rispettivamente. Se non specificato, viene applicato il fattore di scala. Tali parametri sono utili nel caso si vogliano generare immagini di dimensioni prefissate: per preservare l'isotropia della mappa, viene calcolato il fattore di scala per entrambi i parametri e scelto il minore. Questi parametri non sono specificabili nella riga di comando, per cui la funzione relativa non è ottenibile operando in batch;
- **scale:** coefficiente di trasformazione delle coordinate (vector) del file fname.DLG espresse in unità di mappa in coordinate (raster) del file fname.GIF espresse in pixel (fattore di scala). E' usato in alternativa al parametro precedente ed è particolarmente utile per produrre più immagini della stessa scala, anche operando in modo batch. Per default è assunto il valore 300 map_units/pixel;
- **foregnd, backgnd:** colori del bordo del poligono e dello sfondo dell'immagine GIF. I colori selezionabili fanno parte di una palette di 16 colori compatibili con una VGA, definiti in Appendice C; per default sono assunti bianco e nero rispettivamente;
- **command_pathname:** pathname di localizzazione sul WWW server del comando da attivare a seguito della selezione del poligono relativo. Nel caso in cui il parametro non sia specificato, viene assunto \$ (per maggiori dettagli si veda il par. 3.2).

In uscita il programma DLG2WWW produce due file, direttamente importabili su WWW:

- **fname.GIF:** contenente l'immagine in formato GIF (formato raster) della mappa contenuta nel file **fname.DLG**;
- **fname.MAP:** contenente la definizione dei bottoni corrispondenti a tutti i poligoni presenti nella mappa (formato vector) e l'azione corrispondente (in termini di programma WWW da eseguire). Nel caso in cui il file **fname.INF** sia specificato, a più poligoni fisici è possibile far corrispondere la stessa azione; altrimenti ad ogni poligono corrisponde una azione diversa.

Eventuali interventi manuali possono essere effettuati sui due file di uscita prima dell'immissione sul WWW. Tramite un programma di grafica è possibile ad esempio aggiungere titoli e annotazioni, cambiare colori, inserire icone, ... al file GIF; tramite un editore di testi è possibile

modificare il file MAP, ad esempio eliminando bottoni, cambiando l'azione associata, aggregando alcuni poligoni,

3.1 - Trasformazione della mappa da vector (DLG) a raster (GIF)

Il file DLG è organizzato in modo da contenere in strutture logicamente distinte i poligoni, gli archi ed i punti. Nel caso di mappe di poligoni, gli elementi presenti sono unicamente i poligoni e gli archi, questi ultimi intesi come componenti di poligoni. Il programma esamina un poligono alla volta e ne ricostruisce il bordo legando nella opportuna sequenza i vari archi, creando così un insieme di coordinate x,y dei vertici che compongono il bordo del poligono. Se sono specificate le dimensioni dell'immagine GIF da generare, viene calcolato conseguentemente il fattore di scala per trasformare le coordinate x,y (vector) espresse in unità di mappa (ad es. metri, gradi decimali, ...) in coordinate c,r (raster) espresse in pixel. Nel caso in cui sia specificato il fattore di scala, vengono determinate automaticamente le dimensioni dell'immagine da generare.

La generazione dell'immagine raster avviene su di un file temporaneo composto da tanti record quante sono le righe dell'immagine, e ciascun record è composto da tanti byte quante sono le colonne. Inizialmente il file è generato della dimensione di `cols x rows` byte (1 pixel/byte) per allocare l'immagine raster e contenente solo byte di valore corrispondente al parametro `backgnd` relativo al colore di sfondo. Elaborando i vari poligoni del file DLG, viene progressivamente riempito scrivendo i valori dei pixel (corrispondenti al colore specificato come parametro `foregnd`) di bordo dei vari poligoni. Nel caso di poligoni piccoli, può accadere che nell'immagine raster siano rappresentati da un numero di vertici inferiore a tre (area nulla): in questo caso il poligono si considera collassato.

Terminato il processo di trasformazione di coordinate, l'immagine raster generata sul file temporaneo (con una occupazione di varie decine di kByte) viene processata per ottenere l'immagine definitiva su di un file di formato GIF, che usa una palette di 16 colori con una densità di 2 pixel/byte, ed una compressione LZW (Lempel-Ziv, Welch modificata) che per immagini con pochi colori è molto efficiente, raggiungendo rapporti di compressione di 10:1. I colori accettabili dal formato GIF possono essere scelti da un insieme di 16 milioni di colori differenti (un byte per colore primario), ma, in questa realizzazione sono definiti solo 16 colori, quelli default della scheda VGA per compatibilità (vedi Appendice C). Una routine di conversione nel formato GIF87a viene quindi attivata per produrre il file `fname.GIF` di qualche kByte.

3.2 - Il file delle aree sensibili (fname.MAP) ed il link logico dei poligoni

Contemporaneamente alla generazione del file GIF, viene generato anche il file `fname.MAP`. Per ogni poligono da considerare come area sensibile (bottone), questo file contiene una riga del tipo:

```
poly command c1,r1 c2,r2 c3,r3 ... cn,rn
```

dove `poly` è la keyword di identificazione del poligono-bottone, `command` è una stringa contenente il pathname ed il parametro del comando da attivare, `c1,r1 c2,r2 c3,r3 ... cn,rn` è l'insieme di coordinate (colonna, riga) che definiscono il poligono-bottone nell'immagine GIF. Il comando da attivare è composto da due argomenti ed un separatore (?), del tipo:

```
command_pathname?parameter
```

dove `command_pathname` è il comando che il WWW server esegue con il parametro `parameter`. Il programma DLG2WWW genera come argomento `command_pathname` un'unica stringa per

tutti i poligoni; se, all'atto di esecuzione del programma, è specificato il parametro `command_pathname` questo viene usato, altrimenti viene assunto il valore `$` da modificare poi con un text editor. L'argomento `parameter` è invece variabile in funzione del contenuto del file `fname.INF`. Questo file infatti contiene una tabella di due campi:

<code>polygon_id</code>	<code>polygon_name</code>
-------------------------	---------------------------

dove `polygon_id` è l'identificatore (numerico) dei poligoni contenuti nel file `fname.DLG` e `polygon_name` è il nome simbolico (stringa) del poligono utilizzato come argomento `parameter`. Tramite questa tabella è quindi possibile mettere in relazione il poligono-bottone con il comando (azione specifica relativa al poligono selezionato) da far eseguire al server WWW al momento della selezione. Nel caso in cui a più `polygon_id` corrisponda il medesimo `polygon_name`, la stessa azione corrisponderà alla selezione di ognuno di detti poligoni (è il caso ad es. delle isole di una regione). La parte attiva del poligono-bottone è l'area interna, essendo il bordo spesso facente parte di due poligoni adiacenti.

I poligoni che rappresentano i bottoni devono essere limitati a 100 lati (requisito di corretto funzionamento del programma IMAGEMAP del WWW Server): se i lati dei poligoni generati risultano invece più di 100, questa limitazione si consegue eliminando i vertici meno significativi. Si considerano tre vertici contigui e si determina l'area del triangolo corrispondente che diviene un attributo del vertice centrale della terna. Questo processo si ripete per tutte le terne di vertici contigui che compongono il poligono. Si eliminano quindi i vertici in eccedenza (oltre 100) operando secondo l'ordine gerarchico seguente:

- vengono comunque eliminati i vertici cui corrisponde area nulla;
- viene individuato ed eliminato il vertice con area del triangolo associato più piccola in assoluto. Questo processo si ripete fino ad ottenere l'obiettivo, ricalcolando ogni volta il nuovo attributo-area dei 2 vertici rimanenti.
- vengono eliminati quei vertici appartenenti a poligoni che hanno più di 8 vertici ma attributo-area minore di 9 pixel. Questo passo effettua uno smoothing del bordo.

Gli ultimi due passi possono dare origine ad un leggera discordanza tra i poligoni dell'immagine GIF e quelli del file MAP:

Il file MAP generato contiene anche le righe iniziali:

```
# GIF Image Dimension Width: cols Height: rows
default command_pathname?fname
```

la prima costituita da un commento che identifica le dimensioni del file GIF relativo, la seconda dal comando da eseguire nel caso di selezione di un punto esterno a tutti i poligoni dell'immagine GIF.

Nel caso di poligoni collassati, questi sono identificati dal commento del tipo:

```
# polygon polygon_id collapsed
```

ed il bottone relativo non viene pertanto generato, anche se nell'immagine GIF se ne ha traccia. In Appendice B è riportato un esempio completo di file MAP.

4. - Applicazione: Regioni, Province e Comuni d'Italia

Il programma DLG2WWW è stato applicato per generare immagini di riferimento da utilizzare come mappe sensibili relativamente alle Regioni, alle Province ed ai Comuni d'Italia. Per consentire una visualizzazione adeguata, sono usati fattori di scala diversi, a seconda della classe di immagini da produrre. Partendo da dati GIS in coordinate metriche, i fattori di scala (`map_units/pixel`) usati sono:

Regioni	3000
Province	1000
Comuni	300

Le Regioni (come poligoni) sono state generate sulla mappa dell'intero territorio italiano su cui sono riportati i rispettivi confini amministrativi. Analogamente le Province sulla mappa delle relative Regioni ed i Comuni sulla mappa delle relative Province.

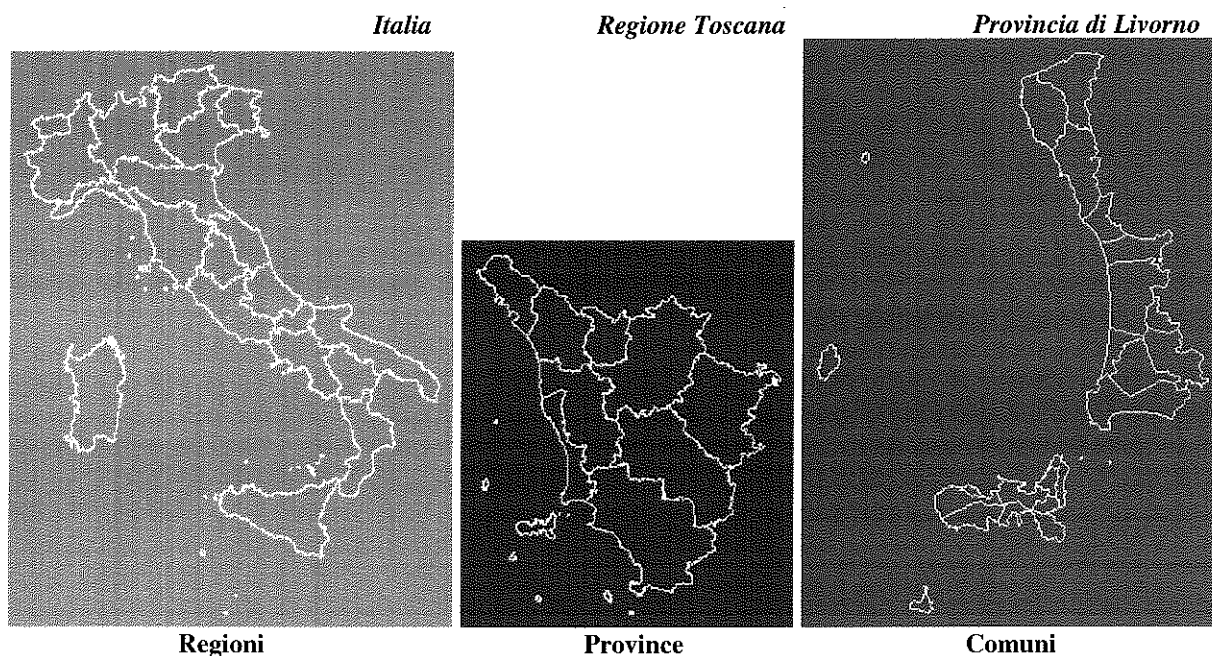


Fig. 3 - Immagini di riferimento relative a limiti amministrativi

Ciascun elemento (Regione, Provincia, Comune) delle tre classi è stato generato anche come "entità", per poterlo poi identificare come bottone. Ad esempio, la Regione Toscana è identificata sulla mappa dell'Italia dal territorio continentale più le isole relative. Ciò al fine di consentire la gestione corretta della interrogazione spaziale, con il medesimo risultato sia puntando il cursore su un'isola sia sul continente.

Sono stati pertanto generati file del tipo GIF e MAP per le varie entità, come segue;

Regioni	1 file	(s039)
Province	20 file	(r001-r020)
Comuni	95 file	(p001-p095)

Appendice

A. - Generazione da Arc/Info dei file DLG e INF

I file di input per il programma DLG2WWW sono generati con specifici comandi Arc/Info.

Il file DLG si ottiene eseguendo dall'ambiente ARC il comando EXPORT applicato alla coverage interessata, secondo il seguente formato:

```
EXPORT <option> <input> <interchange_file> {FULL|PARTIAL|NONE} {max_lines}
```

Esempio:

```
EXPORT cover cover_name fname.DLG NONE
```

Il file INF si ottiene eseguendo dall'ambiente INFO il comando EXPORT applicato alla selezione di tutti i record della tabella relativa alla coverage interessata, secondo il seguente formato:

```
EXPORT <file_path> <ASCII|SDF> {NORMAL|TRANSDATA} {APPEND|INIT}  
{DF_item|system_item|system_variable} {,...}
```

Esempio:

```
EXPORT fname.INF ASCII # # polygon_id polygon_name
```

Mentre il **polygon_id** è assegnato automaticamente dal sistema Arc/Info, il **polygon_name** è invece definibile dall'utente, che può utilizzarlo per identificare in modo logico i vari poligoni. Nel caso in esame, è utilizzato per identificare tutti i poligoni afferenti alla stessa entità amministrativa.

B. - Esempio di file MAP

```
# GIF Image Dimension Width: 211 Height: 273
```

```
default /cgi-bin/comuni/mapsel?r001
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p001 45,111 48,106 49,110 54,111 56,109 64,106 68,107 75,100 80,101  
81,99 86,102 95,104 105,99 108,100 107,105 111,112 118,117 116,122 117,127 112,130 114,137  
113,141 118,145 125,147 124,151 120,156 115,152 108,155 105,159 108,163 108,167 104,175 104,178  
107,180 107,184 104,186 97,182 94,184 86,186 84,183 80,183 72,191 68,190 62,191 60,188 49,190  
46,189 42,194 35,193 33,179 27,178 24,179 14,172 16,164 15,159 9,159 8,151 6,150 11,145 14,146  
17,144 24,147 27,143 29,144 36,139 43,139 47,135 45,128 47,127 52,118 46,115 45,111
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p002 108,63 115,67 123,63 129,64 134,62 136,67 141,70 142,82 146,89  
141,90 144,97 147,100 148,115 147,122 150,126 154,127 151,130 154,134 157,142 155,143 158,147  
156,149 150,146 144,145 139,149 135,147 129,149 118,145 113,141 114,137 112,130 117,126 116,122  
118,117 107,108 109,97 112,95 109,89 112,87 107,80 108,72 107,70
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p003 146,10 148,7 156,7 155,20 153,30 162,36 165,40 164,42 169,44  
171,47 173,55 166,61 161,67 156,64 162,76 159,83 162,87 166,89 166,94 170,97 168,98 171,102  
170,105 171,112 177,115 181,126 171,127 174,131 166,136 162,129 155,133 151,130 154,127 147,123  
148,115 147,100 141,92 143,89 146,89 141,79 142,72 139,67 131,62 124,65 123,63 115,67 108,63  
111,56 118,55 121,47 127,44 132,36 128,29 126,28 130,23 136,23 137,20 145,13
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p004 62,190 69,189 71,191 79,186 80,183 86,186 94,184 97,182 104,185  
109,183 115,189 120,186 122,190 119,194 123,195 123,199 126,195 133,200 129,203 127,208 130,215  
128,224 126,225 127,232 122,236 121,240 118,241 114,254 116,255 114,261 107,261 109,266 99,265  
98,263 88,261 86,262 87,269 82,263 83,257 79,259 74,258 61,262 57,262 56,258 49,257 43,251 30,247  
30,242 22,233 23,227 26,225 22,218 20,217 21,212 25,209 29,203 29,198 38,198 46,189 49,190 54,188
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p005 107,177 103,174 105,173 110,162 105,159 108,154 112,152 117,152  
120,156 121,153 124,155 122,157 127,163 131,165 132,160 138,160 143,169 143,176 141,179 142,184  
145,188 150,191 150,196 148,195 144,202 140,201 139,209 136,210 140,214 133,216 132,220 130,219  
130,213 127,209 128,205 133,199 126,195 123,199 123,195 119,194 123,191 120,186 115,189 106,181
```

```
poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p006 125,148 135,147 141,148 145,145 153,146 154,149 162,154  
161,155 164,162 172,168 181,163 184,164 185,171 189,173 190,178 196,186 195,188 204,192 207,204  
206,215 200,217 196,212 190,207 185,205 181,210 183,218 180,217 174,222 173,225 168,215 165,216  
159,215 158,220 154,223 142,222 138,226 135,222 131,221 133,216 140,214 136,212 140,201 146,199
```

145,197 150,196 150,189 145,188 145,185 142,184 143,181 141,176 143,173 137,160 132,161 131,165
127,163 122,157 124,155 125,148 168,166 178,167 70,190 70,191

#poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p007 168,166 169,166 169,167 168,167

polygon 8 collapsed.

#poly /cgi-bin/comuni/mapsel?p009 178,167 177,169 173,172 171,171 175,169 175,168 177,168 177,167

polygon 10 collapsed.

C. - Palette dei colori

Colore	Red	Green	Blue	Color_Name
0 =	0	0	0	= Black
1 =	0	0	127	= Blue
2 =	0	127	0	= Green
3 =	0	127	127	= Cyan
4 =	127	0	0	= Red
5 =	127	0	127	= Magenta
6 =	127	127	0	= Brown
7 =	170	170	170	= Light Gray
8 =	85	85	85	= Dark Gray
9 =	0	0	255	= Light Blue
10 =	0	255	0	= Light Green
11 =	0	255	255	= Light Cyan
12 =	255	0	0	= Light Red
13 =	255	0	255	= Light Magenta
14 =	255	255	0	= Yellow
15 =	255	255	255	= White