

Sperimentazione di metodologie automatiche per la generalizzazione dei dati dell'uso del suolo 2003 della Regione Emilia-Romagna

M.L. Garberi (*), M. Bocci (**), L.Salvestrini (**), S. Corticelli (*)

(*) Servizio Sistemi informativi geografici, Regione Emilia-Romagna, V.le Silvani 4/3 – 40122 Bologna, mlgarberi@regione.emilia-romagna.it, scorticelli@regione.emilia-romagna.it

(**) Geographike srl. Via Sansedoni 7 – 53100 Siena, m.bocci@geographike.it, l.salvestrini@geographike.it

Riassunto

Il lavoro tratta la sperimentazione effettuata dalla Regione Emilia-Romagna in collaborazione con Geographike per generalizzare la base dati dell'uso del suolo 2003 attraverso procedure automatiche, che includessero sia criteri di accorpamento basati sui contenuti tematici delle unità cartografiche, sia metodi di semplificazione di dettagli geometrici non adeguati alle scale inferiori. Le normali procedure dirette di generalizzazione, come l'eliminazione rispetto ad una soglia minima, non garantiscono risultati soddisfacenti, perché non tengono conto delle affinità tra poligoni adiacenti.

Abstract

The Emilia-Romagna GIS service and Geographike Srl carried out an experimentation oriented towards the automatic procedures to produce generalized versions of the 2003 Land Use Map by using iteration techniques involving both thematic criteria and small details solving methods. Actually the standard procedures does not allow to achieve good results because they does not take into account the thematic affinity between neighboring polygons.

Introduzione

La Regione ha promosso la realizzazione della terza edizione della carta dell'uso del suolo, denominato "Uso del suolo 2003"; rispetto alle edizioni precedenti l'impianto cartografico è stato completamente revisionato adottando, per quanto riguarda la legenda, una struttura gerarchica ispirata alle direttive europee del progetto CORINE Land Cover.

Le caratteristiche principali del progetto sono:

- legenda articolata su 4 livelli (i primi tre derivati dal progetto europeo Corine Land Cover il quarto adattato a temi di interesse regionale) con 80 classi circa;
- scala nominale pari a 1:25.000, con area minima di 1,56 ettari;
- classificazione del territorio mediante fotointerpretazione di immagini satellitari pancromatiche Quickbird ad alta risoluzione.

Allo scopo di generare versioni della banca dati a diverso livello di dettaglio, utili sia per applicazioni a scala regionale che per realizzazioni cartografiche, era stata prevista, già nel capitolato tecnico, una strutturazione gerarchica degli archi da codificare secondo il livello dei poligoni a destra e sinistra, come riportato nella figura seguente.

Al termine della realizzazione della base dati è stata condotta una sperimentazione che, partendo proprio da questa impostazione concettuale, sviluppa una metodologia per la generazione di versioni della banca dati di uso del suolo a diversi livelli di generalizzazione, fino ad una versione con scala nominale di 1:1.000.000.

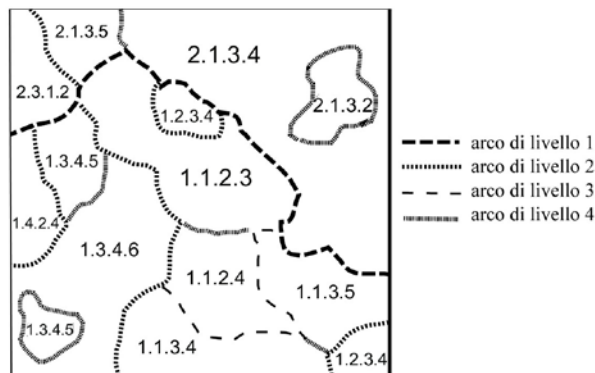


Figura 1 – il metodo di classificazione degli archi, legato al livello gerarchico dei poligoni adiacenti

La generalizzazione di banche dati territoriali a topologia poligonale

Nella gestione di dati geografici in ambiente GIS la generalizzazione di banche dati a topologia poligonale avviene mediante interventi su:

- aumento dell'area minima;
- riduzione dell'articolazione della legenda;
- semplificazione dei limiti dei poligoni.

L'aumento dell'area minima ammissibile comporta l'attuazione di procedure, normalmente comprese nei software GIS, che si basano su criteri di tipo geometrico per valutare il metodo di eliminazione per accorpamento delle unità cartografiche divenute troppo piccole e contese tra due o più poligoni maggiori confinanti. In questo caso l'approccio di tipo geometrico prevede la scelta in base all'area dei poligoni circostanti (l'oggetto viene accorpato al poligono adiacente più grande) oppure in base alla lunghezza del limite condiviso (l'oggetto viene accorpato al poligono che condivide l'arco più lungo). Nei casi di gruppi di poligoni adiacenti, e tutti da eliminare, questo metodo può generare soluzioni poco accettabili non potendo considerare elementi logici di scelta basati sulle affinità semantiche dei vari oggetti.

La generalizzazione della banca dati mediante la semplificazione della legenda è un'operazione relativamente semplice, basata sull'analisi tematica delle varie classi e l'individuazione delle relazioni di appartenenza di quelle a maggior dettaglio ad altre più generali. Dal punto di vista operativo si tratta semplicemente di dotare tutte le unità cartografiche del nuovo codice di legenda semplificato ed operare quindi un'aggregazione fisica delle unità con stesso codice (operazioni denominate con espressioni del tipo "dissolve", "merge" ecc).

La semplificazione dei limiti dei poligoni comporta, al contrario, una attività piuttosto complessa ed onerosa in quanto i principali prodotti software GIS implementano solo tools di generalizzazione degli elementi lineari (gli archi). La generalizzazione dei limiti dei poligoni con la tecnica della semplificazione degli archi comporta necessariamente un lavoro di editing, per la ricostruzione della topologia poligonale, molto pesante per una banca dati complessa come quella in oggetto.

La sperimentazione

L'obiettivo della sperimentazione era quello di produrre versioni generalizzate della banca dati realizzando una procedura automatica che includesse criteri di accorpamento basati anche sui contenuti tematici delle unità cartografiche coinvolte nel processo di semplificazione. Nel percorso sperimentale è risultato subito evidente come si debba procedere per step di generalizzazione successivi, iniziando a sopprimere gli elementi più piccoli fino al raggiungimento del livello di area minima desiderato.

Nella figura 2 viene mostrato il risultato di una procedura di generalizzazione mediante eliminazione dei poligoni al di sotto di una certa soglia di superficie, con il criterio

dell'accorpamento in base all'arco condiviso più lungo con due soglie di area minima (prima 2 ha, poi 5 ha).

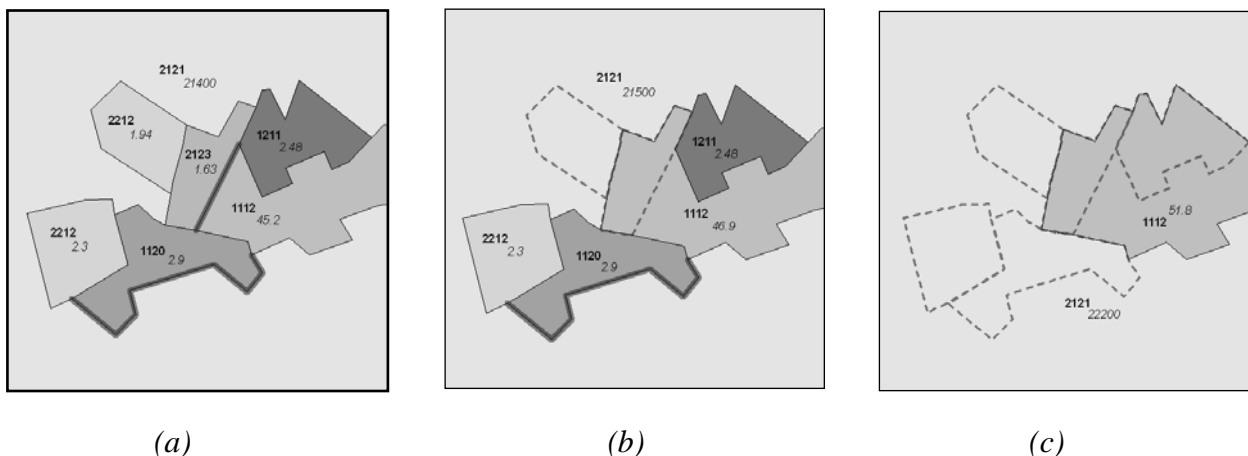


Figura 2: risultato di una normale procedura di eliminazione di unità cartografiche con area inferiore ad una soglia data. (a) banca dati scala 1:25000 con legenda al 4° livello e area minima 1.56 Ha; in corsivo l'area del singolo poligono; (b) banca dati dopo la soppressione delle unità < 2 ha; (c) banca dati dopo l'eliminazione con soglia = 5 Ha.

Analizzando le immagini di figura 2, possiamo evidenziare come i risultati dell'eliminazione siano poco soddisfacenti. Infatti, considerando la banca dati di partenza (fig.2-a), si preferirebbe vedere aggregati fra loro da una parte i poligoni concernenti l'urbano (1xxx) e dall'altra quelli dell'agricolo (2xxx); in realtà le fig.2-b e 2-c mostrano come questo obiettivo sia solo parzialmente raggiunto. Nel caso dell'eliminazione a 2 ha (fig. 2-b) il poligono 2123 (1,63 ha) è stato infatti accorpato all'area urbana e non a quella agricola poiché, come già accennato prima, l'arco più lungo (evidenziato in grassetto) è quello che lo separa dall'urbano. Nel caso dell'eliminazione a 5 ha (fig. 2-c) per lo stesso motivo si ha l'errato accorpamento del poligono 1120 all'area agricola.

Uno degli obiettivi della metodologia è stato dunque vincolare la procedura a considerare il contenuto informativo dei poligoni. Per far questo abbiamo utilizzato l'informazione già presente nella tabella degli archi della coverage di partenza, il campo "confine_tipo", dove per ogni arco viene riportata la differenza di livello esistente tra i due poligoni che separa. La progettazione della procedura si è basata quindi sui seguenti punti:

- 1 – generare un ciclo di operazioni di eliminazione per soglie di area minima crescente;
- 2 – per ogni soglia di area minima operare prima le eliminazioni dei poligoni a contatto con la maggiore affinità tematica, e proseguire poi con gli accorpamenti tra poligoni a maggiore differenza semantica.

Al momento di eliminare un poligono, la procedura va ad individuare qual è l'arco con valore maggiore (maggiore affinità) e lo elimina, accorpando i poligoni coinvolti. Questa procedura viene ripetuta 4 volte (una per ogni livello di legenda) per ogni soglia di eliminazione.

La procedura è stata implementata con il linguaggio AML (ArcInfo Macro Language) utilizzando cicli e strutture condizionali in cui variabili vengono valorizzate da cursori posizionati in tabelle "info", contenenti tutte le informazioni per gestire ogni iterazione (nomi delle banche dati temporanee, soglie di area minima, ecc).

La progressione di soglie di area minima utilizzata è la seguente (in ettari): 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 156, 200, 300, 400, 500, 625, 750, 1000, 1500, 2000 e 2500.

Analizzando in dettaglio la figura 3 notiamo che l'eliminazione e l'accorpamento sono legati non



(a)

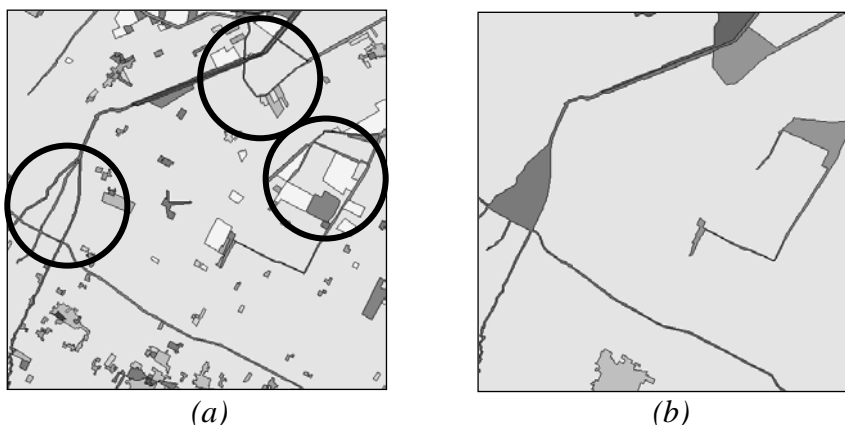
(b)

(c)

Figura 3: (a)- banca dati scala 1:25000 con legenda al 4° livello area minima 1.56 ha, in corsivo le aree dei singoli poligoni; risultati dell'eliminazione con il vincolo sul campo tematico con soglia pari a 2 Ha (b), con soglia pari a 5 Ha (c)

più alla lunghezza dell'arco, ma al codice tematico.

I test sui risultati ottenuti hanno però evidenziato la permanenza di alcune situazioni di criticità: ad esempio possono essere eliminate aree completamente "avvolte" da elementi territoriali di tipo allungato. E' il caso di reticoli idrografici o stradali, costituiti da poligoni molto estesi se pur assottigliati, che tendono ad annettere porzioni minori con risultati non soddisfacenti.



(a)

(b)

Figura 4: (a) - uso del suolo originale scala 1:25.000 e legenda al 4° livello; (b) – la generalizzazione porta all'annessione di ampie aree agricole circondate da corsi idrici, con la comparsa indesiderata di bacini idrici inesistenti

Dall'analisi che abbiamo condotto è risultato conveniente l'integrazione nella procedura del modello di dati "grid". La rasterizzazione della banca dati, infatti, consente di frammentare tali unità cartografiche allungate in porzioni anche di piccole dimensioni, che vengono quindi coinvolte nelle fasi di eliminazione.

scala	cella (m)
1:100.000	35
1:250000	50
1:500.000	100
1:1000.000	200

Figura 5: tabella del dimensionamento della cella nel modello di dati raster in funzione della scala nominale

La procedura è stata quindi implementata con periodici cambiamenti di formato (vector-grid-vector), utilizzando passi di cella variabili e crescenti, dimensionati con il progressivo livello di generalizzazione, come esposto nella tabella [precedente](#).
Nelle seguente figura 6 si può osservare come il ricorso al modello GRID nella procedura consenta di ottenere una generalizzazione più corretta.

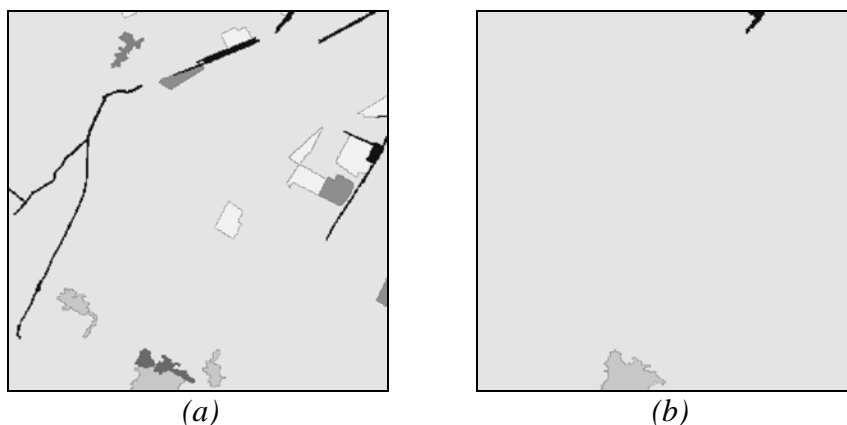


Figura 6: prodotti della generalizzazione inserendo la rasterizzazione all'interno della procedura. (a) – livello di generalizzazione per una scala nominale di 1:100.000; (b) – lo stesso per una scala di 1:250.000

La figura 7 mostra il risultato si ottiene, ad esempio, passando da una scala 1:100.000 (area minima 25 ha) alla scala 1:250.000 (area minima 156 ha) introducendo cinque soglie intermedie di eliminazione (30, 40, 50, 75, 100 ha).

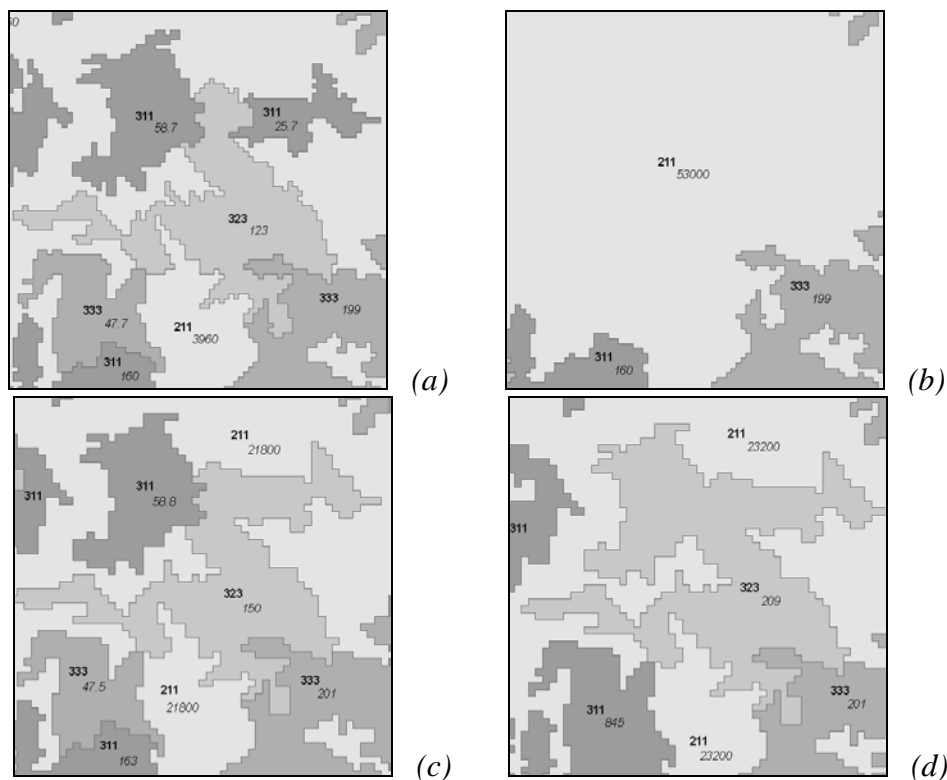


Fig. 7: (a) - banca dati con area minima < 25 ha; (b) - banca dati con area minima < 156 ha dopo l'eliminazione senza soglie intermedie: tutti i poligoni inferiori all'area minima finale sono stati eliminati; (c) - una banca dati intermedia, con area minima < 30 ha; (d) - banca dati con area minima < 156 ha, derivata dal ciclo di eliminazione con varie soglie intermedie

Nella fig.7-b viene mostrato il risultato dell'eliminazione immediata alla soglia 156 ha: tutti i poligoni sotto l'area minima vengono eliminati senza nessun criterio di accorpamento selettivo. Con gli accorpamenti selettivi invece, alle soglie di 30 e 75 ettari rispetto allo strato di partenza (fig. 7-a) abbiamo il poligono 311 (25,7 ha in alto a destra) accorpato al poligono 323 nella soglia a 30 ha, il poligono 333 (49 ha in basso a sinistra) accorpato al 311 nella soglia a 50 ha, mentre in quella a 75 ha viene accorpato l'altro poligono 311 (58.8 ha) al 323.

Il risultato finale è stato dunque la creazione nella copertura in scala 1:250.000 di un poligono 323 con superficie di 209 ha (maggiore dell'area minima di riferimento per quella scala) completamente assente invece nella figura 7-b (eliminazione senza soglie intermedie); è stata quindi elaborata una descrizione più corretta dell'area.

Nella seguente tabella si riportano gli step di eliminazione di aree minime, in relazione con i prodotti generati ed i rispettivi livelli di legenda.

area minima (Ha)		scala di riferimento	livello legenda
step intermedi	step definitivo		
2-5-10-15-20	25	1:100.000	3° e 4°
30-40-50-75-100	156	1:250.000	3° e 4°
200-300-400-500-625	625	1:500.000	2°
750-1000-1500-2000	2500	1:1.000.000	1°

Figura 8 – tabella riassuntiva dei vari step della procedura con i dettagli dei prodotti realizzati.

Conclusioni

Al termine della sperimentazione si ritiene che la metodologia sperimentata possa generare versioni della banca dati di uso del suolo a diversi livelli di generalizzazione, fino ad una versione con scala nominale di 1:1.000.000.

Tali scale possono risultare molto utili nelle scelte di programmazione territoriale ed ambientale sia a livello regionale sia sovregionale, inoltre possono essere utilizzate per possibili applicazioni in vari settori, dalle rappresentazioni cartografiche a scala regionale, alle analisi territoriali, alla modellistica.

Riferimenti bibliografici

- Douglas D.H., Peucker T.K., (1973), "Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digitized Line or Its Caricature", The Canadian Cartographer, Vol. 10, No. 2, pp. 112-122.
- E.S.R.I. Inc. (1994) – ARC Macro Language Commands. ARC/INFO Users Guide – Redlands California
- E.S.R.I. Inc. (1996) – "Automation of Map Generalisation: The Cutting-Edge Technology" – OrcOnline <http://arconline.esri.com>, sezione White Papers - Redlands California
- Campiani E, Corticelli S., Garberi M.. (2002) "Proposta metodologica per la realizzazione del nuovo database multiscala dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna", Atti 6° Conferenza ASITA
- Corticelli S., Bocci M., Campiani E., Garberi M.L., Guandalini B., Salvestrini L. (2004) "Utilizzo di immagini QuickBird per la realizzazione della Carta dell'Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna", Atti 8° Conferenza ASITA