

Generalizzazione degli elementi della CTR Toscana e delle banche dati regionali per finalità paesaggistiche: una sperimentazione

Fabio Nardini, Christian Ciampi, Michele De Silva, Michele Ercolini,
Emanuela Loi, Fabio Lucchesi, Ilaria Scatarzi

CIST, Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio, Via Micheli 2, 50121 Firenze (FI),
Tel. 055 2756476, Fax 055 2756484, email: fabio.lucchesi@unifi.it

Riassunto

Nell'ambito di un accordo di ricerca attivato tra il Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio e dalla Regione Toscana sono state indagate le potenzialità di strumenti desktop GIS in merito a una generalizzazione cartografica speditiva delle banche dati disponibili in scala di grande dettaglio finalizzata alla realizzazione di una cartografia a scala territoriale in grado di supportare le analisi, gli studi e le ulteriori elaborazioni del gruppo di ricerca.

Abstract

The Project that involves the Italian Institute "Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio" and the Italian Regional Institution "Regione Toscana" is the background of the presented research that was activated to verify the potential use of Desktop GIS computer tools in map generalization. The large scale topographic map data stored in the Regional Database was processed using map generalization models and tools to create a small scale map useful to support landscape analysis and studies.

Il contesto della sperimentazione

La sperimentazione presentata è stata sviluppata nell'ambito delle attività di revisione della disciplina paesaggistica del PIT attualmente svolta dalla Regione Toscana anche attraverso un accordo di ricerca con il Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio (CIST)¹. Il programma di lavoro ha previsto una fase preliminare di sistematizzazione e implementazione del quadro conoscitivo del Piano; in questa fase sono in corso di redazione alcune cartografie descrittive ed interpretative dei caratteri territoriali maggiormente rilevanti sotto il profilo paesaggistico. Alcune specifiche tematizzazioni (rispettivamente relative alle caratterizzazioni geomorfologiche, ecosistemiche, di organizzazione insediativa e rurale del paesaggio toscano), sono state oggetto di un particolare approfondimento descrittivo; gli esiti di tali approfondimenti confluiranno in elaborazioni cartografiche originali. Già nelle fasi iniziali di queste attività si è tuttavia manifestata la necessità di sopperire, ancorché speditivamente e sperimentalmente, alla assenza di un "fondo" topografico aggiornato, in scala adeguata al tema di indagine, ed esteso all'intero territorio regionale. Le elaborazioni in corso di redazione attraverso questo "fondo" potrebbero infatti contestualizzare più efficacemente gli specifici temi indagati. In altre termini, la attuale indisponibilità di una carta recente in scala 1:50.000², capace di dar conto della morfologia e dei caratteri di copertura del suolo, della articolazione e gerarchia delle infrastrutture di trasporto, della tessitura degli insediamenti, ha condotto il gruppo di ricerca alla decisione di sperimentare metodi speditivi di generalizzazione delle numerose banche dati geografiche di grande dettaglio

¹ Cfr. www.cist.unifi.it. Il sito raccoglie tutti i materiali istituzionali che descrivono i termini dell'accordo e le attività di ricerca previste.

² Regione Toscana ha attivato una serie di programmi ed azioni che porteranno in futuro alla elaborazione di tematismi topografici aggiornati di piccola scala al fine di implementare il DataBase multiscala Topografico.

disponibili. Una questione specifica ha riguardato il tema dell'aggiornamento dei dati; gli archivi informativi fondamentali (costituiti principalmente dal DB topografico multiscala e dalle banche dati prodotte e gestite dal SITA regionale) sono stati implementati attraverso altre fonti più aggiornate, attraverso procedure capaci di costruire archivi omogenei e concettualmente e geometricamente coerenti. In particolare, come vedremo, le informazioni relative all'edificato e alle infrastrutture viarie provenienti dagli archivi cartografici regionali sono state integrate con dati più recenti provenienti rispettivamente dalla banca dati catastale vettoriale SISTER della Agenzia del territorio e dalla banca dati della viabilità, liberamente disponibile, del progetto OpenStreetMap.

Le fonti cartografiche

La sperimentazione ha dunque potuto utilizzare le banche dati del sistema informativo territoriale regionale, rese disponibili nell'ambito dell'accordo di ricerca cui si è fatto riferimento³. Lo stato di aggiornamento delle banche dati topografiche può essere così descritto: Regione Toscana ha realizzato una cartografia tecnica numerica in scala 1:10.000 che si estende all'intero territorio regionale; i rilievi documentano lo stato dei luoghi alla fine degli anni '90. Per le parti di territorio più densamente edificate le informazioni topografiche sono state rilevate per la produzione della CTR in scala 1:2.000 e, in generale, documentano lo stato dei luoghi descritti ai primi anni del 2000. La banca dati Regionale contiene altresì una serie di dati provenienti dalla banca dati SISTER dell'Agenzia del Territorio aggiornata al marzo 2012 che si è rivelata utile per l'implementazione e l'aggiornamento del dato riferito agli edifici. Anche l'elaborazione delle infrastrutture viarie è intervenuta al partire dal dato corrispondente contenuto nel DB Topografico multiscala regionale; come anticipato, al fine di rendere aggiornato e quanto più possibile diffuso il reticolo viario, l'informazione istituzionale è stata integrata con dati provenienti dalla banca dati *OpenStreetMap*⁴. La sperimentazione si è infine misurata anche con la generalizzazione di informazione cartografica di grande dettaglio relativa alla copertura del suolo. La banca dati regionale dispone infatti di un tematismo di questa natura in scala 1:10.000, aggiornato all'anno 2007 ed esteso all'intera regione⁵.

Metodologia e procedure tecniche

I problemi metodologici legati alla generalizzazione cartografica oggetto del presente lavoro sono stati affrontati tenendo in considerazione il rapporto tra il tempo disponibile e la qualità della resa finale. Era infatti necessario realizzare in tempi brevi un prodotto efficace per il supporto alle elaborazioni tematiche previste dalle attività di revisione della disciplina paesaggistica del PIT. Alcune valutazioni emerse durante il lavoro, la prima delle quali riguarda la straordinaria flessibilità raggiunta dagli ambienti desktop GIS nel campo della generalizzazione, rendono utile, almeno nella nostra opinione, riferire dei metodi utilizzati.

L'elenco dei temi informativi previsti nella restituzione del fondo topografico 1:50k è il seguente: (i) *sfumo* cartografico descrittivo della morfologia del suolo; (ii) idrografia; (iii) caratterizzazione paesaggisticamente orientata della copertura del suolo; (iv) grafo viario; (v) grafo ferroviario; (vi) edifici. Ciascun *layer* utilizzato nell'*editing* cartografico è il frutto dell'applicazione di metodologie di generalizzazione operate mediante gli strumenti tecnici e informatici a disposizione della ricerca, delle quali si dà conto di seguito.

sfumo cartografico descrittivo della morfologia del suolo

La redazione dello *sfumo* ha come base l'informazione contenuta nel DTM a copertura del territorio regionale di passo 20m realizzato dal Laboratorio LaRIST dell'Università di Firenze attraverso la

³ Dal punto di vista della descrizione del sistema insediativo, vale la pena notare, inoltre, la disponibilità nella banca dati regionale di un tematismo relativo alla "periodizzazione dei sedimi edificati"; sono contenuti inoltre una serie di dati elaborati dal Laboratorio per la Rappresentazione Identitaria e Statutaria del Territorio LaRIST tra i quali si sono rivelati utili allo scopo la e il "modello digitale del terreno con passo 20 m"

⁴ Cfr. <http://www.openstreetmap.org> il sito ufficiale del progetto illustra le finalità e le azioni del progetto e permette di visualizzare e estrarre copia dei dati raccolti dagli utenti.

⁵ Il SITA regionale provvede all'aggiornamento incrementale con scadenza triennale di tale copertura; i dati relativi al 2010 saranno resi disponibili a breve.

interpolazione dell'informazione altimetrica disponibile nella CTR⁶. Lo sfumo è il risultato dell'opportuna fusione grafica tra gli elaborati derivati dai processi di *Spatial Analysis* sul DTM (*slope* e *hillshade*) e il DTM stesso. In una carta a scala 1:50k l'utilizzo di un DTM di maggior dettaglio consente di evidenziare in maniera ancora più efficace l'andamento dei rilievi principali e minori, le aree pianeggianti, le valli fluviali e tutto il sistema dei crinali. Per questo motivo questo tematismo non è stato sottoposto a particolari processi di generalizzazione, che si affidano esclusivamente agli algoritmi di interpolazione per la visualizzazione e la stampa di file *raster*.

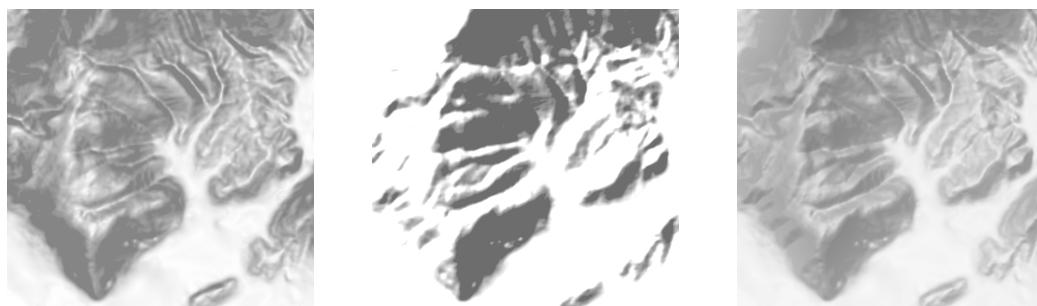


Figura 1. Modello digitale del terreno: da sinistra, *slope*, *hillshade* ed elaborazione finale dello sfumo.

idrografia

Le informazioni riguardanti gli elementi idrografici sono state ottenute a partire dai tematismi presenti nell'archivio regionale toscano. Sono stati utilizzati i seguenti strati informativi, lineari e poligonali: (i) *grafo idrografico regionale* (costituito da tutti gli archi idrici costituenti il reticolo fluviale toscano); (ii) *grafo degli elementi idrici minori* (costituito da scoline e canalette, proveniente dal DB multi scala Regionale); (iii) *aree bagnate* (costituito dalle aree bagnate degli elementi fluviali e lacustri principali, contenute nelle CTR alle due scale); (iv) *aree idriche* (costituito dalle aree umide di pertinenza degli elementi fluviali e lacustri principali, contenute nelle CTR alla due scale).

Non per tutti gli strati informativi è stato ritenuto necessario un processo di generalizzazione. Le informazioni relative alle aree bagnate ed alle aree idriche nonché al sistema degli elementi lineari minori sono state assunte senza modifiche. Questo ha permesso di evidenziare in maniera ben leggibile gli elementi più importanti, contribuendo a caratterizzare il reticolo idrografico principale. Il grafo idrografico regionale, per la sua complessità, ha invece necessitato di una generalizzazione dei suoi elementi. Sono stati sottratti dal grafo tutti gli elementi minori (in parte già compresi nello strato informativo delle scoline e canalette), rimuovendo i corsi d'acqua privi di toponimo. Successivamente le geometrie sono state generalizzate in ambiente ESRI ArcGIS attraverso lo strumento *Smooth Line*. Questo strumento propone due algoritmi che consentono di smussare la forma delle linee originali. Il primo di essi, *Polynomial Approximation with Exponential Kernel* (PAEK⁷), ridefinisce i nuovi tratti calcolando un "percorso" simile a quello degli elementi lineari originali, ma producendo una nuova linea più arrotondata che, fatta eccezione per i punti di chiusura, non necessariamente contiene i vertici della linea di origine. È importante la scelta della tolleranza da considerare per l'elaborazione dei dati, che definisce la dimensione del passo di analisi per l'operazione di *smoothing*: più piccola è la dimensione del passo, maggiore è l'approssimazione della linea generalizzata all'originale. Il grado di tolleranza utilizzato per la generalizzazione del grafo idrografico regionale è stato individuato in 100m.

⁶ Sulle modalità di redazione di tale DTM si confronti il contributo di Chiara Nostrato et al. in questa stessa raccolta.

⁷ Bodansky, et al, 2002

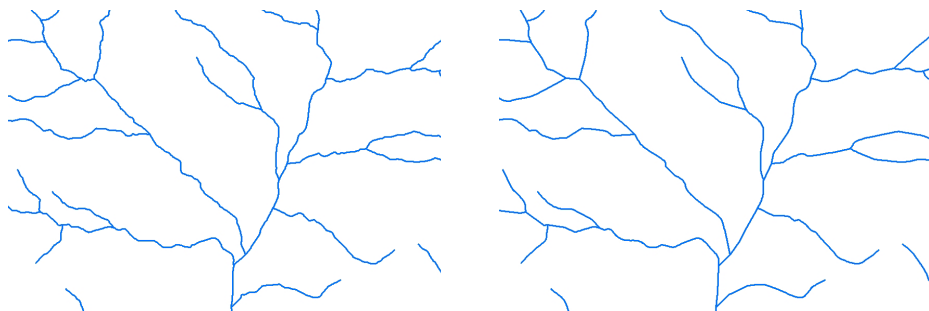


Figura 2. Grafo idrografico: a sinistra il dato di origine, a destra il dato sottoposto a smoothing.

uso del suolo⁸

Le informazioni di uso del suolo sono state elaborate a partire dalla copertura disponibile in scala 1:10k, realizzata per fotointerpretazione di immagini a colori del 2007, e costruita in coerenza geometrica con la Carta Tecnica Regionale alla stessa scala. Il lavoro di generalizzazione ha comportato una fase preparatoria iniziale, nella quale sono state eliminate le informazioni di viabilità e idrografia (presenti nella copertura come geometrie poligonali) attraverso la creazione di poligoni Thiessen successivamente accorpati ai poligoni limitrofi con un processo di *Eliminate* con criterio *Border*. L'analisi delle caratteristiche dell'uso del suolo a livello di ambito ha permesso di evidenziare più facilmente gli elementi di copertura del suolo che caratterizzavano il territorio da un punto di vista paesaggistico. Una verifica degli indici spaziali ha consentito di valutare le classi di uds presenti, la loro distribuzione e le metriche spaziali di distribuzione.

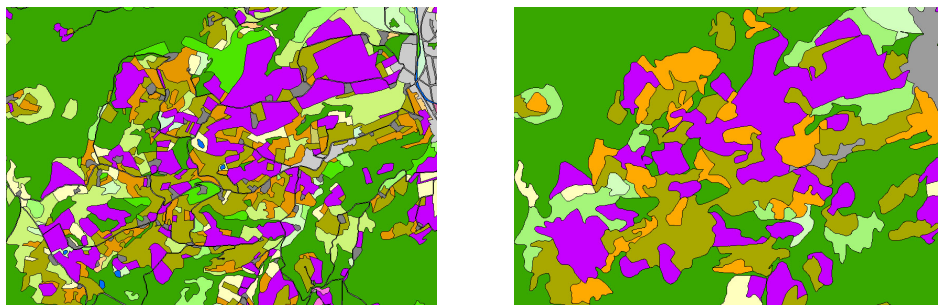


Figura 3. Uso del suolo: a sinistra il dato di origine, a destra il dato sottoposto a generalizzazione

Questa valutazione ha condizionato le scelte di generalizzazione tematica successive: (i) riclassificazione e accorpamento di classi di legenda debolmente caratterizzanti; (ii) "enfaticizzazione" dei poligoni delle classi di uso del suolo maggiormente significative, ma di dimensione inferiore all'unità minima cartografabile attraverso il loro ingrandimento mediante *buffer* proporzionale alle caratteristiche geometriche del poligono; (iii) eliminazione dei poligoni inferiori all'UMC secondo un criterio di affinità delle classi di legenda agricole (2xx) e naturali e seminaturali (3xx). Le fasi successive hanno riguardato la generalizzazione geometrica vera e propria: (i) arrotondamento dei poligoni attraverso una operazione di *smoothing* (passo 50m); (ii) controllo topologico realizzato imponendo il rispetto delle regole *Must not have overlaps* e *Must not have gaps*.

⁸ Sul tema della generalizzazione delle coperture di uso del suolo per finalità paesaggistiche, si confronti il contributo di Ilaria Scatarzi et al. in questa stessa raccolta.

grafo viario

Il Grafo viario della Regione Toscana (da qui in avanti GRT) costituisce il fondamentale nucleo delle informazioni utilizzate per questa categoria informativa. È stato tuttavia ritenuto utile sperimentare l'implementazione del GRT con il grafo *OpenStreetMap* (OSM), il quale, almeno per alcune aree della Toscana, conteneva elementi non altrimenti documentati. In ambiente ESRI ArcGIS i singoli archi viari del GRT sono stati trasformati in punti; ciascuno di essi è stato convertito nei propri vertici. Gli elementi lineari del grafo OSM sono stati spezzati in corrispondenza degli elementi puntuali di inizio e fine del GRT impostando una tolleranza di prossimità pari a 10m. Successivamente è stato creato un nuovo tema in cui ciascun arco del GRT è stato convertito nel proprio punto intermedio. Attraverso una selezione spaziale sono stati individuati i tratti del grafo OSM "spezzato" che non coincidevano con il dato puntuale del GRT. Tali tratti sono stati aggiunti al GRT qualificandoli con un attributo utile a distinguere l'origine di ciascun elemento della copertura finale. Evidentemente in questa fase il grafo integrato presentava una serie di "nodi appesi" in corrispondenza delle soluzioni di connessione tra gli archi provenienti dall'una e dall'altra fonte. La correzione topologica di questo problema è stata ottenuta imponendo il rispetto della regola *must not have dangles*. Mediante la validazione della topologia così impostata è stato possibile selezionare tutti gli errori e correggerli mediante i comandi di *Snap*, *Extend* e *Trim* (la tolleranza impostata è stata di 15m). Nel risultato finale i tratti sconnessi sono risultati quasi del tutto eliminati. Infine si è proceduto a integrare gli attributi gerarchici di ciascun arco ereditati dalle proprie fonti. La gerarchia prevede 9 classi: (i) autostrade e superstrade; (ii) strade statali; (iii) strade regionali; (iv) strade provinciali; (v) strade comunali principali; (vi) strade comunali secondarie; (vii) altre strade comunali; (viii) strade private e di servizio; (ix) piste e rampe di accesso.

Il grafo così integrato e aggiornato è stato successivamente sottoposto a una generalizzazione finalizzata a ridurre ponderatamente il numero dei tratti. L'ambiente ESRI ArcGIS mette a disposizione una serie di strumenti dedicati alla generalizzazione cartografica e in particolare riserva alla viabilità due strumenti: *Thin Road Network* e *Merge Divided Roads*. Il primo strumento⁹ permette di ridurre il numero di tratti di una maglia viaria interconnessa sulla base di due parametri: la gerarchia dei tratti (*Hierarchy Field*) e la lunghezza minima (*Minimum length*), che essi devono avere per non essere esclusi. Per la verità lo strumento non elimina definitivamente i tratti che giudica non gerarchicamente necessari ma attribuisce loro un valore "1" nel campo che accoglierà il valore di "invisibilità" (*Invisibility Field*). A seguito di una serie di sperimentazioni e verifiche si è stabilito di impostare come lunghezza minima 500m. In tal modo lo strumento ha distinto i tratti inferiori a 500m che non risultavano necessari per connettere due nodi della maglia viaria qualora ve ne fossero altri di gerarchia superiore. Il risultato è stato poi sottoposto allo strumento *Merge Divided Roads*, che permette di riunire due tratti paralleli in un unico tratto sulla base della distanza massima tra i tratti paralleli e sulla base di un attributo che individui la afferenza dei tratti paralleli alla medesima classe. Tale strumento si è reso molto utile, per esempio, per ridurre le corsie di autostrade, superstrade e viali ad un'unica linea. Lo strumento richiede come parametri essenziali: la distanza entro la quale deve processare i due tratti paralleli di viabilità (*Merge Distance*) ed il campo della tabella attributi sulla base del quale deve considerare due tratti paralleli afferenti alla medesima classe (*Merge Field*). A seguito di una serie di sperimentazioni si è quindi stabilito come distanza massima tra tratti paralleli (*Merge Distance*) il valore di 25 m.

Il grafo integrato generalizzato così ottenuto è risultato quindi correttamente diffuso sul territorio, sufficientemente "denso" per una lettura della carta in scala 1:50.000 e privo di duplicazioni di corsie.

⁹ *Thin Road Network* necessita di una serie di impostazioni che l'utente deve prioritariamente stabilire come la proiezione geografica del dato o la scala di riferimento della mappa e, in alcuni casi richiede che il grafo sia sottoposto ad alcuni controlli topologici prima di poter essere processato. Per approfondimenti si rimanda alla documentazione allegata al software ESRI ArcGIS.



Figura 4. Grafo viario: a sinistra il grafo originario, a destra il grafo sottoposto a generalizzazione.

grafo ferroviario

Il Grafo Regionale delle Infrastrutture Ferroviarie presente nel DB multiscala Regionale alla scala nominale di 1:10.000, perfettamente aggiornato e senza problemi di duplicazione dei binari paralleli, è stato utilizzato senza effettuare alcuna modifica.

edifici

La fonte geometrica fondamentale per la costruzione dello strato relativo agli edifici è stata la Carta Tecnica Regionale Toscana (CTR); l'edizione 1:10k, che copre l'intero territorio, individua i poligoni degli edifici attraverso la proiezione orizzontale degli edifici "isolati"; l'edizione in scala 1:2k, disponibile per le aree più densamente edificate, distingue negli isolati i poligoni relativi ai singoli corpi di fabbrica. Per le ragioni specificate poco sopra, queste informazioni sono state integrate con quelle di provenienza catastale aggiornate al marzo 2012. L'integrazione è avvenuta sia sulla base di analisi di relazione spaziale, sia sulla base di principi di generalizzazione cartografica. Le due fonti CTR sono state in primo luogo integrate: in ambiente ESRI ArcGIS sono stati selezionati i poligoni presenti nella CTR 1:2k che non si intersecavano con i poligoni della CTR 1:10k. Tale selezione è stata sottoposta ad un processo di generalizzazione al fine di uniformarne la geometria con quella degli edifici provenienti dalla CTR 1:10k; in particolare, ai poligoni presenti nella selezione è stato applicato il comando *Eliminate* al fine di fondere tra di loro i poligoni contigui. Al risultato di questa fusione è stato poi applicato il comando *Simplify Building* in modo da semplificare le geometrie dei poligoni mantenendo però le forme essenziali e la dimensione dell'edificio. *Simplify Building* richiede l'impostazione di due parametri: la tolleranza di semplificazione (*Simplification Tolerance*) e la superficie minima dei poligoni da mantenere al termine della semplificazione (*Minimum Area*). Alcuni test hanno permesso di scegliere il valore di 25m per la tolleranza di semplificazione e di 50m² per la superficie minima dei poligoni da mantenere. Con la medesima procedura la banca dati realizzata è stata integrata con i poligoni descrittivi di fabbricati provenienti da fonte catastale.

Le operazioni successive hanno riguardato la generalizzazione cartografica della banca dati integrata. L'ambiente ESRI ArcGIS dispone di una nutrita serie di strumenti e dedica al tema degli edifici uno strumento molto potente: *Resolve Building Conflicts*. Questo *tool*, in estrema sintesi, permette di effettuare una serie articolata di operazioni sulle geometrie da generalizzare: gli edifici vengono traslati e ruotati in funzione della loro prossimità a elementi cartografici quali corsi d'acqua, specchi d'acqua, strade o ferrovie; i poligoni degli edifici troppo piccoli per una corretta visualizzazione vengono ingranditi. È utile precisare che tutte le scelte sono coerenti con la scala di riferimento della mappa generalizzata desiderata (*Scale Reference*), e che è necessario definire preliminarmente la precisa vestizione cartografica di ciascun tematismo poiché il software opera le trasformazioni in base agli elementi grafici della mappa e non in base agli elementi geometrici del dato geografico. L'esecuzione del comando *Resolve Building Conflicts* richiede che siano

specificati i tematismi che costituiscono una barriera per la generalizzazione dei poligoni (*Input Barrier Layers*) come l'idrografia, la rete viaria o la rete ferroviaria; a ciascun "tematismo barriera" è possibile attribuire un valore pari alla distanza dal bordo alla quale debbono esser mantenuti gli edifici generalizzati. Nel caso in esame è stata impostata una distanza di 15m per tutti i tematismi barriera ad eccezione della viabilità per la quale è stata specificata una distanza pari a 0m affinché i poligoni generalizzati dell'edificato potessero addossarsi agli elementi grafici della viabilità. Gli altri due parametri importanti riguardano la distanza che deve essere mantenuta tra i poligoni dell'edificato (*Building Gap*) e la dimensione minima del poligono generalizzato (*Minimum Allowable Building Size*). Nel caso illustrato gli edifici generalizzati hanno mantenuto una distanza reciproca di 15m e la dimensione minima del lato del poligono dell'edificio generalizzato è pari a 25m. Il risultato dell'applicazione dello strumento ha generato dunque un tematismo poligonale i cui elementi rappresentano gli edifici generalizzati la cui distanza da idrografia e ferrovie è di almeno 15 m, la distanza minima dagli elementi grafici della viabilità è pari a 0m e la dimensione minima di ciascun lato del singolo edificio è pari ad almeno 25m (0,5 mm in scala 1:50k).

Nei vari passaggi si è posta particolare attenzione al mantenimento degli attributi originari contenuti nella Carta Tecnica Regionale; in particolare l'attributo "CODICE", che individua la tipologia di edificio a cui si riferisce il singolo poligono. Tale accorgimento permette di distinguere facilmente gli edifici civili da quelli industriali e poterli quindi vestire correttamente in fase di redazione cartografica.

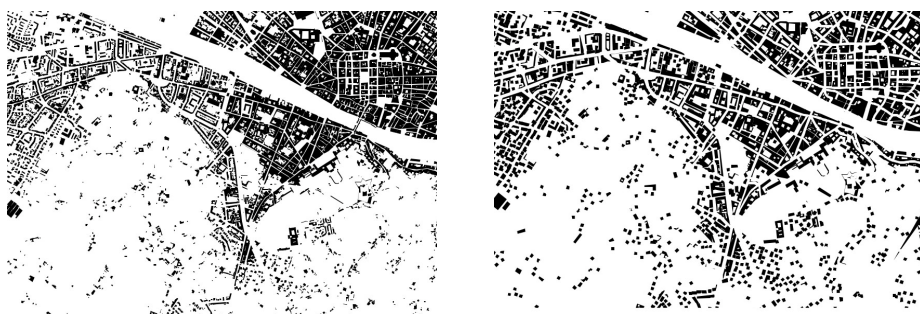


Figura 5. Edifici: a sinistra il dato originario, a destra il dato sottoposto a generalizzazione.

L'editing cartografico

A ciascuno strato è stato associato uno stile di vestizione che rendesse comprensibile sia le caratteristiche dei singoli elementi sia le loro relazioni; questo aspetto riguarda la finalità di indagine paesaggistica che caratterizza la ricerca. Le scelte dei simboli e dei cromatismi degli elementi cartografici tendono a evidenziare i rapporti spaziali e ad enfatizzare i caratteri paesaggisticamente rilevanti: ciò ha consentito una rappresentazione efficace alla scala 1:50k delle trame agricole caratterizzanti, per esempio, dei grandi paesaggi agricoli di pianura, fornendo un importante supporto per le indagini relative agli aspetti rurali del paesaggio toscano.

Al fine di rendere maggiormente accessibile l'esito delle sperimentazioni, le vestizioni dei singoli tematismi e l'elaborazione dell'*output* cartografico finale è stato realizzato in ambiente QuantumGIS anche in coerenza con le scelte che la Regione Toscana ha intrapreso in merito all'implementazione e promozione degli strumenti GIS *open-source*.

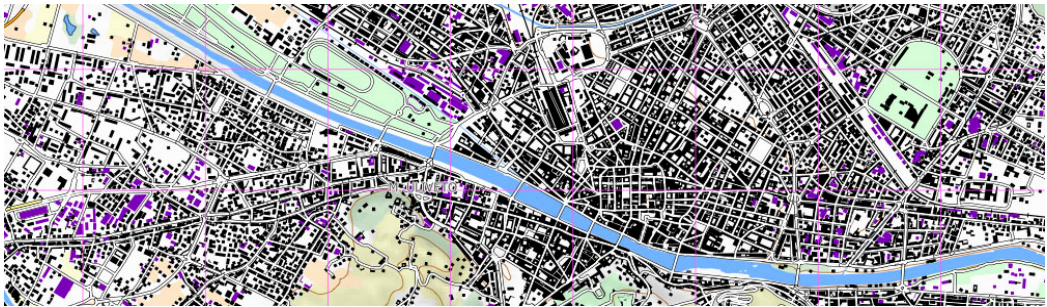


Figura 6. Estratto in scala 1:50.000 dei primi risultati della sperimentazione.

Conclusioni

L'avanzamento tecnologico nel campo della potenza di calcolo informatico e lo sviluppo di software sempre più completi rende possibile affrontare le complessità di elaborazione delle operazioni di generalizzazione utilizzando *personal computer* in ambiente *desktop* ottenendo risultati soddisfacenti se rapportati al tempo di elaborazione dei risultati. Gli strumenti *hardware* e *software* largamente diffusi si dimostrano sufficientemente potenti anche per affrontare le operazioni di integrazione ed aggiornamento significativamente complesse appena descritte.

La sperimentazione ha riguardato metodi di integrazione dei contenuti con dati provenienti da altre fonti. Su questo secondo aspetto vale la pena proporre una osservazione particolare. Stiamo assistendo ad una crescita impetuosa della disponibilità di dati la cui fonte è costituita dall'opera di soggetti non istituzionali. Non dovrebbero essere trascurate le conseguenze di iniziative come queste anche nelle pratiche istituzionali ed "esperte" di produzione di informazione geografica. Anche se il "fornitore" del dato proveniente da banche dati libere di questo tipo non può essere considerato uno specialista, la comunità si autoregola e si autocontrolla definendo un livello di qualità del dato che può essere ritenuto, almeno entro specifiche attività, perfettamente sufficiente.

L'eterogeneità delle fonti presenta un problema non trascurabile: l'integrazione di dati provenienti da fonti diverse comporta spesso la necessità di sottoporre le informazioni a vari processi di trasformazione il cui esito deve essere costantemente verificato.

Bibliografia

- Bodansky, E.; Gribov, A.; Pilouk, M. (2002) *Smoothing and Compression of Lines Obtained by Raster-to-Vector Conversion*, LNCS 2390, Springer, p. 256-265,
- Chilton, S. (2009) *Crowdsourcing is Radically Changing the Geodata Landscape: Case Study of Openstreetmap*, Proceedings of the 24th International Cartographic Conference, Santiago de Chile, Chile, 15–21 November 2009
- ESRI (1996) *Automation of Map Generalization, The cutting-Edge Technology*, ESRI White Paper Series
- Fritz, S. et al. (2009) *Geo-Wiki.Org: The Use of Crowdsourcing to Improve Global Land Cover*, Remote Sensing 2009, 1, 345-354
- Lucchesi, F. et al. (2009) *La periodizzazione della crescita urbana. Una banca dati dei sedimi edificati derivati dalla CTR toscana*, Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA, Bari
- McMaster, R; Buttenfield, B. (1991) *Map generalization: Making rules for knowledge representation*, Longman
- McMaster, R; Shea, S. (1992) *Generalization in Digital Cartography*, Association of American Cartographers
- Rumor, M.; Savino, S.; Congiu, S.; De Gennaro M.; Zampieri, A. (2011) *La generalizzazione cartografica automatica: la soluzione per la cartografia del futuro*, 150 Anni di Cartografia in Italia, Atti Convegno Nazionale Associazione Italiana Cartografia, Modena
- Savino S., Rumor M., Congiu S. (2011) *Tecniche di generalizzazione cartografica dalla grande alla media scala*, 15a Conferenza Nazionale ASITA, Parma