

ESPERIENZE PER LA COSTITUZIONE DI UNA BASE DATI TERRITORIALE ALLA SCALA 1:50.000 A SUPPORTO DELLA PRODUZIONE DI TEMATISMI E DELL'ANALISI AMBIENTALE

Luca FORESTELLO ^(*), Gabriele GARNERO ^(**), Danilo GODONE ^(**), Angelo PENON ^(*)

^(*) ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche
C.so Unione Sovietica, 216 – 10134 TORINO
Tel +39 011 316.9336, Fax +39 011 316.9340 – E-mail a.penon@arpa.piemonte.it

^(**) Università degli Studi di Torino - DEIAFA – V. Leonardo da Vinci, 44 – 10095 Grugliasco (TO)
Tel +39 011 670.5518, Fax +39 011 670.5516 – E-mail gabriele.garnero@unito.it

Riassunto

La disponibilità nella Regione Piemonte di dati numerici alle scale 1:10.000 e 1:50.000 ha consentito di condurre una significativa esperienza per la costituzione di una base dati territoriale alla scala 1:50.000 finalizzata a soddisfare diverse esigenze specifiche delle strutture tecniche dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale. In particolare tale base è diventata il supporto cartografico per la realizzazione di vari progetti, quali la predisposizione dei Fogli geologici del programma nazionale CARG e la produzione di svariati tematismi ambientali, oltre che costituire il supporto informativo per la realizzazione delle attività di analisi ambientale alla scala subregionale.

La definizione metodologica utilizzata si configura come il naturale affinamento di quella sviluppata nel 1996 dal Settore Cartografico regionale per la produzione della Carta Tecnica Numerica Speditiva alla scala 1:50.000, ottenuta mediante procedimenti per la maggior parte automatici a partire dalle coperture delle corrispondenti Sezioni in scala 1:10.000.

A seguito di una prima fase di selezione dei livelli informativi significativi, mediante una procedura di generalizzazione cartografica, sono stati eseguiti gli sfoltimenti logici, le semplificazioni geometriche e le nuove vestizioni cartografiche.

E' stata inoltre avviata un'attività di sperimentazione sui fogli di confine extra-regionale, per la definizione delle congruità informative e geometriche dei differenti livelli informativi.

Nell'ambito del territorio piemontese il risultato ottenuto dalle elaborazioni eseguite ha risposto bene alle esigenze specifiche dei diversi utenti interni all'Agenzia.

A conclusione dei lavori per il foglio prototipale di confine, realizzato seguendo i criteri definiti nel modello generale, si intende procedere alla costituzione della base dati territoriale completa per tutti i fogli di confine (circa la metà della copertura regionale).

Abstract

The Piedmont regional availability of numeric data at scale 1:10.000 and 1:50.000 allowed to proceed successfully in creating a geographical data base at scale 1:50.000 useful to satisfy various needing in technical structures of Environmental Protection Regional Agency. The data base has become cartographic support to various projects, as preparation of Geological Map of national program CARG, production of many environmental thematic maps, and moreover has been the informative base to realize activities dealing with environmental analysis at sub-regional scale.

The used methodology is the natural evolution of that developed in 1996 by the Regional Cartographic Office to produce the technical speditive numeric map at scale 1:50.000; it was generated with prevalent automatic processes using thematic levels at scale 1:10.000. After a first selection of significant informative levels, following a process of geographical generalization we obtained logical and geometrical simplification and new cartographic representation. Moreover we started an experimental activity on boarding maps between regions, to define informative and

geometric congruity at different informative levels. On regional area the results of data processing gave satisfactory replies to specific request of different users inside the Agency.

As soon as the test boarding map, obtained on criteria of general model, will be ready, we intend prosecute building up the complete geographical data base for all boarding maps (about half the regional extension).

1. Introduzione

La Regione Piemonte ha avviato, a partire dal 1988, il programma di produzione della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 in modalità sostanzialmente tradizionale, con la sola eccezione dell'altimetria. In seguito, le informazioni disponibili sono state digitalizzate, mentre le nuove produzioni (Foglio sperimentale n. 175 – Asti [1993], Valle di Susa [1995-98]) sono state direttamente attuate tramite restituzione fotogrammetrica numerica diretta, per cui l'intero territorio regionale risulta coperto da informazioni cartografiche in formato digitale, con una codifica sostanzialmente omogenea.

Attualmente è in corso l'aggiornamento per l'area prossima al confine lombardo, della fascia da Borgomanero ad Alessandria, con l'applicazione prototipale delle Specifiche *IntesaGIS*.

Il database topografico risultante, strutturato in *Elementi* ed *Entità*, ha costituito non solo il riferimento di base del Sistema Informativo Territoriale regionale (SIT), ma ha consentito di fissare i fondamentali elementi di congruenza con i database a grande e piccola scala.

Da tale innovativa impostazione (*Relazione tecnica – G. Garnero, 1995*), trae origine e si sviluppa (conclusione 1998) l'esperienza di produzione per generalizzazione automatica della Carta Numerica alla scala 1:50.000 (*Relazione ASITA – G. Garnero et alii, 1998*): il database risultante, pur mantenendo il sistema classificatorio e l'inquadramento geometrico delle informazioni originarie, presenta caratteristiche e peculiarità specifiche della cartografia alla scala 1:50.000.

Considerata infine la necessità, espressa dai diversi soggetti pubblici e privati, di diffondere e condividere una base dati il più possibile aggiornata, è stata altresì sviluppata, nell'ambito del progetto Sistema Informativo Territoriale e Ambientale Diffuso - SITAD, una prima significativa esperienza per la realizzazione del *Geodatabase* regionale, a partire dalle "Specifiche per la realizzazione dei *Data Base* Topografici di Interesse Generale" dell'Intesa GIS. (*Relazione ASITA – M. Vasone et alii, 2004*). Tale attività ha consentito di sperimentare diverse soluzioni innovative, quali ad esempio la strutturazione del *Geo-DBMS* multiprecisione e l'impostazione del flusso di aggiornamento.

2. Definizione degli obiettivi

L'APAT – Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, che ha ereditato dal Servizio Geologico Nazionale il compito di rilevare e pubblicare la Carta Geologica d'Italia - Programma CARG, ha assegnato all'ARPA Piemonte l'attuazione delle attività progettuali relativamente all'ambito regionale di competenza. Sulla base delle linee guida che definiscono i contenuti e gli standard tecnico-scientifici da adottare, l'ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche, con la collaborazione del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Torino e del Centro Studi per lo Geodinamica delle Catene Collisioni del C.N.R., ha operato, per alcune significative porzioni del territorio, il rilevamento dei dati geologici sulla base CTR 1:10.000 e la creazione della banca dati avente come riferimento la base topografica 1:25.000 IGM e la pubblicazione mediante stampa di alcuni fogli alla scala 1:50.000; in futuro per scopi applicativi si renderanno disponibili anche i dati originali di rilevamento.

I fogli prototipali su cui è stata sviluppata l'elaborazione sono il 155 (Torino Ovest), il 156 (Torino Est) e il 171 (Cesana).

Considerato che la stampa dei fogli geologici procede in stretto collegamento temporale con il rilevamento dei dati, è emersa la necessità di dotarsi di un idoneo supporto cartografico di base alla scala 1:50.000, prioritariamente per le aree studiate e successivamente per l'intero territorio regionale: tale base deve costituire anche il riferimento cartografico per la produzione dei tematismi

inerenti le diverse matrici ambientali ed anche il supporto informativo per la realizzazione delle attività di analisi ambientale alla scala subregionale svolte dalle diverse strutture tecniche dell'ARPA Piemonte.

3. Analisi delle basi dati disponibili

Le basi dati cartografiche disponibili alla scala 1:50.000 sono:

- la base topografica prodotta dall'IGM, che copre solo parzialmente il territorio piemontese;
- la Carta Tecnica Numerica Speditiva prodotta dal Settore Cartografico Regionale.

Al fine di soddisfare le esigenze di sviluppo temporale dell'attività e di dotazione di una base dati numerica, si è deciso di utilizzare operando le opportune rielaborazioni, quella regionale.

Questa base, derivata come detto dalla generalizzazione alla scala 1:50.000 delle informazioni contenute nelle 800 sezioni della CTR Numerica in scala 1:10.000 è stata sviluppata con procedure quasi totalmente automatiche in ambiente ARC/INFO: è un prodotto che presenta, per l'intero territorio regionale, un elevato grado di omogeneità nella struttura dei dati, ma nel quale si evidenziano alcune differenze nella rappresentazione rispetto a quella adottata dall'IGM.

Al fine di una efficace vestizione, per alcuni livelli informativi (ad esempio edifici e strade) erano state messe a punto delle procedure specifiche che applicavano una serie di operatori topologici per consentire il passaggio dalla rappresentazione metrica a quella simbolica.

Il mantenimento della struttura informativa originaria è stato ed è tuttora un elemento estremamente positivo, che permette di operare agevolmente aggiornamenti e/o rielaborazioni della base dati.

4. Metodologia operativa

Al fine prioritario della produzione del supporto cartografico per la stampa dei fogli della Carta Geologica d'Italia, sulla base anche dell'esperienza realizzata nel 1996 dal Servizio Cartografico Regionale, sono state effettuate sulle informazioni geografiche le seguenti operazioni:

- sfoltimento logico degli Elementi e delle Entità;
 - *Elementi*: sono le primitive topologiche oggetto di restituzione fotogrammetrica o digitalizzazione, senza una strutturazione di livello logico; nella cartografia della Regione Piemonte gli Elementi sono tutti di tipo lineare;
 - *Entità*: sono un insieme di elementi logicamente strutturati, che costituiscono il primo nucleo di oggetti complessi su cui verranno realizzati i collegamenti fra la cartografia e le altre basi dati del Sistema Informativo Territoriale. Le Entità possono essere puntuali, lineari o areali;
- semplificazione geometrica di talune tipologie di elementi cartografici;
- passaggio in rappresentazione simbolica per alcune tipologie di oggetti.
- creazione di nuove geometrie (ad esempio: isoipse con quota multipla di 25 e 75);

La definizione metodologica messa a punto si configura come il naturale affinamento di quella utilizzata nella precedente esperienza: le elaborazioni sono state ora effettuate con il software *ArcGis 9.0*. La scelta di sviluppare totalmente l'attività con questo software GIS, ed in particolare con la versione 9.0, è stata dettata dalla necessità di organizzare e gestire complessi flussi di lavoro, ripetibili su dati diversi (ma strutturalmente simili) in tempi differiti, in modo analogo e standardizzato.

ArcGis 9.0 consente infatti di creare in ambiente "*Model Builder*" una procedura costituita da una sequenza di operazioni e di monitorare l'elaborazione in tempo reale in modo "grafico/visivo" o successivamente tramite analisi della *Command Line*: questi strumenti consentono l'applicazione sistematica e controllata di vari vincoli (ad esempio quelli relativi alla minima dimensione lineare o areale, alle verifiche di prossimità, ...) e permetteranno di ripetere queste elaborazioni su tutti i 68 fogli alla scala 1:50.000 che coprono il territorio piemontese.

I dati in input sono costituiti, oltre che dal database (elementi puntuali, lineari, areali, toponimi) in scala 1:50.000 formato E00 e DXF georiferito in UTM-WGS84, dal database (elementi puntuali, lineari, areali) in scala 1:10.000 formato SHP georiferito in UTM-ED50.

Il risultato di output è costituito da un database (elementi puntuali, lineari, areali, toponimi) in scala 1:50.000 formato SHP e DXF georiferito in UTM-ED50 e UTM-WGS84.

4.1 Sfoltimento logico

Nella generalizzazione operata precedentemente (attività 1996), lo sfoltimento logico aveva già interessato diversi Elementi ed Entità. Sulla base dei contenuti che tradizionalmente fanno parte della cartografia IGM in scala 1:50.000 e delle esigenze di rappresentazione del tematismo geologico si è provveduto ad operare un ulteriore sfoltimento.

Sono stati quindi eliminate le curve di livello (generate a partire da una nuova elaborazione dai dati 1:10.000), le superfici boscate, superfici rocciose, ..., mentre alcuni Elementi ed Entità sono stati aggregati ad altri secondo criteri dimensionali o di prossimità (es. tratti della rete viaria), procedendo contemporaneamente alla correzione delle residue codifiche errate degli oggetti.

4.2 Semplificazione geometrica

Si è reso altresì necessario operare uno sfoltimento e/o semplificazione geometrica, sulla base del criterio di eliminare tutti quegli oggetti che, avendo una dimensione inferiore alla soglia di cattura ordinariamente considerata, non potevano essere rappresentati alla scala 1:50.000.

Il vincolo dimensionale definito (dimensione inferiore all'errore di graficismo ordinariamente considerato) è stato per gli oggetti areali isolati di 2500 m² (tratti di strada, isole, vasche, piscine e cisterne, ..., dopo essere stati sottoposti alle verifiche di prossimità), e per gli oggetti lineari isolati di 25 m (tratti di ferrovie, scarpate, filari di alberi, ...).

Sulle nuove curve di livello generate è stato applicato uno sfoltimento geometrico (tolleranza 10 m).

4.3 Rappresentazione simbolica di alcune categorie di oggetti

Considerato che il solo sfoltimento logico e geometrico di Elementi ed Entità non consente di definire una soddisfacente rappresentazione cartografica, si è previsto di applicare ad alcune categorie di oggetti una serie di operatori per determinare il passaggio dalla rappresentazione metrica a quella simbolica: tale procedura, che in passato aveva interessato viabilità ed edificato, è stata impiegata anche per rappresentare chiese, castelli e stazioni ferroviarie mediante specifici simboli. Sono stati inoltre generati dei *layer* finalizzati alla rappresentazione cartografica finale basata su una gerarchia gestita tramite *ArcGIS* (comando specifico *Symbol Levels*).

4.4 Creazione di nuove geometrie

Utilizzando delle dettagliate basi informative è stato possibile per alcuni Elementi e Entità elaborare nuove geometrie significative per la scala cartografica finale. L'esempio più efficace è stato sicuramente quello relativo alla creazione del livello informativo isoipse con equidistanza a 25 m.

Il modello sviluppato opera sui dati 1:10.000 e crea uno *shape* di linee relativo alle isoipse con equidistanza 25 m, gerarchizzando inoltre le curve direttrici al fine di una loro corretta rappresentazione cartografica.

Le fasi del modello sono qui sinteticamente descritte (*Fig. 1*):

1 - 5: correzione errori sullo shape di partenza e creazione di un campo di testo contenente il valore della quota delle isoipse su cui effettuare le selezioni. *Tool "Select", Tool "Add Field", Tool "Calculate Field"*.

6 - 8: creazione di due shape separati uno contenente le isoipse con valore quota terminante in 20,30,70,80 e l'altro con valori terminanti con 00,10,40,50,60,90. *Tool "Select"*.

9: creazione di un nuovo TIN. *Tool "create TIN"*.

10: elaborazione del TIN creato in precedenza fornendo in input i due shape creati nella fase 6 e 7. Il primo come hardline (20,30,70,80) e il secondo (00,10,40,50,60,90) come masspoint. *Tool "Edit TIN"*.

11: generazione di un nuovo shape di linee con equidistanza a 25m. *Tool "TIN Contour"*.

12 e 13: creazione un nuovo campo di testo in cui si inserisce il valore della quota relativo al singolo elemento. *Tool "Add Field", Tool "Calculate Field"*.

14: selezione delle isoipse con quota terminante con 25 e 75. *Tool "Select"*.

15: selezione dalle isoipse che sono state in precedenza corrette (fase dalla 1 alla 5) degli elementi con quota terminante con 00 e 50. *Tool "Select"*.

- 16: creazione un unico shape contenente le isoipse 00,25,50 e 75. Tool "Append"
 17 e 18: creazione di due nuovi campi uno numerico e uno di testo con cui verranno effettuate le selezioni in seguito. Tool "Add Field" Tool "Calculate Field"..
 19: individuazione delle isoipse principali e secondarie operando sul campo quota numerico e sul campo TIPO che mi consentirà di distinguere. Tool "Dissolve".
 20: sfooltimento e quindi eliminazione di punti entro una tolleranza di 10 metri. Tool "Simplify Line".
 21: creazione di un nuovo shape file che conterrà le isoipse. Tool "Feature class to Feature class".

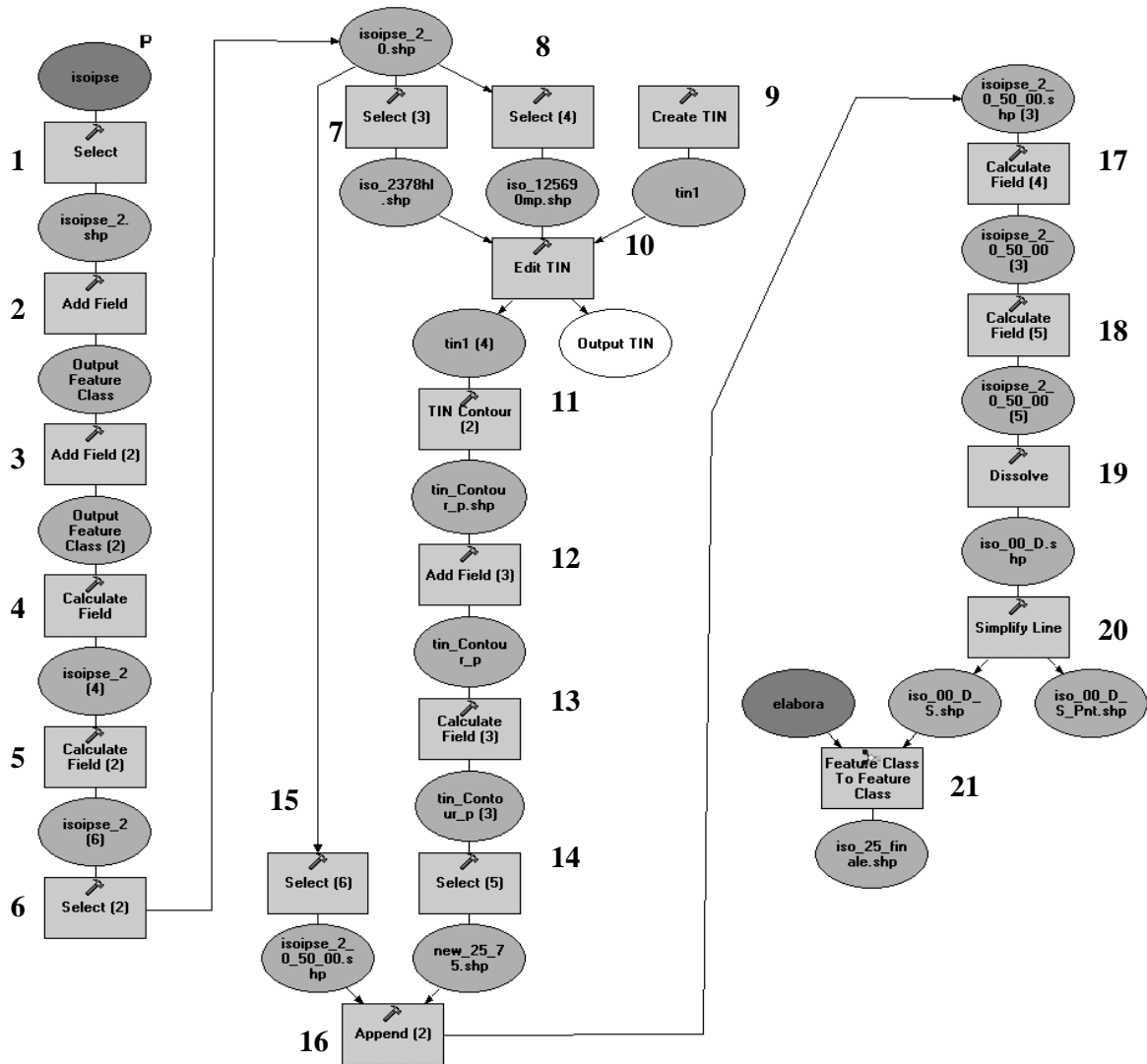


Figura 1 - schema del modello utilizzato.

5. Esempi di elaborazione

5.1 Semplificazione geometrica di oggetti areali isolati

Dopo aver selezionato gli oggetti con superficie inferiore ai 2500 m², si opera una semplificazione geometrica definendo prima un *buffer* di 12.5 m, poi un *buffer* negativo di 12.5 m ed infine si eliminano gli oggetti con superficie inferiore ai 2500 m² (Fig. 2).

5.2 Rappresentazione delle stazioni ferroviarie mediante simboli orientati

Questo modello crea uno *shape* di punti relativo alle stazioni ferroviarie (in origine sono poligoni) e ne definisce la rappresentazione cartografica secondo standard IGM con un simbolo orientato: il modello genera, a partire dai poligoni rappresentanti le stazioni ferroviarie, degli elementi puntuali e li orienta in base alla direzione individuata dalla rete ferroviaria limitrofa.

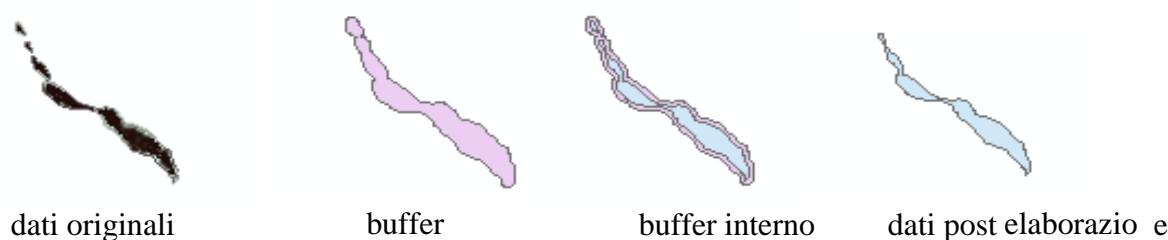


Figura 2 - semplificazione geometrica, schema operativo

5.3 Esempio applicativo sul foglio di confine extra-regionale

Sono stati analizzati i problemi relativi alla congruenza geometrica dei dati provenienti da differenti Regioni: superato l'inconveniente del differente sistema di riferimento geodetico nel quale vengono forniti i dati, si è osservato, analizzando, ad esempio, gli *shapes* della viabilità comunale, una buona corrispondenza nei punti di giunzione, con scostamenti massimi non superiori ai 10 m.

Restano, ovviamente, le difficoltà dovute alle differenti codifiche e strutture dei *database* adottati dalle diverse regioni, e le problematiche dovute ai diversi tagli cartografici.

6. Conclusioni

La sperimentazione sui fogli prototipali ha fornito risultati interessanti: nel corso delle elaborazioni sono comunque emerse evidenti difficoltà, in particolare nella stesura delle procedure automatizzate. Obiettivo del lavoro era infatti quella di minimizzare l'intervento dell'operatore nella generazione del nuovo supporto cartografico. Il prodotto ottenuto ha confermato la validità della metodologia proposta, sia dal punto di vista geometrico che dal punto di vista grafico.

Pertanto la sua applicazione all'interno del progetto CARG risulta ottimale e altrettanto valido è l'impiego di tale base dati in progetti di carattere geoambientale condotti dalle strutture agenziali.

7. Bibliografia

- Amadio, G.: *La derivazione del DB 25 da database e cartografia numerica tecnica regionale: problematiche ed esperienze*, Atti della 3° Conferenza Nazionale ASITA, 1999.
- Bianchin, A.; Martinucci, D.: *Generalizzazione cartografica: stato dell'arte*, Atti della 7° Conferenza Nazionale ASITA, 2003.
- Deruda, G. P. et alii: *Applicazione e valutazione di qualità di un modello di generalizzazione cartografica dalla scala 1:10000 alle scale 1:50000, 1:100000 e 1:25000*, Atti della 7° Conferenza Nazionale ASITA, 2003.
- Falchi, U.; Vacca, G.: *Rappresentazioni multiscala: generalizzazione di dati geografici in ambiente GIS*, Atti della 7° Conferenza Italiana Utenti ESRI, 2004.
- Garnero, G.: *Carta Tecnica Regionale Numerica - Estrazione automatica della Carta Numerica in scala 1/50000*, Centro Stampa della Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1995.
- Garnero, G. et alii: *La CTR del Piemonte: esperienze di generalizzazione nella scala 1/50.000 in ambiente ARC/INFO*, Atti della 2° Conferenza Nazionale ASITA, 1998.
- IGM: *Segni convenzionali per i fogli della Carta d'Italia alla scala 1:50.000 e norme sul loro uso*, Edizioni IGM, 1984.
- IntesaGIS-WG01: *Specifiche per la realizzazione dei Data Base Topografici di Interesse Generale*, <http://www.intesagis.it>, 2004.
- Rocchini, C.: *Simbolizzazione automatica di oggetti areali e lineari*, Atti della 8° Conferenza Nazionale ASITA, 2004.
- Ruas, A.: *Generalisation et représentation multiple*, Hermes Science – Lavoisier, Paris, 2002.
- Vasone, M.; Garretti, L.; e Bernabino, F.: *S.I.T. della Regione Piemonte: strutturazione del GEO-DBMS a partire dalle specifiche dell'Intesa GIS*, Atti della 8° Conferenza Nazionale ASITA, 2004.