

Produzione della nuova base dati territoriale alla scala 1:50.000 del Piemonte e prime esperienze applicative sviluppate dall'Arpa Piemonte.

Luca Forestello (*), Danilo Godone (**), Romina Di Paolo (**)
Gabriele Garnero (**), 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

Dopo alcune positive esperienze di generalizzazione cartografica su alcune aree campione, utilizzando la consistente dotazione di dati territoriali nel formato digitale disponibile per l'intera Regione Piemonte, i tecnici dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale e i ricercatori del DEIAFA della Facoltà di Agraria dell'Ateneo torinese, hanno prodotto un database topografico alla scala 1:50.000 per l'intero territorio regionale. I modelli e le procedure di produzione sono stati sviluppati affinando la metodologia operativa definita nel 1996 dal Settore Cartografico regionale per la produzione della Carta Tecnica Numerica Speditiva alla scala 1:50.000.

I supporti informativi, prodotti con procedure automatizzate totalmente in ambiente GIS, hanno riguardato non solo l'intero territorio regionale, ma hanno interessato anche le aree di confine extra-regionali: in dette aree sono state replicate le medesime procedure, in seguito all'allineamento del contenuto alfanumerico. Sono inoltre stati riportati gli aggiornamenti territoriali maggiormente significativi. Tutte le elaborazioni sono state implementate con il software ArcGis 9.x in ambiente "Model Builder".

Tale base è diventata, per le strutture tecniche dell'Agenzia, l'indispensabile 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; essa costituisce inoltre un utile supporto informativo per la realizzazione delle attività di analisi ambientale alla scala subregionale.

Abstract

Thanks to positive experiences in cartographic generalization on benchmark areas, using the huge amount of digital data available in Piemonte region, ARPA technicians and DEIAFA researchers have been able to produce, for the entire regional area, a topographical database at 1:50000 scale. Models and procedures have been developed improving methodologies defined in 1996 by regional cartographic office in order to produce a speditive, technical map at 1:50000 in numerical format. Informative layers, produced with automated procedures in GIS environment, cover, not only the regional territory, but also border areas outside the region: in these areas, the same procedures have been applied after the alignment of alphanumeric content. Maps have also been updated with the most important land cover changes. All elaborations have been carried using ArcGis 9.x in Model Builder environment.

This map has become a crucial cartographic tool for ARPA's technical structures in its project as geological maps of CARG national project and different environmental thematical data; it's also an important role as an informative tool in environmental analysis activities at sub-regional scale.

1. Obiettivi del progetto

Il programma di produzione della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 è stato avviato nel 1988 dalla Regione Piemonte applicando una 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 realizzate tramite restituzione fotogrammetrica numerica diretta. Attualmente l'intero territorio regionale è coperto da informazioni cartografiche in formato digitale, con codifica sostanzialmente omogenea (Garnero, 2001).

Questa dotazione ha originato e consentito lo sviluppo (conclusione 1998) della prima esperienza di generalizzazione automatica della Carta Numerica speditiva alla scala 1:50.000 (Garnero, 1995): il database risultante, pur mantenendo il sistema di codifica e l'inquadramento geometrico delle informazioni originarie, presenta caratteristiche e peculiarità specifiche della cartografia alla scala 1:50.000.

Considerata l'entità degli interventi e quindi delle trasformazioni operate su consistenti porzioni di territorio regionale in questi ultimi dieci anni e verificata inoltre la disponibilità di dati numerici aggiornati alle scale 1:10.000 e 1:50.000, nell'anno 2005 è stata avviata (fase di sperimentazione) l'attività per la costituzione di una nuova base dati territoriale alla scala 1:50.000 finalizzata a soddisfare esigenze specifiche delle strutture tecniche dell'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (Forestello et al, 2005; Forestello et al, 2006).

Inoltre per rispondere alla richiesta di completamento dei fogli contenenti porzioni territoriali esterne al territorio piemontese, si è reso necessario gestire un insieme disomogeneo di informazioni geografiche proveniente da differenti regioni e stati, caratterizzate da differenti sistemi di riferimento (Garnero, 2006), sistema di codifica delle informazioni, strutturazione topologica e formato di memorizzazione.

Prioritariamente si è operato sui dati della regione Lombardia e della Francia ed è ora in corso l'attività, a completamento dei fogli di confine, sui territori delle regioni Valle d'Aosta, Liguria ed Emilia Romagna e della Svizzera (ultimazione lavori è prevista per il mese di giugno 2008).

2. Produzione delle nuove basi dati territoriali

La metodologia utilizzata rappresenta 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 automatizzati a partire dalle coperture delle corrispondenti Sezioni in scala 1:10.000.

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

Si è utilizzato il software *ArcGis 9.x*: le versioni 9.0 e seguenti di questo software GIS consentono di organizzare e gestire in modo analogo e standardizzato complessi flussi di lavoro, ripetibili in tempi differiti su dati diversi benché strutturalmente simili.

ArcGis 9.x permette infatti di creare in ambiente *Model Builder* una procedura costituita da una sequenza di operazioni e di monitorare l'elaborazione in tempo reale, in modalità "grafico/visiva", o successivamente tramite analisi della *Command Line*. Tali strumenti consentono di applicare in modo sistematico e controllato vari vincoli (quali la minima dimensione lineare o areale, le verifiche di prossimità, ...), nonché di ripetere queste elaborazioni alla scala 1:50.000 su tutti i 68 Fogli che coprono il territorio piemontese.

2.1. Acquisizione dei livelli informativi aggiornati

L'esigenza di disporre di livelli informativi corretti ed aggiornati costituenti la nuova base geografica alla scala 1:50.000, ha comportato prioritariamente un'attività di analisi e verifica della documentazione inerente tutti i dati prodotti dopo il 1995. Mediante i repertori dei dati geografici implementati dalle diverse strutture operanti sul territorio regionale (settori regionali competenti) ed

attraverso l'analisi della relativa metadocumentazione, è stata verificata la reale possibilità di utilizzo ed integrazione dei dati disponibili.

Nel settore della Pianificazione territoriale ed urbanistica e in quello dell'Ambiente sono stati attivati già da alcuni anni e quindi sono presenti sul *web* molti servizi che consentono di accedere ad informazioni di carattere territoriale e ambientale per la visualizzazione e talvolta il *download* di file (Bonansea et al, 2005).

Tra i servizi realizzati dalla Regione Piemonte ne citiamo alcuni che sono stati, per il nostro progetto, di grande interesse ed utilità:

- Interscambio Dati Ambientali
www.regione.piemonte.it/ambiente/sc_ida.htm
- Motore di Ricerca Spaziale
www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/strumenti2.htm
- Repertorio cartografico
www.regione.piemonte.it/repertorio
- Banca Dati Statistica Territoriale
www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/strumenti4.htm
- SITAD Sistema Informativo Territoriale Ambientale Diffuso
www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/sit/sitad.htm
- servizio GIS WEB - Procedure di VIA
<http://gis.csi.it/gisviaw/>

La procedura di aggiornamento attualmente conclusa ha utilizzato diversi tipi di dati: in alcuni casi si tratta di dataset relativi all'intera superficie regionale (es. dati estratti dai Piani Territoriali Forestali - Fonte dei dati: Banca dati relativa ai "Piani Territoriali e Forestali" - Regione Piemonte, 2004), (Forestello et al, 2007).

In altri casi relativi a porzioni del territorio regionale, ad esempio nei Fogli prototipali 155 e 156 la viabilità è stata integrata nelle aree relative a due interventi di notevole dimensione quali l'autostrada Orbassano-Pinerolo (Fonte dei dati: Struttura Semplice Valutazione Ambientale Arpa Piemonte - Settore 02.03, 2003) e l'autostrada Torino-Novara (Fonte dei dati: Valutazione Ambientale Arpa Piemonte - Settore 02.03, 2005).

2.2. Elaborazione dei dati

In dettaglio sulle informazioni geografiche sono state effettuate le seguenti operazioni:

1) *Sfoltimento logico degli Elementi e delle Entità*

Nella generalizzazione operata precedentemente (Garnero, 1995), 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.

Ad esempio si sono eliminate le curve di livello (generate a partire da una nuova elaborazione dai dati 1:10.000), le informazioni relative a superfici boscate, superfici rocciose, ... sono presenti nel data base, ma non tematizzate. Inoltre 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.

2) *Semplificazione geometrica di talune tipologie di elementi cartografici*

Con l'obiettivo di realizzare una vestizione grafica al 50.000, è stato necessario operare uno sfoltimento e/o semplificazione geometrica, "eliminando" tutti quegli oggetti che, avendo una dimensione inferiore alla soglia di cattura ordinariamente considerata, non potevano essere rappresentati alla scala 1:50.000.

La soglia minima di cattura è stata per gli oggetti areali isolati di 2500 m² (es. tratti di strada, isole, vasche, piscine, ecc...) adottata in seguito alle verifiche di prossimità e generalizzazioni specifiche (es. isole) 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).

3) *Passaggio in rappresentazione simbolica per alcune tipologie 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 (IGM, 1984). Sono stati inoltre generati dei layer finalizzati alla rappresentazione cartografica finale basata su una gerarchia gestita tramite ArcGIS (comando specifico *Symbol Levels*).

4) *Creazione di nuove geometrie.*

Utilizzando più dettagliate basi informative è stato possibile elaborare nuove geometrie significative per la scala cartografica finale (es. stazioni ferroviarie).

2.2.1. Strutturazione della toponomastica in categorie e in livelli informativi significativi alle diverse scale di rappresentazione

Per quello che riguarda la toponomastica, sono state effettuate diversi tipi di elaborazioni distinte per tipologia e ambito di intervento:

- *Ambito regionale:*
 - correzione degli errori presenti nei DXF originali sulla base dati al 50k. Si tratta di errori ereditati dall'ambiente CAD che riguardano tutti i toponimi contenenti caratteri accentati, (es. "Mondovì" sul DXF originale era scritto "Mondov\M+1EC00t"), ma anche toponimi contenenti caratteri speciali quali ad esempio il carattere invio (es. Buttigliera Alta, scritto su due righe era scritto come "Buttigliera ^CAIta").
- *Fogli Progetto CARG:*
 - i fogli 155, 156 e 171 sono stati integrati e corretti convertendo i DXF originali in SHP, rendendo così possibile l'editing. La toponomastica è stata modificata, seguendo le specifiche indicazioni dei geologi che hanno effettivamente realizzato i tematismi geologici dei fogli CARG (rilocalizzazione dei toponimi, integrazione dei toponimi mancanti, ecc...).
- *Fogli 155 e 156:*
 - analisi e strutturazione della toponomastica alle scale 1:50.000, e inferiori, sulla base della toponomastica in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale. La scala 1:50.000 ha portato a considerare una diversa codifica e strutturazione dei toponimi ricorrendo alla classificazione IGM per detta scala, con una riorganizzazione in *label classes*, non solo delle classi, ma anche della dimensione e tipologia del carattere o font, con procedure semiautomatiche.

La toponomastica così organizzata è stata oggetto di verifiche di correttezza di contenuto e formattazione, e successivamente memorizzata in *annotation feature classes* all'interno di un *Geodatabase*. In fase di *editing* dei singoli testi si è inoltre proceduto a migliorare la resa grafica dei testi modificandone, quando necessario, la spaziatura e distribuzione dei caratteri, oppure l'andamento da rettilineo a curvilineo seguendo la geometria dell'oggetto territoriale correlato.

Il formato utilizzato ha consentito la verifica, tramite controlli topologici, di eventuali problemi di sovrapposizione tra differenti testi, e la possibilità di gestire in

modo automatico (tramite *query*) o manuale la visualizzazione di ogni singolo toponimo o di una determinata classe.

La sperimentazione è stata avviata su due fogli prototipali (155 e 156), definendo le procedure per la strutturazione di tutta la base dati regionale.

- *Altri fogli:*
 - i fogli 190, 194, 225, 228, 243, 244 sono stati corretti convertendo il DXF originale in SHP. La toponomastica è stata completamente ricostruita in quanto la classificazione della stessa era parziale o addirittura inesistente.

4. Analisi delle compatibilità verso gli standard cartografici previsti per la cartografia di pari scala

La base dati prodotta non ha l'intento, né può permetterselo, di sostituire integralmente le basi dati IGM, in quanto deriva da un processo di produzione che è sostanzialmente diverso da quello previsto dalle specifiche tecniche IGM: queste prevedono infatti prassi di ricognizione più approfondite che quelle previste per la CTR storica del Piemonte.

Si ritiene comunque che le procedure di produzione adottate nell'ambito del progetto CTR50 siano corrette dal punto di vista scientifico e metodologico, e portino a basi dati di sicuro interesse e applicabilità sul piano operativo, con basi compatibili con gli standard attualmente previsti sul piano nazionale.

Per i territori sprovvisti della cartografia al 50k, l'IGM ha stabilito l'utilizzabilità di questa nuova base dati territoriale all'interno del progetto CARG (Prot. 2032/42/4.10.5).

Dal punto di vista del contenuto cartografico, le basi prodotte, anche in forza della loro derivazione a partire dal DB al 10k, risultano quindi corrispondenti alle specifiche richieste.

Rimangono peraltro da esplorare e migliorare compiutamente le seguenti criticità:

- analisi delle incompletezze tematiche riscontrate puntualmente nel corso della produzione, integrando le carenze di informazione (poligoni significativi non codificati, presenza di incongruenze, mancanza dell'idrografia lineare non recuperabile al 10k, ...) con opportuni lavori di interpretazione sulle basi disponibili (ortoimmagini aeree e satellitari, in carenza con la ripresa aerea Alluvione2000);
- la toponomastica si presenta ovviamente derivata dalla Carta Tecnica, in cui le singole entità sono memorizzate non in modo strutturato e codificate in modo orientato al simbolo testuale e non ai significati: è necessario, anche per altri progetti, prevedere una riorganizzazione e strutturazione di tutte le informazioni;
- predisposizione degli elementi di pura vestizione cartografica (cornice, bandella), in modo da consentire produzioni a stampa, eventualmente integrate con lo sfumo digitale disponibile;
- l'analisi di fattibilità verso la codifica attuale (sostanzialmente derivata da quella della CTRN del Piemonte), verso le attuali codifiche condivise in ambito *IntesaGIS*.

La metadocumentazione dei singoli livelli informativi è stata realizzata nel rispetto degli standards ISO 19115 e FGDC.

5. Primi utilizzi della nuova base dati territoriale 50k

La base dati prodotta, è stata utilizzata come base topografica nella fase di ridefinizione cartografica dei tematismi geologici (rilevati alla scala 1:10.000) e come supporto cartografico per stampe di carte tematiche e per applicazioni web.

In particolare i progetti che attualmente utilizzano questa base dati sono:

- il *Progetto CARG (CARtografia Geologica)*, progetto avviato nel 1988 che prevede la realizzazione dei 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 per la copertura dell'intero territorio nazionale, si configura quale strumento fondamentale per le esigenze di una razionale pianificazione e programmazione dei necessari interventi sul territorio, per la tutela dell'ambiente ai vari livelli istituzionali, per la configurazione di scenari di

pericolosità e di prevenzione dei vari rischi naturali, nonché per la conoscenza, gestione e tutela delle risorse fisiche naturali. I fogli prototipali prodotti nell'ambito della Regione Piemonte sono il 155 (Torino Ovest), il 156 (Torino Est) e il 171 (Cesana);

- l'IFFI (*Inventario Fenomeni Franosi in Italia*), iniziativa promossa dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo (ex lege 183/89) ha come ruolo fondamentale quello di contribuire a rendere omogenee le basi dati pregresse sullo stato del dissesto dei fenomeni franosi, permettendo inoltre un corretto utilizzo delle risorse disponibili per una migliore valutazione delle situazioni di rischio. Per il territorio piemontese il progetto è stato realizzato dall'Arpa Piemonte che ne ha curato anche il coordinamento a livello regionale;
- impieghi istituzionali dell'ARPA quali: *Indicatori Ambientali, Ecosistemi, Progetto Natura 2000*.

6. Conclusioni

Sulla base di quanto emerso nella certificazione di qualità dei dati entro il primo semestre 2008 si provvederà ad un nuovo allestimento integrando altresì tutti gli aggiornamenti (con particolare attenzione ai livelli relativi alla viabilità e agli edificati).

7. Riferimenti bibliografici

L. Forestello, D. Godone, G. Garnero, A. Penon (2007), "Generalizzazione di database topografici – Esperienze nella regione Piemonte", *Atti della Conferenza Italiana Utenti ESRI*, Roma 18-19/04/07

L. Forestello, D. Godone, G. Garnero, A. Penon (2006), "Generalizzazione cartografica: esperienze e prospettive nell'area regionale piemontese", *Atti della 10a Conferenza Nazionale ASITA*, 14 - 17 Novembre 2006, Bolzano

G. Garnero (2006) *VertoGIS – Conversione tra sistemi geodetici di riferimento – Utilizzo della procedura*, <http://gis.csi.it/repertorio/v3/dwd/Manuale%20VertoGIS.pdf>

E. Bonansea, G. Garnero, D. Godone, A. Penon, A. Vignola (2005), "Il contributo dell'Arpa Piemonte allo sviluppo dei flussi informativi territoriali e ambientali regionali", *Bollettino dell'A.I.C.*, 123-124 / 2005

L. Forestello, G. Garnero, D. Godone, A. Penon (2005), "Esperienze per la costituzione di una base dati territoriale alla scala 1:50.000 a supporto della produzione di tematismi e dell'analisi ambientale", *Atti della Nona conferenza nazionale ASITA*, Catania, 15 - 18/11/2005

G. Garnero (2001), *Manuale della carta tecnica regionale numerica - cenni di cartografia*, www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/pubblic/sezione.htm

G. Garnero, a cura di, (1995), "Estrazione automatica della Carta Numerica in scala 1/50.000", Regione Piemonte - Servizio Cartografico.

Istituto Geografico Militare (1984), "Segni convenzionali per i fogli della Carta d'Italia alla scala 1:50.000 e norme sul loro uso", IGMI - Firenze 1984