

## Ipotesi di Database Geografico Nazionale

Carlo Perugi, Cinzia Tafi

Istituto Geografico Militare, via Cesare Battisti 10, 50122 Firenze, Italy  
Tel. 05527321, carlo.perugi@persociv.difesa.it, cinziarosaangela.tafi@persociv.difesa.it

### Abstract

L'informazione geografica è basata su dati topografici a varie scale e livelli di dettaglio. Gli strati tematici fondamentali derivabili dalle grandi scale regionali (5000/10000) alle medie scale (25.000/50.000) fino alle piccole scale (250.000/1.000.000) prodotte a livello internazionale. Il database proposto dall'IGM è allineato per codifica e criteri di classificazione a quello prodotto dalle regioni, secondo la normativa vigente, e quindi direttamente derivabile attraverso una selezione di classi ed una serie di operazioni di generalizzazione geometrica automatizzabili con i software esistenti. Il database risultante è un "repository" di dati di base sintetizzati a copertura nazionale, denominato DBSN, Data Base di Sintesi Nazionale, che permette di classificare interamente il territorio con una copertura completa e di sintetizzare le reti stradali e idrografiche. Il popolamento del DBSN sarà frutto di integrazione di fonti dati tematiche diverse sia per struttura iniziale sia per livello di dettaglio. Il database ha una serie di strati tematici ed è opportuno popolarlo, secondo l'approccio attuale, secondo tali strati. E' opportuno raccogliere prioritariamente dati aggiornati e a copertura estesa; ad esempio i dati catastali rispondono a queste caratteristiche e soprattutto forniscono aggiornamenti continui.

### Abstract

Geographic information is based on topographic data at various scales and levels of detail. The key thematic layers derivable from the large regional scale (5000/10000) to medium scale (25.000/50.000) to small scales (250.000/1.000.000) produced at the international level. The database proposed by IGM is aligned to coding and classification criteria to that produced by the regions, according to the law, and therefore directly derivable through a selection of classes and a series of geometric generalization operations can be automated with existing softwares. The resulting database is a "repository" of basic data synthesized with national coverage, called DBSN, National Synthesis Data Base, which allows to classify the whole territory with full coverage and to synthesize the hydrographic and road networks. The population of the DBSN will be the result of integration of different data sources themes for initial structure and for level of detail. The database has a set of thematic layers and, according to the current approach, it is preferable to popular based on these layers. It is necessary priority to collect updated data and with extended coverage, eg cadastral data responding to the features and above all provide continuous updates.

### Introduzione

In Italia l'informazione territoriale fa capo a numerosi Enti che raccolgono, producono o gestiscono dati territoriali in funzione delle proprie competenze istituzionali.

La Pubblica Amministrazione (PA) italiana dispone, attualmente, di un patrimonio informativo consistente ed estremamente variegato, anche con molteplici sovrapposizioni, per le numerose attività pubbliche pertinenti il territorio.

Il contesto rende attuale e strategico la realizzazione di una infrastruttura nazionale dei dati territoriali, complementare ai contenuti particolari delle singole componenti, ma nello stesso tempo trasversale a tutta la PA.

Componente essenziale dell'infrastruttura è il database topografico che rappresenta il contenitore dei dati di base per la descrizione del territorio con tutte le particolarità naturali e antropiche; punto di forza del database è l'integrazione in un prodotto omogeneo dei dati prodotti da vari enti, in vari formati e a vari livelli di dettaglio. Il database è l'insieme di una serie di strati tematici e il popolamento dei dati, secondo l'approccio attuale, è opportuno che avvenga per strati cercando di ottenere la copertura totale.

Dando uno sguardo alla variegata situazione a livello europeo, la produzione degli Enti Nazionali Cartografici si esplica in almeno tre database e quattro serie cartografiche alle diverse scale.

In allegato sono riportati gli schemi di derivazione dei principali Enti Europei nei quali si evince la diversificazione dei database e delle conseguenti serie cartografiche in relazione alla scala.

In questo articolo viene descritto il progetto per la costituzione di un database strutturato secondo le direttive nazionali e con i contenuti principali per ogni tipo di utilizzo sia pubblico che privato. Rappresenta un contenitore unico a scala nazionale, di interesse generale e finalizzato ad un'analisi d'insieme del territorio in relazione alle medie scale di riferimento.

E' stata elaborata una prima versione delle specifiche di tale contenitore, oggetto di un confronto con le regioni (gruppo di lavoro sui database geotopografici del CISIS – CPSG, Centro Interregionale per i Sistemi Geografici, Informatici, Statistici – Comitato Permanente per i Sistemi Geografici) con l'obiettivo di concordare le informazioni ritenute utili da inserire e di redigere delle linee guida per applicare le procedure di derivazione e di sintesi a partire dai dati a scala regionale.

Le specifiche definiscono una struttura di database geotopografico di media scala (scala nominale 25.000/50.000) che sintetizza i contenuti rispetto ad un DB acquisito a scale regionali o comunque più grandi ed è a sua volta la base per derivare un DB a scale minori (DB al 250.000). Rappresenta quindi un "repository" di dati di base sintetizzati a copertura nazionale, denominato DBSN, Data Base di Sintesi Nazionale.

## **1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CONTESTO INTERNAZIONALE**

La direttiva europea INSPIRE (2007/2/EC) prevede la creazione di una serie di livelli informativi tematici che gli Stati Membri dovranno rendere disponibili nell'infrastruttura dei dati territoriali. L'obiettivo è quello di costruire le condizioni tecniche ed organizzative per implementare questi livelli informativi con i tempi e le modalità richiesti dalla direttiva. A livello operativo è opportuno concentrare inizialmente gli sforzi per costituire una base omogenea nazionale dei livelli informativi di base, corrispondenti agli strati tematici suddetti del database topografico.

L'implementazione delle specifiche DBSN è stata avviata sulle base della normativa vigente in fatto di database topografici (DECRETO 10 novembre 2011 - Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici) e tenendo conto delle specifiche acquisite in riferimento agli accordi nazionali/internazionali intrapresi dall'IGM sempre in merito alla realizzazione dei DB geotopografici a varie scale.

Sul piano internazionale l'IGM, come membro dell'Eurogeographic (associazione delle agenzie cartografiche e catastali nazionali nell'ambito europeo), è impegnato a fornire banche dati nazionali secondo specifiche definite da Eurogeographic stesso, tra cui i dati topografici a piccola scala per i prodotti *Euro Regional Map* (ERM a scala nominale 1:250.000) e *Euro Global Map* (EGM a scala nominale 1:1.000.000). Inoltre, in ambito NATO (Organizzazione del Trattato dell'Atlantico del Nord a livello internazionale per la collaborazione nella difesa) sono state introdotte delle specifiche NGIF (*NATO Geospatial Information Framework*) per database topografici a varie scale, prodotti che l'IGM deve considerare per le finalità di supporto alle Forze Armate.

Per la normativa nazionale, si è fatto riferimento in particolare agli allegati del Decreto suddetto: Allegato 1, "Catalogo dei dati territoriali – Specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici" e Allegato 2, "Il modello GeoUML – Regole di interpretazione delle specifiche di contenuto per i DataBase Geotopografici".

Le nuove specifiche del DBSN sono state definite secondo la codifica del Catalogo dei dati territoriali attraverso un'analisi ed una selezione di contenuti. E' stata mantenuta la stessa

organizzazione degli oggetti per Strati, Temi e Classi; sono state ridotte le classi, strutture di riferimento che definiscono la rappresentazione di una specifica tipologia di oggetti territoriali. Ogni Classe è caratterizzata dalla propria descrizione, dall'insieme degli attributi tematici e dei loro domini, dalle componenti spaziali.

Per l'implementazione delle specifiche è stata utilizzata la metodologia GeoUML (*GeoUML Catalogue Editor vers.2.0*) ed è stata generata una prima proposta di contenuto di specifiche nel formato "scs" di esportazione. Questi riferimenti normativi si devono tradurre in indicazioni precise sulla determinazione del contenuto informativo del DBSN.

## 2. PRINCIPI DI BASE PER LA STRUTTURAZIONE DEL DBSN

Il DBSN rappresenta un modello basato su una tipologia di oggetti ritenuti significativi per il livello di dettaglio della media scala, con l'obiettivo di rispondere a tutte le possibili esigenze di impiego ed analisi di informazione territoriale basata su una visione territoriale d'insieme.

Il contenuto informativo definito permette di soddisfare al tempo stesso le specifiche del NGIF e le specifiche del ERM di Eurogeographic sopra citati.

La sintesi degli oggetti previsti nel Catalogo per le scale 1000 e 5000, è condotta sulla base delle attribuzioni e delle caratteristiche geometriche in modo da ottenere occorrenze che siano il risultato dell'aggregazione di più oggetti adiacenti con stessa attribuzione e con geometrie semplificate tali però da non alterare i rapporti topologici degli oggetti presenti.

Non vengono introdotti criteri di selezione basati su attribuzioni geometriche (limiti di acquisizione di area e/o lunghezza) mentre in alcuni casi è previsto il "collassamento" dalla geometria areale a quella lineare o puntuale, con estensione delle superfici circostanti per mantenere la completezza della copertura.

Nella metodologia GeoUML i vincoli sono definiti nel linguaggio OCL (*Object Constraint Language*); è un linguaggio di specifica formale entrato a far parte del nuovo standard del linguaggio (UML 2.0). Il DBSN è di tipo topologico e prevede vincoli per diverse componenti geometriche. Il DBSN assicura la copertura del suolo senza soluzione di continuità in modo da poter classificare ogni luogo geografico.

I vincoli topologici inseriti sono gli stessi del Catalogo relativamente alle classi rimaste dopo la selezione applicata. Le relazioni topologiche applicate sono le stesse documentate nell'allegato 2 del Decreto di cui riportiamo dei sintetici riferimenti descrittivi solo per i vincoli utilizzati: *Disjoint* (DJ), *In* (IN), *Contains* (CT), *Equals* (EQ).

La relazione *Disjoint* (DJ) impedisce punti in comune tra oggetti, mentre tutte le altre prevedono che i due oggetti abbiano punti in comune; il Contenimento *IN* (CT) corrisponde al concetto di contenimento insiemistico con anche il caso di un oggetto lineare contenuto nella frontiera dell'altro o è uguale all'altro (relazione *Equals*); le relazioni DJ, EQ, TC sono simmetriche.

Per il significato della relazione va considerato anche il quantificatore:

- nel caso "esiste" si richiede che esista un elemento in una delle classi vincolanti, per cui il vincolo può essere soddisfatto da una istanza di una qualsiasi delle classi vincolanti;

- nel caso "perOgni" il vincolo deve essere soddisfatto da tutte le istanze selezionate di tutte le classi vincolanti;

- il vincolo di partizione "partizionato" esprime la combinazione di un vincolo di composizione con un vincolo di appartenenza disgiunta. Il vincolo esprime il concetto matematico di partizione, cioè un oggetto della classe vincolata deve essere "suddiviso" in oggetti della classe vincolante disgiunti tra loro. Inoltre, non possono esistere oggetti della classe vincolante indipendenti, cioè che non appartengono a nessun oggetto della classe vincolata.

Nel seguito sono riportate le Classi del DBSN che partecipano allo Strato Topologico della Copertura del suolo; sono aree mutuamente esclusive (adiacenti e senza intersezioni) che ricoprono completamente il territorio rappresentato.

Nell'elenco è riportato il nome della Classe ed il nome breve della componente areale che partecipa alla Copertura del Suolo. Per alcune classi è associata una eventuale descrizione che specifica le condizioni di selezione della Classe da considerare per la copertura areale del suolo.

*Tabella 1. Elenco classi di copertura*

|  |
|--|
| 010104 AREA STRADALE (AR_STR_SUP) - se Sede diverso da 'ponte' e da 'galleria'.              |
| 010201 SEDE DI TRASPORTO SU FERRO (SD_FER_SUP) - se Sede diverso da 'ponte' e da 'galleria'. |
| 020102 EDIFICIO (EDIFC_IS)   |
| 020106 EDIFICIO MINORE (EDI_MIN_IS)  |
| 020201 MANUFATTO INDUSTRIALE (MN_EDI_SUP)  |
| 020202 MANUFATTO MONUMENTALE E DI ARREDO URBANO (MN_MAU_SUP)                                 |
| 020204 ATTREZZATURA SPORTIVA (ATTR_SP_SUP)   |
| 020205 MANUFATTO DI INFRASTRUTTURA DI TRASPORTO (MAN_TR_SUP)                                 |
| 020206 AREA ATTREZZATA DEL SUOLO (AATT_SUP)  |
| 020207 SOSTEGNO A TRALICCIO (TRALIC_BASE)  |
| 020210 MURO O DIVISIONE IN SPESSORE (MU_DIV_SUP)   |
| 020401 MURO DI SOSTEGNO E RITENUTA DEL TERRENO (MU_SOS_SUP)                                  |
| 020501 DIGA (DIGA_SUP)   |
| 020502 ARGINE (ARGINE_SUP)   |
| 020505 OPERA PORTUALE E DI DIFESA DELLE COSTE (OP_POR_SUP)                                   |
| 040101 AREA BAGNATA DI CORSO D'ACQUA (AB_CDA_SUP)  |
| 040102 SPECCHIO D'ACQUA (SP_ACQ_SUP)   |
| 040103 INVASO ARTIFICIALE (INVASO_SUP)   |
| 040202 AREA DI MARE (AR_MAR_SUP)   |
| 040301 GHIACCIAIO-NEVAIO PERENNE (GHI_NV_SUP)  |
| 050301 FORMA NATURALE DEL TERRENO (F_NTER_SUP)   |
| 050303 AREA DI SCAVO O DISCARICA (SC_DIS_SUP)  |
| 060401 AREA VERDE (AR_VRD)   |
| 060101 BOSCO (BOSCO_SUP)   |
| 060105 PASCOLO O INCOLTO (PS_INC_SUP)  |
| 060106 COLTURA AGRICOLA (CL_AGR_SUP)   |

### 3. CRITERI DI IMPLEMENTAZIONE DELLE SPECIFICHE DEL DBSN

A partire dal Catalogo dei dati territoriali sono state adottate diverse semplificazioni riguardanti le classi ed i relativi attributi. I criteri applicati per la sintesi sono finalizzati alla produzione di un modello implementativo di facile acquisizione e aggiornamento, senza strutture complesse.

Di seguito sono elencate le operazioni di semplificazione adottate per la definizione delle specifiche DBSN.

Sono state eliminate le classi ritenute non importanti ai fini dell'utilizzo del DBSN e, in conseguenza, sono state modificate alcune definizioni degli strati, temi e classi in funzione della selezione applicata; le classi rimaste sono 90 delle 160 iniziali del Catalogo. E' stata aggiunta la classe Aree naturali protette (AR\_NAT 090113).

A livello di classi, attributi e valori enumerati è stata introdotta, già definiti nel GeoUML Catalogue, una differenziazione tra contenuto obbligatorio (National core DB25 – "NC25") e contenuto opzionale ("DB25"): nel primo caso è richiesto l'inserimento delle informazioni da tutte le possibili fonti dati, nel secondo si introduce l'informazione solo se disponibile sulle fonti dati in nostro possesso; questa differenziazione permette di individuare le tipologie di oggetti ritenute più significative per il DB a media scala.

Per gli attributi delle classi sono stati applicati i seguenti criteri:

- gli attributi delle componenti spaziali sono stati trasformati in attributi di classe, se ritenuti di interesse per differenziare le caratteristiche della classe, altrimenti sono stati eliminati;
- a tutte le classi è stato aggiunto un attributo per annotare l'eventuale fonte di informazione e qualsiasi operazione di modifica/aggiornamento a livello di dettaglio, per il singolo oggetto; è l'attributo denominato "Metadato operativo" di tipo String (255 caratteri) con codice alfanumerico "TXT" e codice numerico: [cod. classe]+99;

- a molte classi prive dell'attributo di nome geografico è stato aggiunto l'attributo "Nome ...", informazione ritenuta di utilità in quanto permette un'identificazione geografica degli oggetti e costituisce un attributo comune di collegamento con altri database; l'attributo è di tipo String (255 caratteri) con codice alfanumerico [*cod. alfanum. classe*]+"\_NOM" e codice numerico: [*cod. num. classe*]+*cod num. Progressivo*;
  - a diverse classi con componente geometrica areale, in particolare alle classi che compongono le coperture areale del suolo, è stato aggiunto l'attributo "Area originaria sintetizzata" che numericamente quantifica la somma complessiva delle superfici originarie generalizzate; l'attributo è di tipo Numerico (real) con codice alfanumerico [*cod. alfanum. classe*]+"\_OLD" e codice numerico: [*cod. num. classe*]+98;
  - a diverse classi ritenute significative dal punto di vista dell'estrusione altimetrica di quota raggiunta (nel suo valore massimo), come strutture edificate e manufatti particolari, è stato aggiunto o mantenuto laddove era già presente l'attributo di "Quota estrusione"; l'attributo è di tipo Numerico (integer) con codice alfanumerico [*cod. alfanum. classe*]+"\_QT" e codice numerico: [*cod. num. classe*]+97;
  - per tutti gli attributi di tipo enumerato/enumerato gerarchico il dominio "altro" è considerato non obbligatorio;
  - è stata aggiunta una classe ritenuta di utilità e anche per esigenze Eurogeographic: Strato ambiti amministrativi - Parchi e Riserve Naturali;
  - sono stati eliminati alcuni attributi ritenuti poco significativi per il DB:
    - classe Curva di livello (050101) – attributo "Attendibilità";
    - classe Punto quotato (050102) – attributo "Significatività";
    - classe Curva batimetrica (050201) – attributo "Attendibilità";
    - classe Suddivisione sub-comunale (090111) – "Fonte";
  - per molte classi sono stati aggiunti degli attributi per integrare le informazioni richieste dalle specifiche Eurogeographic in modo da assicurare in derivazione tutti i dati necessari;
  - per alcune classi sono stati eliminati alcuni valori dell'attributo enumerato di Tipo/Categoria ritenuti di poca significatività per il database di media scala;
- Alcune componenti spaziali areali sono state ridefinite in funzione delle operazioni di generalizzazione previste per alcune classi; tali attributi geometrici sono stati denominati "geometria di sintesi" con codice alfanumerico [*cod. alfanum. classe*]+"\_IS (Ingombro al suolo);
- per alcune classi è stata variata la componente spaziale definendo direttamente una geometria di collassamento:
    - classe Opera idraulica di regolazione (020503) – geometria lineare del tipo CPCurve3D;
    - classe Cascata (040105) – geometria puntuale del tipo Point3D;
    - classe Scarpata (050302) - geometria lineare del tipo CPCurve3D (riferita alla testa dell'area di scarpata).

Non ancora inserito nella specifica, ma da considerare per il modello implementativo è il dato dell'identificativo unico. In particolare occorre introdurre un identificativo esterno di tipo universale (UUID, *Universal Unique Identifier*) in riferimento alle disposizioni ISO (ISO/CIE 11578:1996) ed in particolare a quanto previsto nel documento del modello concettuale di INSPIRE (D2.5: *Generic Conceptual Model, Version 3.3*).

Questo identificativo può essere trascritto in un attributo di tipo alfanumerico (può essere utilizzato il campo classID del GeoUML), inserito in tutte le classi la cui componente spaziale deve essere l'unica di riferimento nei molteplici flussi informativi e gestionali a livello nazionale e internazionale. Questo tipo di identificatore si basa su una codifica la cui unicità deve essere garantita da un ente gestore (ruolo che può assumere l'IGM per gli strati tematici di competenza)

che ne cura l'attribuzione a livello nazionale. La struttura UUID prevede una codifica composta da due parti:

- un "namespace" costituito dal codice della nazionalità, dall'ente gestore, dal prodotto di riferimento (Es. ITA.IGM.DB25);
- un "local identifier" assegnato dal gestore con valore di unicità.

#### **4. FONTI DATI. INTEGRAZIONE DEI DATI**

Per la costituzione del DBSN si devono considerare diverse fonti dati, dai dati catastali alle regioni, alle pubbliche amministrazioni nazionali e locali, agli enti privati. In particolare sono da considerare i dati acquisiti per le applicazioni in campo ambientale, in base ad una serie di compiti istituzionali previsti dalla normativa vigente. L'ISPRA ad esempio acquisisce e aggiorna dati idrografici e di uso del suolo.

L'analisi di tutti i dati di interesse da raccogliere, in base alle categorie tematiche, costituirà oggetto di una serie di accordi interministeriali e con amministrazioni regionali.

Il riempimento del database richiede una serie di fasi procedurali che variano a seconda della fonte dati: in base alla struttura iniziale e alla scala/livello di dettaglio dei dati, occorre applicare una o più fasi per trasformare la struttura in un modello paragonabile direttamente a quello del database finale ed occorre applicare nella maggior parte dei casi delle metodologie di derivazione geometrica.

Nella raccolta dei dati esterni occorre, in prima analisi, valutare le caratteristiche generali dei dati attraverso i metadati, ove disponibili, per conoscere la scala di acquisizione, il sistema di riferimento, la genealogia dei dati.

L'integrazione dei dati esterni nel DB richiede generalmente una procedura di trasformazione dallo schema iniziale dei dati a quello del modello del DBSN (procedura di "mappatura") e successivamente una generalizzazione.

Il passaggio da una struttura a quella finale prevista dalle specifiche è automatizzabile con software anche di tipo open source. Le operazioni prendono in considerazione la struttura fisica dei dati, i nomi delle tabelle, i nomi degli attributi e dei domini. Nella trasformazione da una struttura all'altra si eliminano le feature e gli attributi non previsti nel DBSN, le istanze di attributo vengono ricodificate o vengono unificati gli attributi multi valore, si seleziona l'attributo geometrico previsto nel DB finale (o si elaborano successivamente nuove geometrie).

Queste operazioni automatiche sono legate alle specifiche dei prodotti e rappresentano la fase iniziale della derivazione; successivamente va applicata la parte geometrica di derivazione definita come generalizzazione che non è completamente automatizzabile e che comprende aggregazioni, fusioni di oggetti e collassamenti di geometrie.

Per integrare i dati nel database è opportuno sottoporre i dati stessi ad una preliminare valutazione qualitativa, mediante parametri standard, al fine di verificare una serie di requisiti per avviare la procedura di derivazione. Occorre un controllo della struttura, del contenuto (anche solo a livello statistico o mediante il confronto con un'altra fonte) e delle relazioni topologiche.

#### **5. PARAMETRI DI QUALITÀ**

La determinazione della qualità dei dati, in particolare per i dati vettoriali, viene effettuata mediante l'analisi di alcune grandezze, parametri di qualità, di tipo standard in riferimento a ISO 19113 (*Quality principles*) e ISO 19138 (*Quality measures*). La verifica viene effettuata in alcuni casi su un'area campione dei dati ma, per alcuni parametri, deve essere estesa all'intero dataset. La misura tende ad accertare se ogni singolo parametro preso in esame ha valori che rientrano nelle tolleranze stabilite (i massimi scostamenti dalle caratteristiche di specifica tecnica ammissibili).

In sintesi i parametri standard comprendono le componenti illustrate di seguito.

##### **5.1 Congruenza logica (di formato e di dominio)**

Questo tipo di controllo si effettua sulla base delle specifiche iniziali e del contenuto di interesse per il DBSN. Tende ad accertare se il formato del DB sia stato creato come previsto da specifiche

relativamente al: formato, struttura delle tabelle, campi degli attributi e loro dominio. L'indagine è eseguita sull'intero *dataset*. Per questo tipo di parametro non è ammesso alcun errore in quanto una struttura dei dati diversa da quanto previsto potrebbe compromettere il corretto passaggio alla struttura finale.

### 5.2 Accuratezza geometrica (o posizionale)

Tende a verificare il grado di accuratezza posizionale raggiunta nell'acquisizione degli oggetti confrontando il posizionamento di un oggetto nel modello e nel mondo reale o ritenuto tale.

All'interno dell'area considerata scelta vengono determinate sulle immagini (o meglio misurate sul terreno) le coordinate piano altimetriche di alcuni particolari topografici ben individuabili.

Per ogni oggetto topografico viene definita la tolleranza piano-altimetrica ed il suo limite di accettabilità; per le due componenti la misura viene fatta in modo indipendente. Oltre alla verifica della coordinata assoluta dei punti viene anche controllato che siano rispettate, da un punto di vista topologico, le mutue posizioni tra gli oggetti (posizione relativa) così come sono presenti sul terreno. Il controllo viene effettuato su un'area campione.

### 5.3 Completezza e Accuratezza tematica

Il parametro di completezza fornisce un'attendibilità della presenza/assenza di un determinato oggetto topografico nel DB e l'esattezza della toponomastica. La verifica riguarda l'eventuale assenza di un oggetto, ovvero la mancata acquisizione di un particolare che secondo le specifiche dovrebbe essere stato riportato sul DB; il conteggio dipende anche dall'errata classificazione di un oggetto o degli attributi che lo descrivono (accuratezza tematica). Il controllo viene effettuato su un'area campione.

Per quanto riguarda il controllo della correttezza di contenuto e la completezza dei dati, si può operare confrontando i dati con foto aeree o satellitari, cartografia raster, dati vettoriali di altre fonti, eventuali ricognizioni in situ.

### 5.4 Congruenza topologica e geometrica

La qualità dei dati vettoriali si valuta anche sulla congruenza topologica vale a dire sull'accertamento che in fase di acquisizione dei dati siano state rispettate determinate relazioni topologiche tra gli oggetti. I fattori di valutazione comprendono:

- il rispetto di regole geometriche: assenza di duplicazioni, errori di inserimento dei vertici, geometrie vuote, ecc.;
- applicazioni di vincoli geometrici: posizione reciproca degli oggetti, esclusività dell'area che occupano e connessione tra elementi costituenti le reti.

In topologia le primitive geometriche ed il loro mutuo rapporto spaziale utilizzano relazioni di adiacenza, intersezione, appartenenza e connessione, in genere definite come regole di *touch*, *intersect*, *overlap*, *disjoint*, *inside* già menzionate sopra.

Le relazioni topologiche da far rispettare nel DBSN raggruppano una serie di classi in base alla loro natura geometrica e alla correlazione logica dei dati che rappresentano.

La struttura topologica del dataset si può sintetizzare con 4 principali strati topologici:

- a. Strato di oggetti areali che costituiscono nel loro insieme la copertura. Le aree sono mutuamente esclusive cioè non è ammessa la sovrapposizione neanche parziale;
- b. Strato di oggetti lineari che partecipano a formare grafi, in particolare la rete della viabilità e dell'idrografia. Sono caratterizzate da topologia di tipo "network".
- c. Strato di oggetti areali con geometrie sovrapponibili, vale a dire aree non mutuamente esclusive, ad esclusione di quelle appartenenti alla stessa classe. Riguardano aree di tipo amministrativo e aree "complesse" cioè composte da aggregazione funzionale di oggetti semplici che costituiscono pertinenze, aree a servizio, insediamenti.
- d. Strato di oggetti lineari e puntuali che non instaurano relazioni topologiche con altri oggetti e quindi indipendenti.



Il parametro di qualità per la topologia si valuta sull'intero *dataset*.

Per il controllo delle eventuali anomalie geometriche si applicano validazioni geometriche automatiche del GIS che consentono di rilevare duplicazioni di geometrie, difetti di connessione del tipo *undershoot*, *overshoot*, *sliver* e di scorrettezza geometrica del tipo *loop*, *kickback*, *node mismatch*.

Per i vincoli di relazione, le funzioni sono di tipo spaziale e utilizzano *query* spaziali o combinazioni di *query* spaziali e di selezione in base agli attributi. In fase di validazione si ottiene un elenco di errori/incongruenze il cui numero è rapportato generalmente al numero totale degli oggetti sui quali si applica la validazione geometrica e quantificabile come percentuale.

## **6. DERIVAZIONE DEI DATI NEL DBSN**

Negli ultimi anni nel campo della generalizzazione si stanno ottenendo risultati sempre più importanti e non solo legati ad un aspetto di pura ricerca: recentemente si è assistito ad un sempre maggiore interesse verso tecniche di generalizzazione automatica l'effettivo utilizzo di software di generalizzazione all'interno di processi produttivi.

In Italia questo interesse ha portato ad alcune sperimentazioni di generalizzazione automatica e ad alcuni progetti di ricerca. Nella fase di generalizzazione geometrica però si è visto che il processo non è mai completamente automatizzabile ma necessita di un intervento manuale in fase finale ; si compone quindi di una prima fase automatica seguita da controlli ed aggiustamenti manuali, limitati esclusivamente alle operazioni che i software non sono in grado di effettuare.

Il processo di generalizzazione cartografica, inteso come rappresentazione di dati ad una scala minore, si può identificare come un problema di selezione dell'informazione, di astrazione e di rappresentazione della stessa alla scala generalizzata; di interesse per il DBSN è invece la derivazione della modellazione dell'informazione presente nel dato originario a maggior dettaglio. Riguardo al software utilizzato per la

generalizzazione è da valutare la problematica di usabilità e di interazione con l'utente (ad esempio configurazione del sistema, verifica e validazione dei risultati) e aspetti più informatici, come problemi di performance e complessità computazionale o di accesso e manipolazione dei dati.

Una delle operazioni da effettuare in generale è quella della riduzione dei vertici geometrici.

In particolare le operazioni da considerare, disponibili nei software commerciali e non, comprendono:

- aggregazione di punti: unione di punti sparsi in poligoni;
- aggregazione di poligoni: unione di poligoni;
- collassamenti di due linee nell'asse mediano;
- semplificazione degli edifici;
- semplificazione delle linee e dei poligoni;
- semplificatore del grafo stradale e del grafo idrografico;
- estensioni di superfici fino alle geometrie collassate;
- creazione di buchi o riempimento di buchi all'interno di poligoni.

Nell'applicare le operazioni di generalizzazione ai poligoni si utilizza una procedura automatica che permette di creare e calcolare l'attributo numerico inserito per memorizzare la superficie originale.

## **7. I DATI CATASTALI COME FONTE DATI**

La realizzazione di una base di dati topografici nazionali aggiornata porta alla necessità di individuare delle fonti dati adeguate sia dal punto di vista qualitativo, utilizzando dati certificati, sia per la copertura che prioritariamente è richiesta a livello nazionale.

Gli archivi dei dati catastali rappresentano attualmente una fonte dati importante per i criteri suddetti e per l'accessibilità in forma gratuita; punto di forza dei dati catastali è l'aggiornamento degli stessi garantito dalle esigenze di disporre di aggiornati documenti vettoriali e censuari appartenenti al catasto terreni ed al catasto fabbricati.



I dati di interesse interessano tutti gli archivi catastali:

- archivio cartografico nuovo catasto terreni;
- archivio censuario nuovo catasto terreni;
- archivio cartografico nuovo catasto edilizio urbano;
- archivio censuario nuovo catasto edilizio urbano.

Per quanto riguarda gli archivi cartografici sono di interesse tutte le geometrie in formato vettoriale, mentre per l'informazione censuaria è di fondamentale utilizzo il dato di qualificazione che rappresenta la tipologia dei terreni e la destinazione d'uso delle unità immobiliari.

L'integrazione fra base catastale e DBSN topografico richiede una fase di analisi e confronto dei criteri di classificazione e codifica degli oggetti rappresentati. Le problematiche relative alle geometrie dei vettori catastali riguardano principalmente la non uniformità dovuta alla tecnica di rilievo utilizzata originariamente ed i diversi sistemi di riferimento utilizzati.

L'utilizzo dei dati catastali necessita dell'applicazione di funzioni di elaborazione tipiche del GIS. Per testare le procedure di elaborazione si è scelta un'area di sperimentazione (l'area scelta è quella relativa al Comune di Firenze) cercando di risolvere come fase iniziale gli errori geometrici e topologici e successivamente derivando i dati in forma sintetica nella codifica del DB.

In generale, laddove è disponibile anche la base topografica regionale, anche non aggiornata, questa può essere utilizzata per verificare ed eventualmente modificare la georeferenziazione del dato catastale. Questa procedura rappresenta una fase preliminare di armonizzazione delle mappe catastali per il popolamento del DBSN topografico ed è necessaria per risolvere tutte le situazioni in cui sono evidenti degli errori sistematici nel posizionamento assoluto di un foglio di mappa, condizione abbastanza frequente a cavallo di due o più fogli adiacenti.

Le operazioni di omogeneizzazione dei dati rispetto ad una corretta georeferenziazione rappresentano un valore aggiunto di ritorno agli archivi cartografici man mano che vengono realizzate.

Inoltre nelle mappe catastali si riscontrano in molti casi sovrapposizioni di aree o fasce vuote per mancanza di adiacenza tra i bordi lineari delle particelle, risolvibili con elaborazioni geometriche correttive per ottenere la copertura topologica continua del territorio.

Le stesse problematiche si rilevano confrontando le mappe catastali direttamente con le immagini (ortofoto) delle zone corrispondenti; in mancanza di altri dati vettoriali le immagini costituiscono il riferimento di base per la realizzazione del DBSN a partire direttamente dalle geometrie dei dati catastali con l'applicazione di adeguate procedure di derivazione.

Nei dati catastali sono identificabili delle aree tematiche omogenee corrispondenti ad acque, strade, insediamenti, edifici, cortili e spazi di pertinenza.

Una o più particelle possono essere fra di loro associate a formare delle pertinenze che nel DBSN sono definite secondo precise categorie. Per quanto riguarda l'edificato c'è differenza tra il modello del database per gli edifici, gli edifici minori ed i manufatti e la corrispondente rappresentazione del fabbricato catastale. Un caso tipico è quello di due o più fabbricati, identificati con riferimenti catastali differenti, che nei dati topografici corrispondono ad un unico edificio. Nella fase di derivazione tuttavia l'elaborazione prevede un accorpamento per edifici con stessa destinazione d'uso e relative pertinenze, per cui il problema è superato. E' sufficiente ad esempio che ci sia una buona corrispondenza d'insieme fra DBSN e mappa catastale a livello di isolato urbano.

Un fabbricato catastale comprende in maniera indifferenziata edifici ed edifici minori del DBSN. Quindi sulla base dell'informazione di qualificazione (destinazione d'uso) è possibile distinguere gli oggetti appartenenti alle due classi.

Anche nel caso degli oggetti "strade" e "corsi d'acqua" i disallineamenti sono significativi perché le rappresentazioni cartografiche esprimono interpretazioni differenti della realtà territoriale. Occorre quindi operare una serie di operazioni per ricostruire l'andamento dell'Area stradale.

Per il tema della copertura dai terreni catastali, che riguarda principalmente il territorio extraurbano, possono essere considerate le informazioni censuarie di qualificazione che rappresenta la destinazione d'uso dei suoli agricoli e forestali, integrando eventuali altre rappresentazioni tematiche prodotte a livello regionale o nazionale.

Di seguito sono evidenziate alcune correlazioni fra il contenuto del DBSN e il dato catastale.

- edificio, edificio minore: nei dati catastali il fabbricato è riferito all'ingombro al suolo;
- area stradale: nei dati catastali è ricostruibile dalle stralci delle particelle dello strato strade;
- alveo: nei dati catastali è ricostruibile dalle particelle dello strato acque.

Utilizzando i dati a scala regionale, tipicamente con un'origine fotogrammetrica, occorre tenere presente che non corrispondono rigorosamente ai contenuti catastali. In particolare, le pertinenze (residenziali, ferroviarie, stradali, etc.) che definiscono ambiti di territorio funzionalmente coerenti, non corrispondono con sufficiente rigore alle particelle catastali (definite da un unico proprietario e da un'unica rendita catastale). In modo analogo, l'edificio (insieme di una o più unità volumetriche con una continuità fisica osservabile dall'esterno, sui fotogrammi o in fase di ricognizione in sito) non corrisponde sempre al fabbricato dell'archivio catastale (costituito da una o più unità immobiliari). Inoltre gli archivi toponomastici del catasto non corrispondono con rigore a quelli anagrafici comunali.

I dati catastali sono costituiti dai seguenti strati tematici:

- limiti amministrativi;
- particelle;
- fabbricati;
- acque;
- strade.

Tra i fabbricati sono presenti edifici, edifici minori e manufatti. Sono rappresentate come fabbricati anche le cinta murarie e le tensostrutture sportive. La ferrovia è ricostruibile mediante un accorpamento di particelle. In generale viene rappresentata la copertura a livello del suolo, non sono presenti gli elementi sopraelevati.

Le problematiche maggiori sono dovute alla geometria in quanto si riscontrano sovrapposizione fra i fogli e fra le particelle, gap (buchi) fra i fogli, fra le particelle e le aree stradali, c'è mancanza di adiacenza completa fra le strade e le particelle, non sono contraddistinti i campi sportivi.

Gli edifici rappresentano il massimo ingombro (non sono presenti volumetrie ad altezze diverse).

Confrontando i dati di una zona con le relative ortofoto si sono evidenziate le seguenti problematiche:

- mancanza di edifici visibili sull'ortofoto;
- non c'è corrispondenza con tutto l'andamento dei canali;
- non corrispondenza dei bordi delle aree stradali con quelli visibili sulle ortofoto;
- edifici spostati rispetto alla posizione nelle ortofoto;
- suddivisioni delle aree stradali non corrispondenti a divisioni sulle ortofoto;
- parti mancanti di strade visibili sulle ortofoto o viabilità principale mancante del tutto;
- nelle aree stradali sono comprese aree di parcheggio e aree di incrocio.

Tra le elaborazioni geometriche da operare per arrivare al DBSN occorre bucare le particelle con gli edifici/manufatti e applicare il merge delle particelle relative alle strade, completando l'area con gli spicchi mancanti.

A partire dalle tabelle dei dati censuari, per estrarre le informazioni utili si devono selezionare campi in varie tabelle da mettere in relazione. Per classificare gli edifici occorre selezionare il Foglio, il numero dell'edificio e il/gli identificativi delle unità immobiliare contenute nel fabbricato; tra le categorie corrispondenti alle unità del fabbricato va selezionata quella predominante. Si relaziona l'edificio e la categoria predominante ottenuta.

### 8. CONCLUSIONI

Riprendendo in esame la figura 1, possiamo quindi ipotizzare anche per l'Italia, assente in quel contesto, uno schema analogo nel quale siano presenti i DB regionali e catastali a grande scala fino ai DB di media (DBSN) e piccola scala (DB 250k e DB 1000k) da cui derivare le opportune serie cartografiche.

| DATABASE     | PRODOTTI CARTOGRAFICI          |
|--------------|--------------------------------|
| DB catastali | Mappe                          |
| DB regionali | Carte topografiche 5k, 10k     |
| DBSN         | Carte topografiche 25k, 50k    |
| DB 250k      | Cartografia 250k, 500k         |
| DB 1000k     | Carte geografiche 1000k, 1250k |

### Bibliografia

- C. Duchene, J. Stoter and D. Burghardt (2013) "Feedback NMA Workshop in Barcelona", *16th ICA Generalisation Workshop, Dresden, Germany*.
- G.Pelagatti et al.(2013), "Application of the GeoUML tools for the production and validation of Inspire datasets", *Atti della conferenza INSPIRE 2013: the green renaissance, Firenze, Italy, May 23-27*.
- M. De Gennaro et al.(2012) "L'applicazione della metodologia GeoUML per la produzione dei DB Geotopocartografici", *15a Conferenza Nazionale ASITA - Reggio di Colorno 15-18 novembre*.
- M.Rumor et al. (2011) "Tecniche di generalizzazione cartografica dalla grande alla media scala", *16a Conferenza Nazionale ASITA – Fiera di Vicenza, 6-9 novembre*.

### ALLEGATO

Di seguito sono riportati gli schemi di derivazione dei principali Enti Europei. La figura è stata presentata in occasione del ICA/EuroSDR Barcelona NMA Symposium (2013) dagli autori Cécile Duchêne, Jantien Stoter, Dirk Burghardt.

