

### 3 L'informazione geografica

**Bengt Rystedt, Svezia**

#### 3.1 Introduzione

Con "informazione geografica" ci riferiamo a un tipo di informazione che ha una localizzazione geografica, che deve essere data in forma matematica, in modo tale da poter essere usata con un computer. Le informazioni più utili da usare sono la longitudine e la latitudine.

Il concetto di "localizzazione" verrà descritto meglio nel prossimo capitolo.

Un modo semplice di descrivere la gestione dell'informazione geografica in un computer è quello di pensare a dei livelli, così come mostrato in figura 3.1 per la rappresentazione del paesaggio.

I livelli topografici possono essere aggiunti in base alle necessità, uno per ogni area amministrativa, per le strade, i laghi, i fiumi, ma anche per gli aspetti tematici che descrivono la geologia, l'uso del suolo e la vegetazione.

Nella figura 3.1 si possono osservare le caratteristiche di un modello digitale del paesaggio basato su differenti livelli.

L'idea di organizzare i dati geografici fu presentata per la prima volta in Canada, negli anni '60, quando venne realizzato un inventario dei dati del territorio canadese (*Canada Land Inventory*), come base per tutti i tipi di pianificazione territoriale e per la gestione delle risorse nazionali.

I livelli forniscono la dimensione geografica ma devono poter includere anche i dati degli attributi, che vengono immagazzinati in tabelle relazionali. In un livello, un'area e i relativi dati degli attributi sono collegati a un codice unico che, generalmente, viene definito numero identificativo. Un grande passo in avanti, nella gestione dell'informazione

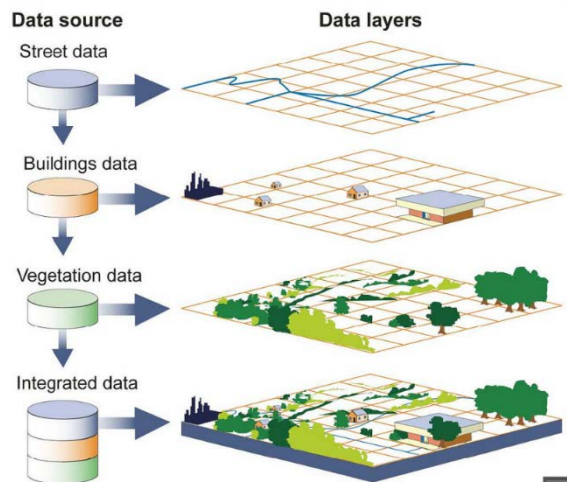


Figura 3.1 - Le caratteristiche di un modello di paesaggio digitale. Ogni livello contiene sia i dati sulla localizzazione che quelli di attributo. Fonte:

<http://education.nationalgeographic.com/education/photo/new-gis/>.

e dell'analisi geografica, fu fatto quando Jack Dangermond intuì che, contemporaneamente, si potevano gestire la geometria con un *database* e i dati degli attributi con un altro *database*. Chiamò questo sistema ARC/INFO, dove ARC sta per geometria e INFO per dati attributo in un *database* relazionale. Dopo questo primo sistema ne arrivarono molti altri.

#### 3.2 Modelli di dati

Prima che l'informazione geografica possa essere utilizzata per l'analisi e la cartografia, si deve progettare un modello per i dati. Uno di questi è rappresentato nella figura 3.1, con la struttura a più livelli.

La seconda cosa da fare consiste nel definire tutti gli "oggetti" che vi saranno inclusi, che saranno realizzati a partire da elementi base quali *punti*, *linee* e *aree*.

La parte più importante di un modello di dati geografici è la sua *topologia*, che ci spiega come si integrano fra loro i diversi elementi, a formare reti e strutture.

In una rete, come un sistema stradale, i punti sono definiti *nodi* e la topologia ci dice che le strade sono collegate ai nodi come mostrato nella figura 3.2.

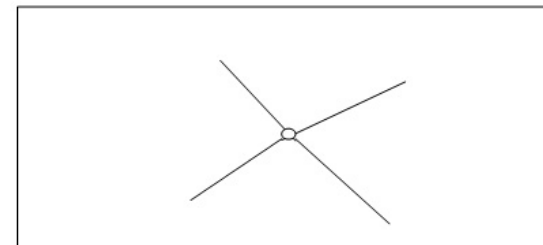


Figura 3.2 - Una rete stradale con un nodo al centro e quattro strade connesse. I nodi e le strade devono avere una identità propria (es., un numero identificativo che sia facile da trovare in un database) e possono avere anche degli attributi.

In una struttura areale, ogni area ha più aree vicine. Seguendo una linea di demarcazione in una direzione si può sempre trovare un'area a sinistra e una a destra. Quando viene calcolata la topologia per una struttura areale, ogni linea viene data due volte, una per ogni direzione, essendoci un'area a sinistra e una a destra.

Ciò può sembrare non necessario ma, invece, serve per ottenere un sistema che possa essere utilizzato per l'analisi geografica in un Sistema Informativo Geografico (GIS).

La figura 3.3 mostra una struttura areale per un comune con due parrocchie.

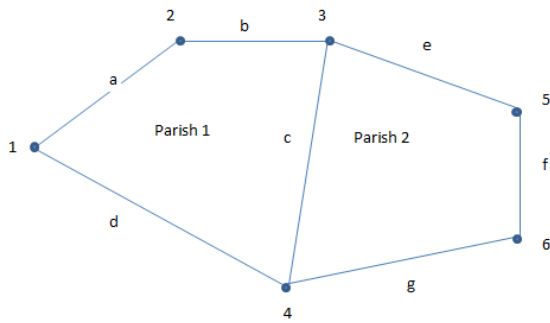


Figura 3.3 - Comune con due parrocchie. Seguendo il confine verso destra, per ogni parrocchia, possiamo vedere che il confine "c" ha due direzioni mentre quelli più esterni ne hanno solo una.

Una classificazione completa di un'area amministrativa, potrebbe essere: nazione, provincia, comune, parrocchia e parcella di terreno. Ciò significa che tutte queste aree sono confinanti fra loro e devono essere inserite in un database (come, per esempio, nella struttura gerarchica di dati della figura 3.4).

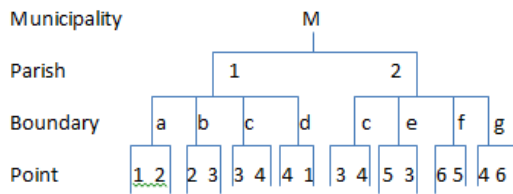


Figura 3.4 - Struttura gerarchica di dati per le due parrocchie della figura 3.3. Si vede anche che il confine "c" è presente due volte e che i punti "3" e "4" sono presenti quattro volte.

La figura mostra anche che le linee e i punti verranno registrati più volte nel database, le cui dimensioni cresceranno più velocemente di quando si registra in via lineare.

Comune	Parrocchia 1	Parrocchia 2
Nome del comune	Nome della parrocchia	Nome della parrocchia

Area	Linea	Linea	Linea	Linea
Parrocchia 1	a	b	c	d
Parrocchia 2	c	e	f	g

Punto	coord. X	coord. Y	Linea	Linea	Linea
1	80	229	a	d	
2	221	121	a	b	
3	375	119	b	c	e
4	372	295	c	d	g
5	517	127	e	f	
6	544	228	f	g	

Confini	Punto	Punto	Parrocchia 1	Parrocchia 2
a	1	2	1	
b	2	3	1	
c	3	4	1	2
d	4	1	1	
e	3	5	2	
f	5	6	2	
g	6	4	2	

Tabella 3.1 - Le tabelle in un database relazionale. Le coordinate "X" e "Y" sono solo indicative.

Abbiamo appena visualizzato una struttura di dati e accennato che tali dati saranno immagazzinati in un database. La struttura più comune per un database è quella relazionale. Ciò significa che i dati vengono gestiti con delle tabelle e che le relazioni mostrano le connessioni fra tali tabelle. Per esempio, il database relazionale mostrato in precedenza viene presentato nella tabella 3.1. Il numero delle colonne è definito in base al numero di aree, di linee, ecc., che verranno create. Le coordinate sono solo indicative.

### 3.3 Trovare le coordinate in un database

Le tabelle appena descritte sono organizzate al fine di identificare ogni oggetto. Ogni tabella è conservata come file del database cosicché è abbastanza facile trovare un oggetto. Ma la cosa è molto più difficile con le coordinate. La coordinata "X" è definita lungo la distanza fra l'Equatore e il Polo (Nord o Sud) e la coordinata "Y" dà la distanza in direzione Est-Ovest dal meridiano di riferimento scelto, relativamente alla proiezione che è stata adottata (altri dettagli nel capitolo 9). È ovvio che le coordinate non possono essere organizzate in una tabella.

Il problema è stato risolto con l'organizzazione mediante i quad-trees (strutture di dati ad albero nella quale tutti i nodi interni hanno sempre quattro nodi figli). Si costruiscono dividendo l'area in quattro quadrati, che vengono poi divisi in altri quattro quadrati ognuno, così da avere 16 quadrati, e così via finché abbiamo solo un paio di coordinate in ogni quadrato. Per identificare i quadrati si utilizza il sistema binario. Dopo la prima divisione, assegniamo i numeri 00, 01, 10 e 11. Usando i quad-trees, trovare le coordinate in un database è semplice, basta cliccare sullo schermo.

In questo libro non vengono riportati esempi di quad-trees. Per saperne di più, è raccomandata la lettura di Worboys e Duckham (2004).

### 3.4 Modelli informativi

Un *database* geografico deve essere basato sul mondo reale e definito sulla base dell'analisi richiesta. Come esempio, possiamo guardare al sistema di gestione di un cavo in fibra ottica in un quartiere di una città. Ciò significa includere oggetti quali le proprietà ( gli immobili), i loro proprietari (o gli affittuari), la localizzazione del cavo, gli accordi di gestione e i costi. L'analisi deve essere effettuata insieme al futuro utilizzatore del sistema, documentando l'intero procedimento. Le varie fasi del lavoro e la documentazione sono illustrate nella figura 3.5.

Negli anni scorsi, i modelli informativi sono stati studiati intensamente; un comitato tecnico ISO (ISO TC 211) ha elaborato e pubblicato molti standard, che sono stati poi utilizzati da tutti i produttori di dati geografici. Nel caso del nostro cavo in fibra ottica, sono stati menzionati alcuni tipi di oggetti che poi vanno opportunamente documentati in un catalogo.

### 3.5 Metadati e qualità

In questo libro non ci occuperemo di tutti gli standard per l'informazione geografica ma faremo solo una breve descrizione dei metadati e della qualità dell'informazione. I metadati forniscono un riepilogo del tipo di dati che sono inclusi in un *database* e danno anche una visione d'insieme dei dati che possono essere utili per una determinata applicazione. I metadati (dati di dati) danno una descrizione del *database* e possono includere:

- il nome del *database*;
- l'organizzazione della gestione;
- l'area geografica coperta;
- un elenco degli oggetti nel catalogo;
- il sistema di coordinate;
- regole per il *download* e le applicazioni;
- costi.

Anche la qualità dei dati è un tipo di metadati, che possono includere:

- *l'origine*, che fornisce le fonti delle basi dei dati, come questi sono stati raccolti e quale organizzazione ne è responsabile;
- *la precisione della localizzazione*, che informa sulle specifiche relative alla precisione delle coordinate (quelle su un piano e l'altitudine);
- *la contestualità*, ovvero sull'attualità dei dati e le informazioni sugli aggiornamenti programmati;
- *la completezza*, che ci dice se tutti gli oggetti sono inclusi o meno, ci informa della correttezza delle classificazioni e se la topologia è completa (es., se le strade sono una rete completa).

Lo stesso tipo di misurazione della qualità può essere data all'informazione degli attributi inclusi negli oggetti. La qualità può includere anche informazioni sul sistema di controllo utilizzato.

La qualità dell'informazione, nel suo insieme, ci dirà se il *database* può essere utilizzato per l'applicazione che si intende sviluppare.

### 3.6 Raccolta dei dati

Un *database* geografico contiene sia geometrie che attributi. Per di più, le geometrie possono essere in formato vettoriale o *raster*. Il formato vettoriale è più comprensibile e più vicino alla geometria che studiamo a scuola. I dati *raster* sono definiti da piccoli quadrati chiamati *pixel* e danno una rappresentazione non tanto dettagliata della geometria.

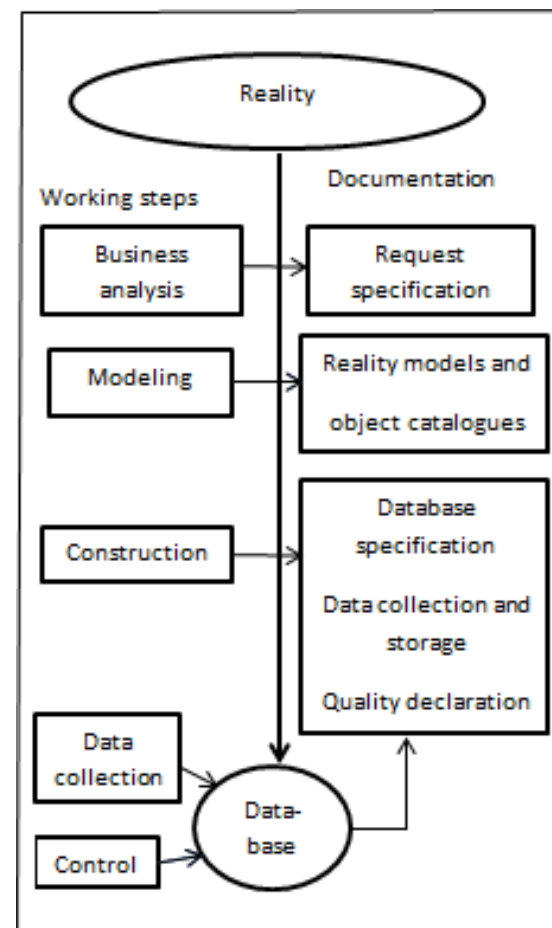


Figura 3.5 - A sinistra le varie fasi del processo del modello informativo, a destra il documento che dovrebbe essere presentato.

I dati geografici possono essere raccolti in molti modi. La qualità più alta si ottiene con la misurazione sul campo, ma la digitalizzazione è più comune, e si applica alle carte e alle foto aeree. I topografi realizzano sistemi di amministrazione del territorio per i quali misurano parcelle di terreno e ciò che risulta dalla pianificazione territoriale, come la localizzazione delle abitazioni, delle strade e dei ponti. Anche le linee sotterranee per l'elettricità, la telefonia e la rete fognaria devono essere misurate. Nelle grandi città esistono tunnel che contengono cavi di diverso tipo e i comuni conoscono la localizzazione di queste linee. Un'azienda che deve fare lavori di scavo nel terreno, dopo aver chiesto e ottenuta l'autorizzazione a farli, riceverà una mappa che mostri la rete delle varie linee. Una tale mappa non viene resa pubblica affinché non possa essere utilizzata da criminali per fini che possano danneggiare gli interessi vitali del comune.

Altre fonti per la raccolta dei dati geografici sono le foto aeree e da satellite, che vengono utilizzate in agricoltura e nella silvicoltura per riconoscere l'uso del suolo e la vegetazione. Google Earth ci dà l'idea delle potenzialità di tale metodo. Ad ogni modo, l'uso delle immagini ad alta risoluzione può essere limitata dai militari o per motivi di tipo privato: con l'aumento dell'alta risoluzione si può vedere anche troppo. È consentito guardare liberamente le immagini ma non è permesso raccogliere informazioni di interesse militare e trasformare successivamente i dati senza un'autorizzazione scritta rilasciata dalle autorità alle quali va richiesta, in accordo con la legge in vigore.

Per utilizzare i dati geografici abbiamo bisogno di un Sistema Informativo geografico (GIS) che può trattare l'informazione geografica in modo efficiente (capitolo 15). Il risultato di tale elaborazione può essere mostrato su una carta che è completata da dati tabulari, come succede in un Atlante (capitolo 7).

Per esempio, quando calcoliamo il percorso più corto fra due punti, otteniamo una carta che riporta l'itinerario più breve e i dati tabulari che ci mostrano la distanza prevista per tutte le deviazioni.

I dati geografici possono essere raccolti anche usando un GPS e gli strumenti per la loro registrazione. In questo modo, tornando a casa si possono scaricare i dati sul computer e, quando si ritiene che i dati raccolti siano soddisfacenti, li si può usare in locale o caricarli *online* (per esempio su [www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), rendendoli di dominio pubblico e di libero uso. Maggiori informazioni su OpenStreetMaps verranno fornite nel capitolo 16.

#### **Fonti**

Worboys, M.F. and Duckham, M., 2004: *GIS: A Computing Perspective*, Second edition. London: CRC Press. ISBN 0-415-28375-2.

In questo capitolo il testo si basa sulle "Linee guida ai *database*", pubblicata nel 1994 dal Lantmäteriet, il Servizio di Rilevamento Nazionale Svedese.