

# Dal disegno alla topologia

Claudio Rocchini  
Istituto Geografico Militare

## Introduzione

- La maggior parte dei dati cartografici prodotti è ancora in forma di cartografia numerica e non basi di dati.
- La produzione di basi dati cartografia permette un'enorme quantità di applicazioni, ma risulta notevolmente più costosa.
- Un esempio di dato orientato alle basi di dati e non alla semplice visualizzazione è costituito dal solo grafo stradale dei navigatori satellitari (con presenza di attributi quali: tipo stradale, autostrada o no, sensi unici, etc.).



## Scopo

- Il dato vettoriale in ingresso è stato creato ai soli fini di stampa.
- Quello che vogliamo ottenere invece è un dato orientato alle base di dati e corretto “topologicamente”.
- Es. strade
  - La superficie stradale deve essere un’area chiusa
  - Da essa deve essere possibile estrarre il grafo stradale topologicamente corretto.



DB Topografici

3

## Cartografia numerica: Feature EL

- Strade definite indirettamente dal bordo edifici
- Aree non chiuse
- Linee sconnesse
- Orientato alla stampa.



DB Topografici

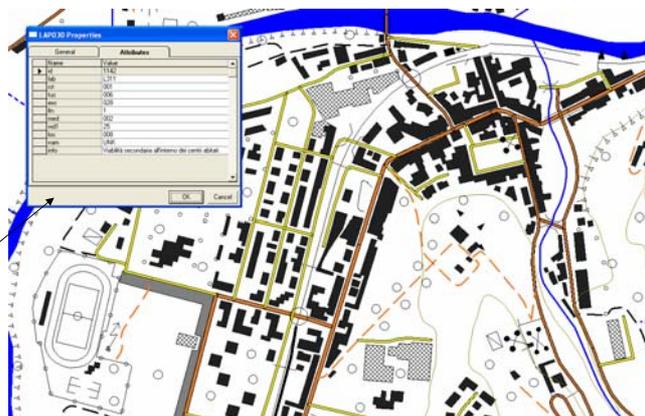
4

## DB – Topografico: DB25 IGM

Geometrie degli  
oggetti ben  
definite.

Topologia  
Corretta.

Attributi degli  
oggetti.

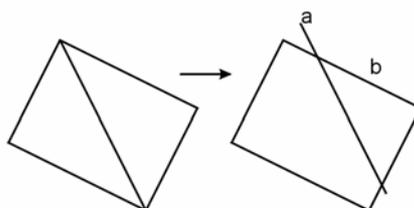


DB Topografici

5

## Esempio di cartografia numerica: baracca

- In cartografia numerica l'importante è la visualizzazione grafica (stampa).
- La baracca è rappresentata nel file CAD da due geometrie distinte: il rettangolo esterno e la linea diagonale.
- La trasformazione in Shape File della regione toscana lascia inalterata questa struttura: un singolo oggetto (feature) realizzato da due geometrie separate e non collegate fra loro.
- Addirittura si è prevista la feature "diagonale", che non ha senso nella base di dati cartografica.

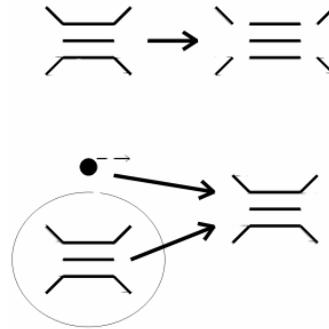


DB Topografici

6

## Esempio di c.n.: simboli esplosi

- Un ponte in cartografia numerica è di solito rappresentato da una collezione disgiunta di segmenti che “disegnano” il simbolo di ponte.
- Nelle basi di dati cartografiche, il ponte deve essere associato ad un unico oggetto puntuale (eventualmente orientato), a cui il software di visualizzazione associa un simbolo di visualizzazione. L’associazione del simbolo di visualizzazione all’oggetto ponte puntuale, restituisce la stessa rappresentazione grafica presente in cartografia numerica.



DB Topografici

7

## I concetti derivanti dalla stampa

- Molti dei concetti introdotti nei DB topografici derivano da procedimenti presenti nella stampa.
- Il concetto della divisione in layers (o tematismi) può essere derivato dalla stampa a tipi separati; per questo è familiare alla maggior parte degli operatori.
- Il concetto di identificazione dei singoli oggetti è del tutto sconosciuto alla cartografia tradizionale, quindi più difficile da introdurre.



DB Topografici

8

## Procedimento in due fasi

- Identificazione geometrica degli oggetti:
  - Il primo passo prevedere l'identificazione geometrica degli oggetti componenti la carta: ogni oggetto logico (es. una strada, un edificio) deve essere definito da un unico oggetto geometrico e dotato dei suoi attributi.
- Regole topologiche:
  - I vari oggetti della carta devono rispettare le regole topologiche imposte dalle specifiche (es. un ponte deve stare sull'intersezione di un asse stradale ed un asse fluviale, un pilone deve coincidere con un elettrodotto, etc.)



## 1) Identificazione geometrica: oggetti ben definiti

- Alcune famiglie di geometrie, presenti nella cartografia numerica, sono già (per fortuna) ben identificate geometricamente: i punti e le aree campite in stampa.
- Gli oggetti puntuali infatti sono definiti e separati per loro natura (punti quota, simboli di coltura, etc.).
- Le aree che devono essere stampate con colore campito, necessitano, nei software CAD, di essere definite con una certa precisione: aree uniche, con bordo continuo, formato di un solo pezzo e ben chiuso. E' il caso degli edifici, dei laghi, etc.



## 2) Identificazione Geometrica: oggetti non definiti

- Le aree che non hanno bisogno di una stampa campita in cartografia numerica, non hanno bisogno di essere ben definite e non corrispondono ad oggetti geometrici identificabili: è il caso dell'area stradale nei dati regione toscana. Questi tipi di oggetti devono essere ricostruiti da zero.
- Oggetti areali non campiti possono ad esempio essere definiti da spezzoni lineari non in relazione fra loro (es. baracche formate da 5 segmenti disconnessi).
- Anche molti degli oggetti lineari non sono ben definiti: un singolo oggetto può essere formato da un'insieme disconnesso di elementi lineari.



## 2: Correttezza topologica

- In cartografia numerica, la correttezza topologica è l'ultimo dei pensieri.
- Nella stampa cartacea, molti gravi errori "topologici" sono corretti dalla fisica delle stampa: se due edifici sono parzialmente sovrapposti, vengono sovrastampati: l'inchiostro risolve l'incongruenza fondendo i due edifici in un'unica area.



## Due esempi: strade ed idrografia

- Proponiamo due lavorazioni di esempio:
  - Strade (area stradale + arco viario)
  - Idrografia (areale + arco idrico)
- Le due tipologie di oggetto sono state scelte perché risultano le più complesse da trattare.
- Altri tipi di dato sono:
  - di per sé già corretti, es. molti degli oggetti puntuali.
  - Corretti in senso geometrico, ma non in senso topologico, es. edifici: aree definite e ben chiuse, ma non è detto che non si sovrappongano (errore topologico).



## Panoramica della Sequenza di Operazioni (Strade)

1. Dati
  - Estrazione dei dati stradali (filtri sugli attributi).
  - Messa a riferimento degli altri dati.
2. Ricostruzione
  - Chiusura dei piccoli gap.
  - Saldatura delle diverse scale
3. Completamento
  - Recupero degli errori di codifica
  - Duplicazione di altre feature utilizzate come bordo
4. Ricostruzione delle aree
  - Duplicazione del dato del bordo stradale
  - Chiusura teste delle strade.
  - Creazione della feature areale
5. Estrazione del grafo stradale



## Nota: operazioni manuali ed automatiche

- Questa fase di lavoro presenta due tipologie di operazioni:
  - Automatizzabili: corrispondono di solito ad una funzionalità del software: es. estrazione asse stradale, trasformazione da bordo ad area, filtri sugli attributi, etc.
  - Manuali: operazioni che richiedono per forza di cose l'intervento manuale dell'operatore; sono queste le funzioni che comportano un apporto semantico ai dati, che il computer non può dare. In questi casi il software fornisce una serie di strumenti di aiuto: duplicazione di geometrie, snap (digitalizzazione su geometria esistente, etc.).



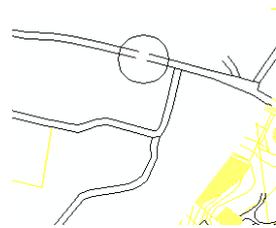
## Dati

- Caricheremo tutti i dati riguardanti le strade:
  - Feature AV del 10K (arco viario)
  - Restanti oggetti della feature EL del 10K che riguardano la viabilità, che verranno identificati dall'attributo CODICE.
  - Dati lineari del 2K, anch'essi identificati dall'attributo LAYER.
- Metteremo a riferimento anche tutti gli altri dati:
  - Sia per avere informazioni sul completamento delle parti mancanti.
  - Sia per recuperare gli oggetti che hanno una codifica errata (attributo CODICE o layer errato), per cui sono stati classificati in modo erroneo.



## Chiusura piccoli "Gap"

- Alcune sezioni del bordo stradale sono state interrotte ai fini di stampa (es. intersezioni con fiumi).
- Il primo passo sarà quello di individuare queste interruzioni e riconnettere la geometria.

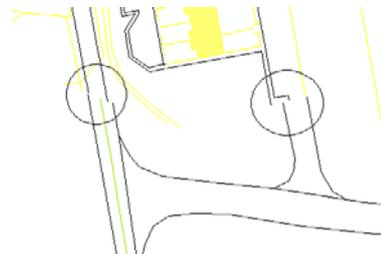


DB Topografici

17

## Saldatura fra le scale

- In generale, i dati nelle due scale 2K e 10K sono saranno perfettamente concordanti.
- Sarà necessario analizzare la zona corrispondente al cambio di scala e riconnettere i dati nelle due scale.



DB Topografici

18

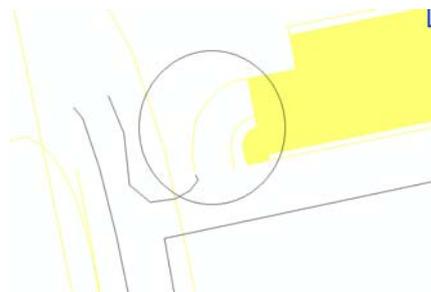
## Completamento

- Utilizzando i dati a riferimento, si tenterà di completare le parti di geometria mancante.
- (Sarà utile colorare i dati a riferimento di un colore più tenue).



## Errori di codifica

- Alcune parti lineari che non sono state codificate come strade, possono essere recuperate, semplicemente cambiando l'attributo (CODICE o LAYER).
- In questo caso non sono necessarie operazioni di editing geometrico.



## Costruzione Geometrie non Presenti.

- Nel caso di assenza di geometria, sarà possibile ricostruirla a partire dalle geometrie degli oggetti confinanti).

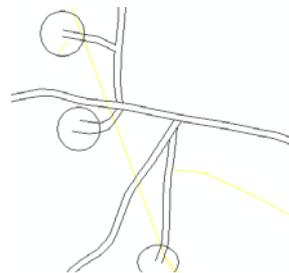


DB Topografici

21

## Costruzione Area Stradale

- Per procedere alla creazione dell'area stradale sarà necessario chiudere le terminazioni delle strade.
- Quindi sarà possibile creare automaticamente l'area con gli strumenti del Toolbox.



DB Topografici

22

## Secondo esempio: idrografia

- L'idrografia areale è campita in stampa (di blu): quindi gli oggetti areali sono tutti presenti.
- Quello che dobbiamo ricostruire è il grafo idrografico completo.
- In molte specifiche, la topologia del grafo idrografico deve essere molto ben definita: interconnessione topologica completa.
- Spesso si richiede che l'ordine dei vertici nelle polilinee rispecchi il verso di scorrimento dell'acqua (ma alcuni tools non preservano questa caratteristica: es. MRF Clean).
- Un grafo topologicamente corretto, con i sensi di scorrimento appropriati può essere, ad esempio, utilizzato all'interno di software di simulazione (inondazioni, diffusione dell'inquinamento delle acque, etc.).



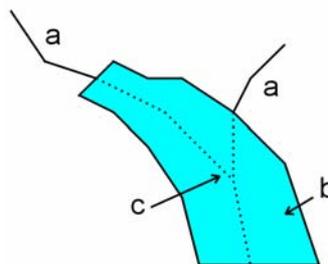
## Idrografia: riconnessione del grafo

- Per prima cosa sarà necessario riconnettere le parti lineari del grafo idrografico in modo che risulti totalmente connesso.
- E' importante che negli incroci a T, sia presente il vertice di connessione sul fiume principale.



## Grafo idrico di completamento.

- Per creare realmente un unico grafo idrografico completamente interconnesso, sarà necessario interconnettere la parte lineare del grafo (a) con la parte areale (b).
- Per far ciò sarà necessario creare una feature lineare invisibile (C), che rappresenta il “flusso idrico”, all’intero delle zone idrografiche areali.
- (A)+(C) devono formare un grafo interconnesso.
- L’asse idrico può essere ottenuto semiautomaticamente con gli strumenti di ArcGIS.
- Note: il concetto di arco idrico di completamente è un concetto puramente orientato alle basi di dati, non presente in cartografia digitale.

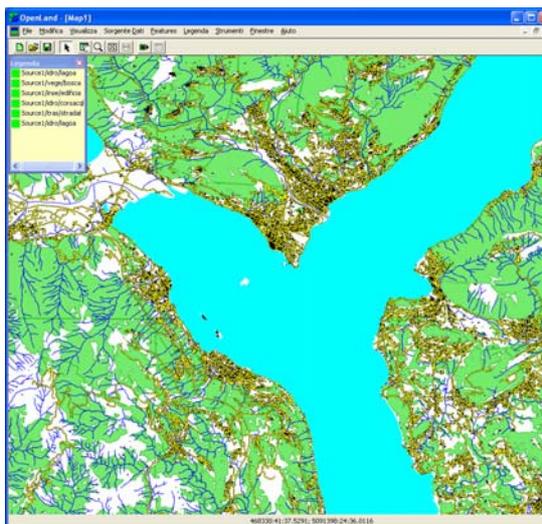


DB Topografici

25

## Esempio: DB25 IGM

- DB25: foglio 50K di Verbania.
- Nella visualizzazione standard i dati appaiono nel modo seguente.

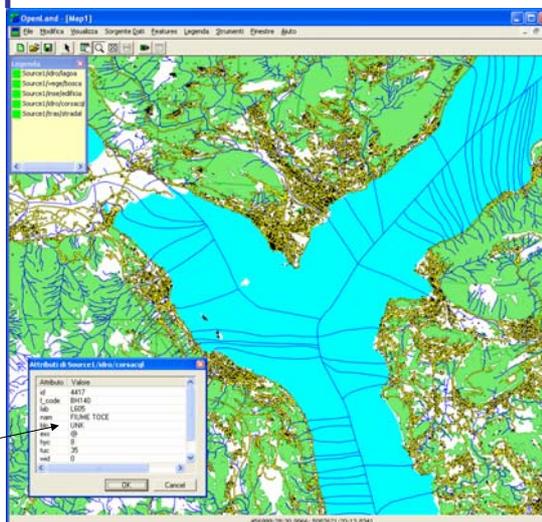


DB Topografici

26

## Esempio: DB25 IGM

- In realtà sotto il lago sono presenti le feature lineari di completamento, che creano il grafo idrografico completo.
- In questo modo si può analizzare il flusso idrico anche all'interno del lago.
- Gli attributi della feature fiumi, mi permettono di distinguere le parti da stampare da quelle invisibili.



DB Topografici

