



Modellazione dei dati geografici

Dalla mappa di segni alla collezione di oggetti territoriali

Corso di Sistemi Informativi Territoriali per il Planning e l'Urban Design - UD03

prof. Giovanni Borga

Modellare un oggetto della realtà

Modellare **un oggetto** (o meglio modellare un “tipo” di oggetto) significa decidere come descrivere tutti gli oggetti di quel tipo.

Un tipo di oggetto si descrive tramite **alcune sue caratteristiche**

Non è possibile descrivere TUTTE le sue caratteristiche

Modellazione di un elemento geografico

Un elemento del territorio può essere modellato in modo geografico o non geografico.

Ad esempio: **una strada** può essere descritta senza riferimenti geografici con i seguenti attributi:

- ☐ *Nome*
- ☐ *Lunghezza*
- ☐ *Larghezza media*
- ☐ *Costo annuo di manutenzione*
- ☐ *Numero di incidenti*

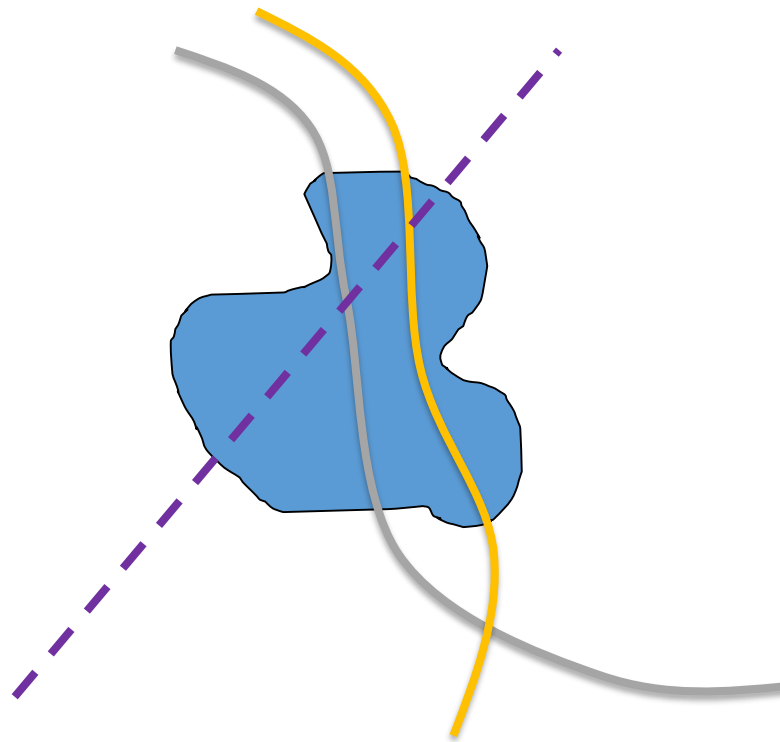
Questo tipo di descrizione ci consente di gestire aspetti come ad esempio costi di manutenzione medi per chilometro, costi di riasfaltatura totale o indicatori di incidentalità e sicurezza.

Modellazione di un elemento geografico

L'elemento strada **considerato con le sue caratteristiche geografiche** ci può permettere di gestire aspetti come zone attraversate, altre strade vicine o collegate, ferrovie intersecate, dislivelli minimi e massimi, ecc.

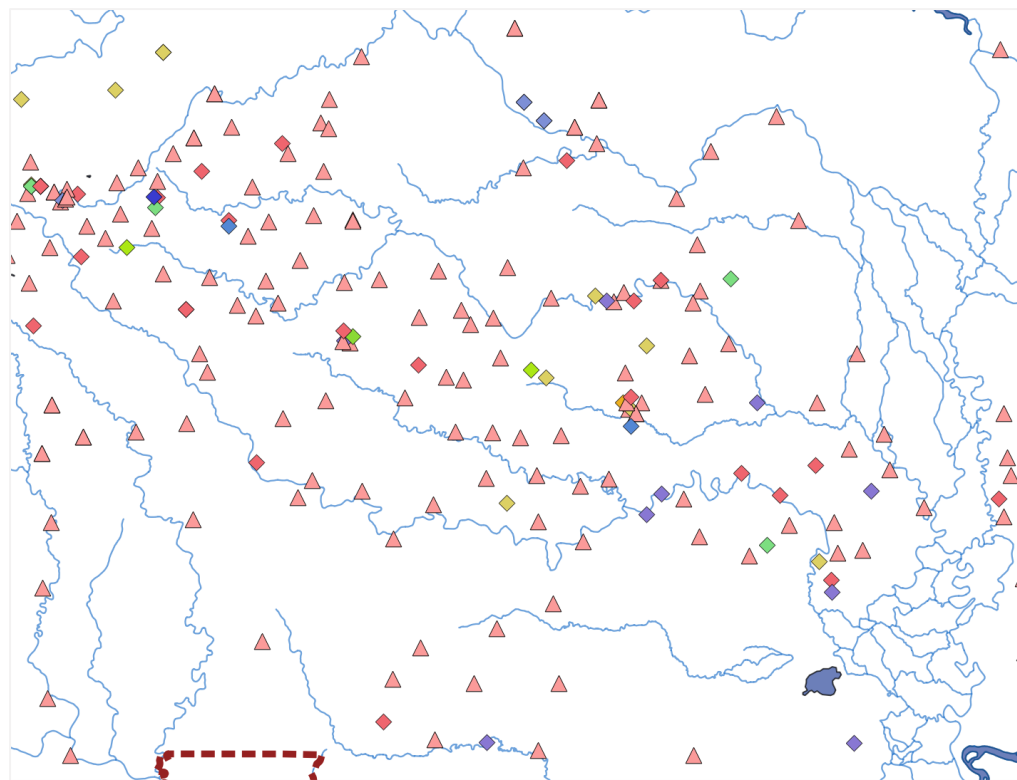
Di fatto le caratteristiche geografiche non sono altro che un **ulteriore attributo**, che ha però una **valenza particolare** nel momento in cui ci si occupa di territorio.

Un elemento territoriale trattato in modo geografico è un elemento trattato nella sua completezza.



Modello di un dato territoriale – la componente geografica

La componente geografica di un elemento informativo territoriale è apprezzabile solo tramite un **visualizzatore** in grado di applicare una simbologia grafica alle geometrie rappresentate su un piano cartesiano.



Modello di un dato territoriale – la componente geografica

Un geo-database permette di visualizzare materialmente l'**attributo geometrico** ma non fornisce la modalità corretta per comprenderne il significato.

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - roviggo - strade.grafo

File Edit View Tools Help

No limit

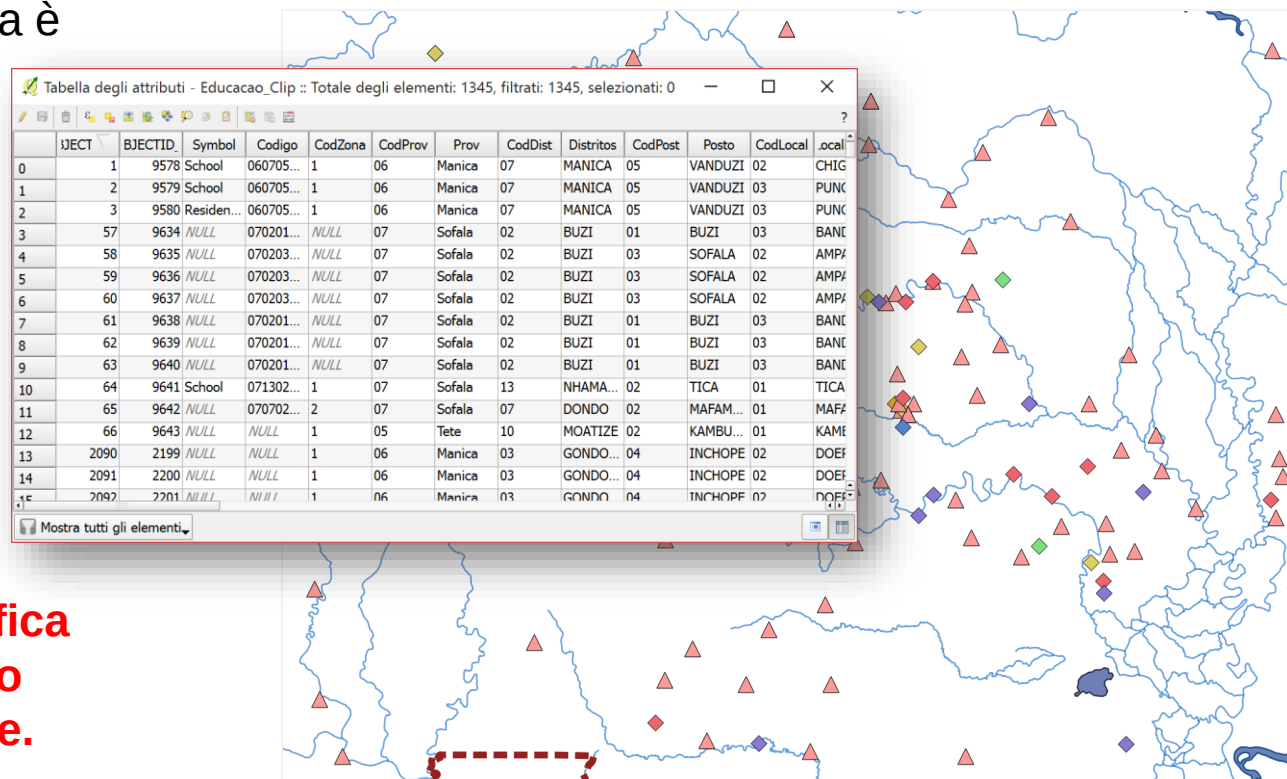
		ID3 integer	ROTONDA character varying(1024)	LUNGHEZZA double precision	GID [PK] integer	GEOMETRY geometry
1		1	no	83.4	1	0102000020BB0B000011000000B29DEFE7062C3A41A4703DBESA015341DD240661022
2		2	no	3741.1	2	
3		3	no	7657.8	3	
4		4	no	40.3	4	0102000020BB0B0000090000009A9999D902073A41CCCCC0CA30353419EFE9BDDFF6
5		5	no	331.6	5	0102000020BB0B00000540000007F6ABC04A1CC3A41B4C8763EB212534101ADFE389CC
6		6	no	303.3	6	0102000020BB0B00000000000007F6ABC9414CC3A41D122DBC9761203410AD7A35013C
7	SSA	7	no	28	7	0102000020BB0B00000800000017D9CEC7EAAA394176BE9F12CA075341DF4B78EEE6A
8	SSA	8	no	23.1	8	0102000020BB0B0000070000000C3F528DCEFAA3941CFF753ABC4075341C3F5287CEDA
9	A	9	no	54.1	9	0102000020BB0B00000F000000EA2631885A063A410E2DB2D1C10D534117D9CE575D0
10		10	no	42.1	10	0102000020BB0B00000B000000CE7F53834FC03A414260E584DA065341E85979BC4AC
11		11	no	40.2	11	0102000020BB0B00000B00000023DBF93E2CC03A4117D9CE2FD6065341C74B374930C
12		12	no	1368.2	12	
13		13	no	48.3	13	0102000020BB0B00000D0000008FC2F52800C03A41C1CAA18DDD0653415EBA49ECFBB
14		14	no	10464.6	14	
15		15	no	44.2	15	0102000020BB0B00000C000000C03A41C5D33F3B41C64B37C1D90653415DD12B2FD8B

Scratch pad

475 rows.

Modello di un dato territoriale – la componente descrittiva

La componente descrittiva è consultabile tramite un visualizzatore tabellare.



La componente geografica e quella descrittiva sono indissolubilmente legate.

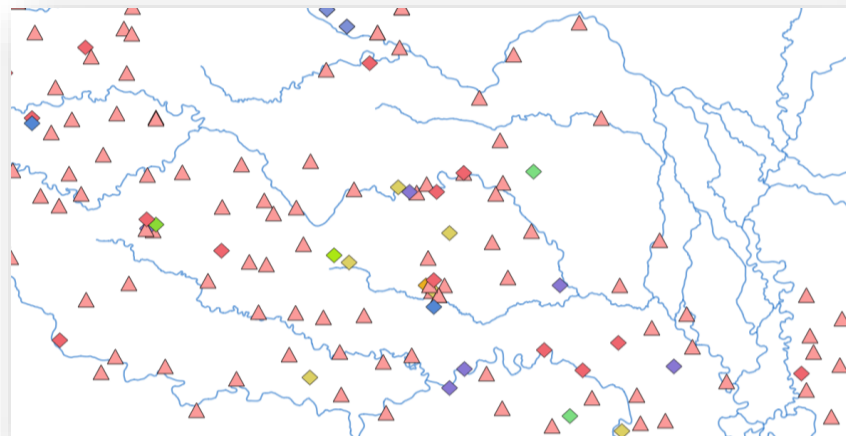
Operazioni sugli attributi

Sulla componente geografica e su quella descrittiva si opera in modo diverso

Tabella degli attributi - Educacao_Clip :: Totale degli elementi: 1345, filtrati: 1345, selezionati: 0

	IJECT	BJECTID	Symbol	Codigo	CodZona	CodProv	Prov	CodDist	Distritos	CodPost	Posto	CodLocal	Local
0	1	9578	School	060705...	1	06	Manica	07	MANICA	05	VANDUZI	02	CHIG
1	2	9579	School	060705...	1	06	Manica	07	MANICA	05	VANDUZI	03	PUNC
2	3	9580	Residen...	060705...	1	06	Manica	07	MANICA	05	VANDUZI	03	PUNC
3	57	9634	NULL	070201...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	01	BUZI	03	BAN
4	58	9635	NULL	070203...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	03	SOFALA	02	AMP
5	59	9636	NULL	070203...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	03	SOFALA	02	AMP
6	60	9637	NULL	070203...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	03	SOFALA	02	AMP
7	61	9638	NULL	070201...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	01	BUZI	03	BAN
8	62	9639	NULL	070201...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	01	BUZI	03	BAN
9	63	9640	NULL	070201...	NULL	07	Sofala	02	BUZI	01	BUZI	03	BAN
10	64	9641	School	071302...	1	07	Sofala	13	NHAMA...	02	TICA	01	TICA
11	65	9642	NULL	070702...	2	07	Sofala	07	DONDO	02	MAFAM...	01	MAF
12	66	9643	NULL	NULL	1	05	Tete	10	MOATIZE	02	KAMBU...	01	KAM
13	2090	2199	NULL	NULL	1	06	Manica	03	GONDO...	04	INCHOPE	02	DOE
14	2091	2200	NULL	NULL	1	06	Manica	03	GONDO...	04	INCHOPE	02	DOE
15	2092	2201	NULL	NULL	1	06	Manica	03	GONDO...	04	INCHOPE	02	DOE

Mostra tutti gli elementi.



Sulla componente descrittiva si eseguono operazioni:

- **Aritmetiche**
- **Statistiche**
- **Trattamento di stringhe**

Sulla componente geografica si eseguono operazioni:

- **Geometriche**
- **Topologiche**
- **Geografiche**

Tipi di operazioni sui dati

Aritmetiche

Qual è la città con più abitanti?

Statistiche

Qual è il numero medio di anziani in ogni città?

Trattamento di stringhe

Quante sono le persone di cognome Bianchi?

Geometriche

Qual è la distanza tra due centri abitati?

Topologiche

Con quali comuni confina il comune di Venezia?

Geografiche

Crea un'area di rispetto per tutti i fiumi larga 100m.



Organizzazione degli elementi territoriali in classi

Gli elementi (e i dati) territoriali sono organizzati in **gruppi omogenei** (*classi, layer, livelli, strati informativi*).

Gli elementi appartenenti alla stessa classe condividono:

A. Lo stesso modello geometrico (ad es. il poligono)

B. Lo stesso modello descrittivo (per esempio gli attributi: nome, costo, altezza ...)

- *Le proprietà geometriche come lunghezza, area, ecc. sono da considerarsi implicite nella componente geometrica del dato e utilizzabili tramite funzioni di interrogazione.*
- *In alcuni casi può essere opportuno trasporre le proprietà geometriche all'interno di un campo descrittivo.*
- *In alcuni casi il dato significativo di alcune proprietà geometriche è registrato in un attributo descrittivo e ha valenza superiore a quello determinato geometricamente (es. la superficie catastale di un mappale)*

Organizzazione degli elementi territoriali in classi

I dati territoriali possono essere modellati in modo complesso anche utilizzando primitive geometriche di tipo diverso per lo stesso oggetto.

Per esempio la classe “Comuni” può essere **modellata in modo complesso**, utilizzando un modello misto di

- elementi **areali** (per lo sviluppo areale del Comune)
- elementi **puntuali** (per la localizzazione del Capoluogo)

Un altro esempio è dato dalle classi di una **topologia** di rete, modello misto di

- elementi **puntuali** (i nodi della topologia)
- elementi **lineari** (gli archi della topologia)

Si possono considerare queste situazioni come «eccezionali». Nella grande maggioranza dei casi è opportuno effettuare una modellazione «semplice»

Confrontabilità di elementi non omogenei

In linea generale, elementi territoriali diversi non sono confrontabili per mezzo delle loro caratteristiche descrittive ma solo tramite la componente geometrica.

Tipicamente le due entità:

- A. Particella catastale (foglio, mappale, subalterno)
- B. Zona territoriale omogenea di piano (tipo, numero, indice di edificabilità)

Sono evidentemente confrontabili ma NON tramite i loro attributi descrittivi. Il confronto può essere invece effettuato tramite una sovrapposizione in mappa.

Confrontabilità di elementi non omogenei

Nel mondo dei Sistemi Informativi Territoriali, grazie alla presenza della componente geografica dell'informazione, presente in ogni classe **è dunque possibile mettere in relazione qualsiasi tipo di oggetto con qualsiasi altro** senza bisogno di un modello predefinito.

La **presenza di strutture di informazioni descrittive** tuttavia **è essenziale** per dare significato ai confronti effettuati e per aggiungere elementi di discriminazione sia quantitativa sia qualitativa.

In generale il valore aggiunto di gran parte delle operazioni di overlay topologico si apprezza dal risultato alfanumerico e non da quello geometrico

(ad esempio un'intersezione tra un buffer che rappresenta un rischio industriale sul livello degli edifici è molto più significativo se permette di conteggiare il numero di edifici coinvolti o addirittura di estrarre il numero di persone coinvolte ricavandolo da in attributo associato riportante il numero di residenti).

Modellazione degli elementi territoriali: il caso degli edifici

Tutti noi sappiamo cos'è e come è fatto un edificio. Siamo in grado di riconoscerlo nella realtà fisica e sappiamo trattarlo come oggetto delle nostre attività.

Tuttavia nel momento di modellare una struttura dati che rappresenti un edificio subentra la **soggettività dell'operatore** ma soprattutto la **finalità del modello**.

Finalità statistica:

- *Indirizzo*
- *Comune*
- *Numero residenti*
- *Anno di costruzione*
- *Tipologia costruttiva*
- *Numero di vani*
- *Tipo impianto riscaldamento*

Finalità fiscale:

- *Indirizzo*
- *Comune*
- *Foglio*
- *Mappale*
- *Titolare*
- *Classe catastale*
- *Numero di vani*
- *Numero di servizi igienici*

Finalità servizio RSU:

- *Indirizzo*
- *Numero residenti*
- *Superficie calpestabile*

Modellare un oggetto

Modellare un elemento (o meglio modellare un “tipo” di elemento) significa definire «**come descrivere**» **tutti gli elementi di quel tipo.**

Un tipo di oggetto si può descrivere tramite moltissime caratteristiche, ma è impossibile descriverle tutte. La **scelta delle caratteristiche** da utilizzare nel modello (in pratica la definizione della struttura del modello) dipende da diversi fattori:

- ☐ *Dall'applicazione finale*
- ☐ *Dall'approccio dell'operatore*
- ☐ *Dalle disponibilità di risorse*
- ☐ *Dalle capacità della strumentazione*
- ☐ ...

Modellazione «egoista» e «altruista» (Mogorovich)

Secondo Mogorovich la modellazione di un elemento territoriale è tanto più «altruista» quanto più tiene conto delle potenziali altre applicazioni rispetto a quella considerata.

«Una modellazione ‘altruista’ rappresenta l’approccio corretto in un contesto in cui la condivisione dei dati è forte. Questo è il caso dei Sistemi Informativi Territoriali. Le soluzioni possono essere diverse a seconda del contesto organizzativo (p. es. un ente con un unico DB o più enti che collaborano via web.)»

Omogeneità delle classi

Nel definire una classe di elementi territoriali, occorre necessariamente stabilire un «grado di omogeneità», ovvero il livello di «rigidità della struttura dati».

Di fatto, minore è il numero di attributi, maggiore è la rigidità del modello in quanto si riducono le possibilità di descrizione dell'elemento.

D'altro canto un numero eccessivo di attributi può portare inefficienze, in particolare aumento l'onerosità delle operazioni di popolamento e manutenzione.

Il caso degli edifici

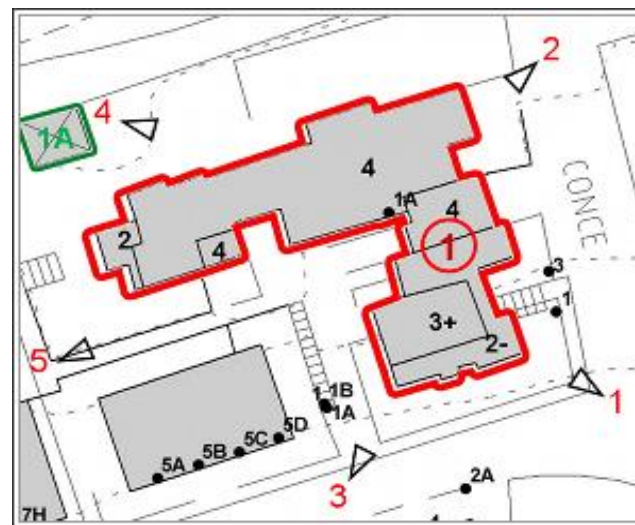
Tornando al modello dati per un edificio possiamo immaginare la struttura che segue:

Primitiva geometrica:

- Poligono (geom)

Attributi descrittivi:

- Identificatore (intero)
- Via (stringa)
- Civico (intero)
- Esponente (stringa)
- Numero unità abitative (intero)
- Presenza ascensore (booleano)



Il caso degli edifici

Esemplificando quattro elementi inseriti avremmo una vista dati del tipo:

geom	identificatore	via	civico	esponente	unita	ascensore
217836A86F71E2	1	Mazzini	2	-	1	no
891D91E99A9DE	2	Roma	33	-	4	no
172AD88EF8E878	3	Cavour	12	a	1	no
1278AD8E77D87	4	Garibaldi	23	-	10	si

Il caso degli edifici

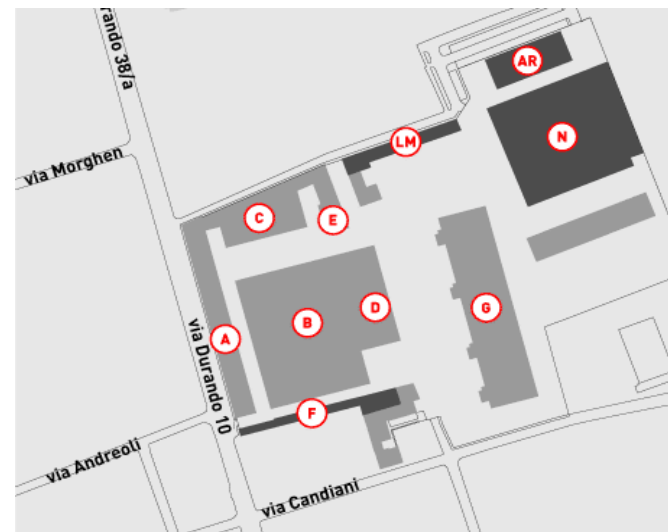
Se invece gli edifici sono di carattere produttivo una struttura più idonea potrebbe essere la seguente:

Primitiva geometrica:

- Poligono (geom)

Attributi descrittivi:

- Identificatore (intero)
- Via (stringa)
- Civico (intero)
- Esponente (stringa)
- Numero addetti (intero)
- Tipo produzione (stringa)



Il caso degli edifici

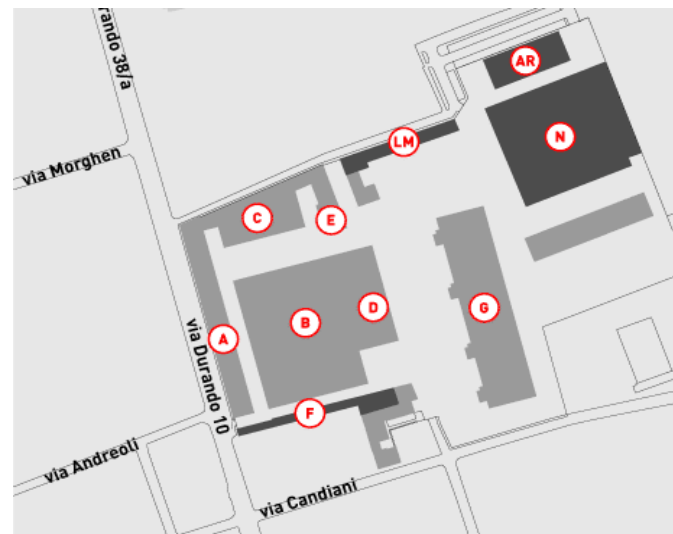
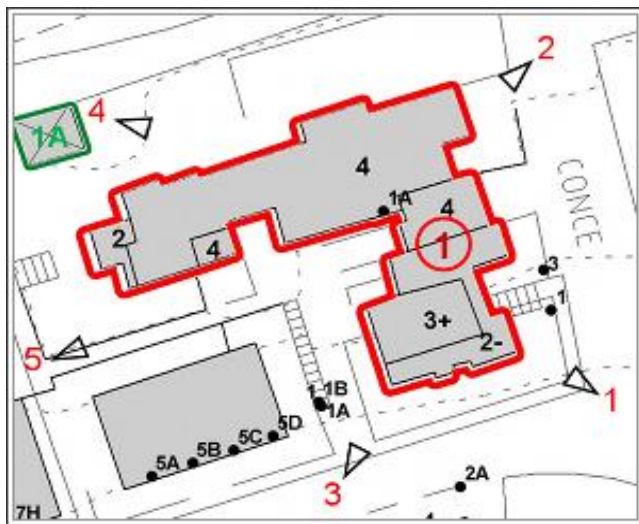
Esemplificando anche in questo caso quattro elementi inseriti avremmo una vista dati del tipo:

geom	identificatore	via	civico	esponente	addetti	produzione
836A86F71E21A	1	dell'Industria	3	-	20	tessile
891E99A9DE213	2	dell'Industria	6	-	4	tessile
D88EF8E878172A	3	dell'Industria	4	-	12	legno
8E77D8781278A	4	dell'artigianato	11	-	8	elettronica

Con l'evidente disomogeneità rispetto alla precedente sugli ultimi due campi.

Il caso degli edifici

Due elementi disomogenei dal punto di vista degli attributi potrebbe a prima vista indurre a pensare che occorran due strutture separate.



Modellazione «integrata»

Un tipo di modellazione che Mogorovich definisce «modellazione integrata» consente di unificare le due tipologie di elementi offrendo maggiore semplicità gestionale.

geom	identificatore	via	civico	esponente	unita	ascensore	addetti	produzione
217836A86F71E2	1	Mazzini	2	-	1	no		
891D91E99A9DE	2	Roma	33	-	4	no		
172AD88EF8E878	3	Cavour	12	a	1	no		
1278AD8E77D87	4	Garibaldi	23	-	10	si		
836A86F71E21A	5	dell'Industria	3	-			20	tessile
891E99A9DE213	6	dell'Industria	6	-			4	tessile
D88EF8E878172A	7	dell'Industria	4	-			12	legno
8E77D8781278A	8	dell'artigianato	11	-			8	elettronica

Questo tipo di modellazione può essere ottimale nel caso in cui le disomogeneità (in giallo) siano sensibilmente inferiori alle omogeneità.

Modellazione «segmentata»

Un secondo tipo di modellazione può essere definita «segmentata» ovvero costituita da gruppi distinti di attributi correlati da apposite chiavi alfanumeriche.

geom	identificatore	via	civico	esponente
217836A86F71E2	1	Mazzini	2	-
891D91E99A9DE	2	Roma	33	-
172AD88EF8E878	3	Cavour	12	a
1278AD8E77D87	4	Garibaldi	23	-
836A86F71E21A	5	dell'Industria	3	-
891E99A9DE213	6	dell'Industria	6	-
D88EF8E878172A	7	dell'Industria	4	-
8E77D8781278A	8	dell'artigianato	11	-

identificatore	unita	ascensore
1	1	no
2	4	no
3	1	no
4	10	si

identificatore	addetti	produzione
5	20	tessile
6	4	tessile
7	12	legno
8	8	elettronica

Questo tipo di modellazione si basa sull'utilizzo **combinato di strati geografici e dataset alfanumerici** e può essere realizzata normalmente in ambiente GIS.

Scelta del tipo di modellazione

La scelta se operare con un modello integrato o uno segmentato dipende da molti fattori.

Oltre a quello accennato riguardante il livello di omogeneità degli attributi, è opportuno valutare altri fattori di omogeneità più legati ad aspetti **qualitativi e organizzativi.**

Alcuni di questi aspetti possono essere:

- ☐ Accuratezza dei dati
- ☐ Fonti di acquisizione
- ☐ Architetture di sistema (es. infrastrutture web / intranet, database centralizzati)
- ☐ Procedura di aggiornamento
- ☐ Raggruppamenti / sottoinsiemi di informazioni correlate
- ☐ Titolarità del dato (es. diritti di proprietà, vincoli di accesso ...)

Scelta del tipo di primitiva

La scelta del tipo di primitiva può sembrare una questione di relativa semplicità.

Potremmo affermare che **la maggioranza degli elementi territoriali può essere modellata con tutte e tre le principali primitive geometriche**, punto, linea, area.

Il tipo di primitiva da utilizzare è infatti fortemente correlata a diversi parametri:

- ☐ Il modo con cui sono organizzate le informazioni descrittive associate agli elementi
- ☐ Il tipo di elaborazioni geografiche che si intende effettuare
- ☐ Il tipo di rappresentazioni tematiche che si intende produrre.

Scelta del tipo di primitiva

Questa è la classica modellizzazione di un layer di strade in forma di **grafo**.

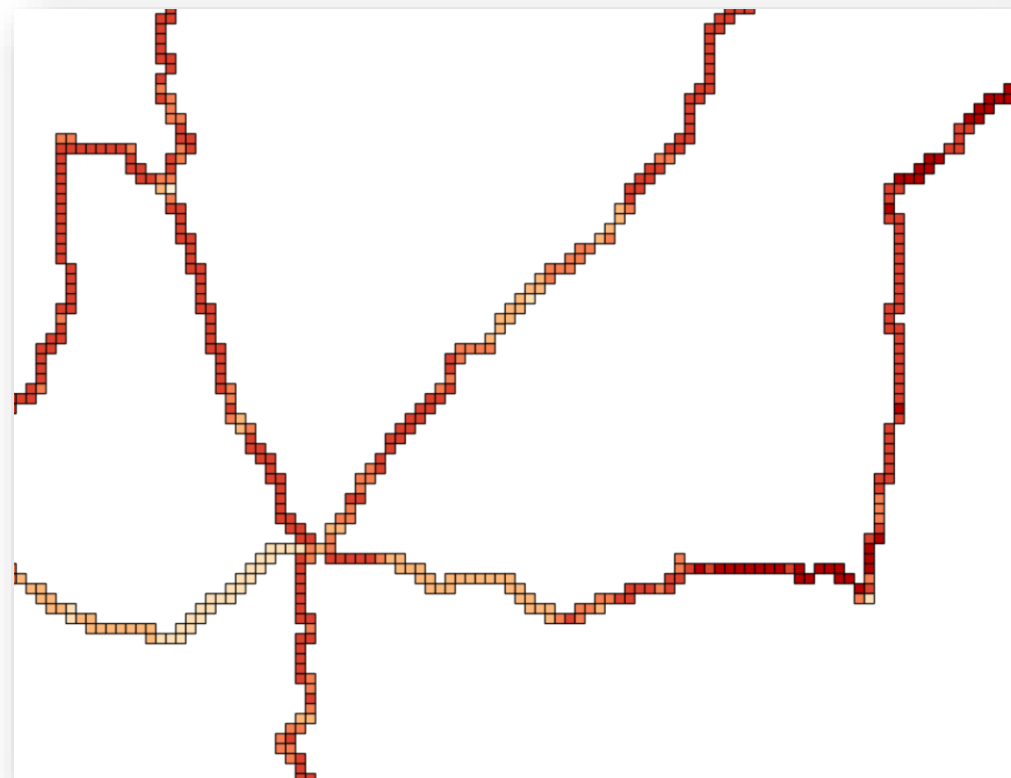
Il grafo è un tipo di modellizzazione espressamente orientato ad effettuare analisi di rete.



Scelta del tipo di primitiva

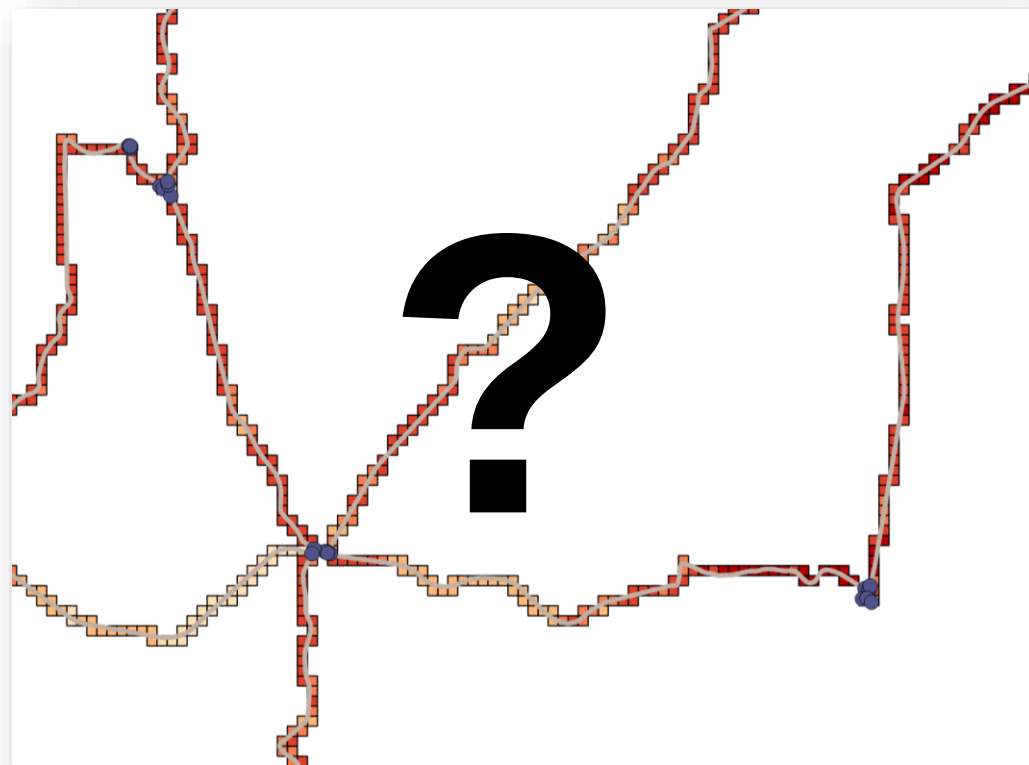
Questa è invece una modellizzazione dello stesso elemento in forma aree a approccio **grid** (o fishnet).

Questo tipo di modellazione è finalizzata a gestire e rappresentare caratteristiche variabili all'interno di una determinata unità spaziale. (es. 100m x 100m)



Scelta del tipo di primitiva

Se dovessi gestire altri aspetti come ad esempio la manutenzione della pavimentazione stradale, relativi costi e programmazione che modello geometrico potrei utilizzare?



Bibliografia

Paolo Mogorovich, Sistemi Informativi Territoriali

Modellazione dell'informazione geografica

<http://www.di.unipi.it/~mogorov/201-E3B%20-%20L'informazione%20geografica%20-%20TXT.pdf>

Massimo Rumor, Corso Nettuno di Sistemi Informativi Territoriali 1, lezioni:

- 6 - La rappresentazione del mondo reale in un SIT
- 10 - Dalla carta ad un sistema GIS

http://www.borga.it/main/c_documenti.aspx?path=Didattica/Iuav/Rumor/

(accesso con user e password)