

L. Vigliano

G I S

Geographical Information
System

L. Vigliano - All rights reserved

GIS

Sistema di gestione dei dati alfanumerici e
geometrici considerati nel loro contesto
geografico

GIS ?

Un Sistema Informativo Geografico
(GIS, Geographical Information System)

è un insieme di hardware, software, dati e tecniche necessari per gestire, analizzare e visualizzare informazioni con contenuto geografico/spaziale

Everything happens somewhere



esri Italia

Dal Cloud GIS al Geodatabase

Definizione GIS

Rhind 1989:

Un insieme di hardware, software e procedure disegnate per supportare l'acquisizione, la gestione, la modifica, l'analisi, la modellazione e la visualizzazione di dati **spaziali** per risolvere problemi di pianificazione e gestione

USGS (United States Geological Survey), 2005:

Un sistema informatico in grado di assemblare, memorizzare, modificare e visualizzare **informazioni geografiche**, cioè dati identificati in base alla loro localizzazione geografica

Obiettivo dei GIS

Lo scopo del GIS non è quello di riprodurre semplicemente una cartografia, ma quello di effettuare un'analisi dei dati, in base alla carta geografica, che sia uno strumento di supporto alle decisioni

A cosa serve?

- Mappatura di elementi geografici per una successiva analisi territoriale
- Misure di fattori ambientali
- Modellizzazione di processi alternativi per la pianificazione territoriale
- Controllo dei cambiamenti nei processi ambientali
- Ecc.

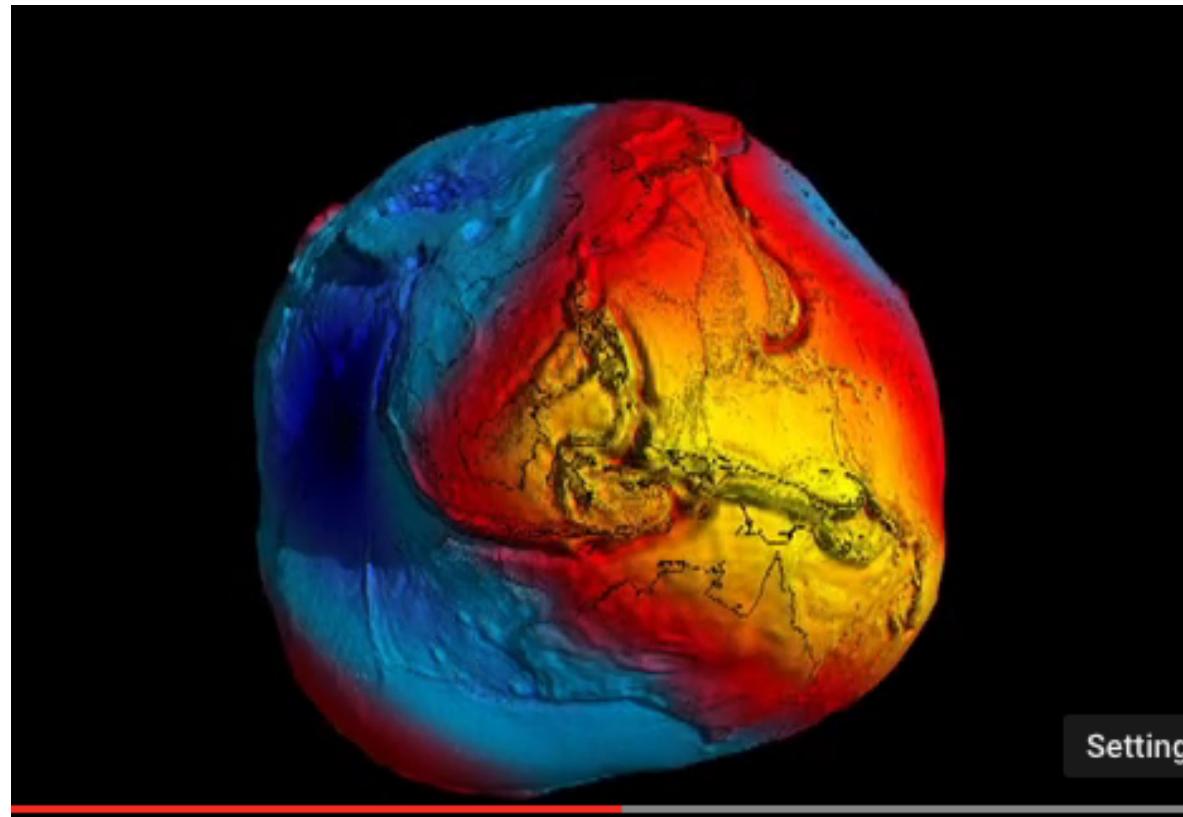


Con un Sistema di Analisi Geografico, noi estendiamo le capacità di consultazione di database tradizionali includendo la possibilità di analizzare i dati basandosi sulla loro ubicazione.

Caratteristiche principali del GIS

- Geometria
- Topologia
- Attributi
- Georeference
- Tematismi

La terra è rotonda !!



Proiezione cartografica

La proiezione o rappresentazione cartografica rappresenta la superficie approssimativamente sferica della terra su un piano, mantenendo alcune proprietà geometriche (scelte di volta in volta) come isogonia, equivalenza, equidistanza, ecc..

In pratica per ogni proprietà che si vuole mantenere, si ha un differente rappresentazione geografica : UTM, Gauss-Boaga, Lambert.

Arno Peters ad esempio mantiene la grandezza delle aree equivalenti alla realtà.

Ancora sulla proiezione cartografica

- L'adozione di un sistema di proiezione rispetto ad un altro dipende dall'uso cui è destinata la cartografia e dalla zona da rappresentare.

Processo di proiezione

- Il primo passo nel processo di proiezione è quello di individuare uno (o più) punti di contatto tra la terra e la superficie di proiezione, orientando quest'ultima in maniera tangente o secante rispetto al globo.
- La localizzazione del punto dà il punto a distorsione zero.
- In generale le distorsioni aumentano con la distanza dalla zona di contatto.

Ancora sulla proiezione

- Per ogni proiezione esiste un sistema di riferimento utilizzato per il calcolo delle coordinate.
- Gauss-Boaga fa passare il punto di riferimento per Monte Mario a Roma.





Caratteristiche principali del GIS

- **Geometria**
 - Topologia
 - Attributi
- Georeference
- Tematismi

Geometria

Un GIS deve mantenere la rappresentazione geometrica della realtà e degli oggetti reali.

In pratica, per ogni oggetto , il GIS deve rappresentare concetti come quello di area, linea, punto, ecc.

Deve avere inoltre la capacità di sviluppare calcoli sugli oggetti (calcolo dell' area, perimetro, ecc.).

Dal continuo al discreto

- Gli oggetti del mondo reale sono continui
- Gli strumenti di cui disponiamo per gestire i dati sono discreti:
 - Monitor
 - Stampanti
 - Memorizzazione
- I formati dei dati devono tenerne conto
- I dati possono essere in due formati principali:
 - Raster
 - Vettoriali



esri Italia

Dal Cloud GIS al Geodatabase

Come avviene l' archiviazione dei dati cartografici ?

- Si hanno principalmente due formati :

Vettoriale

e

Raster

Dati vettoriali

I dati vettoriali sono dati geometrici memorizzati attraverso le coordinate dei punti significativi degli elementi stessi.

Un cerchio è memorizzato tramite le coordinate del suo centro e il raggio.

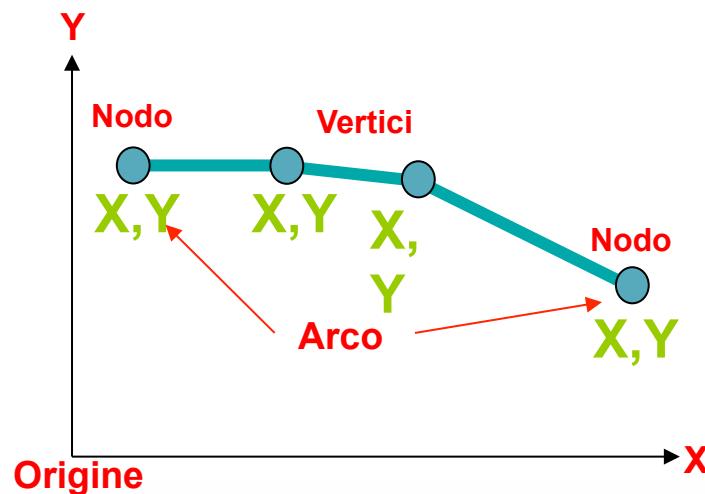
Dati raster

I dati raster sono memorizzati tramite la creazione di una griglia regolare (molto piccola) in cui ad ogni cella (pixel) viene assegnato un valore alfanumerico che ne rappresenta un attributo.

Per es. tonalità di grigio per le foto in bianco e nero, oppure la temperatura del suolo associata a più colori.

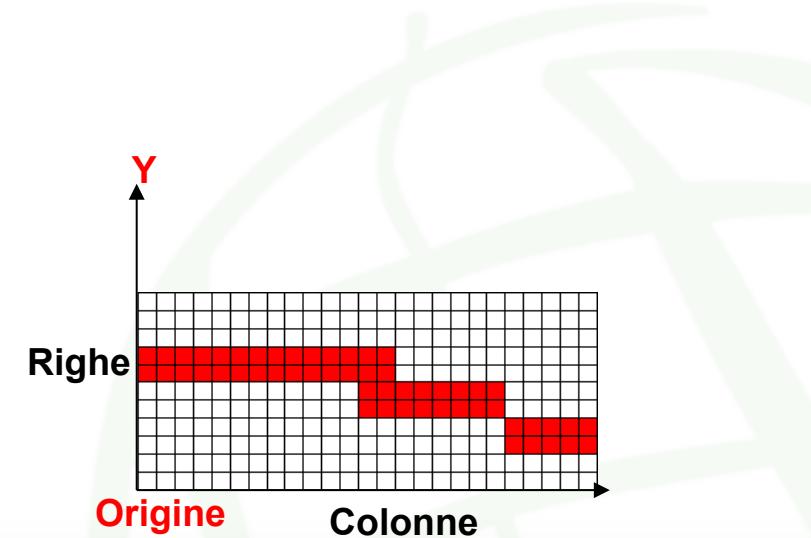
- **Formato Vettoriale**

- Rappresentazione discreta della realtà
- Più costoso, tempi di realizzazione lunghi
- Più dettaglio sul territorio
- Più informazioni associate all'elemento geografico
- Più adatto alla costruzione del database geografico

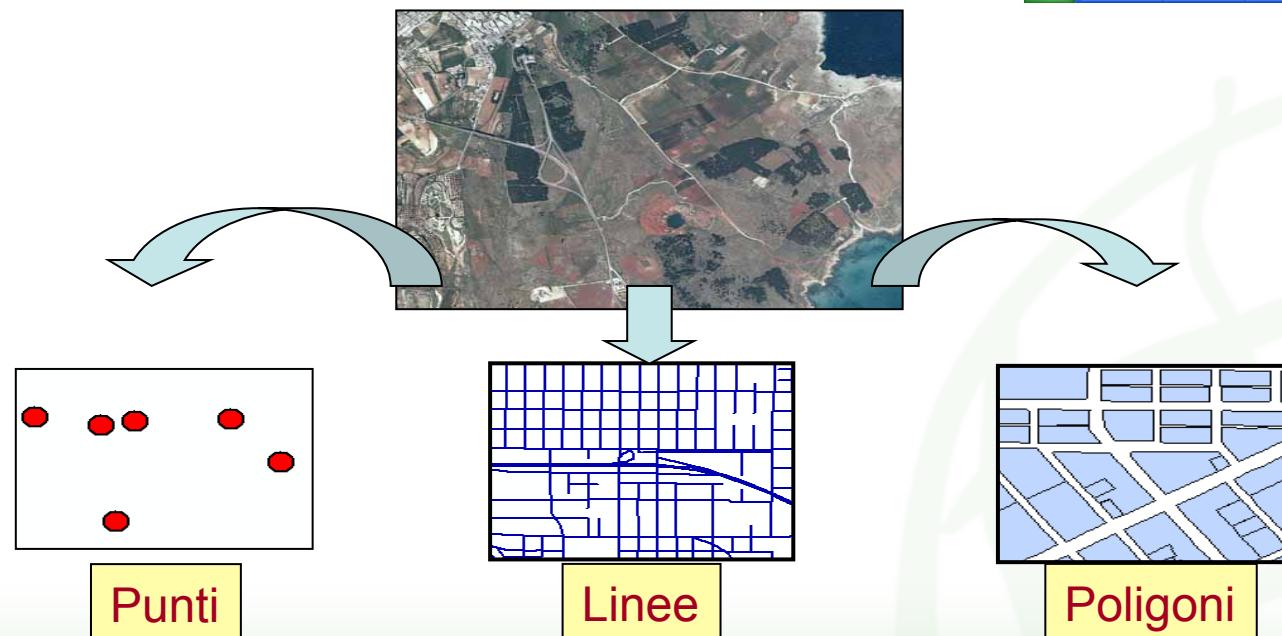
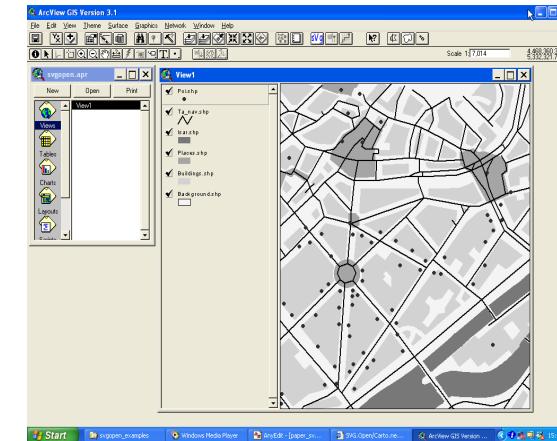


Formato Raster

- Usa celle quadrate per rappresentare la realtà
- Più adatto ad analisi territoriali mirate
- Più adatto per informazioni territoriali continue
- Richiede molto spazio in memoria
- Una sola informazione per ogni cella



- Un vettoriale è un insieme di coordinate
- E' il programma di visualizzazione che *interpreta* le coordinate
- Tutti gli elementi geografici si possono rappresentare con tre tipologie geometriche:



- Vi sono diversi formati vettoriali a seconda del loro utilizzo:
- Gestione
 - “file” (ad.es. Shape, DWG)
 - Database/Geodatabase (ad.es. Oracle, DB2, SQL Server, MySQL, ArcSDE, PostGIS) con diversi formati geometrici:
 - SDO
 - ST_Geometry
 - WKB
 - etc.
- Interscambio
 - ad.es. DXF, GML
- Web
 - GML, SVG, KML, WFS

Formato Raster

Formato Raster

- Usa celle quadrate per rappresentare la realtà
- Più adatto ad analisi territoriali mirate
- Più adatto per informazioni territoriali continue
- Richiede molto spazio in memoria
- Una sola informazione per ogni cella

- **Continuous**

- Values indicate quantity of a variable
 - Examples: Reflected light, elevation, water runoff

153

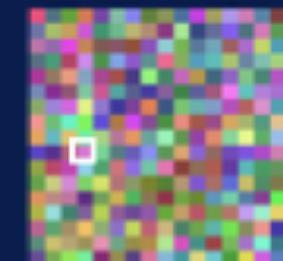


- **Discrete**

- Values indicate quality of a variable
 - Examples: Soil type, colormap value, 'yes' or 'no'
 - suitability

- User interprets data as continuous or discrete

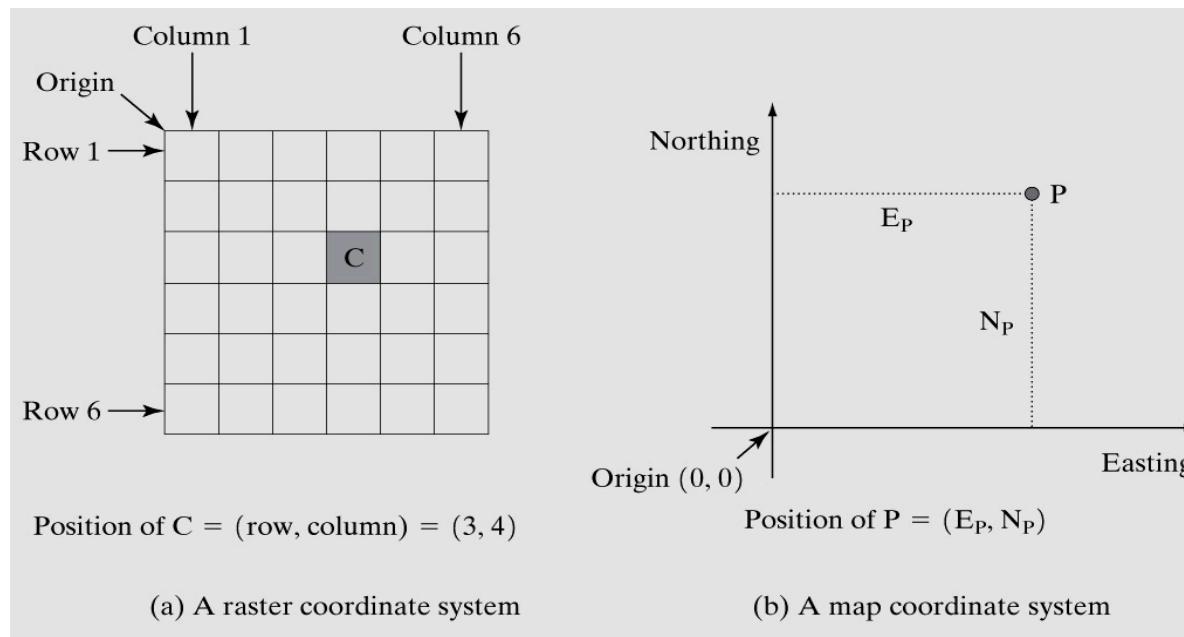
<u>VAL</u>	<u>TIPO</u>	<u>SUOLO</u>
153	Erba	
.	.	



5

5

Il raster per il GIS non è una semplice immagine (ad.es. JPG), perché deve essere ortorettificato e georeferenziato



Il più diffuso formato raster nel GIS è il GeoTIFF, cioè un TIFF (Tagged Image File Format) georeferenziato.

Caratteristiche principali del GIS

- Geometria
- Topologia
- Attributi
- Georeference
- Tematismi

Topologia

Oltre ad una rappresentazione geometrica della realtà, viene chiesto ad un GIS di mantenere e gestire tutte le mutue relazioni spaziali tra i diversi elementi.

Per relazioni spaziali si intendono concetti come la connessione, l'adiacenza, l'inclusione, o anche la semplice vicinanza.

Bisogna quindi permettere di strutturare e rendere visibili i dati definendone anche la topologia.

3. Indici Spaziali

Da 1 a 2 dimensioni, indici per dati raster, indici per dati vettoriali

Un **indice** è qualcosa di “utile” per le ricerche che verranno effettuate

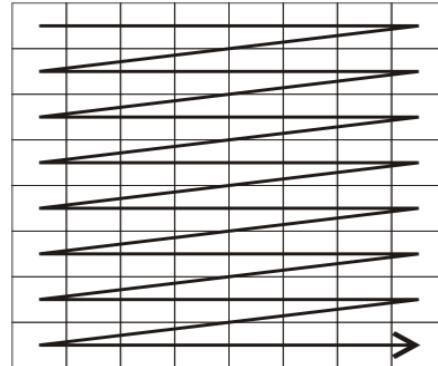
- **Interrogazioni alfanumeriche:**
 - Trova il signor “Rossi Francesco”
 - Trova il signor “Francesco Rossi”
 - Trova tutti i “Rossi” con età >40
- **Interrogazioni spaziali:**
 - **Spaziale per oggetto:**
 - Dammi le coordinate dell’obelisco di S. Giovanni
 - **Spaziale puntuale:**
 - Dammi gli oggetti alle coordinate x,y
 - **Range Spaziale:**
 - Dammi gli oggetti compresi nel rettangolo di vertici opposti P (x,y) P'(x', y')
 - Dammi gli oggetti che distano < x da un punto P

- Un indice su dati alfanumerici è un ordinamento basato su una “vicinanza” alfanumerica che ci fa comodo
- Un indice su dati spaziali deve essere un ordinamento basato su una “vicinanza” spaziale.

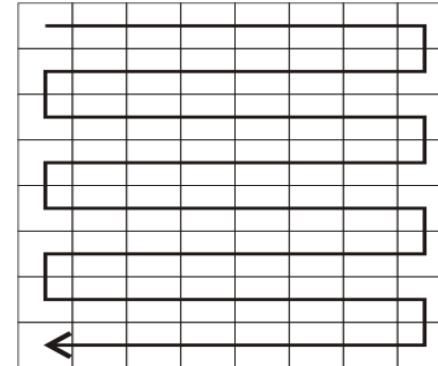
- Vanno bene gli indici “alfanumerici” ?
 - Ad.es. indici come cognome su Cognome;



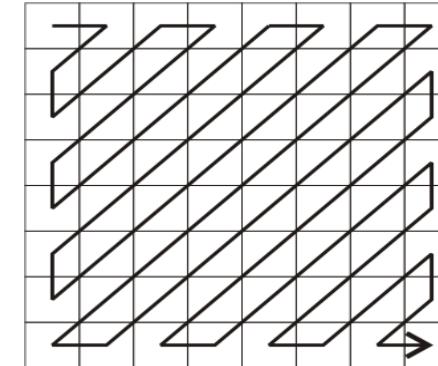
Esempi di Ordinamento raster



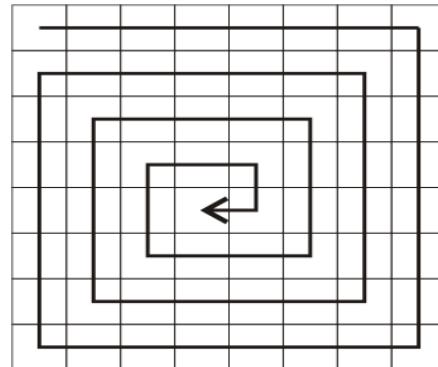
Row



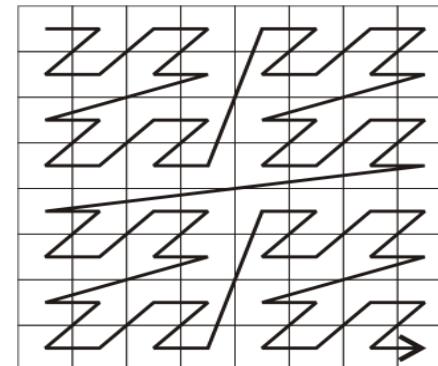
Row-Prime



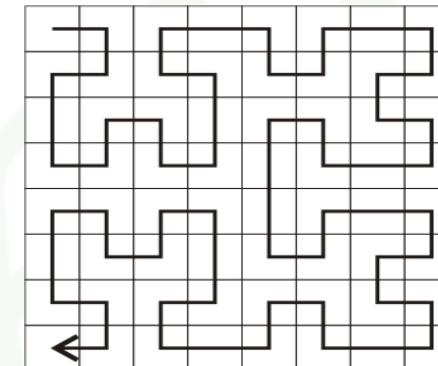
Cantor Diagonal



Spiral

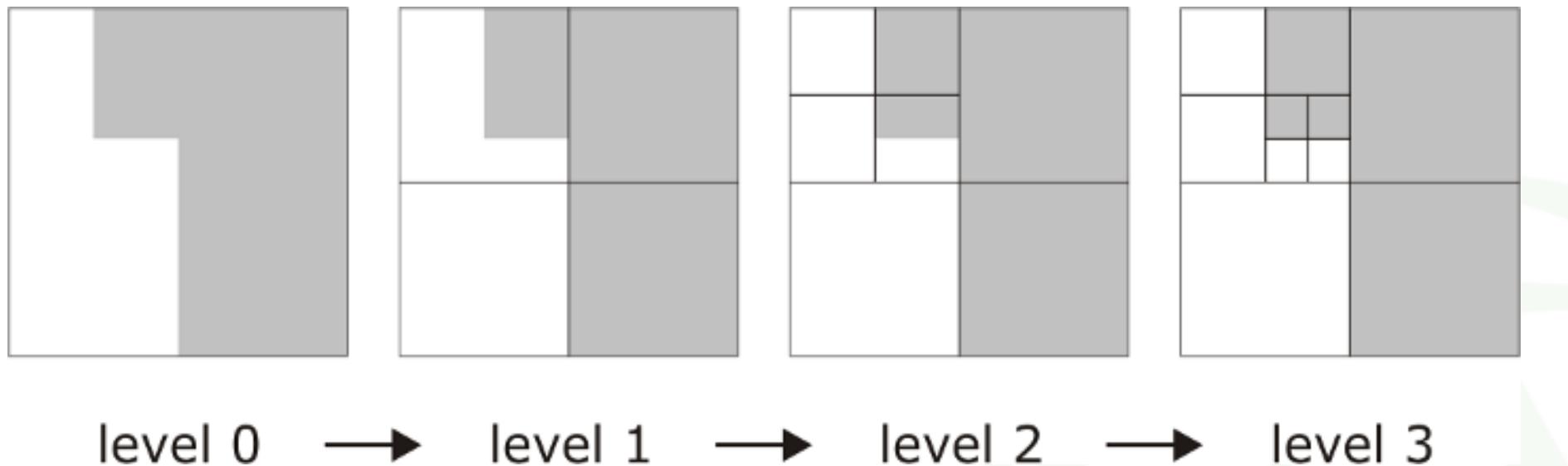


Morton

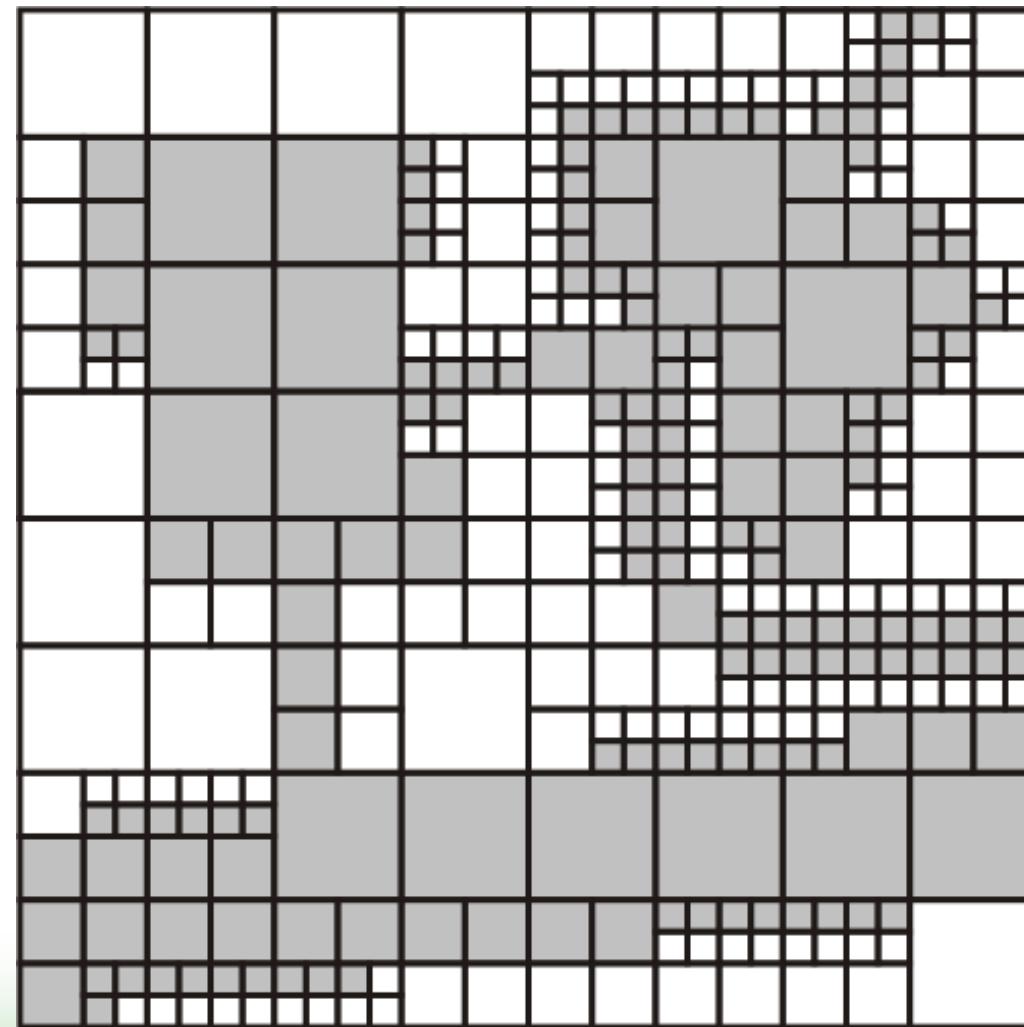


Peano-Hilbert

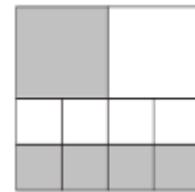
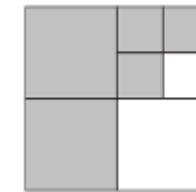
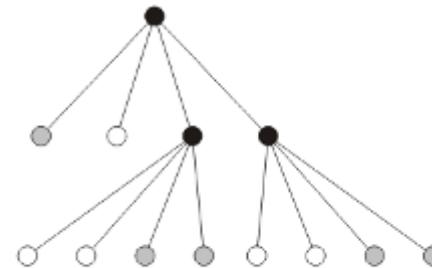
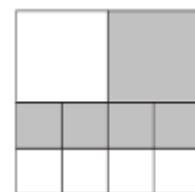
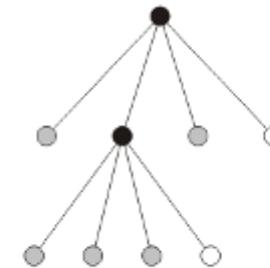
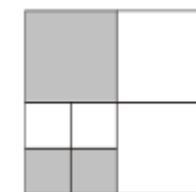
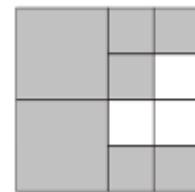
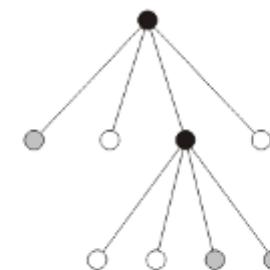
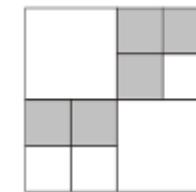
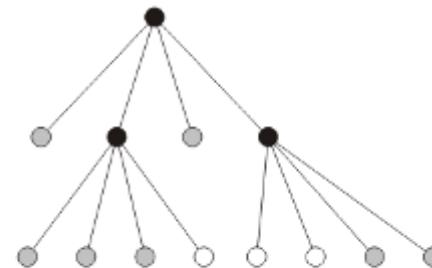
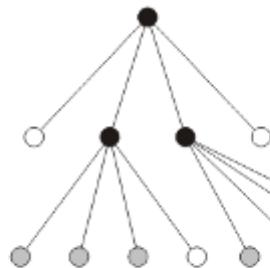
- Decomposizione di una regione in un albero in cui ogni nodo (tranne le foglie) ha esattamente 4 figli e rappresenta un quadrato uguale. Il processo continua finché ogni quadrato è omogeneo



Esempio completo Quad-tree



Gianni Campanile


 Q

 R

 Q'

 $Q \cap R$

 $Q \cup R$

 $R \setminus Q$


Input: Binary quadtrees Q, R

$q \leftarrow$ root of Q , $r \leftarrow$ root of R

queue $L \leftarrow [(q, r)]$

while L is not empty **do**

 remove the first node pair (x, y) from L

if x or y is a white leaf **then**

 add white leaf to output quadtree S

if x is a non-white leaf **then**

 add y and all subnodes to output quadtree S

if y is a non-white leaf **then**

 add x and all subnodes to output quadtree S

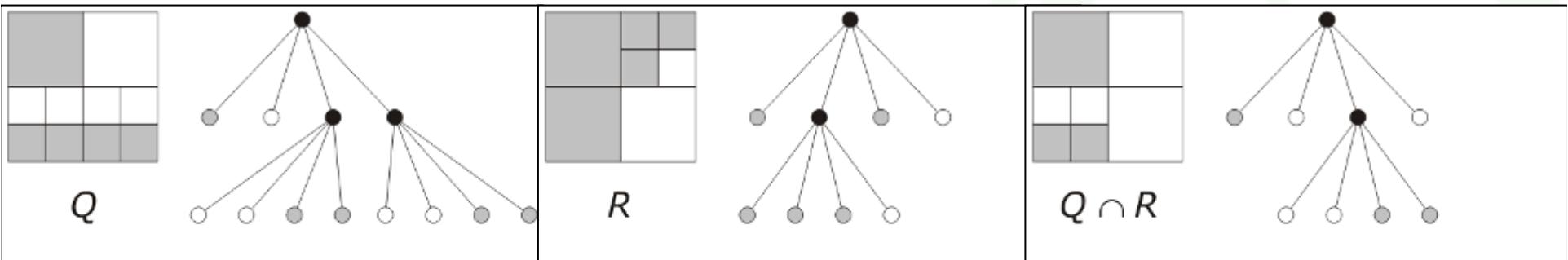
if x and y are non-leaf nodes **then**

 add a new non-leaf node to output quadtree S

for pairwise descendants x' of x and y' of y **do**

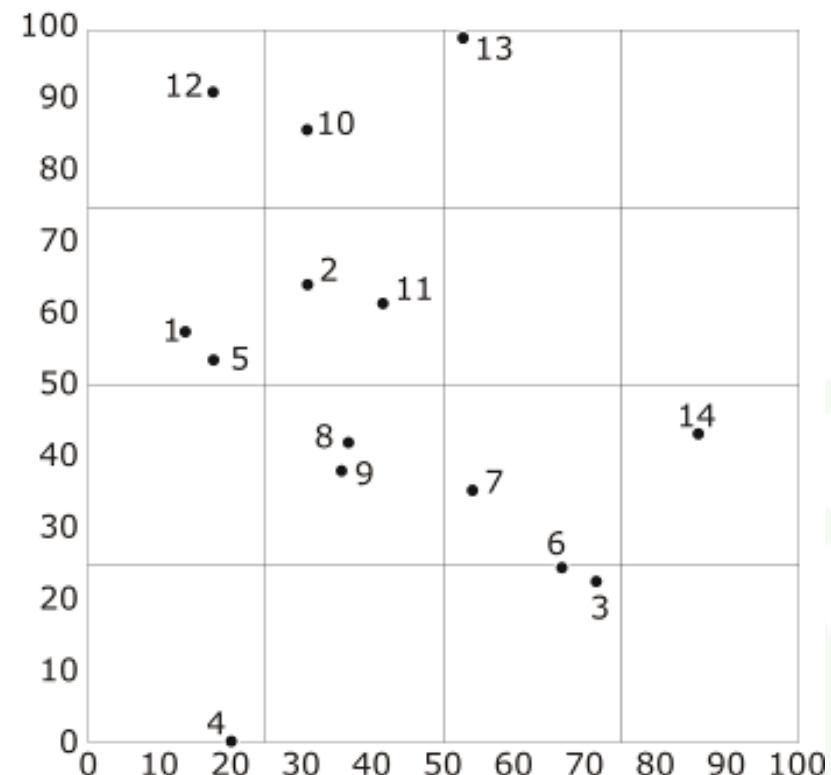
 add (x', y') to the end of L

Output: A binary quadtree S that represents the intersection $Q \cap R$

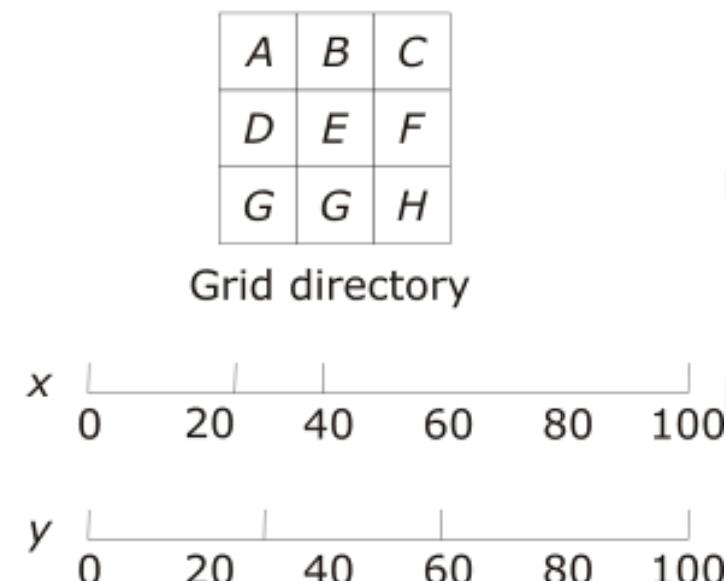
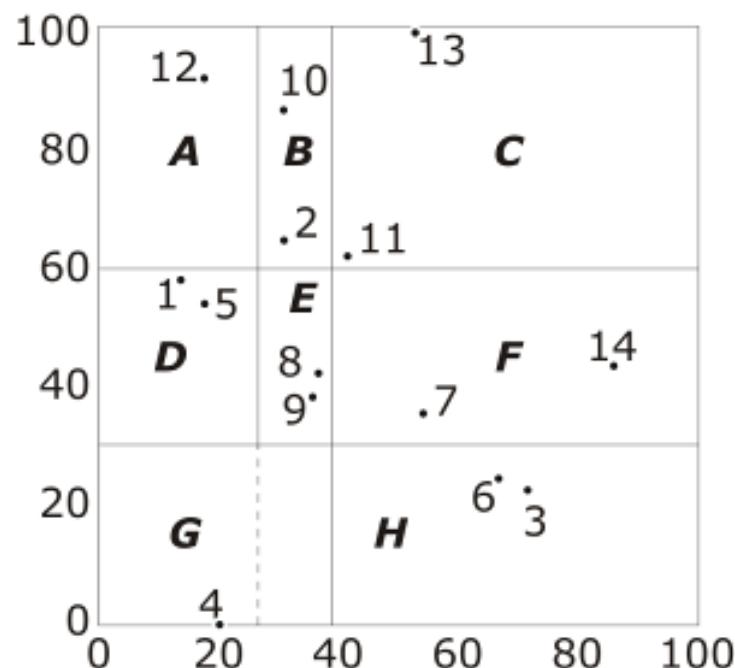


- Se si devono memorizzare punti, si possono utilizzare le seguenti strutture:
 - Fixed grid
 - Partizione della regione in una griglia regolare
 - Grid File
 - Come la fixed, ma la griglia è variabile
 - Point quad tree
 - Simile al region quad-tree
 - 2D tree
 - Albero binario

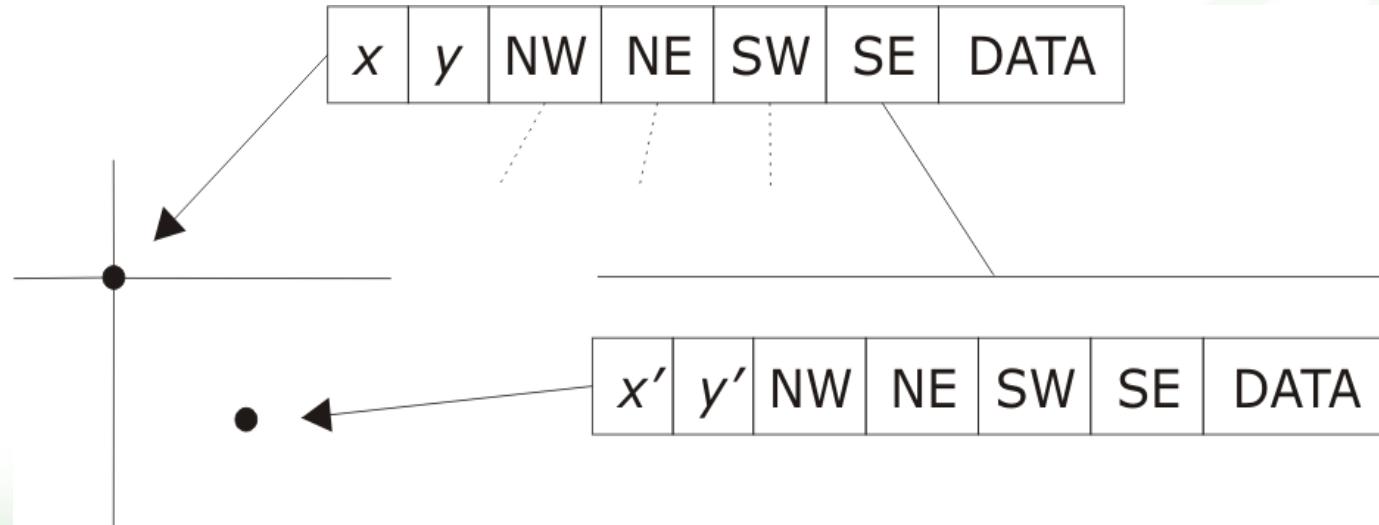
- Partizione in una griglia regolare
- Punti che condividono la stessa cella (*bucket*) sono memorizzati insieme
- Buona performance per le interrogazioni *spatial range*
- Dimensione della partizione dipende da:
 - Numero di punti
 - Ampiezza media del range
- Non performante se i punti non sono uniformi



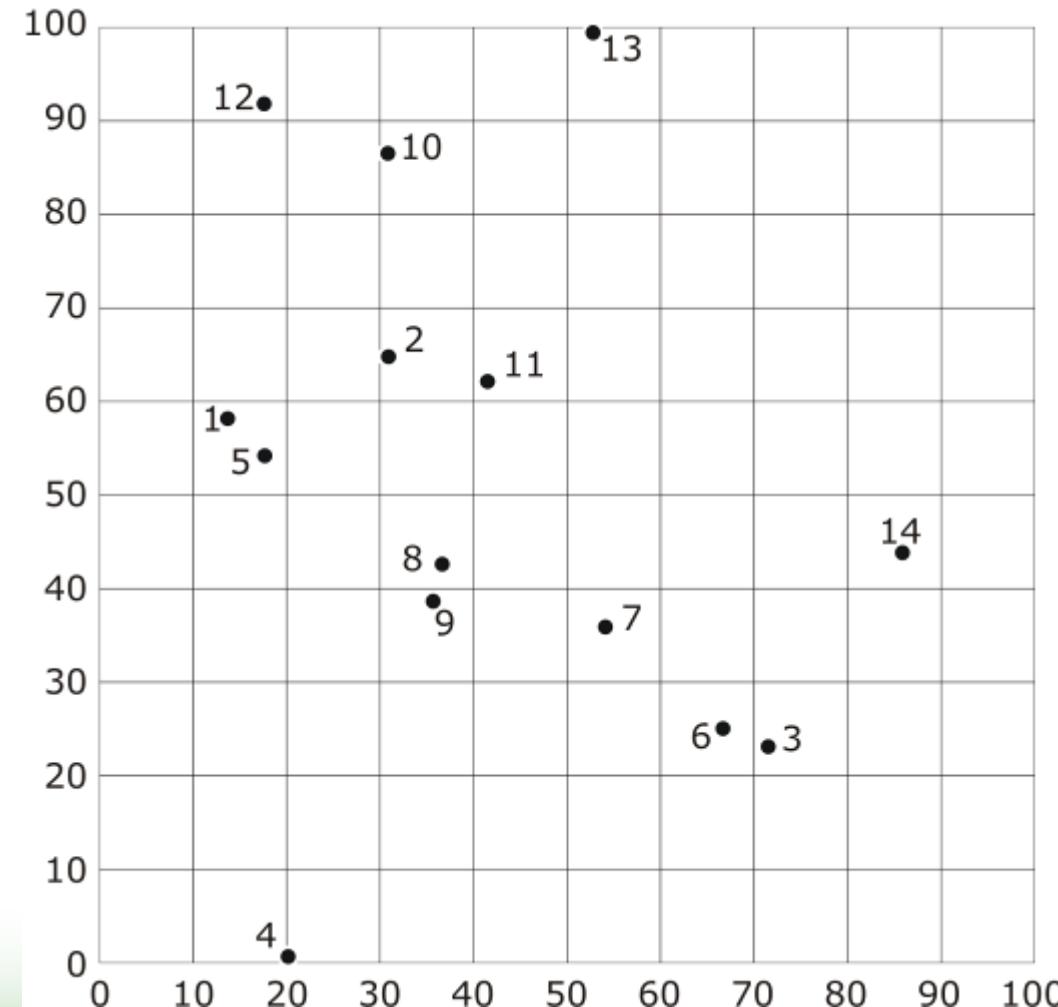
Estende la Fixed Grid rendendo arbitrarie le suddivisioni della griglia, dipendenti dalla posizione dei punti



- Unisce l'approccio della griglia con un albero multidimensionale
- Ogni nodo intermedio ha 4 discendenti
- Ogni quadrante è centrato su un punto
- La costruzione ha complessità $O(n \log r)$; la ricerca $O(\log n)$
- Il numero dei discendenti cresce esponenzialmente al crescere della dimensione dello spazio
- A seconda della disposizione dei punti molti rami possono essere vuoti

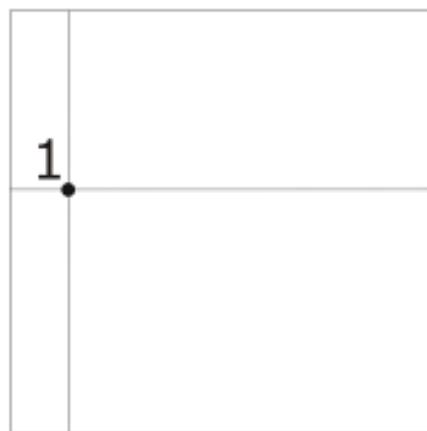


Dati di input:

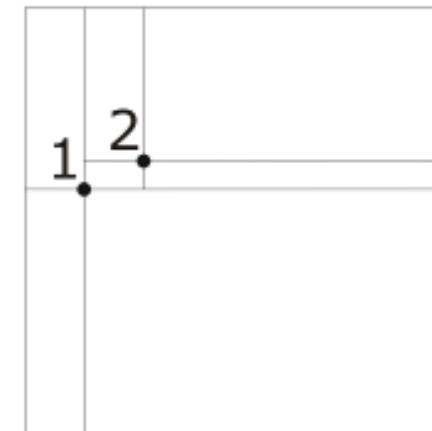
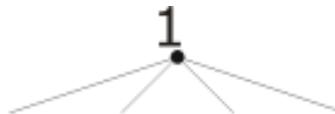


Esempio del Point Quad Tree (2/3)

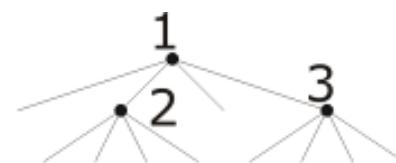
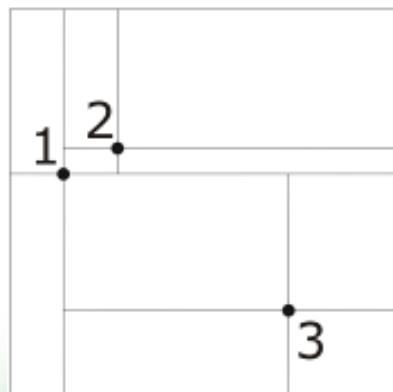
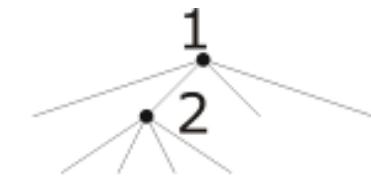
Primi 5 passaggi:



a.



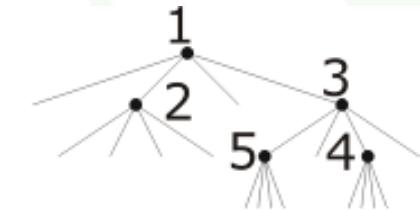
b.



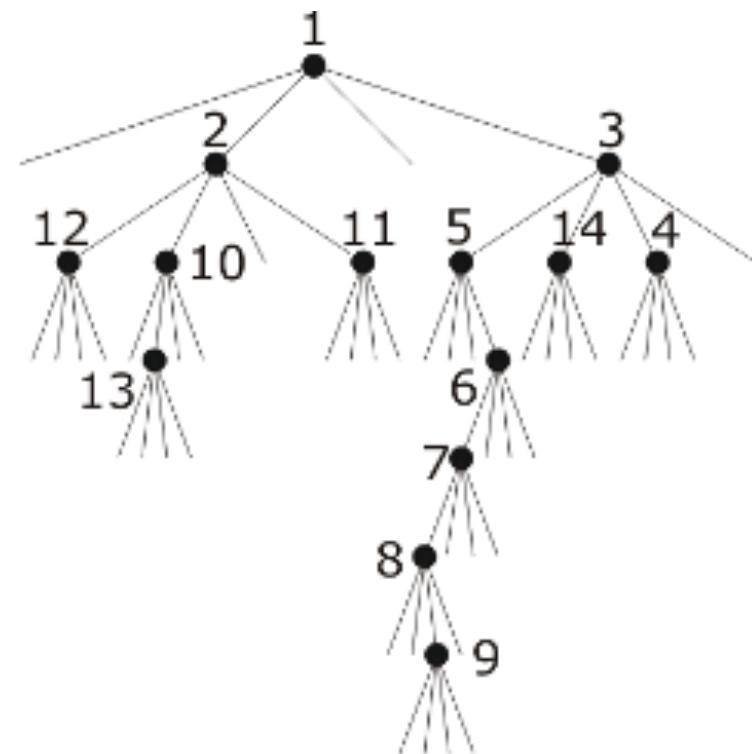
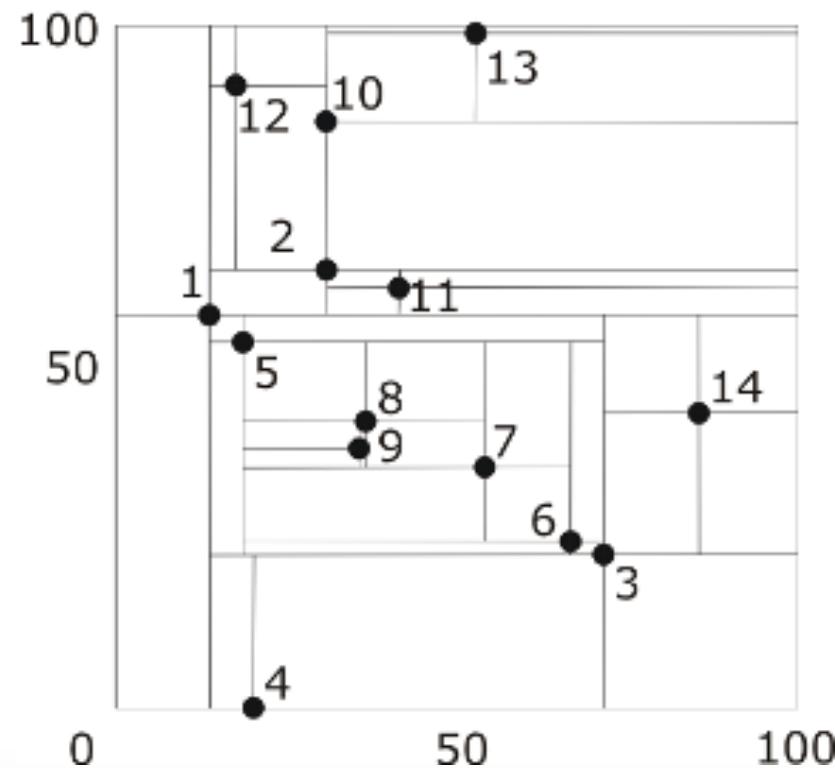
c.



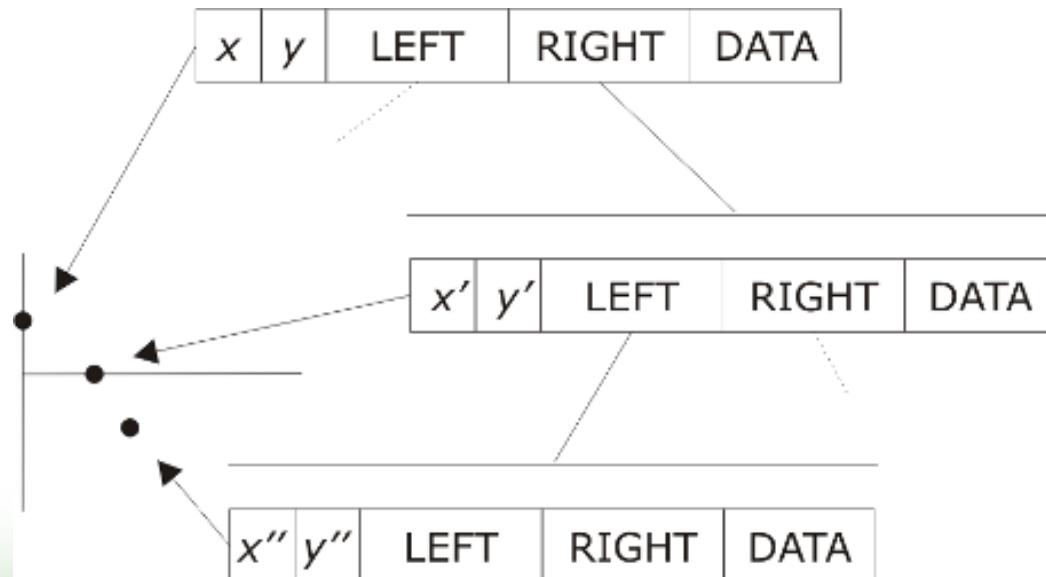
d.

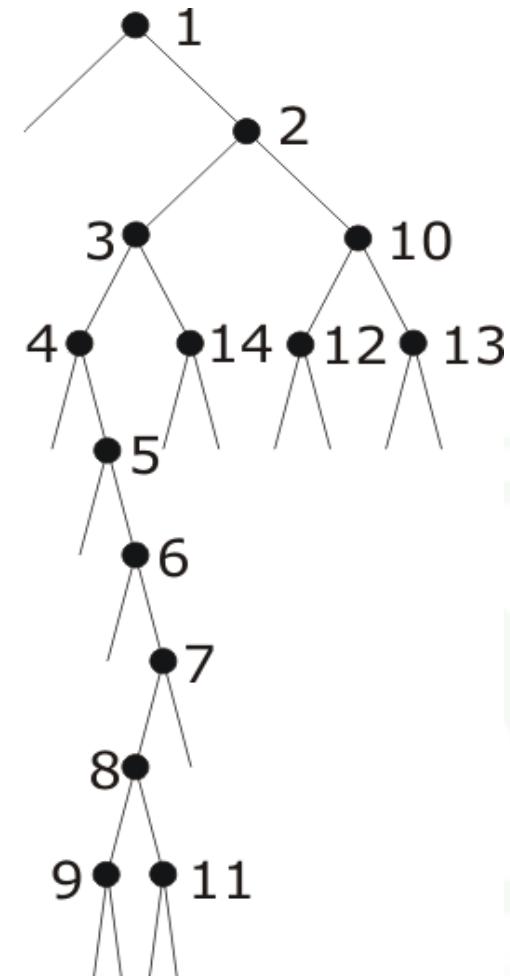
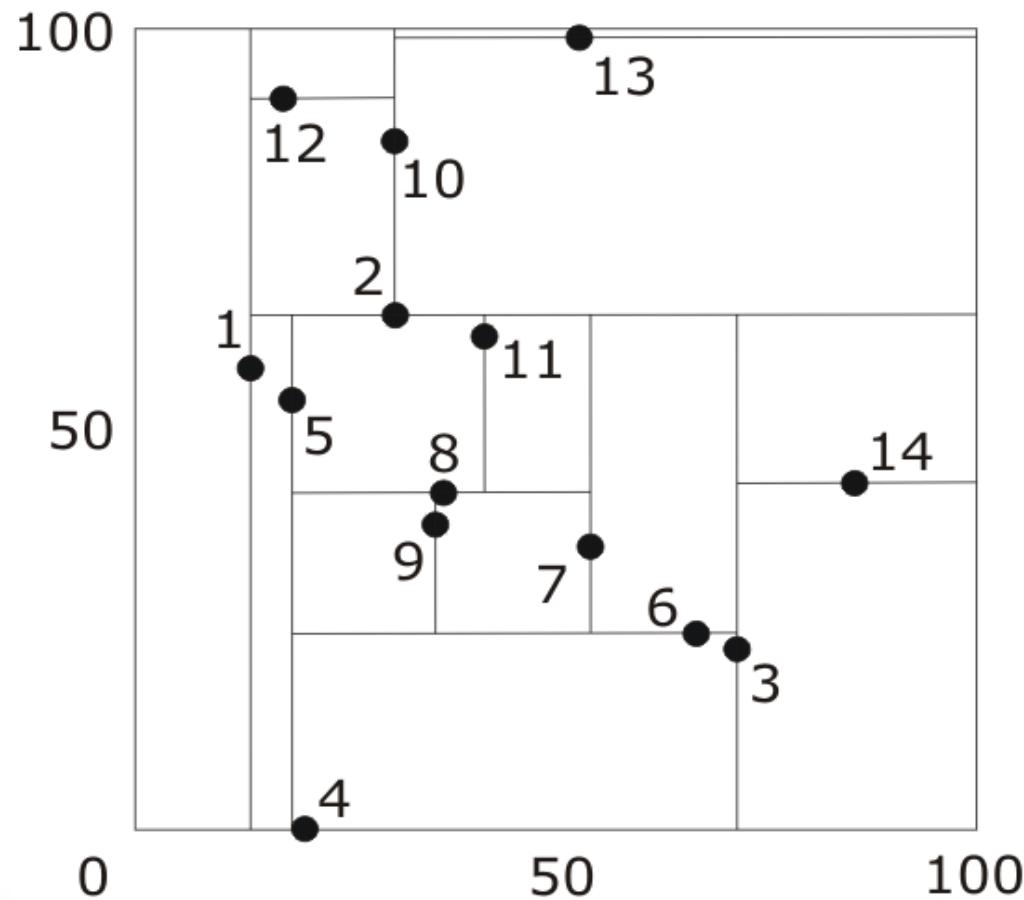


Costruzione completa:



- L'albero 2D è un albero binario (ha sempre 2 discendenti)
- La profondità è maggiore del Quad-tree
- I rami vuoti sono in media di meno
- Nel piano, le coordinate vengono confrontate *alternativamente* a seconda del livello: x ai livelli pari e y a quelli dispari (root = 0)



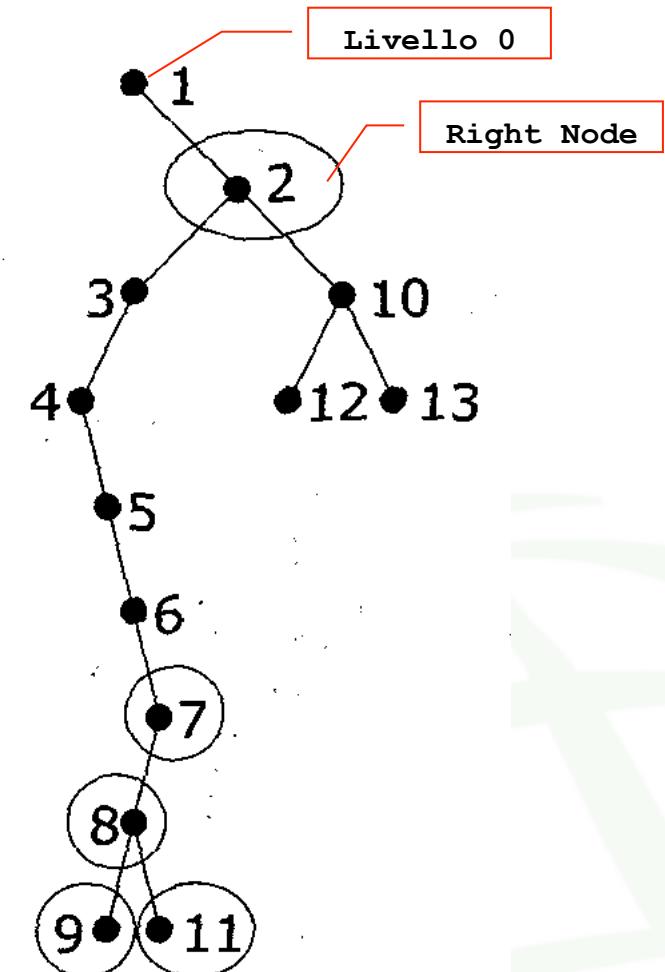
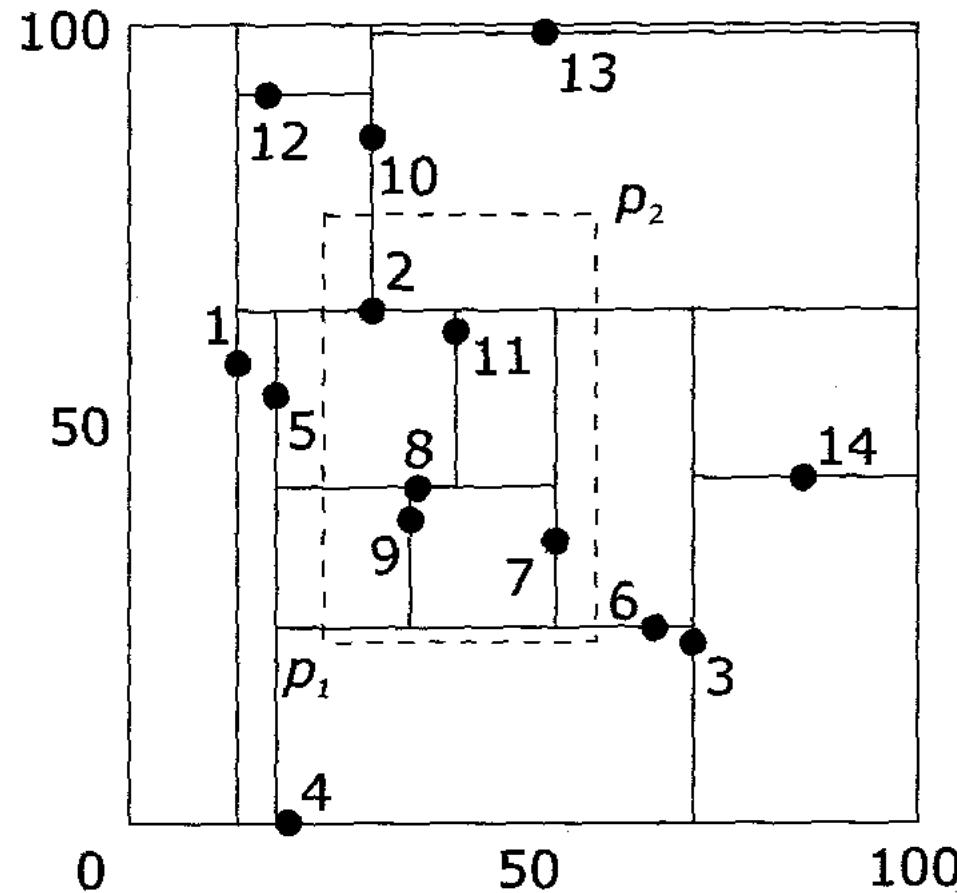


Input: A non-null 2D-tree T and a rectangular range specified by diagonal points p_1 (southwest extreme) and p_2 (northeast extreme)

```

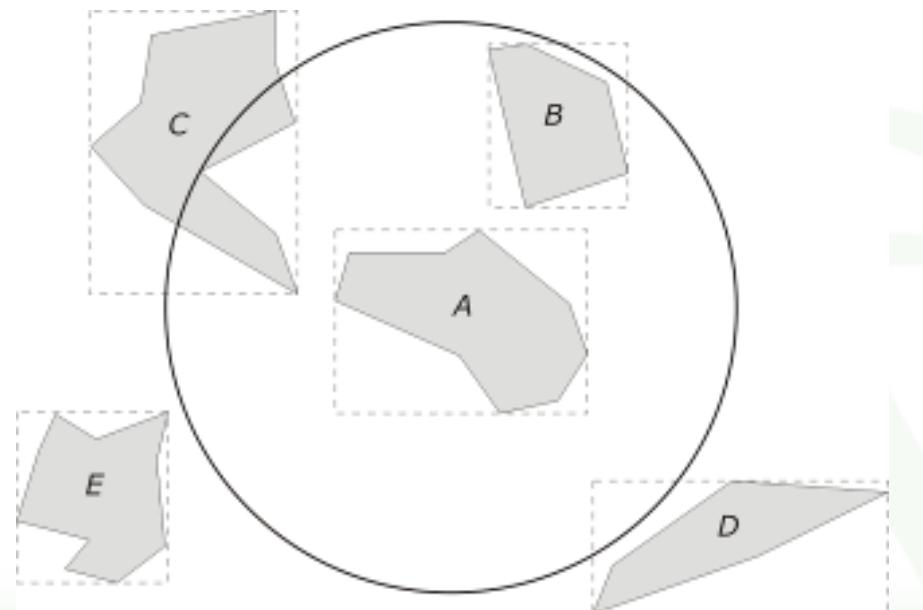
1: node  $r \leftarrow$  the root node in  $T$ 
2: queue  $Q \leftarrow [r]$ 
3: initialize set of nodes  $R$  as the empty set
4: while  $Q$  is not empty do
5:   remove the first node  $n$  from  $Q$ 
6:   if  $x$ -coord of  $p_1 < x$ -coord of  $n < x$ -coord of  $p_2$  and
     $y$ -coord of  $p_1 < y$ -coord of  $n < y$ -coord of  $p_2$  then
7:     add node  $n$  to  $R$ 
8:   if node  $n$  occupies an even level in  $T$  then
9:      $a \leftarrow x$ -coord of  $p_1$ ,  $b \leftarrow x$ -coord of  $n$ ,  $c \leftarrow x$ -coord of  $p_2$ 
10:  else
11:     $a \leftarrow y$ -coord of  $p_1$ ,  $b \leftarrow y$ -coord of  $n$ ,  $c \leftarrow y$ -coord of  $p_2$ 
12:  if  $a < b$  and LEFT node of  $n$  is non-null then
13:    add LEFT node of  $n$  end of  $Q$ 
14:  if  $b < c$  and RIGHT node of  $n$  is non-null then
15:    add RIGHT node of  $n$  end of  $Q$ 
```

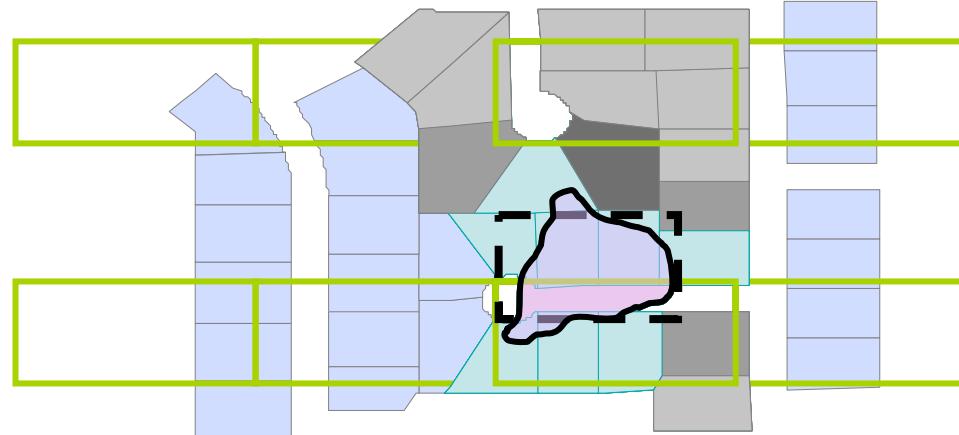
Output: The set of points R within the specified range



- Il problema più generale richiede ancora altre soluzioni
- Non si può analizzare l'intero insieme dei dati, ma bisogna ridurre il problema
- Si utilizzano il MBB (Minimum Bounding Box: il più piccolo rettangolo che contiene interamente l'oggetto e che ha i lati paralleli agli assi cartesiani) e gli indici R-tree, R⁺-tree e BSP-Tree

- Usando gli MBB, alcune interrogazioni sono semplificate
- Ad.es. Trovare tutti gli oggetti completamente contenuti nel cerchio





- ◆ Obiettivo: Non esaminare tutte le geometrie
- ◆ 4 step di raffinamento:

<u>Filter</u>	<u>Feature class</u>
1. Tile	Tile
2. Envelope	Envelope
3. Geometry	Envelope
4. Geometry	Geometry

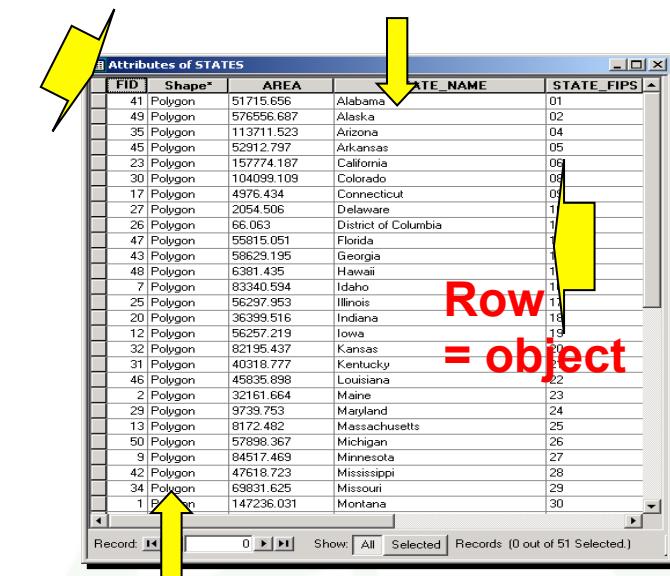
4. Il Geodatabase

Database spaziali, Geodatabase, Struttura di un GeoDB

- Un **database spaziale** è composto di tabelle bidimensionali (righe e colonne)
- Ogni tabella rappresenta una *classe* di dati geografici (*Feature Class*)
- Ogni riga rappresenta un oggetto geografico (*Feature*) identificato da un ID (*Feature ID* o *FID*)
- Una o più colonne mantengono le coordinate

**Table =
Feature
Class**

Column = property



FID	Shape*	AREA	STATE_NAME	STATE_FIPS
41	Polygon	51715.656	Alabama	01
49	Polygon	576556.687	Alaska	02
35	Polygon	113711.523	Arizona	04
45	Polygon	52912.797	Arkansas	05
23	Polygon	157774.187	California	06
30	Polygon	104099.109	Colorado	08
17	Polygon	4976.434	Connecticut	09
27	Polygon	2054.506	Delaware	10
26	Polygon	66.063	District of Columbia	11
47	Polygon	55815.051	Florida	12
43	Polygon	58629.195	Georgia	13
48	Polygon	6381.435	Hawaii	14
7	Polygon	83340.594	Idaho	15
25	Polygon	56297.953	Illinois	16
20	Polygon	36399.516	Indiana	17
12	Polygon	56257.219	Iowa	18
32	Polygon	82195.437	Kansas	19
31	Polygon	49318.777	Kentucky	20
46	Polygon	45835.898	Louisiana	22
2	Polygon	32161.664	Maine	23
29	Polygon	9739.753	Maryland	24
13	Polygon	8172.482	Massachusetts	25
50	Polygon	57898.367	Michigan	26
9	Polygon	84517.469	Minnesota	27
42	Polygon	47618.723	Mississippi	28
34	Polygon	69831.625	Missouri	29
1	Polygon	147236.031	Montana	30

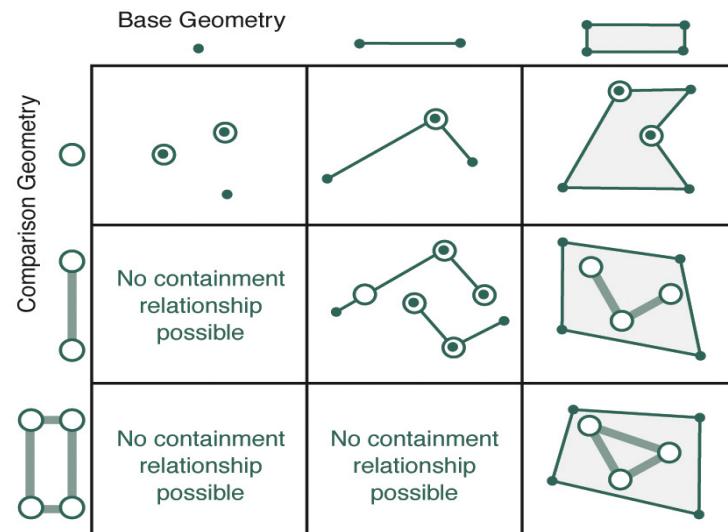
Geometry column

- Un sistema GIS ha però bisogno di altre informazioni per rispondere a domande come:
 - Quali sono gli edifici che sono lungo questa strada ?
 - Se si rompe questa tubatura, quali utenti devo avvertire ?
 - Quali sono le farmacie raggiungibili in meno di 5 minuti da questo punto ?
 - Voglio un'unica immagine di quest'area composta da tutte le immagini satellitari prima del 2008
 -

- **Cos'è la topologia ?**
 - Lo studio delle relazioni spaziali tra gli oggetti
 - In un **GIS**, è importante poter definire delle **regole topologiche** sugli oggetti (ad.es. due edifici non possono sovrapporsi etc.)

(A) Contains

Does the base geometry contain the comparison geometry?

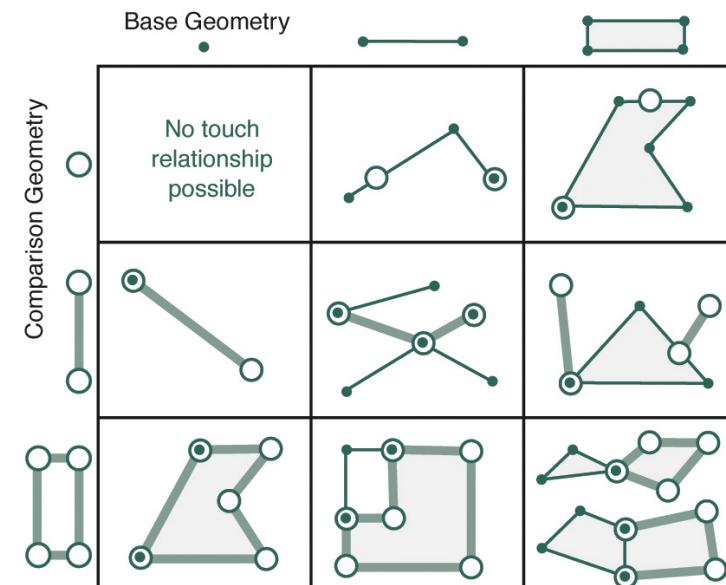


For the base geometry to contain the comparison geometry, it must be a superset of that geometry.

A geometry cannot contain another geometry of higher dimension.

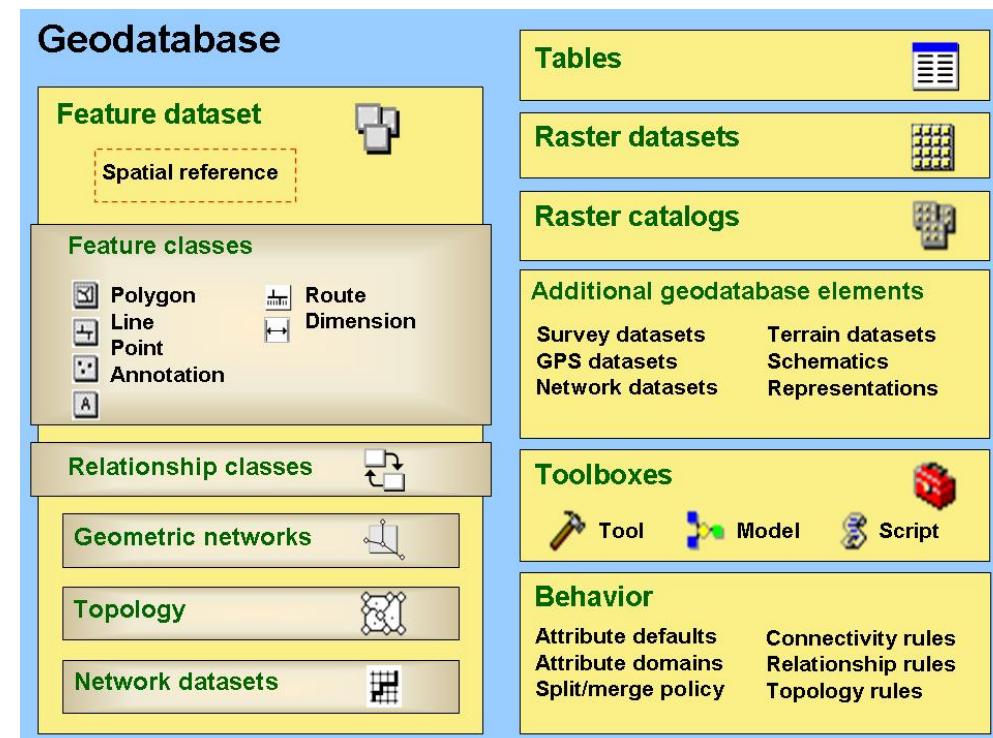
(B) Touches

Does the base geometry touch the comparison geometry?



Two geometries touch when only their boundaries intersect.

- Un **Geodatabase** è un database spaziale che contiene tutte le strutture per gestire un sistema GIS
- Possono far parte di un Geodatabase:
 - Oggetti vettoriali
 - Oggetti Raster
 - Proiezioni definite
 - Dominio degli attributi
 - Topologia
 - Connettività
 - Network
 - Annotazioni
 - Misure
 - Modelli di Geoprocessing
 - ...

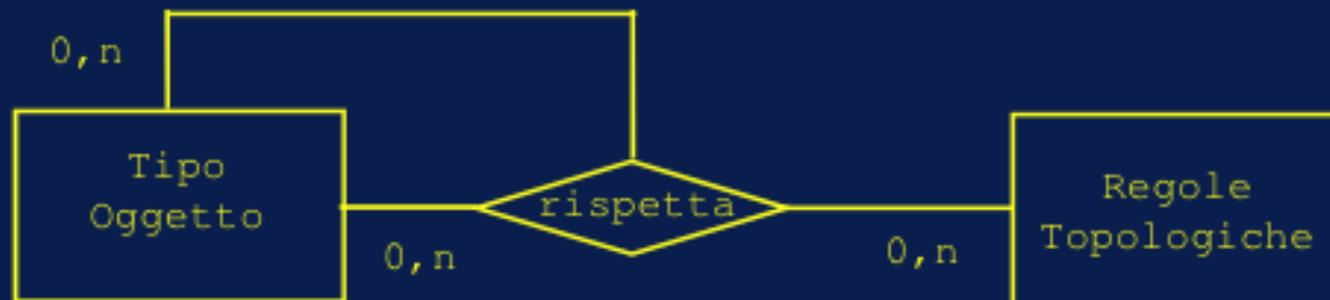


Un Geodatabase è molto di più di un Database Spaziale!

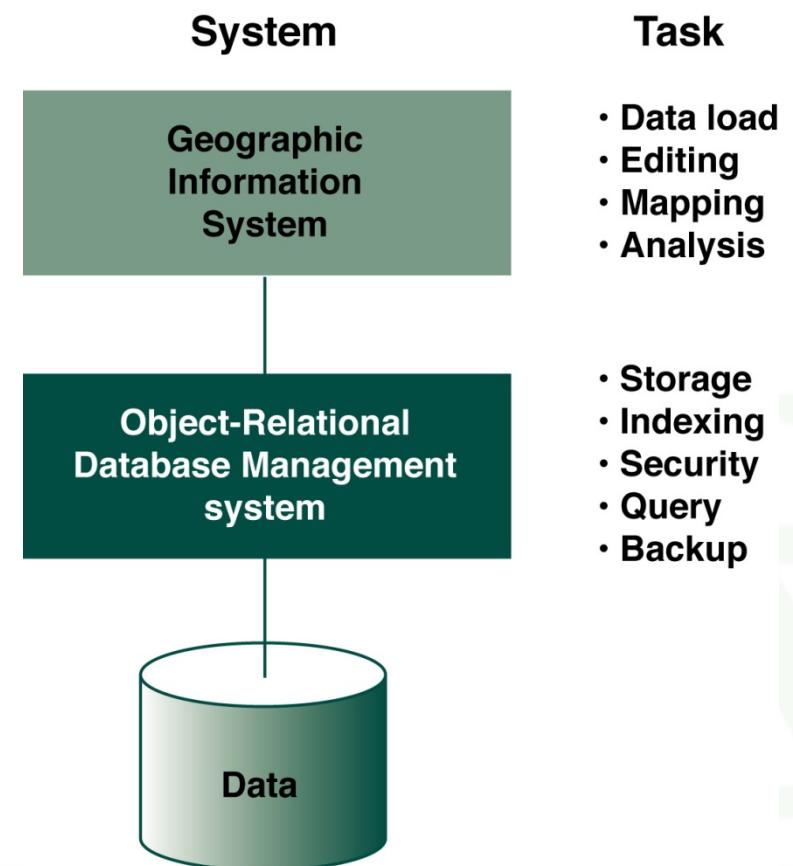
- Abbiamo visto come passare da un DBMS ad un Database Spaziale
- In un Database Spaziale abbiamo le feature tables contenenti gli oggetti e gli indici spaziali
- In un Geodatabase possiamo memorizzare molte più informazioni
- Come passiamo da un Database Spaziale ad un Geodatabase ?
- Proviamo ad implementare le seguenti caratteristiche
 - Definire proiezioni per ogni Feature Class
 - Regole topologiche
 - Regole di connessione

Topologia

- Relazione tra **due tipi di Oggetti e una regola topologica**



- Uno Spatial Database **NON E'** un Geodatabase
- I dati sono solo una delle componenti del GIS, quindi un Geodatabase **NON E' UN GIS**
- Un GIS comprende anche tool e procedure per **l'analisi dei dati spaziali** (Geoprocessing)



Caratteristiche principali del GIS

- Geometria
- Topologia
- **Attributi**
- Georeference
- Tematismi

Attributi

Oltre ad una rappresentazione geometrica e alla topologia, i singoli oggetti reali devono avere dati descrittivi definibili come attributi.

Per ogni oggetto in pratica gli attributi possono essere anche molto complessi, legati per es. ad un intero record di una tabella e relazionato ad un altro record tabellare all' interno di un database.

Caratteristiche principali del GIS

- Geometria
- Topologia
- Attributi
- **Georeference**
- Tematismi

Georeference

Caratteristica principale di un GIS è la sua capacità di georeferenziare i dati, ovvero di attribuire ad ogni elemento le sue coordinate spaziali.

In pratica le coordinate di un oggetto non sono memorizzate relativamente, ad esempio, al sistema di coordinate della periferica usata, come il video, ma sono memorizzate secondo le coordinate del sistema di riferimento in cui è realmente situato l' oggetto ($12^{\circ} 27'$ lat.E e $41^{\circ} 53'$ long.N) e nelle reali dimensioni, non in scala.

Ancora sul Georeference

In realtà Georeference si chiama il software che gestisce la <georeferenziazione>.

Georeference è qualcosa di più : dato un punto nella mappa reale, un qualsiasi oggetto misurato relativamente a quel punto avrà le coordinate geografiche reali, in tempo reale.

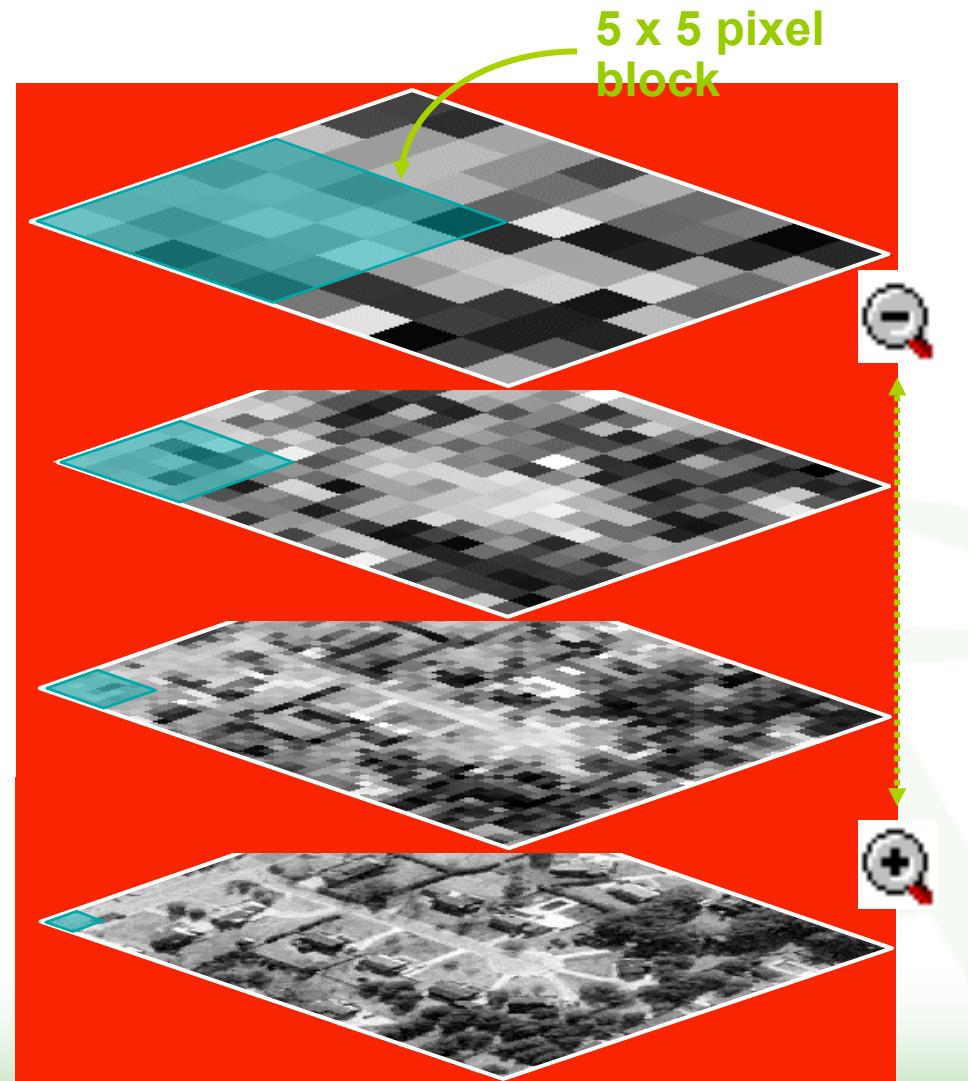
Ma allora a cosa serve la scala di rappresentazione ?

La scala di rappresentazione a questo punto diventa principalmente un parametro per definire il grado di accuratezza; quindi utilizzabile, ad esempio, per definire la densità di rappresentazione: a scala minore gli edifici non vengono rappresentati, ma si vedono solo isolati o quartieri.



Concetto di **ZOOM** e di **LAYER**

- Reduced resolution copies of original raster
 - Pixel size doubles at each level
- Improves query performance
 - ArcGIS requests data resolution to match display resolution
 - Number of pixels fetched is static as user zooms
- Pyramids are not used during analysis



Caratteristiche principali del GIS

- Geometria
- Topologia
- Attributi
- Georeference
- **Tematismi**

Tematismi

Ricordiamo che lo scopo del GIS non è quello di riprodurre una cartografia, ma quello di effettuare un analisi dei dati, in base alla geografia, che sia strumento di supporto alle decisioni.

I tematismi, che sono strettamente legati agli attributi degli oggetti ed alla mappa, servono proprio per raggiungere questo obiettivo.

Esempi di Tematismi

Carta delle zone edificate + database
anagrafico degli abitanti



Tematismo in funzione
dell' età media
dei residenti ad esempio
colorando
la carta.

Esempi di Tematismi

Mappa del tematismo precedente+
database dei servizi (scuole materne, centri

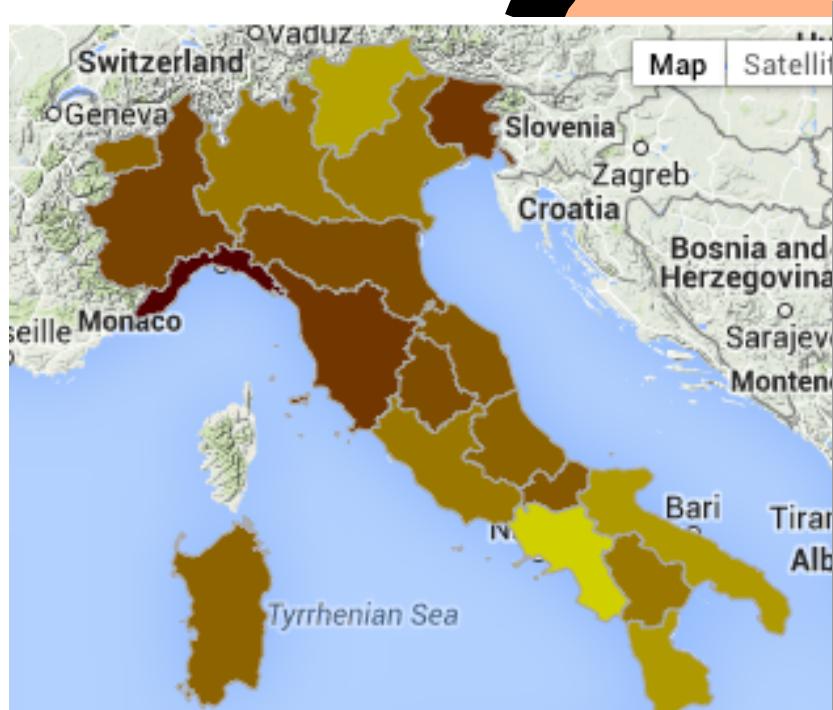


Nuovo tematismo che
visualizza la congruenza
dell' offerta dei servizi e la
domanda in termini di età.



Supporto decisionale quindi per
apertura nuovi servizi tramite il
rapporto tra i due.

Business & Location Intelligence



P	Regioni	Età media (anni)
1°	Liguria	47,58
2°	Friuli-Venezia Giulia	45,67
3°	Toscana	45,44
4°	Piemonte	45,26
5°	Umbria	45,04
6°	Emilia-Romagna	44,77
7°	Molise	44,68
8°	Marche	44,63
9°	Abruzzo	44,23
10°	Sardegna	44,07
11°	Valle d'Aosta/Vallée d'Aoste	44,07
12°	Lombardia	43,53
13°	Basilicata	43,51
14°	Veneto	43,50
ITALIA	43,50	43,50
15°	Lazio	43,44
16°	Calabria	42,33
17°	Repubblica di San Marino	42,27
18°	Puglia	42,20



Business & Location Intelligence



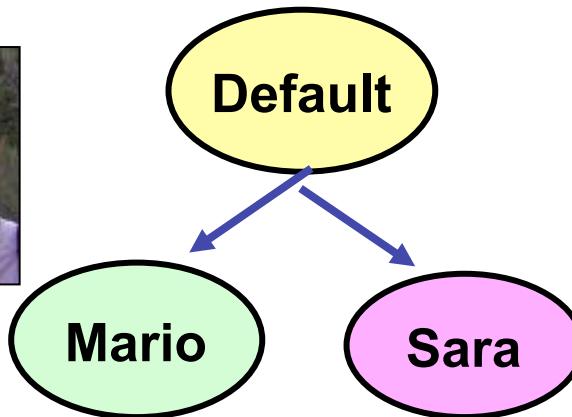
Pos	Comune	Dichiaranti	Popolazione	%pop	Importo Complessivo	Reddito Medio	Media/Pop.
1	Roma	1.489.344	2.614.263	57,0%	45.489.925.536	30.544	17.401
2	Grottaferrata	10.193	19.132	53,3%	323.345.564	31.722	16.901
3	Sacrofano	3.478	6.667	52,2%	108.908.010	31.313	16.335
4	Formello	5.785	11.998	48,2%	186.728.535	32.278	15.563
5	Monte Porzio Catone	4.631	8.588	53,9%	130.563.010	28.193	15.203
6	Trevignano Romano	2.654	5.255	50,5%	74.460.713	28.056	14.169
7	Frascati	11.210	20.754	54,0%	293.000.133	26.137	14.118
8	Ciampino	19.835	37.180	53,3%	497.614.216	25.088	13.384
		422	809	52,2%	10.731.342	25.430	13.265
		3.566	7.103	50,2%	93.876.331	26.325	13.216
		9.046	17.455	51,8%	229.850.552	25.409	13.168
		20.375	38.358	53,1%	495.619.074	24.325	12.921
		450	784	57,4%	10.082.189	22.405	12.860
		4.589	8.769	52,3%	112.155.702	24.440	12.790
		27.018	51.261	52,7%	654.780.369	24.235	12.773
		9.098	18.546	49,1%	232.067.395	25.508	12.513
		20.111	38.368	52,4%	478.948.163	23.815	12.483
		6.981	13.063	53,4%	161.715.768	23.165	12.380

L. Vigliano - All rights reserved

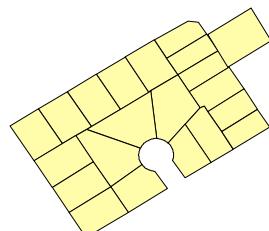
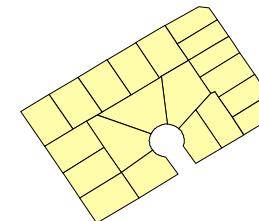
Multiutenza

- La natura dei dati geografici crea problemi nella multiutenza in aggiornamento:
 - Le regole topologiche influenzano vicendevolmente gli oggetti
 - Un eventuale lock è di natura **geografica**, quindi coinvolge un numero variabile di tabelle e di righe
 - Alcune modifiche sono lunghe anche mesi (Long Transactions)
- Questi problemi non sempre possono essere risolti dal database spaziale perché è difficile determinare quali dati “bloccare” durante un aggiornamento
- Una *transazione* è un gruppo di istruzioni eseguite in modo atomico, cioè tutte completate o tutte annullate
- In un normale DBMS ogni singola operazione di modifica (insert, update, delete) viene eseguita come transazione
- Con la Start Transaction e End Transaction di SQL è possibile definire l'inizio e la fine di una transazione
- Una transazione standard effettua una serie di lock di sicurezza, è quindi un **pessimistic locking**; se la transazione è lunga (long transaction) serve un approccio diverso: **optimistic versioning**

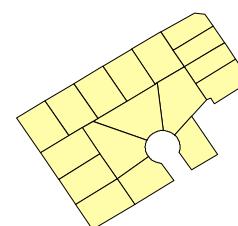
- Il versioning è una tecnica per creare più versioni “in linea” della stessa banca dati
- E’ utile anche per mantenere proposte di varianti in un progetto
- Viene gestito tramite le **Delta tables**, cioè tavole che mantengono le modifiche *per ogni versione*
- Questo tipo di versioning è diverso dal versioning utilizzato per l’ottimizzazione della lettura di un DB



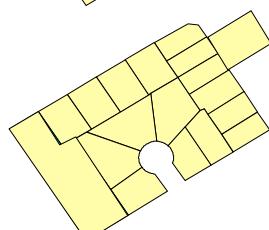
Feature class Particelle



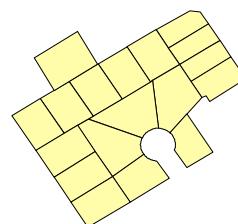
**State 1
(add)**



**State 2
(delete)**

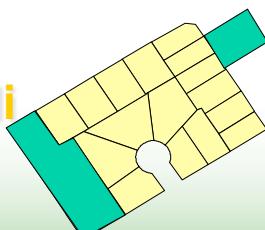


**State 3
(merge)**

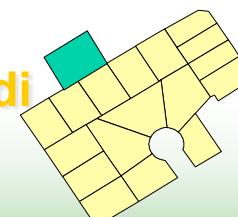


**State 4
(add)**

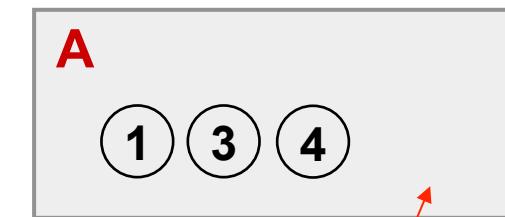
**Versione di
Mario**



**Versione di
Sara**



Gianni Campanile



**Delta
Tables**

- Quando versioni diverse devono essere unite, si possono generare dei conflitti
- Il processo di risoluzione dei conflitti si chiama **Posting** (dal figlio al padre) o **Reconciling** (dal padre al figlio)

