

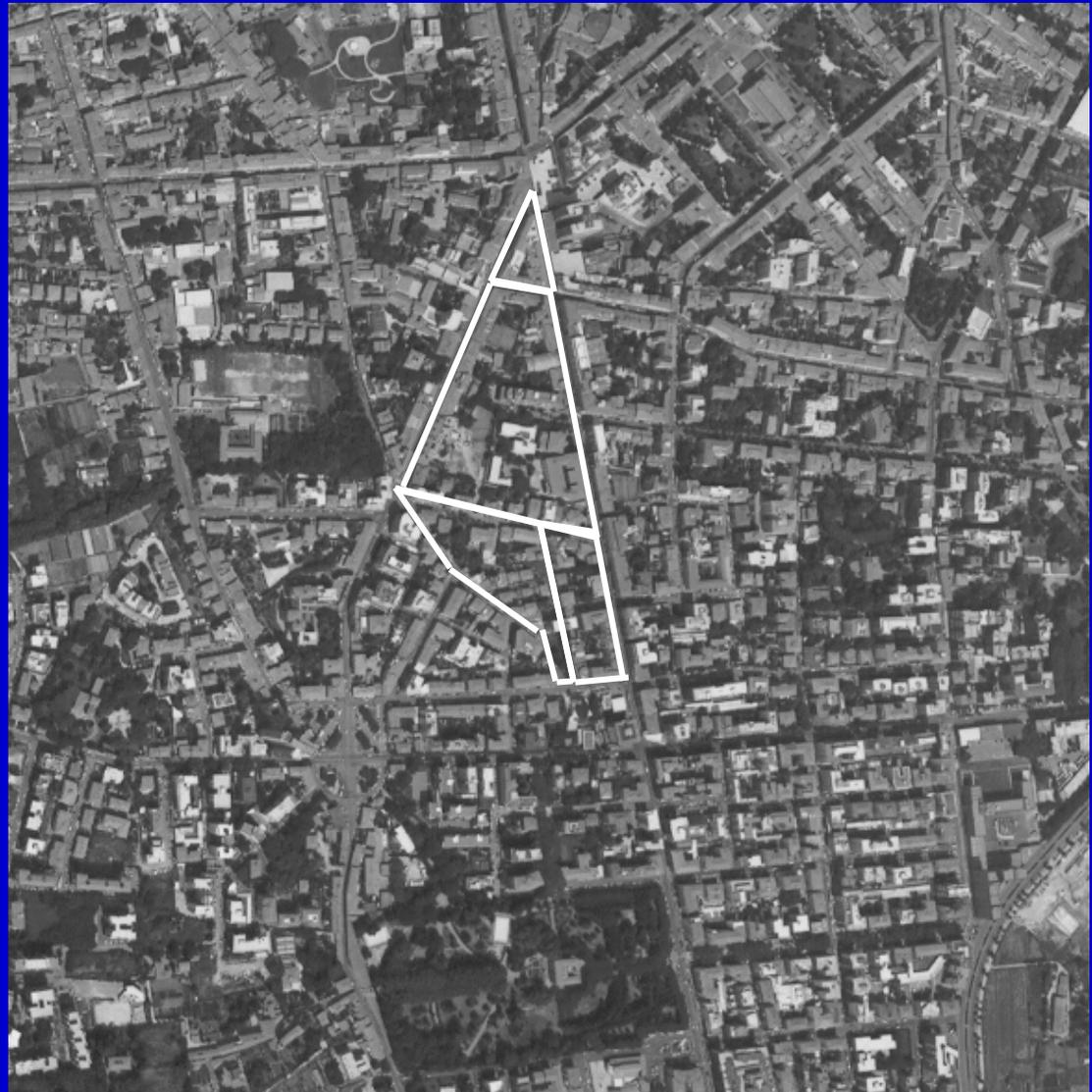
Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich
www.di.unipi.it/~mogorov

- La parte geometrica dei dati territoriali presenta incongruenze che possono causare problemi per un singolo layer o per insiemi di layer
- Nel caso Monolayer una soluzione è una geometria perfetta supportata da una struttura informatica sofisticata
- Sempre nel caso Monolayer un'altra soluzione (più critica) è una geometria perfetta supportata da una struttura informatica semplice
- Nel caso Multilayer la soluzione è una geometria perfetta di tutti i layer rispetto a un layer di riferimento

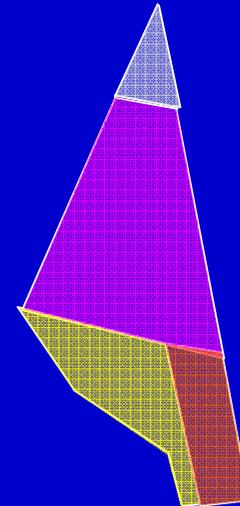
Incongruenze monolayer

In un processo di acquisizione
non sofisticato
le aree vengono acquisite una
per volta
in modo indipendente
le une dalle altre



Incongruenze monolayer

Dopo un processo di acquisizione
non sofisticato
le aree presentano
forti incongruenze

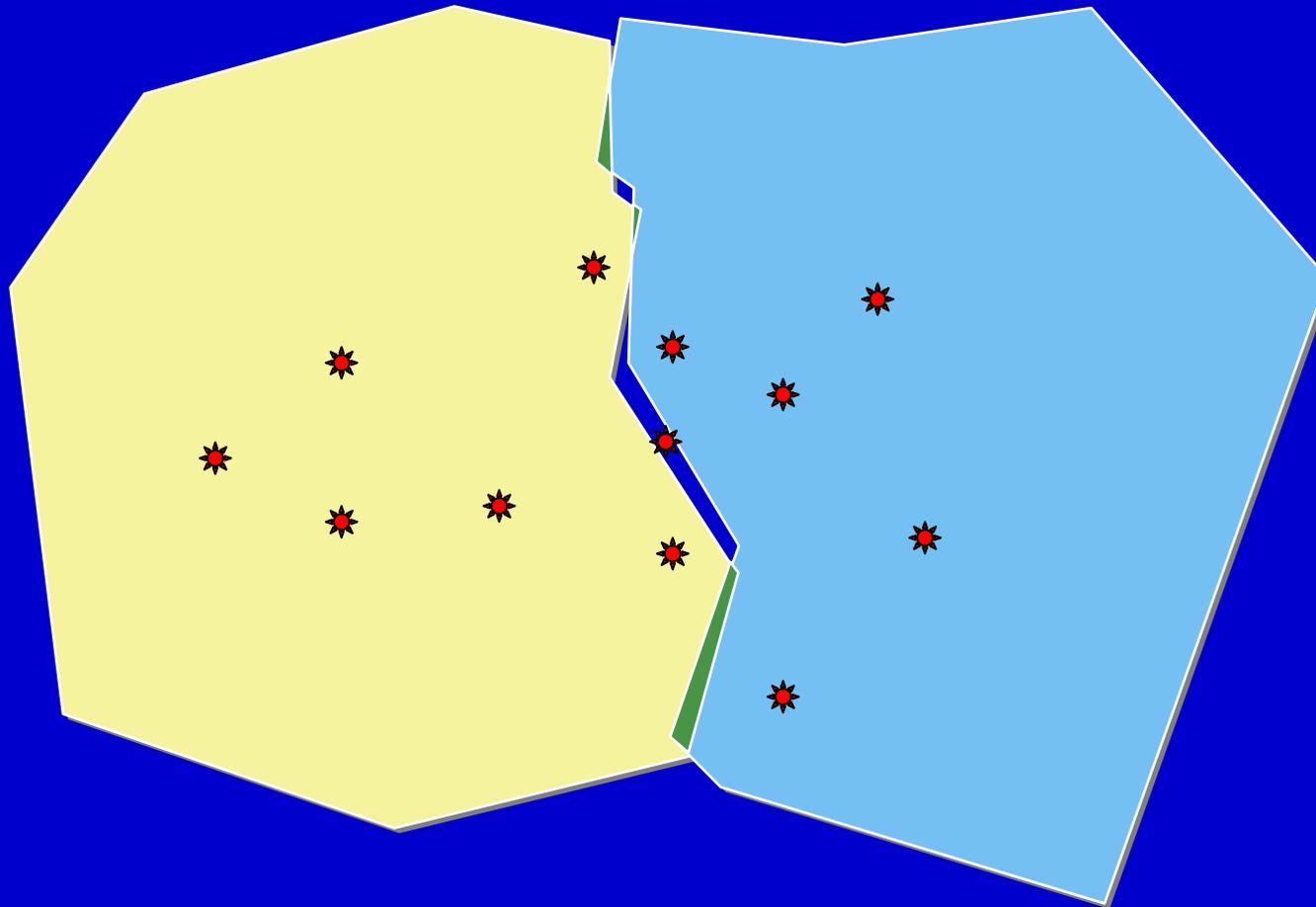


Incongruenze monolayer

Dopo un processo di acquisizione
non sofisticato
le aree presentano
forti incongruenze

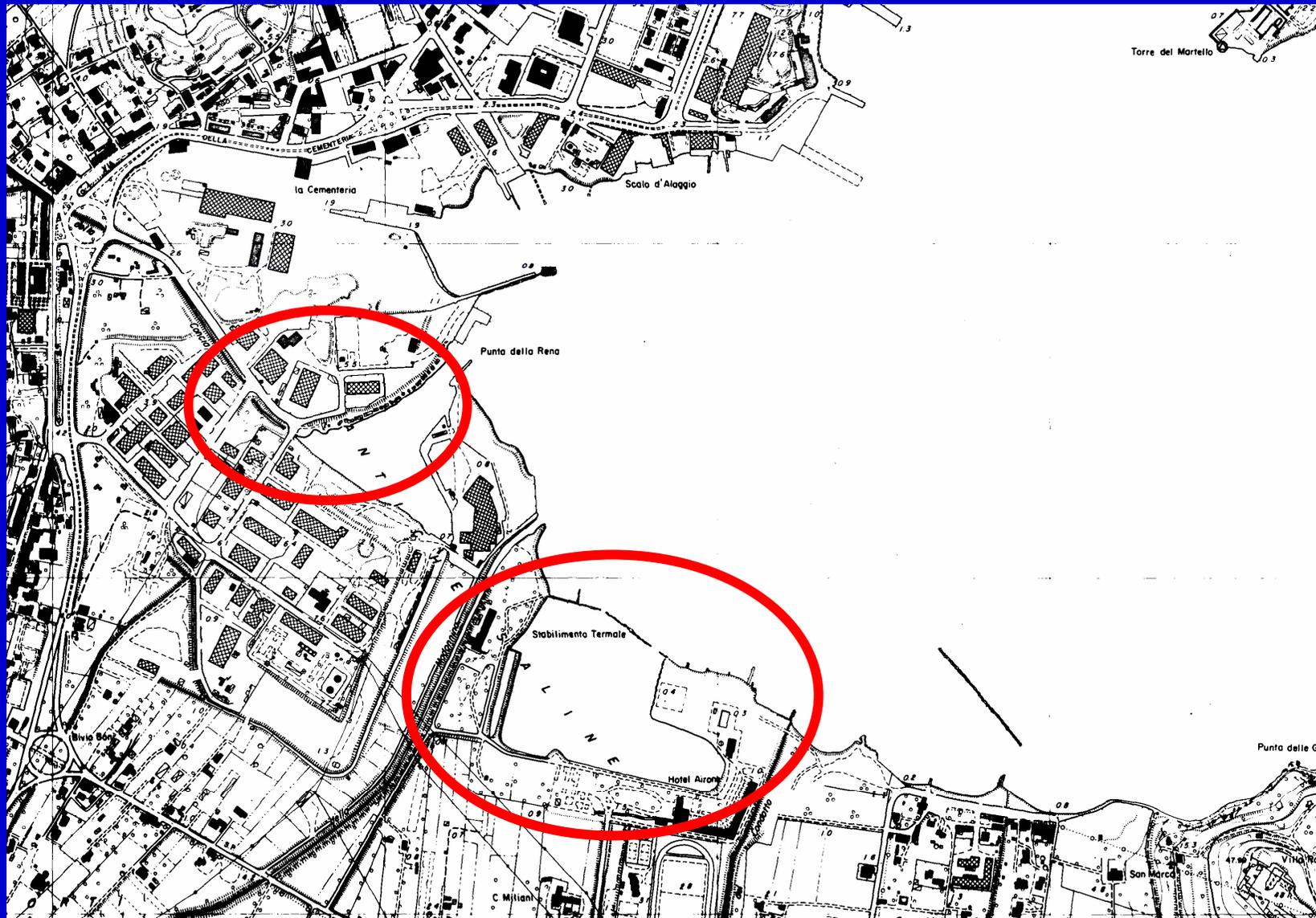


Incongruenze monolayer e problemi



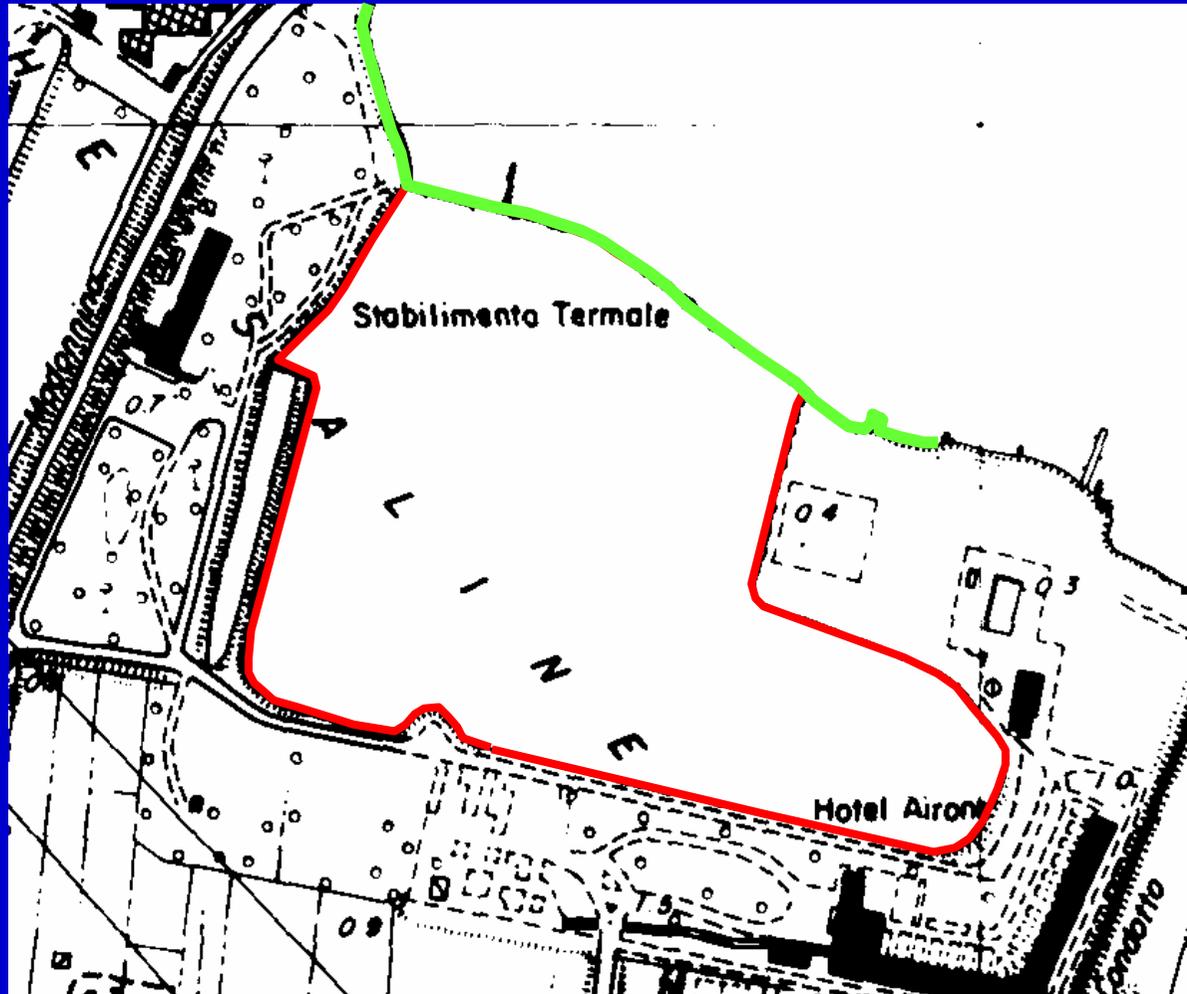
Attenzione: questa incongruenza avviene a livello numerico anche se i dati rispettano le tolleranze cartografiche

Incongruenze multilayer



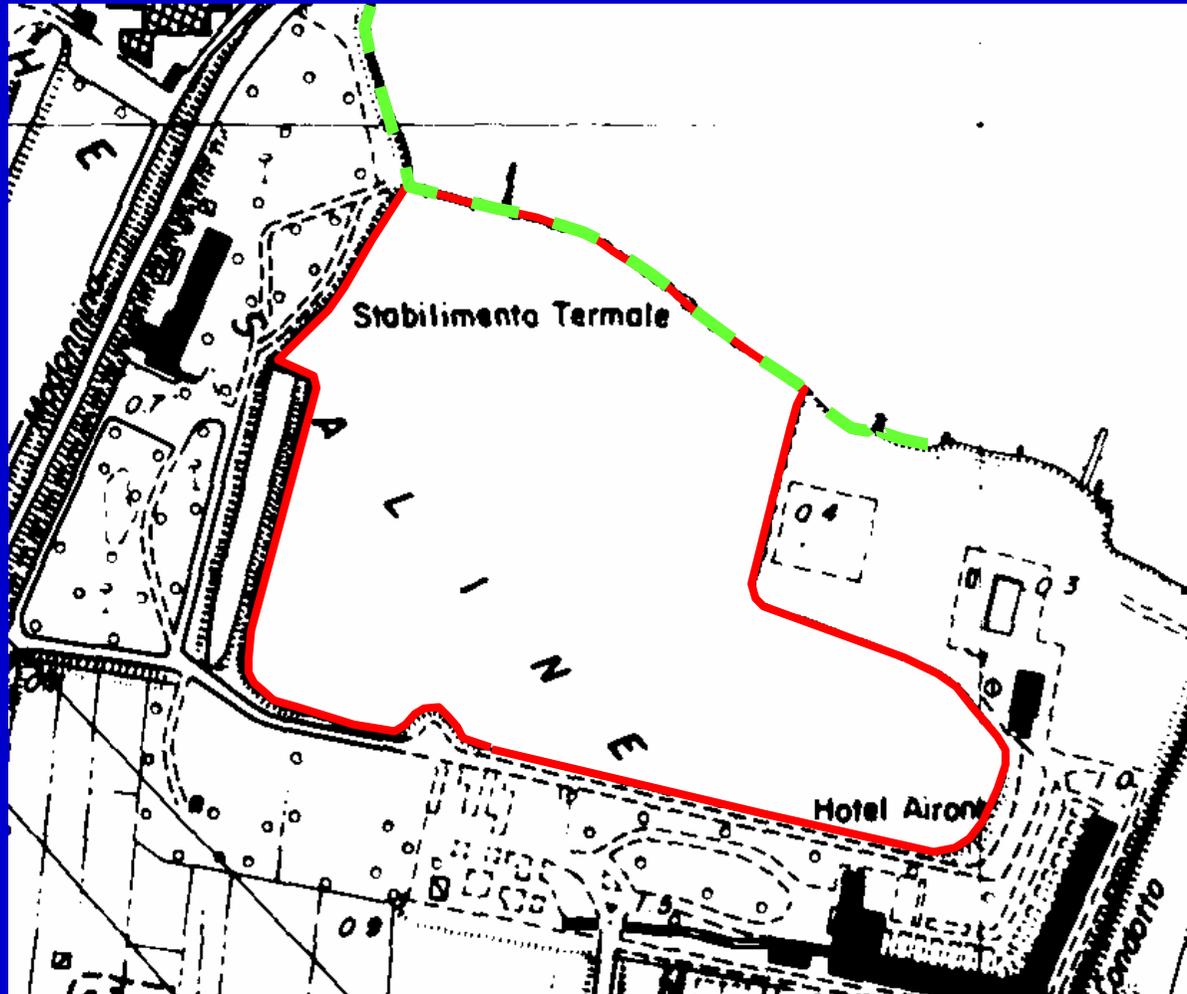
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer



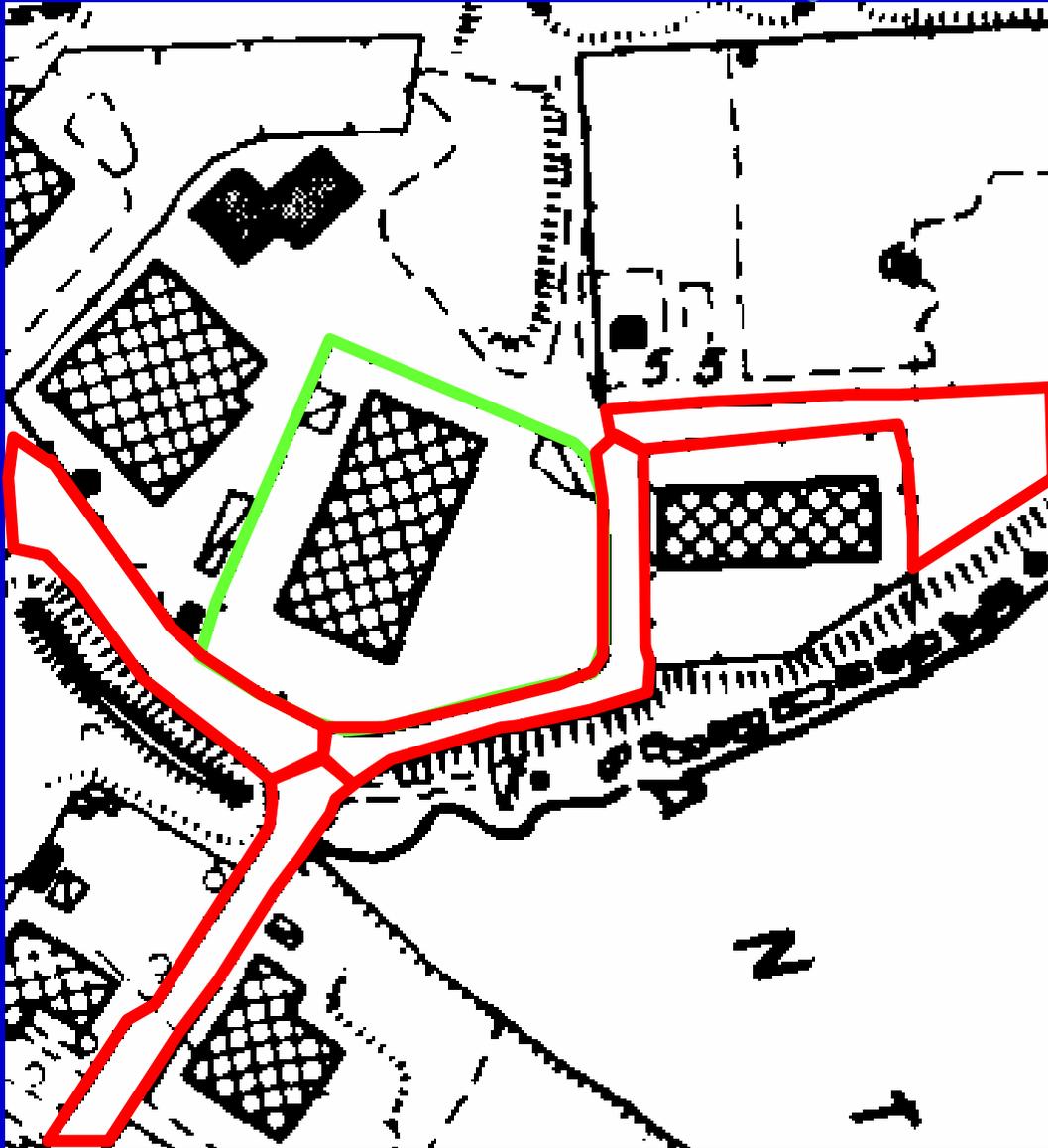
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer



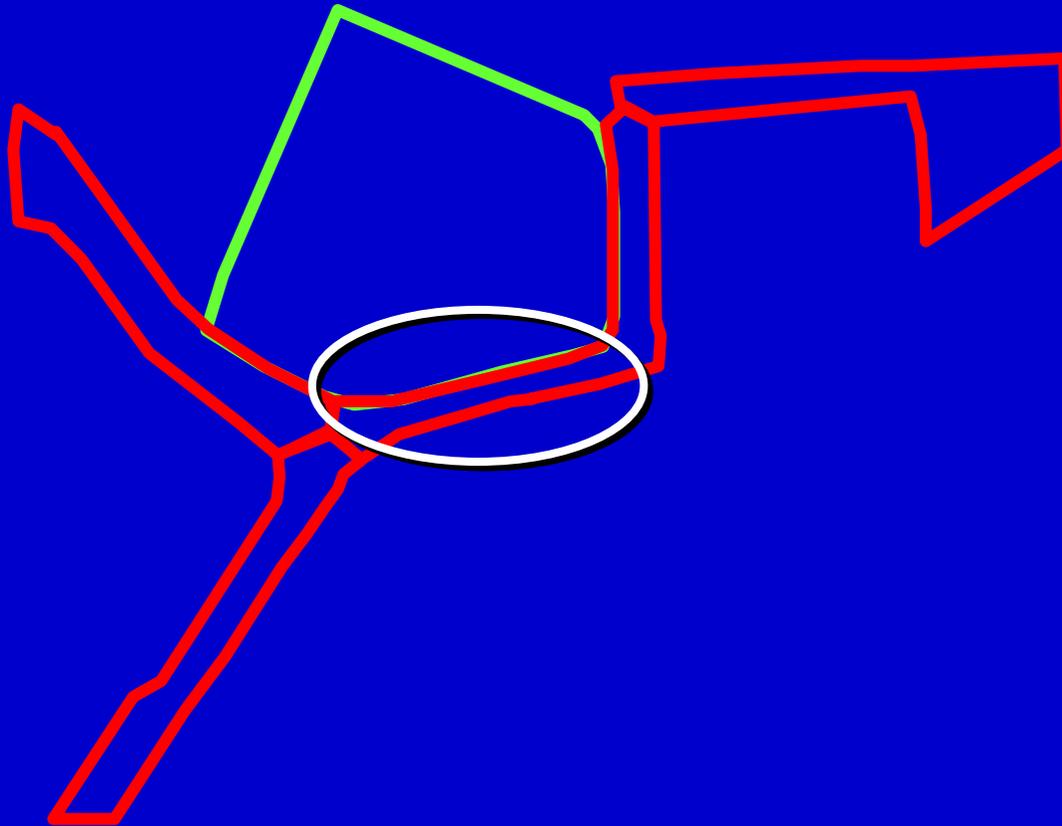
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer



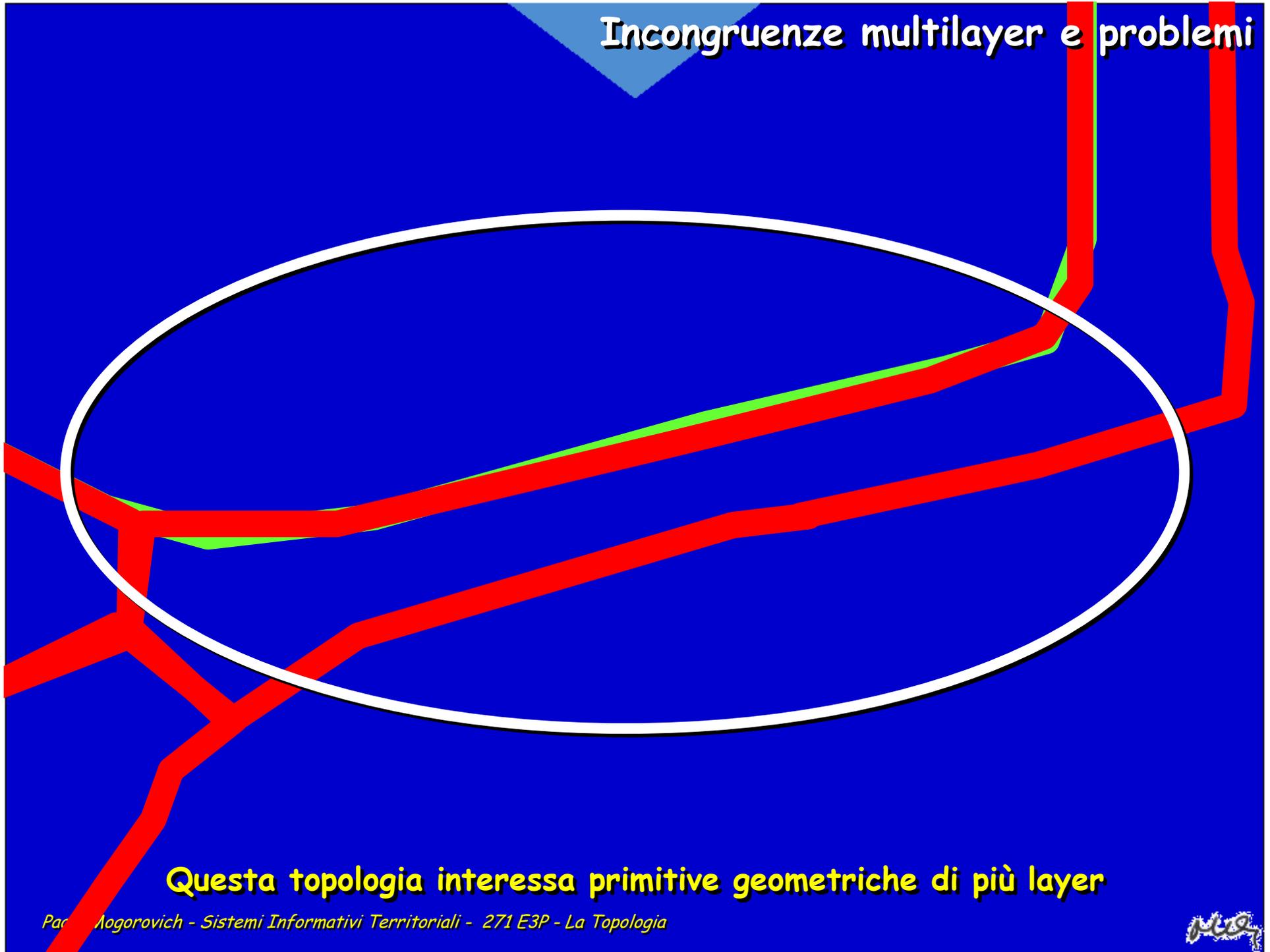
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer e problemi



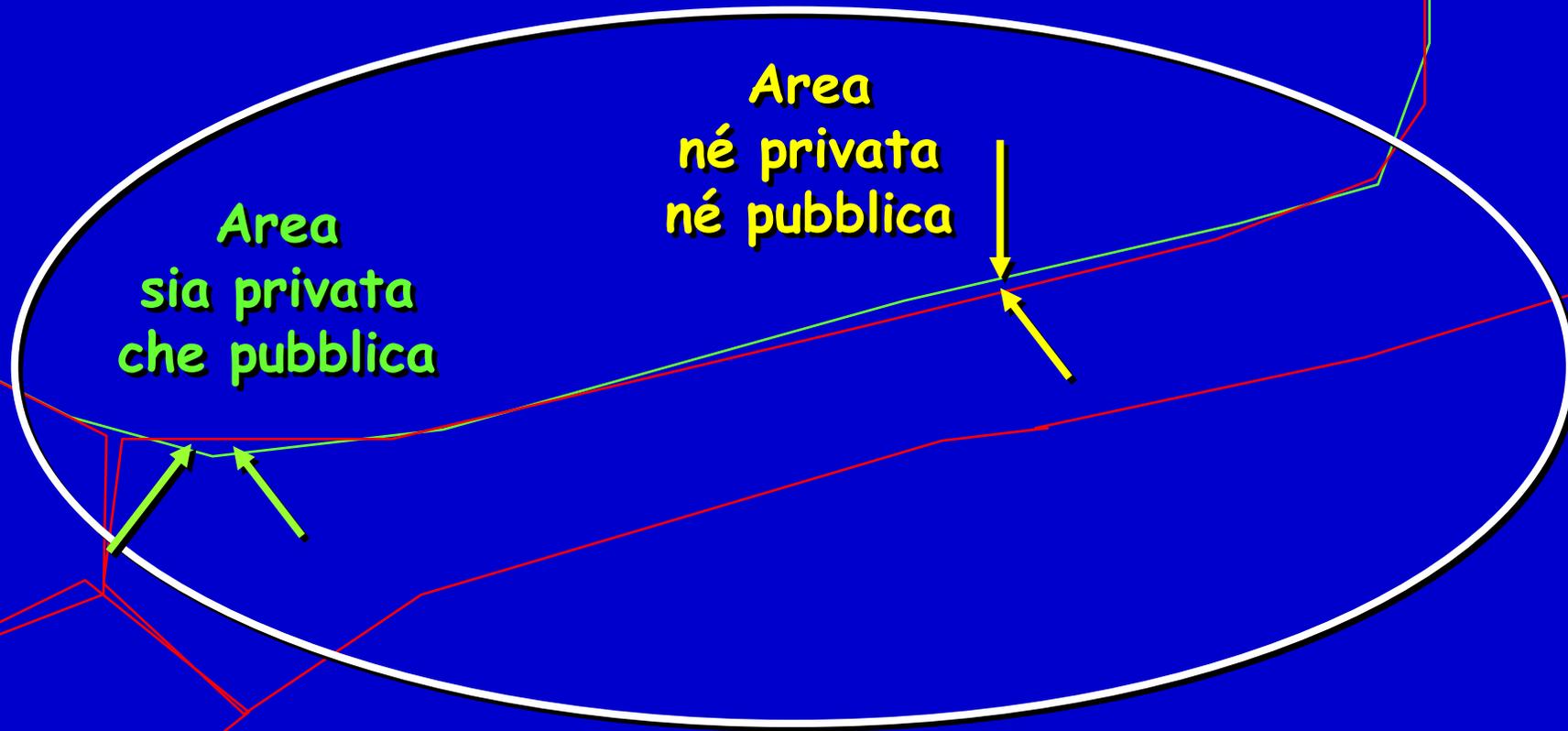
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer e problemi



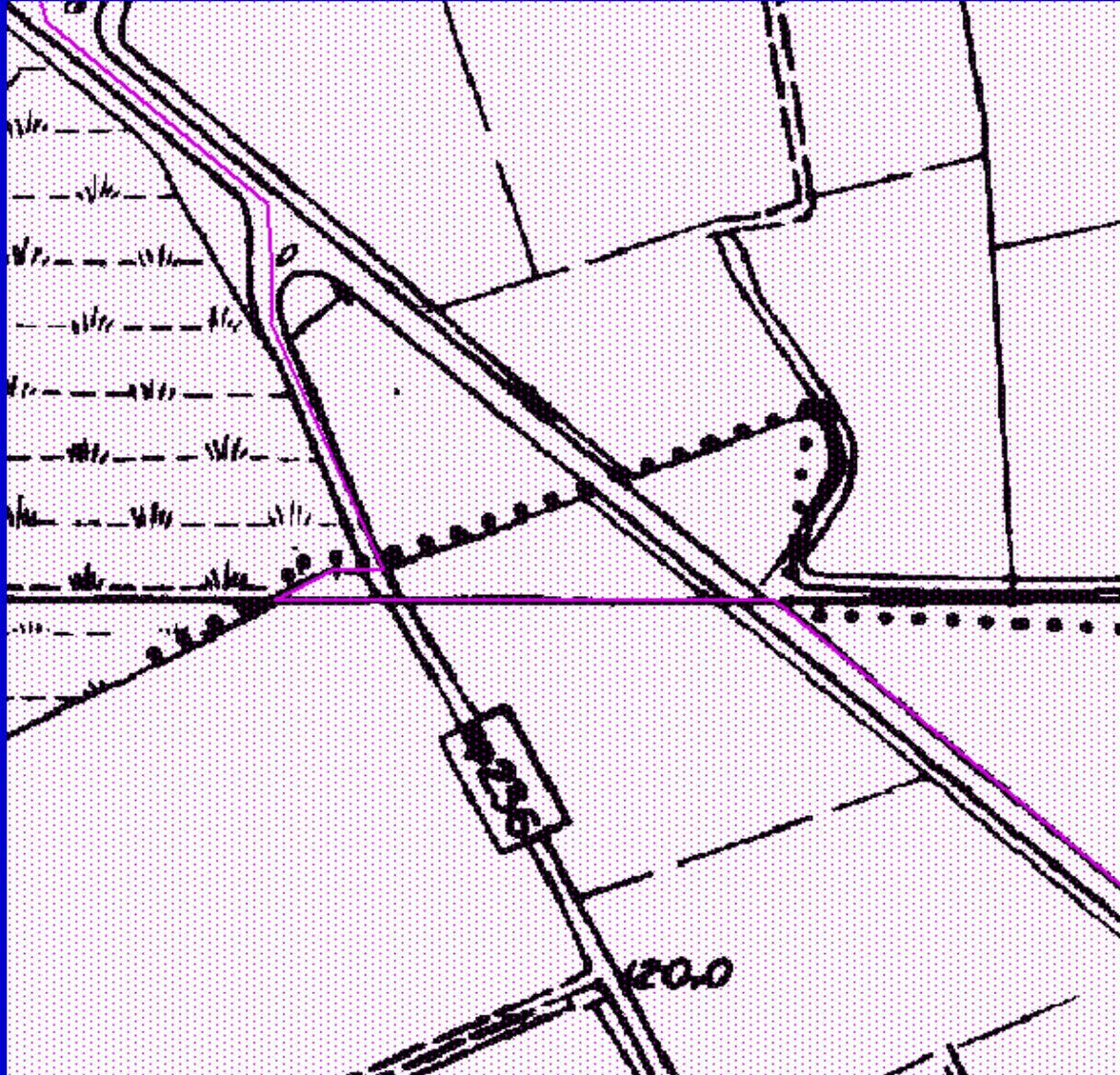
Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze multilayer e problemi



Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Incongruenze semantiche



Incongruenze semantiche



1 - il diverso modello concettuale (o la diversa formazione degli operatori)

2 - la diversa metodologia di trattamento del "bordo strada"

**La soluzione è la "perfezione numerica" del dato
(o geometria perfetta)**

La "perfezione numerica" indica la coincidenza "perfetta" di linee e punti equivalenti (coordinate numericamente identiche) e può avvenire

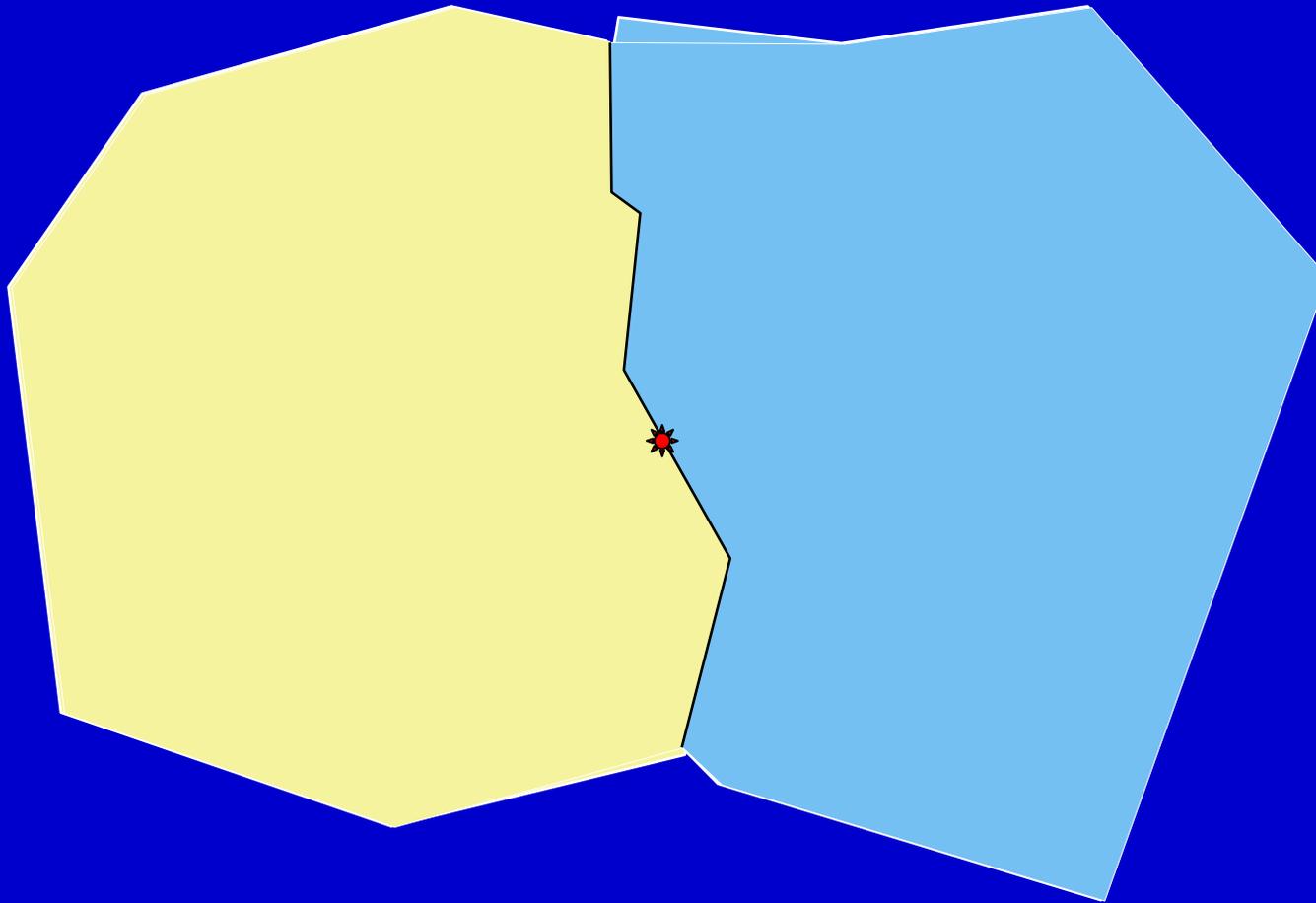
- in fase di acquisizione
- in fase di preelaborazione

Un dato geometricamente perfetto può essere gestito

- da un SW GIS sofisticato
- da un SW GIS semplice (ma con qualche criticità)

In fase di elaborazione un SW GIS "ideale" potrebbe operare anche con dati geometricamente non perfetti

La soluzione alle incongruenze



La soluzione è "buona", ma non è necessariamente "vera"

La "geometria perfetta" non implica una buona qualità geometrica del dato

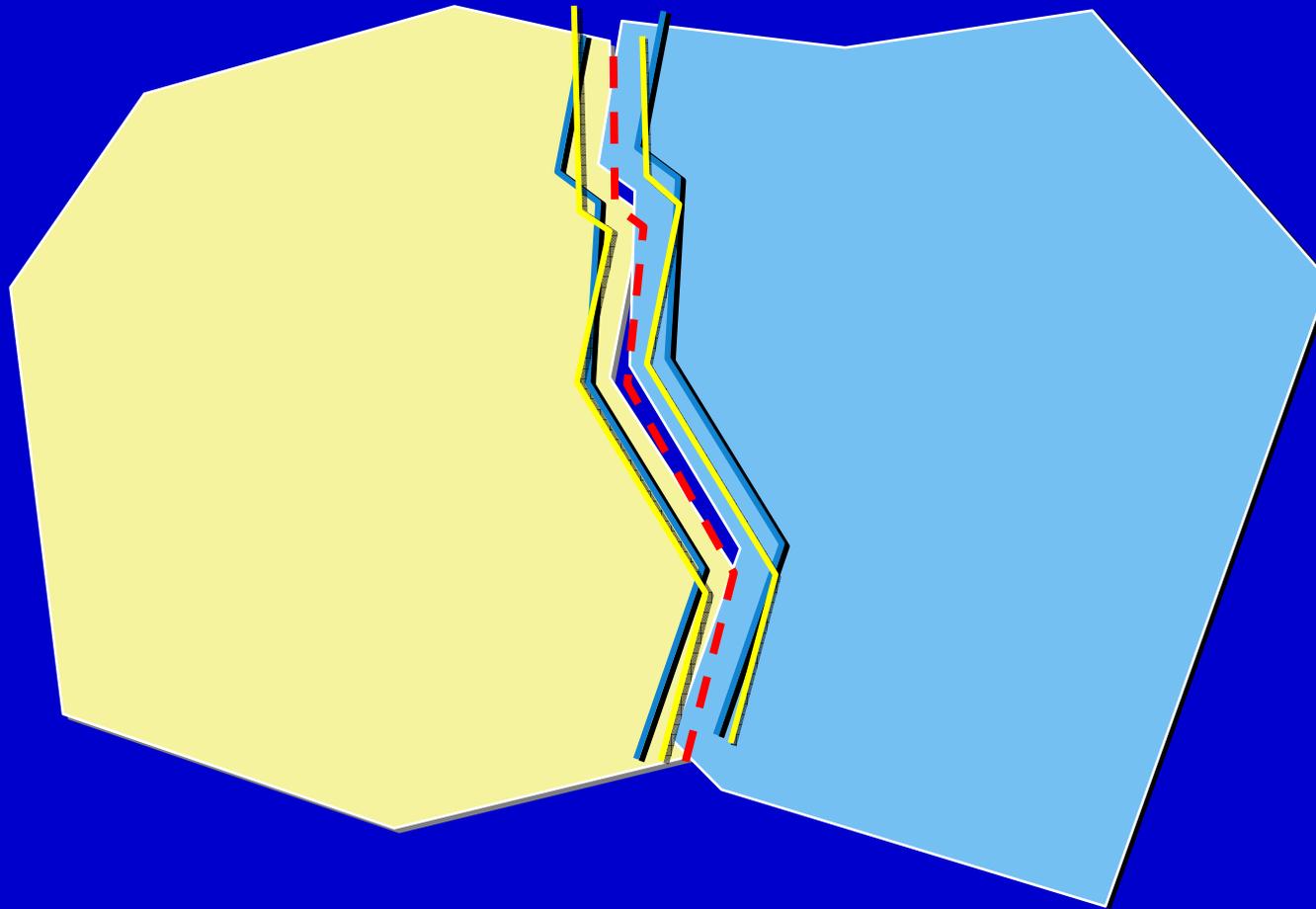
Un dato geografico acquisito con cura e attenzione risponde alle specifiche geometriche (ogni valore acquisito è distante dalla realtà meno della tolleranza massima ammessa), ma non alle specifiche topologiche

Un dato geografico di pessima qualità geometrica può essere trattato in modo da rispondere alle specifiche topologiche

Qualità geometrica vs qualità topologica

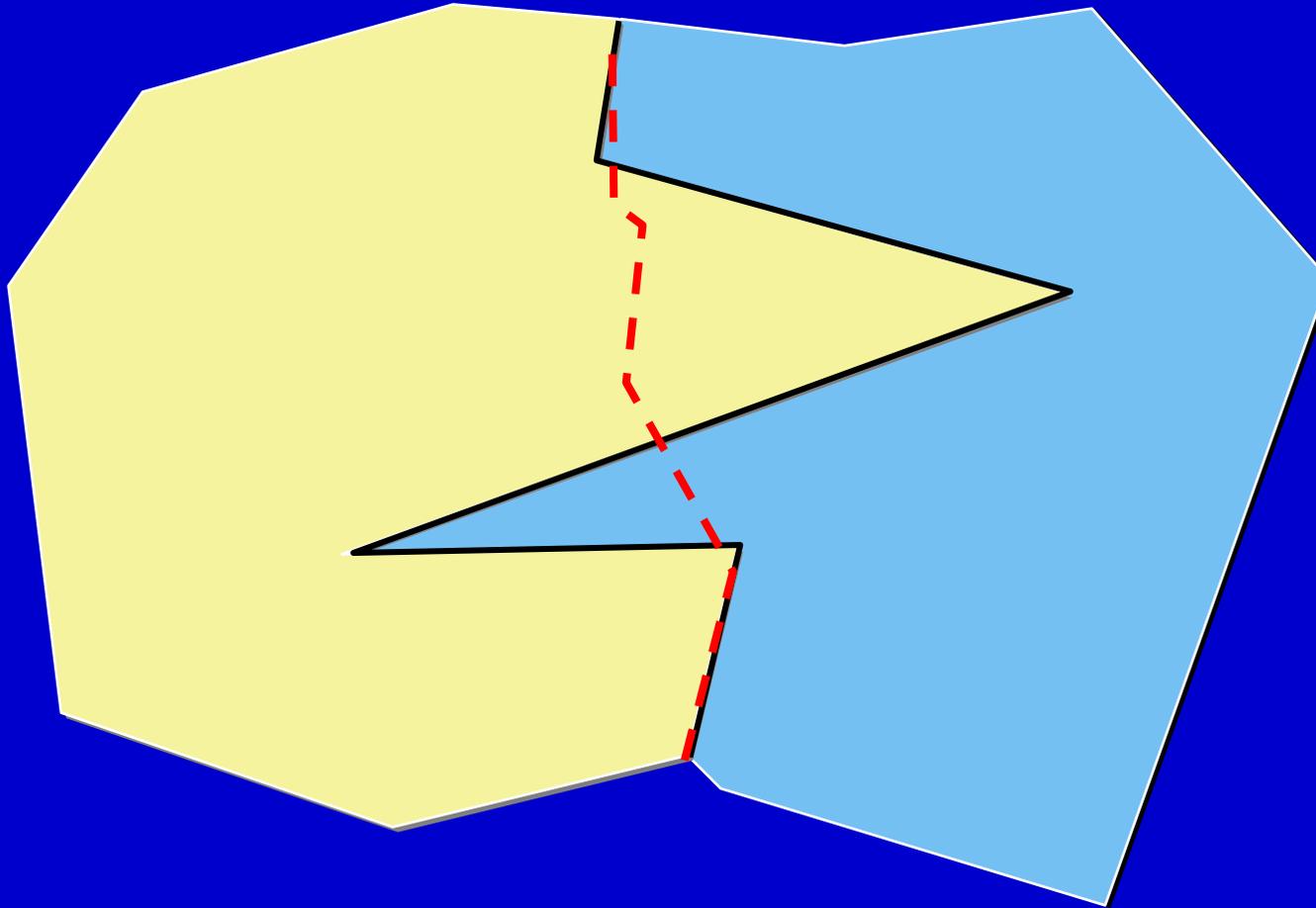
La qualità geometrica si esprime con un Numero, quella topologica con un Booleano

Qualità geometrica e qualità topologica



Dato geometricamente buono, topologicamente non corretto

Qualità geometrica e qualità topologica

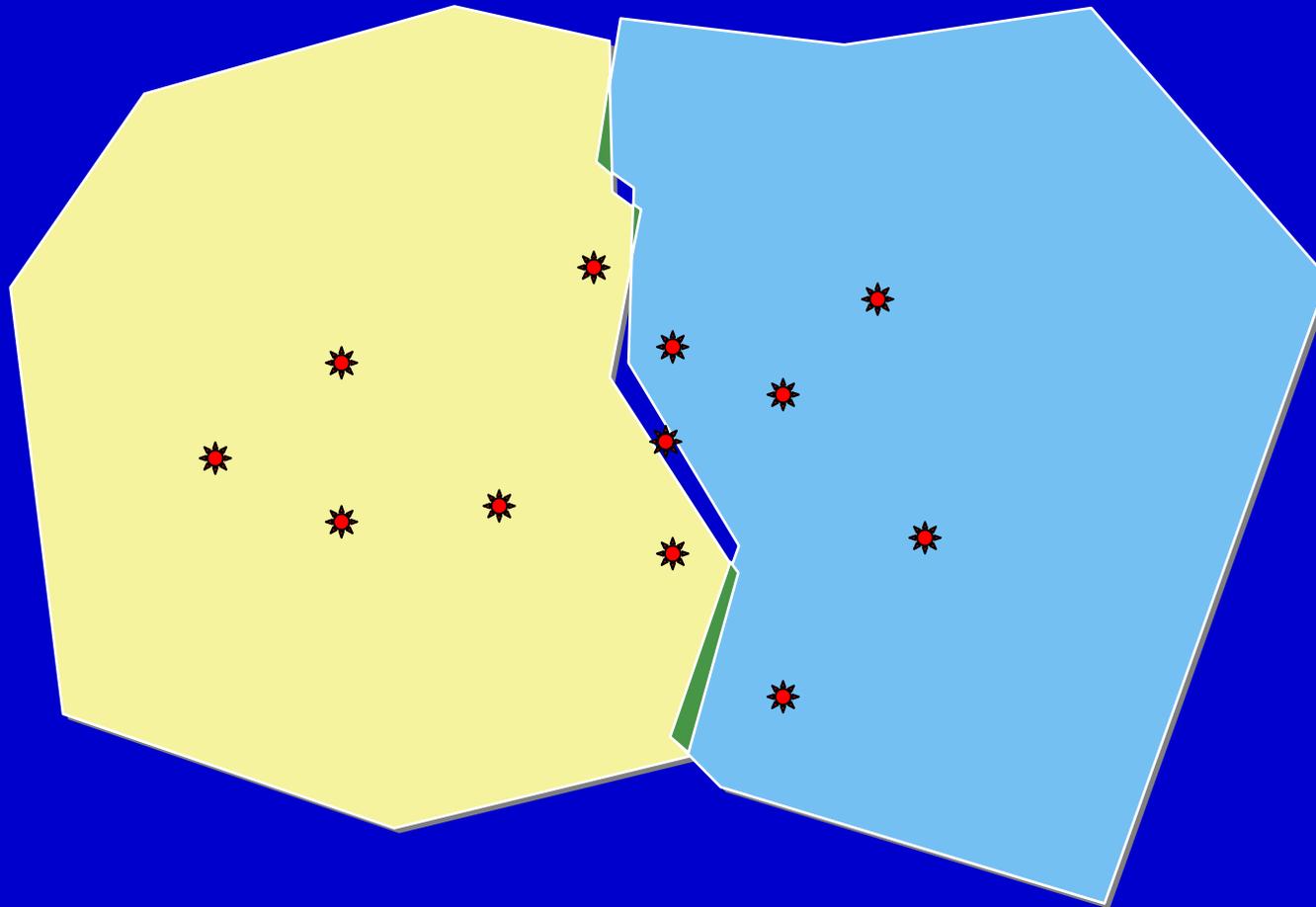


Dato geometricamente errato, topologicamente corretto

Incoerenza monolayer - Ricerca di una soluzione

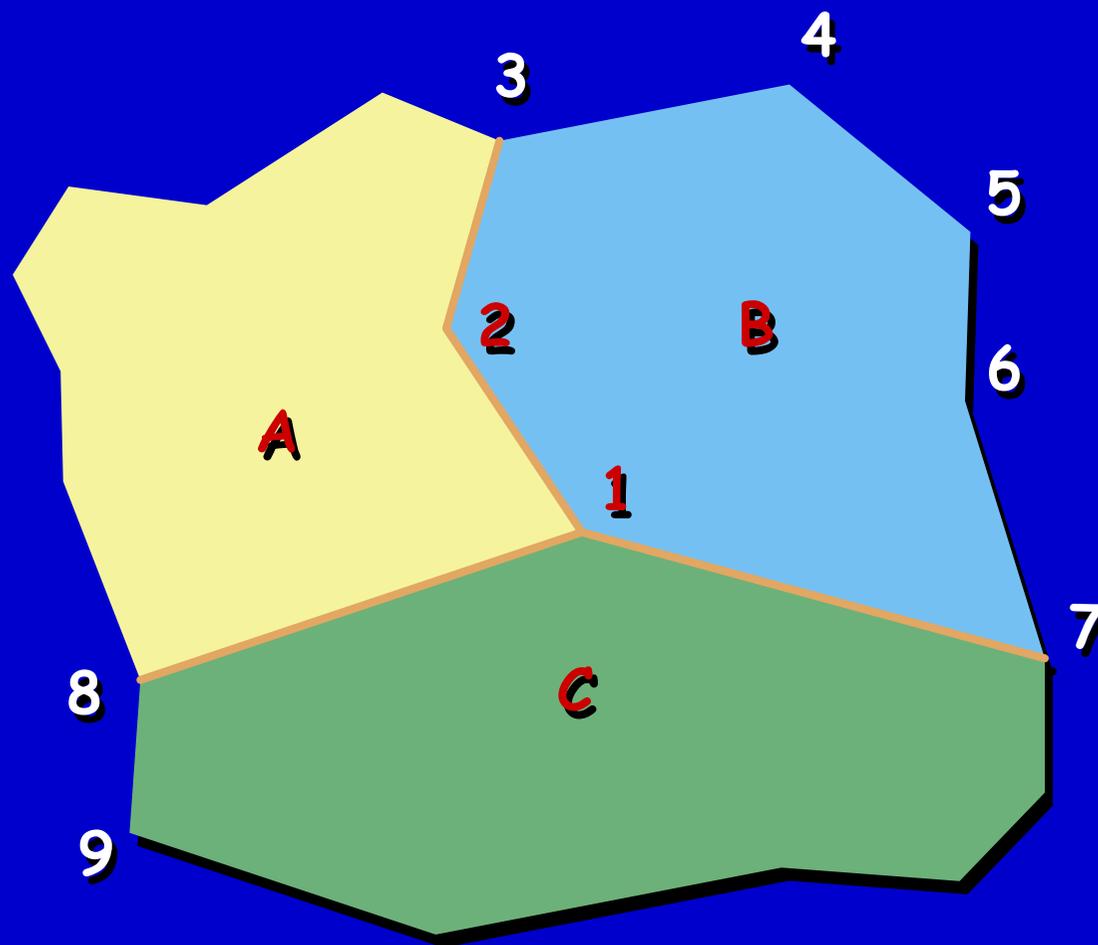
La geometria imperfetta

Incoerenza monolayer - Ricerca di una soluzione

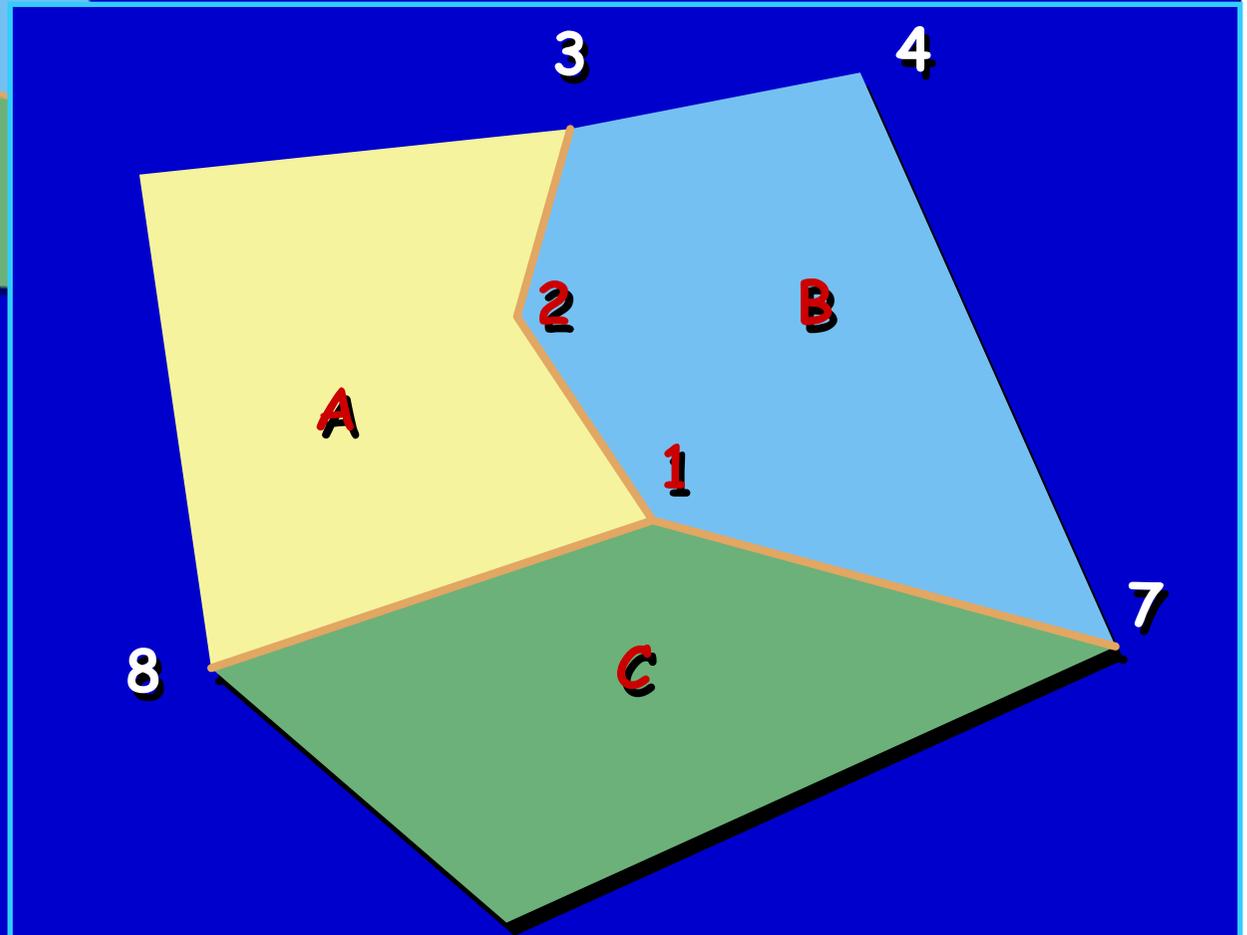
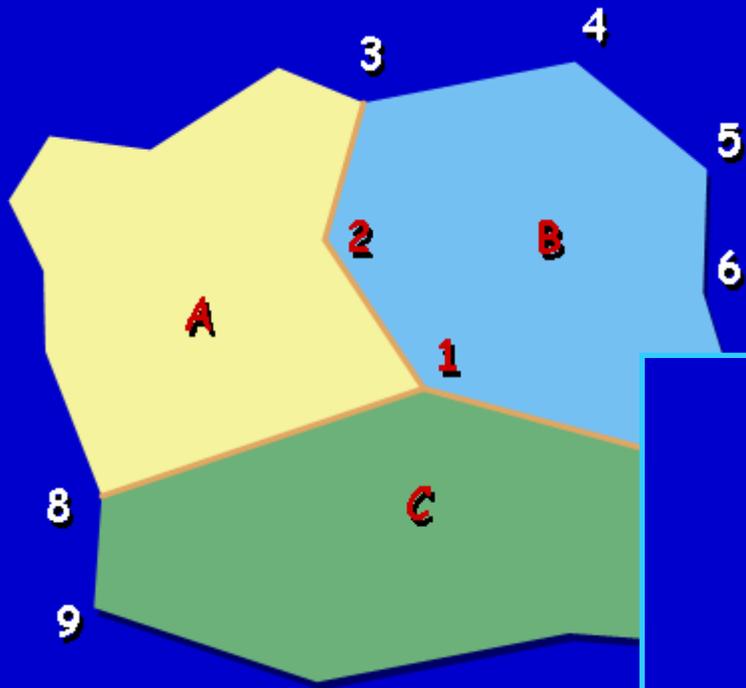


Attenzione: questa incongruenza avviene a livello numerico anche se i dati rispettano le tolleranze cartografiche

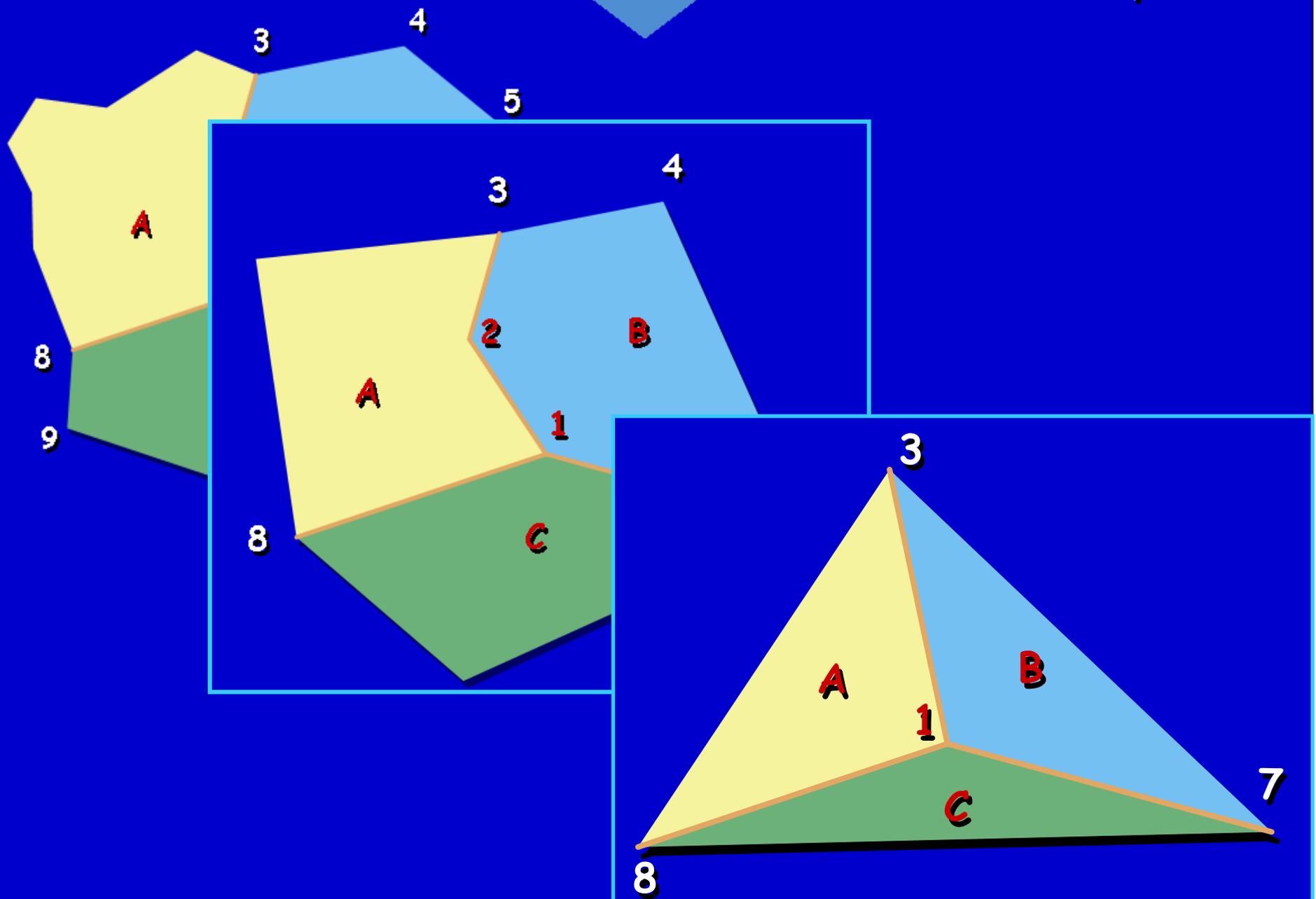
Vertici importanti e vertici ... meno importanti



Vertici importanti e vertici ... meno importanti

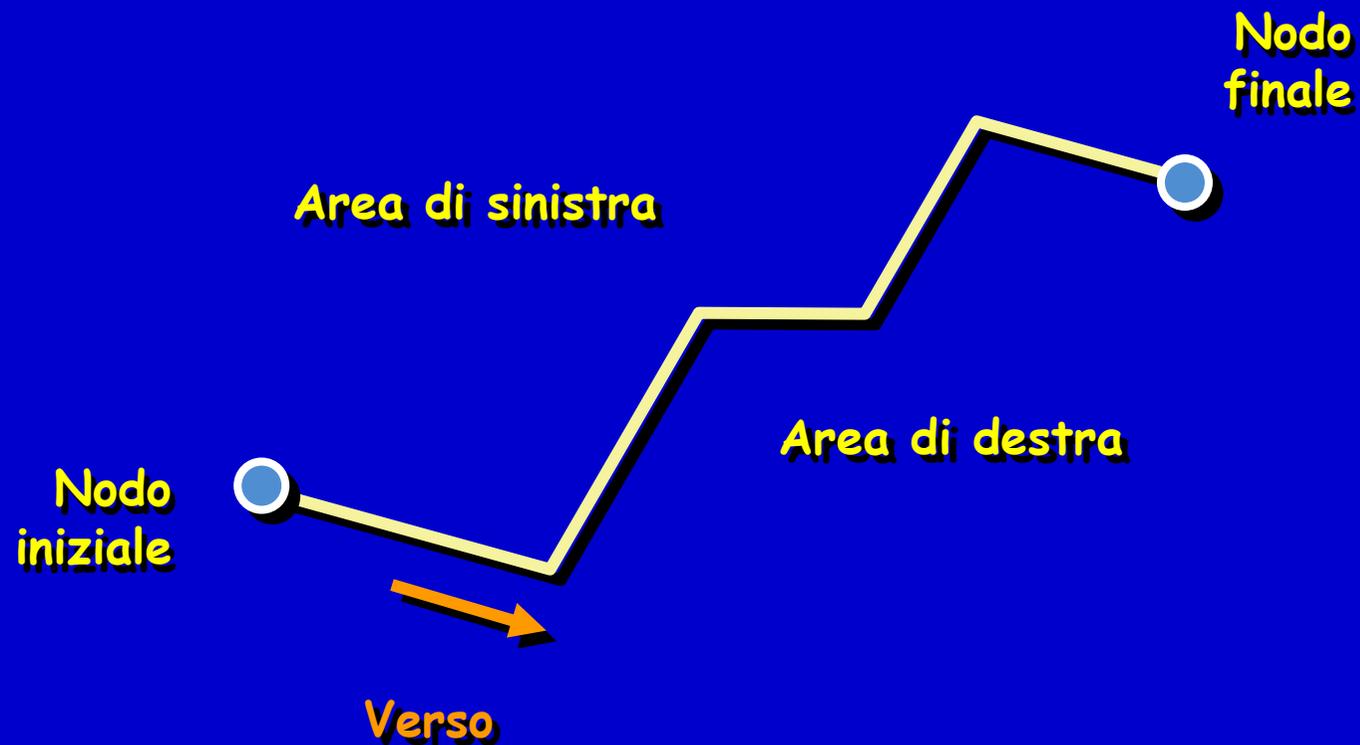


Vertici indispensabili



Una nuova primitiva

La primitiva "Arco"
(formata da diversi segmenti)



Il verso è arbitrario.

Cambiare verso vuol dire scambiare il nodo iniziale con quello finale e l'area di sinistra con quella di destra.

La primitiva "Arco" così definita non è una nuova primitiva geometrica e non servirà a rappresentare un certo tipo di oggetti.

La primitiva "Arco" servirà invece, a livello di DB, a costruire le primitive geometriche che saranno utilizzate dall'utente.

L'utente vedrà le primitive geometriche, ma non vedrà mai una primitiva topologica.

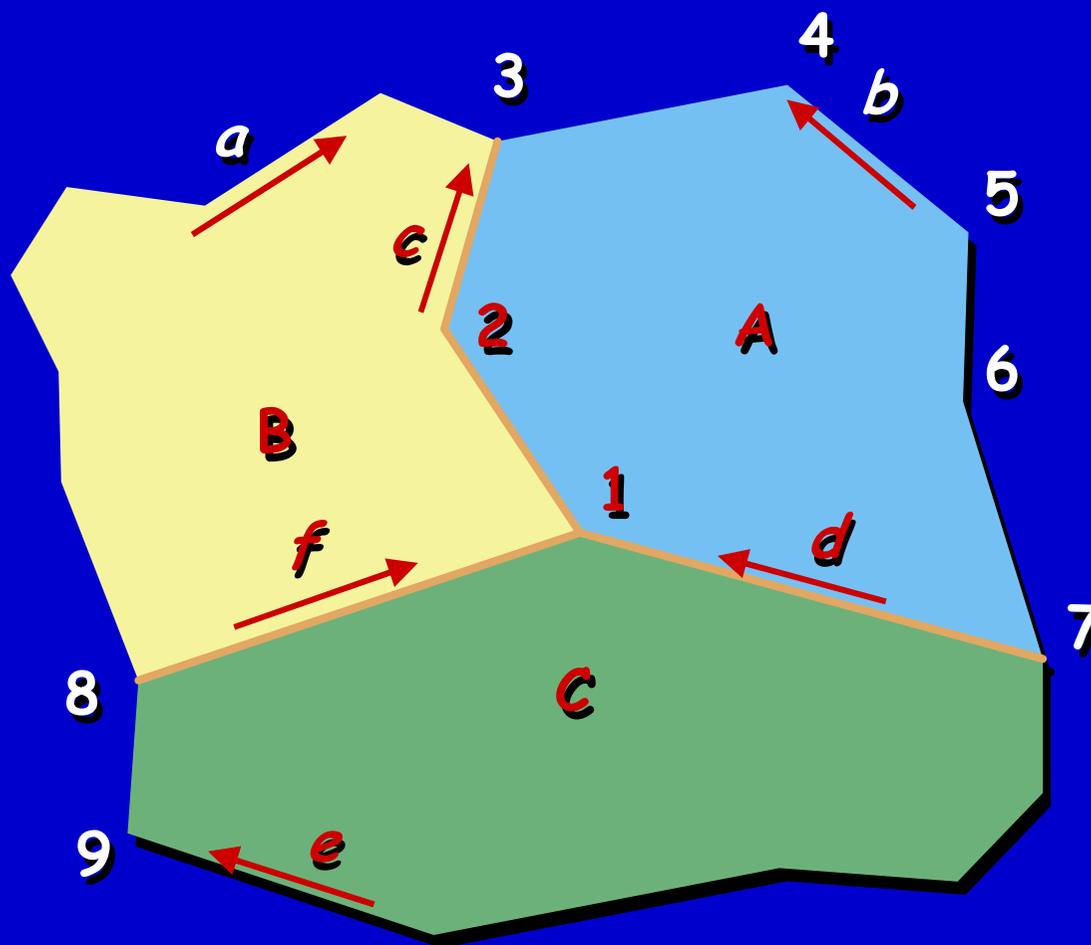
Dovrà invece sapere che esiste una "struttura topologica"

Utilizzo della primitiva "arco"

La topologia delle aree

La codifica DIME

Id.Arco	Area Sin.	Area Des.
a	-	B
b	A	-
c	B	A
d	C	A
e	-	C
f	B	C



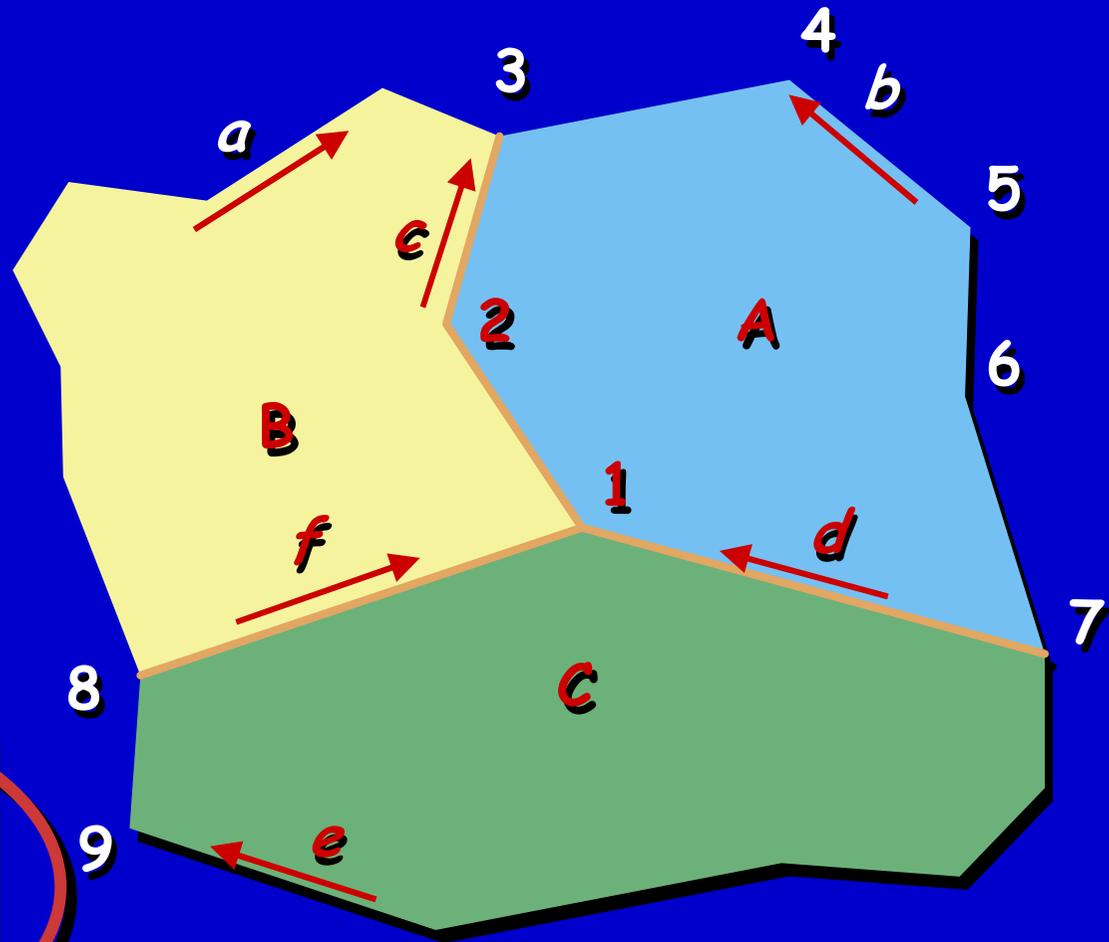
Costruzione di una struttura topologica

Id. Arco	Area Sin.	Area Des.
a	-	B
b	A	-
c	B	A
d	C	A
e	-	C
f	B	C

Id. Area	Composizione
A	$-b + c + d$
B	$+a - c - f$
C	$-d + e + f$

Costruzione di una struttura topologica

Id. Arco	Area Sin.	Area Des.
a	-	B
b	A	-
c	B	A
d	C	A
e	-	C
f	B	C

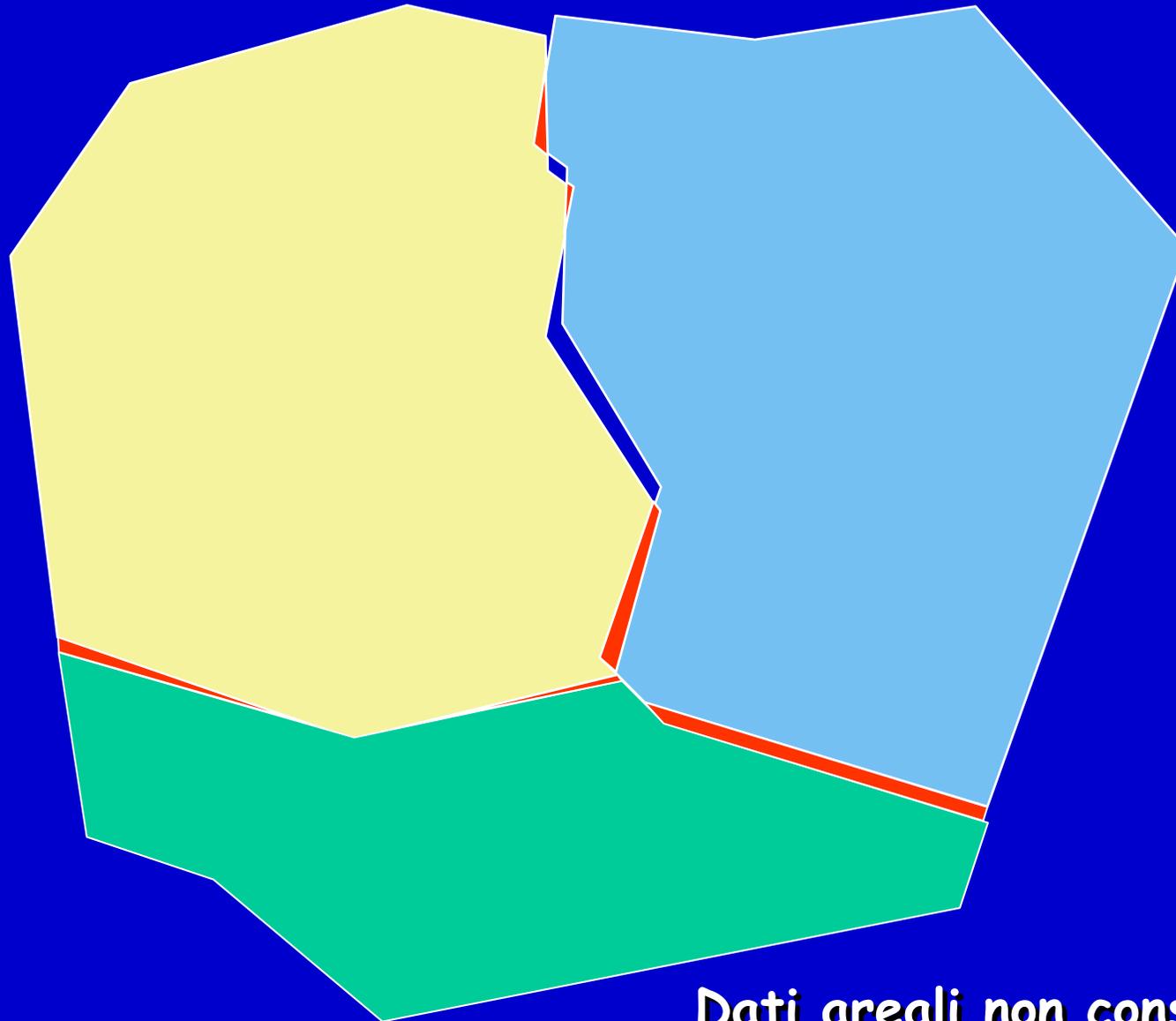


Id. Area	Composizione
A	$-b + c + d$
B	$+a - c - f$
C	$-d + e + f$

Costruzione di un dato topologicamente corretto

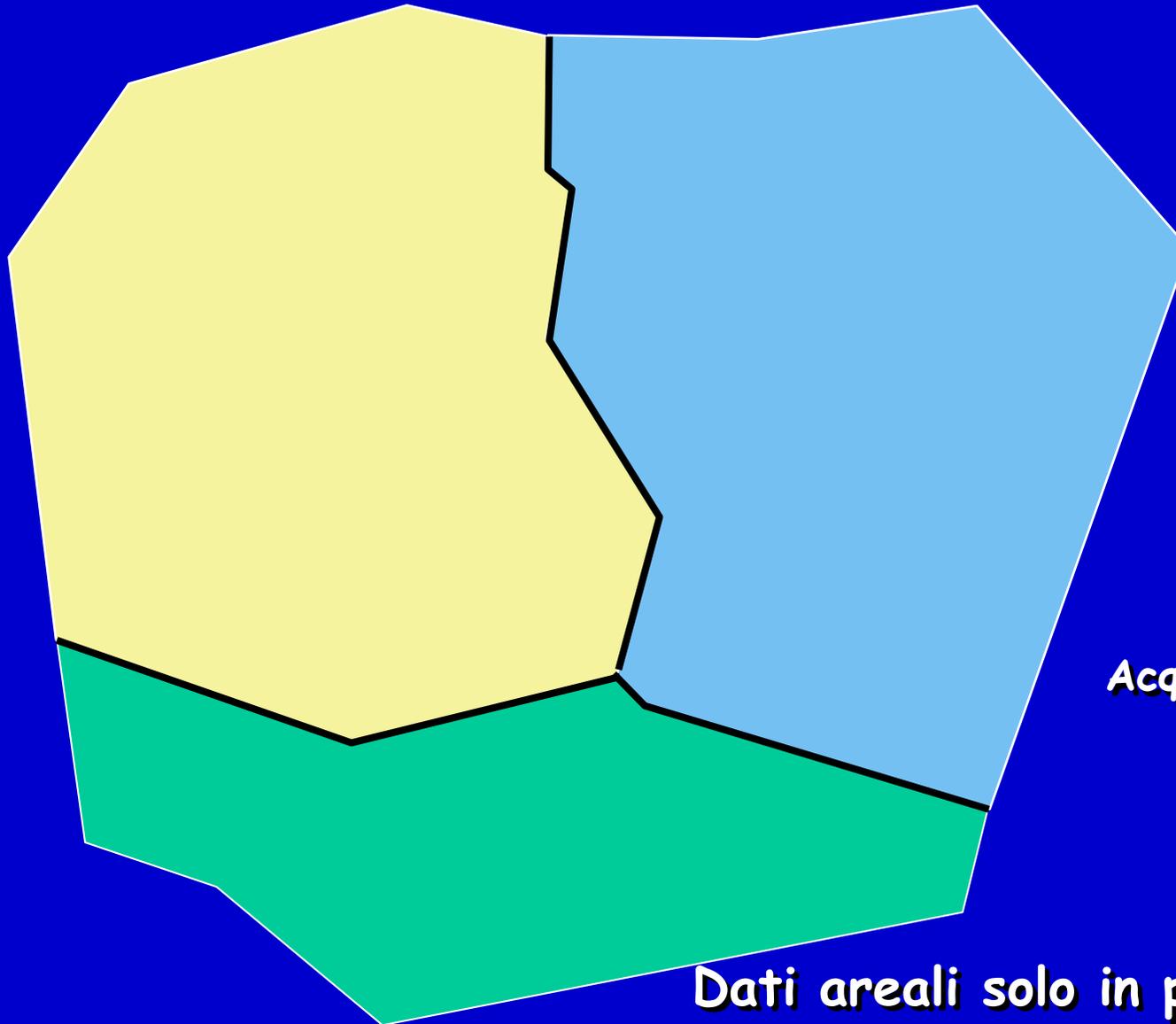
Costruzione di una geometria perfetta

Costruzione di un dato topologicamente corretto



Dati areali non consistenti

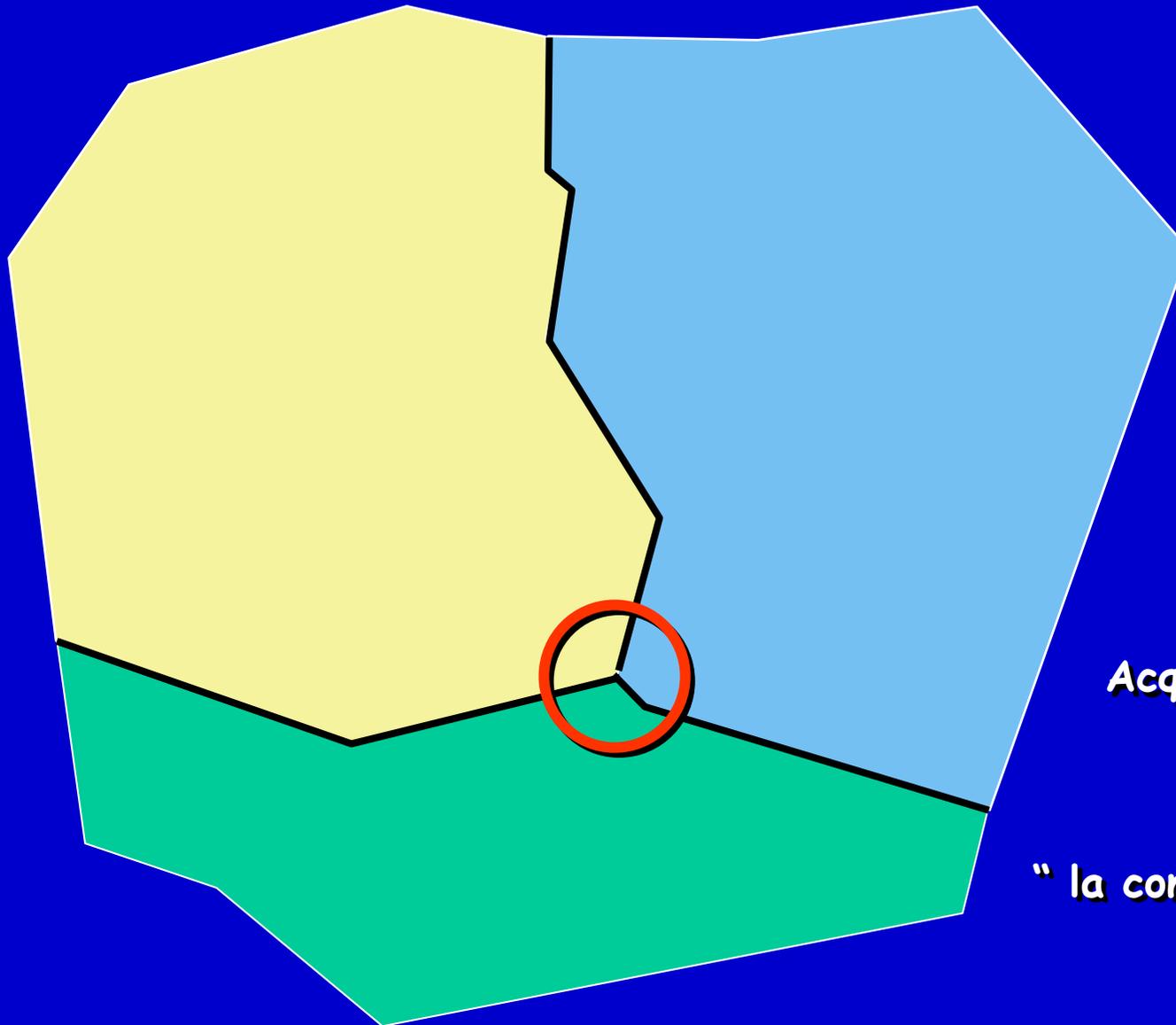
Costruzione di un dato topologicamente corretto



Fase zero:
Acquisizione delle linee
di separazione
tra aree contigue

Dati areali solo in parte consistenti

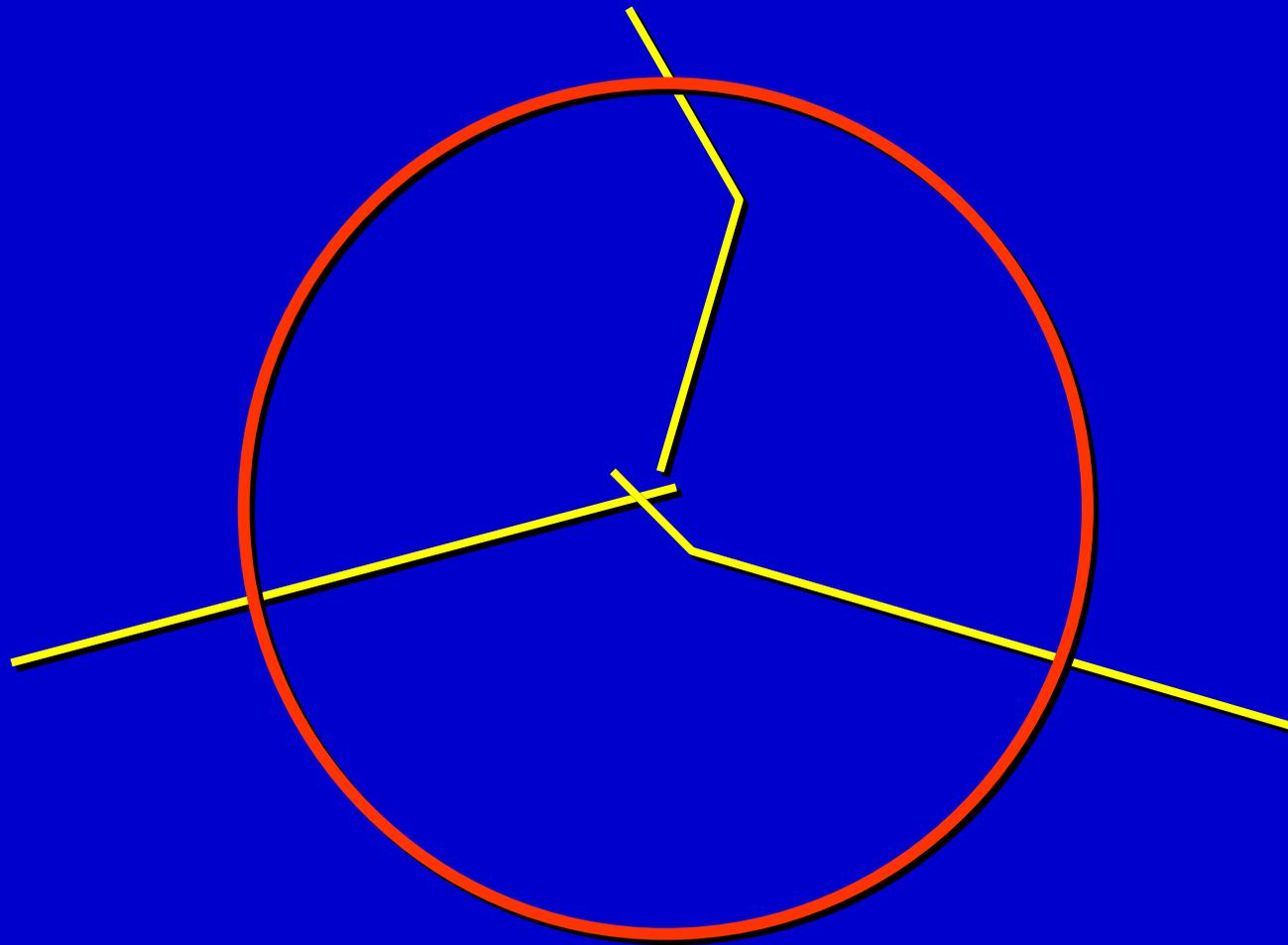
Costruzione di un dato topologicamente corretto



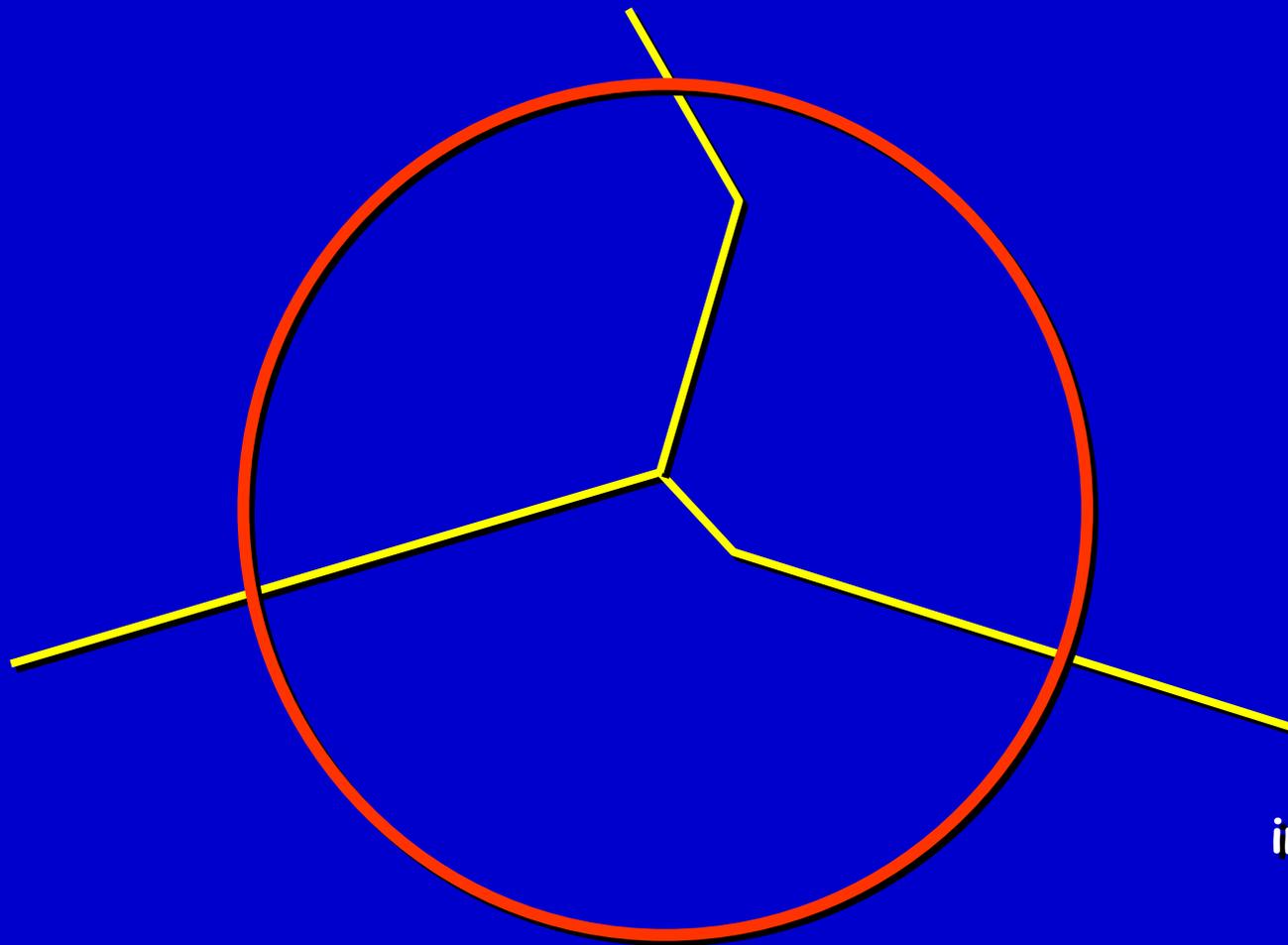
Fase zero:
Acquisizione delle linee
di separazione
tra aree contigue

“ la connessione sul nodo ”
non è garantita

Costruzione di un dato topologicamente corretto

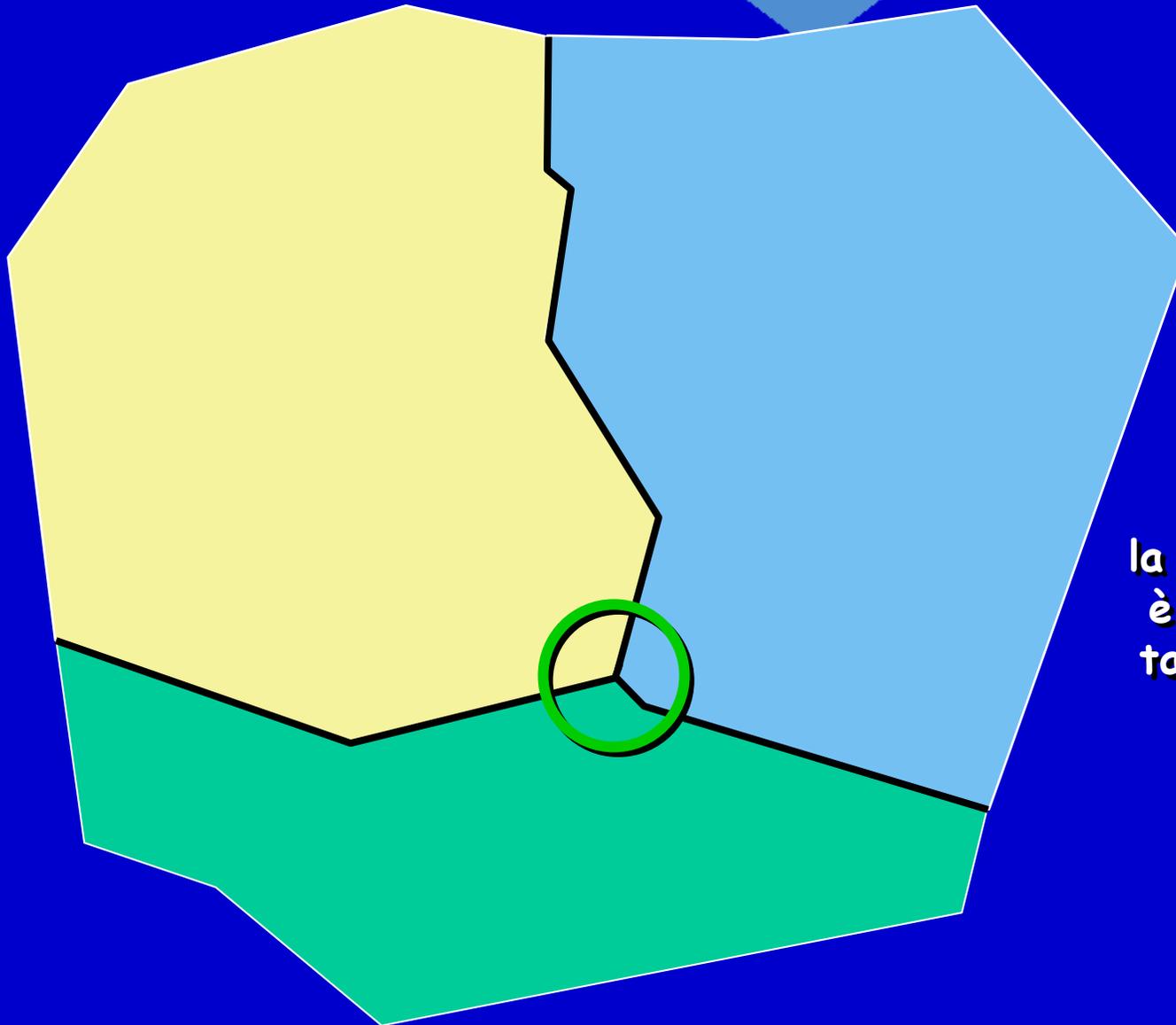


Costruzione di un dato topologicamente corretto



Prima fase:
Collasso delle linee
di separazione
tra aree contigue
in un unico punto (nodo)
(e altre verifiche)

Costruzione di un dato topologicamente corretto



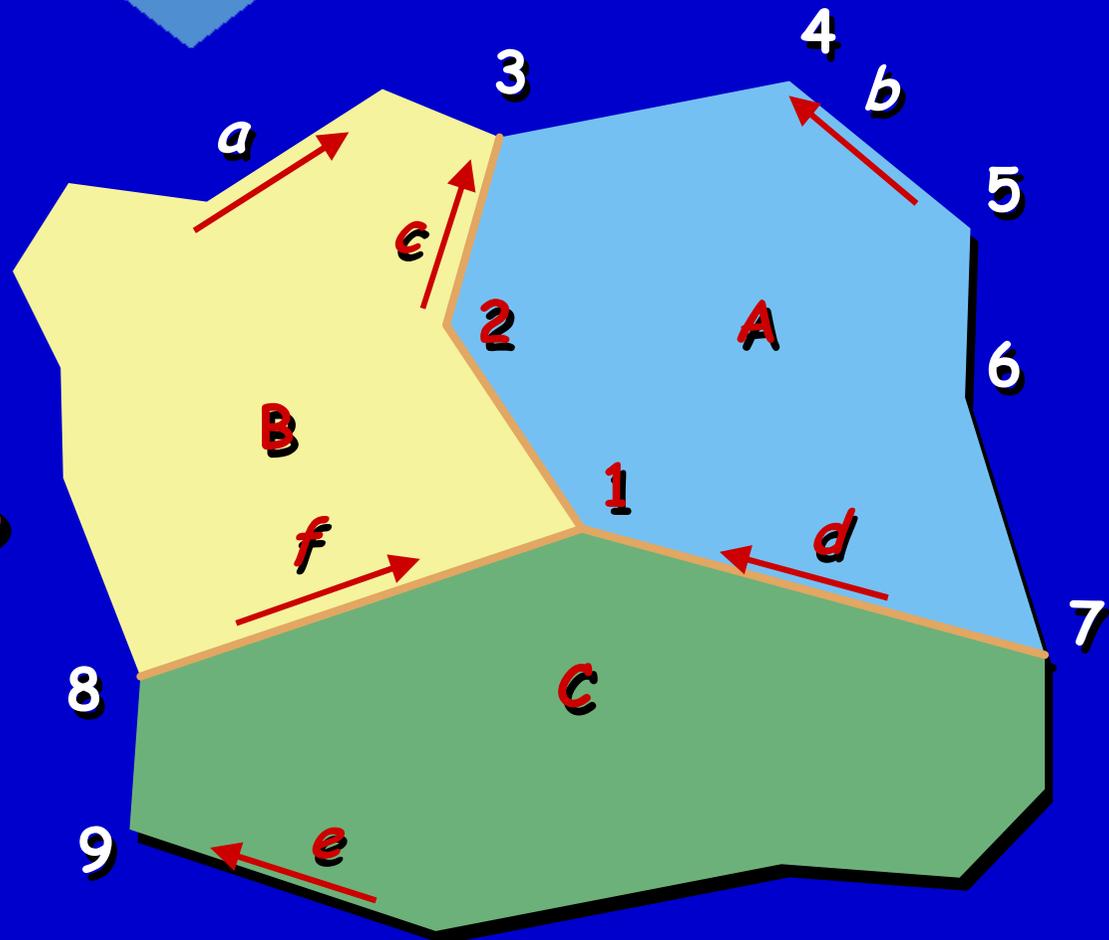
Seconda fase:
Una volta garantita
la connessione sul nodo,
è possibile costruire le
tabelle di relazione tra
archi, nodi e aree

**Durante questa fase è possibile attivare una serie di controlli:
tipicamente la mancanza o la duplicazione di un arco**

**È possibile eseguire alcune operazioni
senza agire sulle coordinate geografiche
ma direttamente sulle tabelle topologiche**

Operazioni eseguite a livello topologico

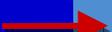
Id.Arco	Area Sin.	Area Des.
a	-	B
b	A	-
c	B	A
d	C	A
e	-	C
f	B	C

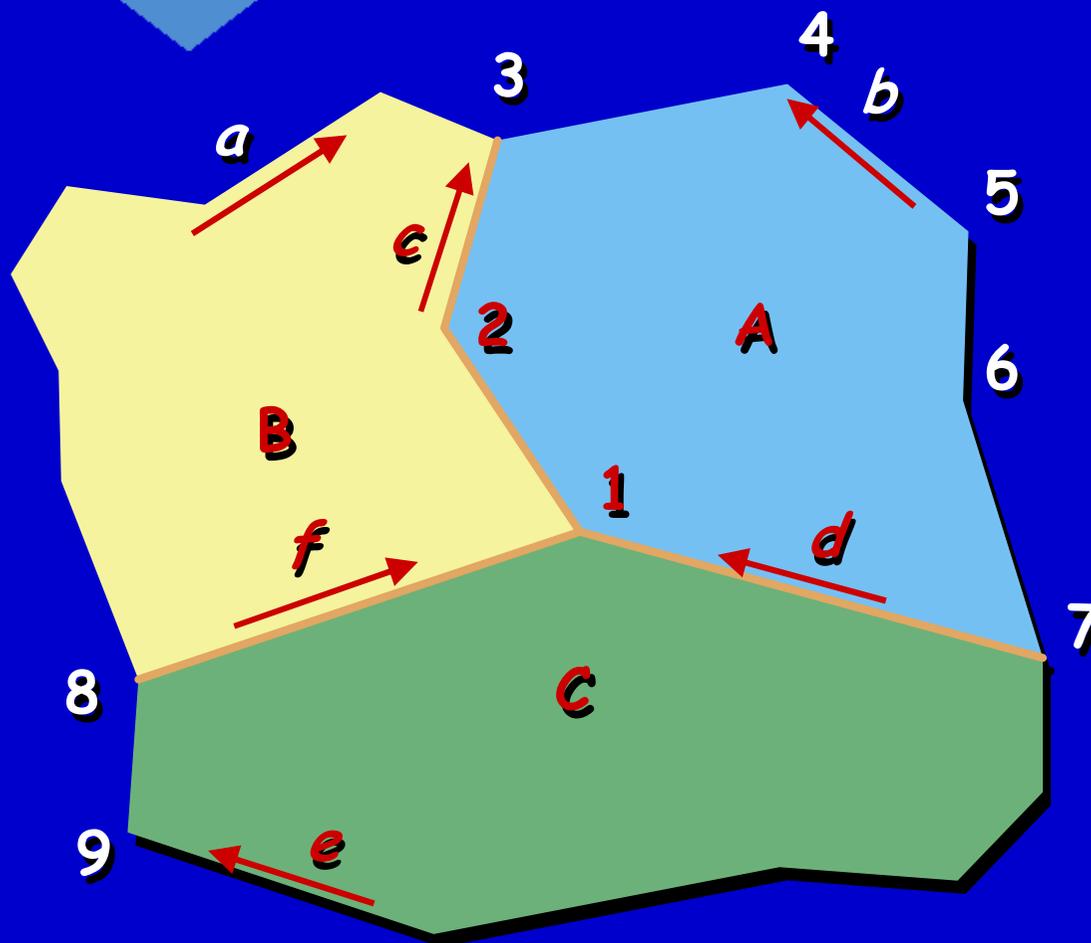


Due aree sono contigue se esiste almeno un arco che ha nei campi Area_Sin e Area_Des i codici delle due aree

Le aree A e C sono contigue perché esiste l'arco "d"

Operazioni eseguite a livello topologico

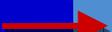
Id.Arco	Area Sin.	Area Des.
 a	-	B
b	A	-
 c	B	A
 d	C	A
 e	-	C
 f	B	C

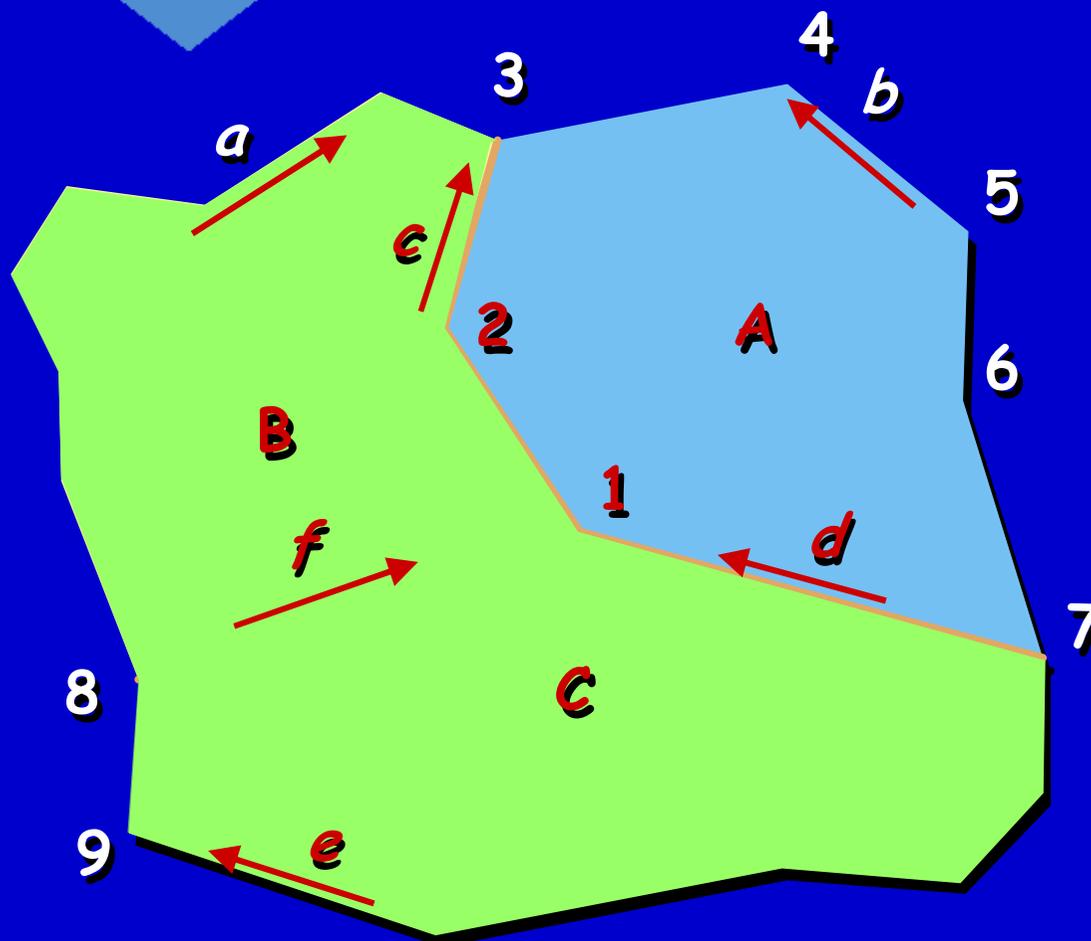


L'area unione di due aree è quella formata dagli archi che hanno il codice di una sola delle due aree nei campi Area_Sin e Area_Des

L'unione delle aree B e C è data dagli archi

Operazioni eseguite a livello topologico

Id.Arco	Area Sin.	Area Des.
 a	-	B
b	A	-
 c	B	A
 d	C	A
 e	-	C
 f	B	C



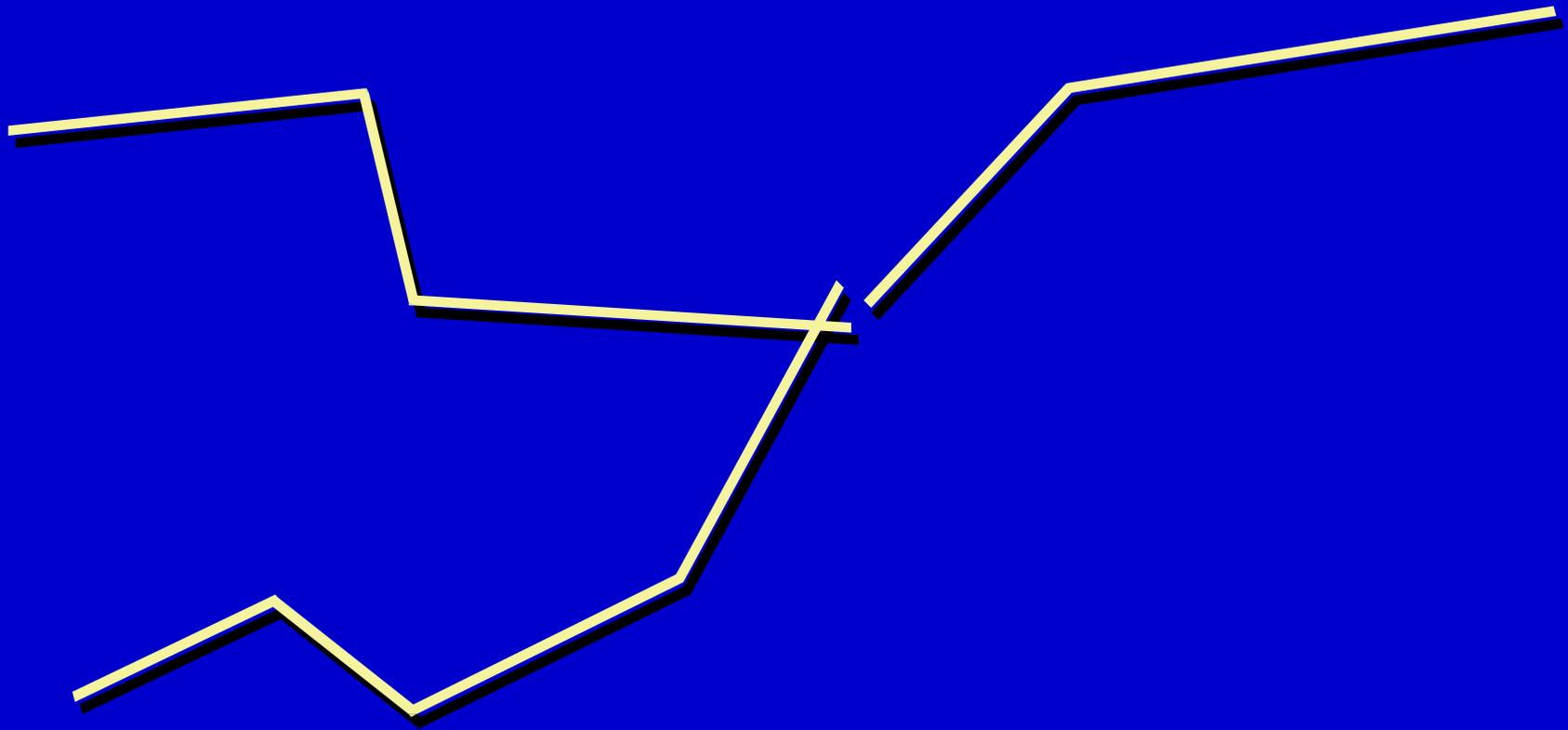
L'area unione di due aree è quella formata dagli archi che hanno il codice di una sola delle due aree nei campi Area_Sin e Area_Des

L'unione delle aree B e C è data dagli archi

Utilizzo della primitiva "arco"

La topologia delle linee

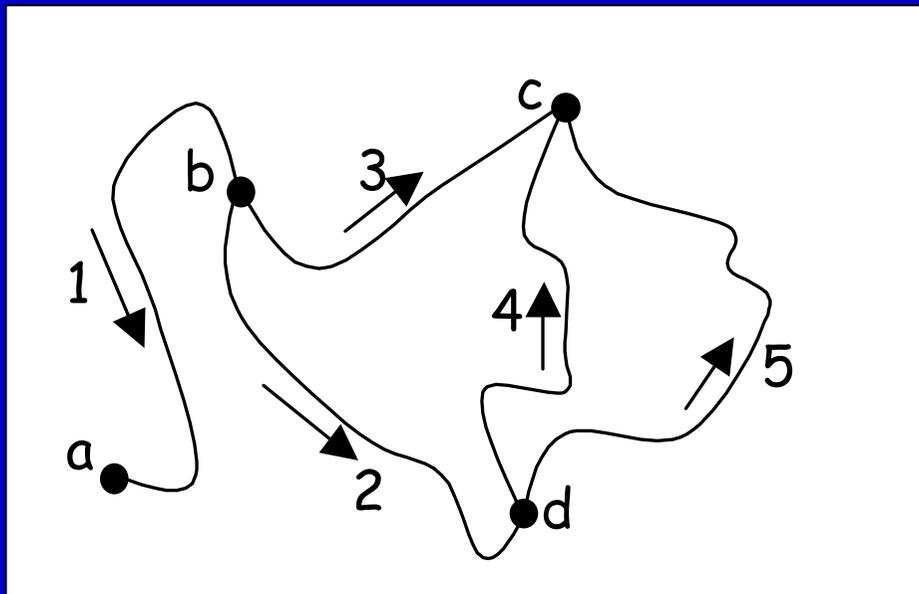
Archivio lineare non consistente



Archivio lineare reso consistente

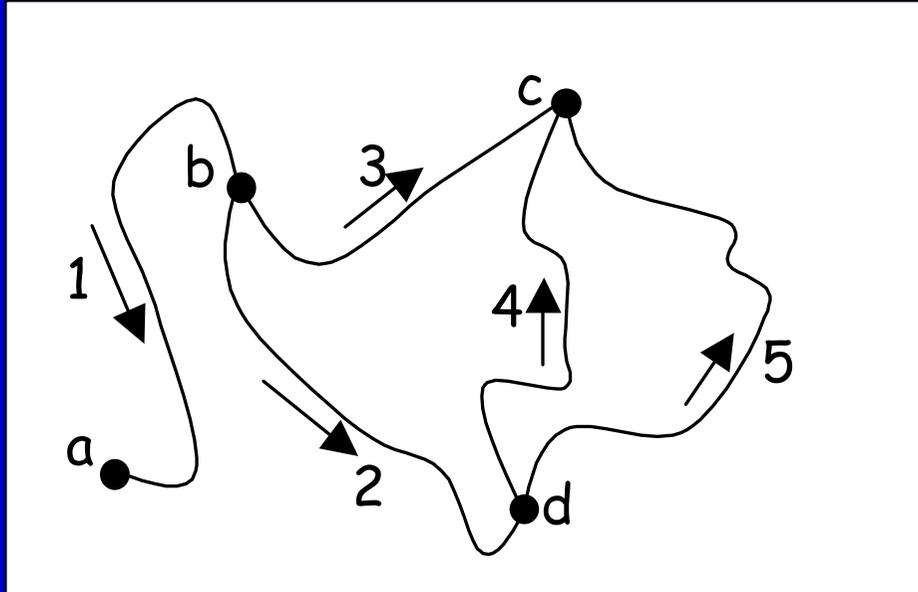


Una possibile struttura topologica per le linee (1)



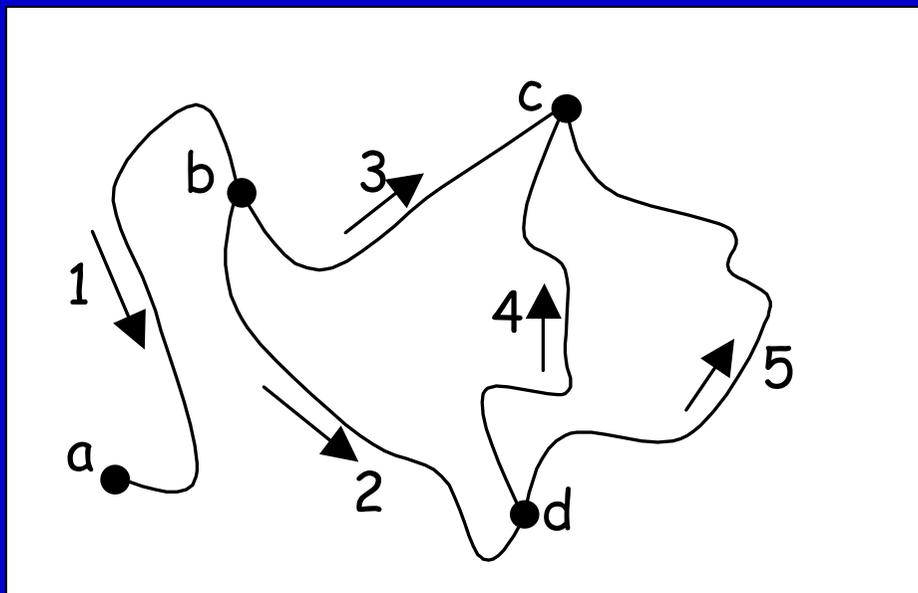
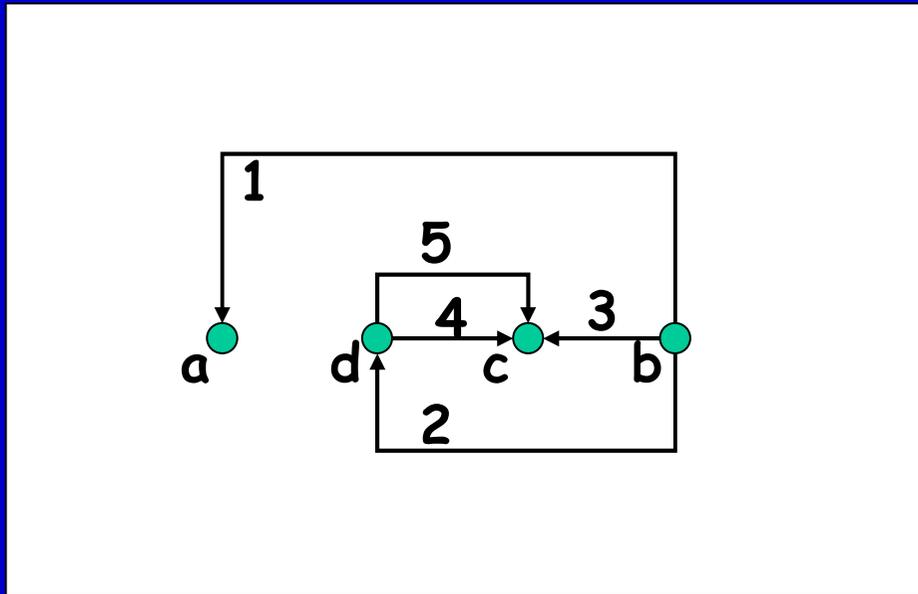
Nodo	Archi uscenti	Archi entranti
a		1
b	1, 2, 3	
c		3, 4, 5
d	4, 5	2

Una possibile struttura topologica per le linee (2)



Arco	Nodo iniziale	Nodo finale
1	b	a
2	b	d
3	b	c
4	d	c
5	d	c

Topologia: struttura e forma



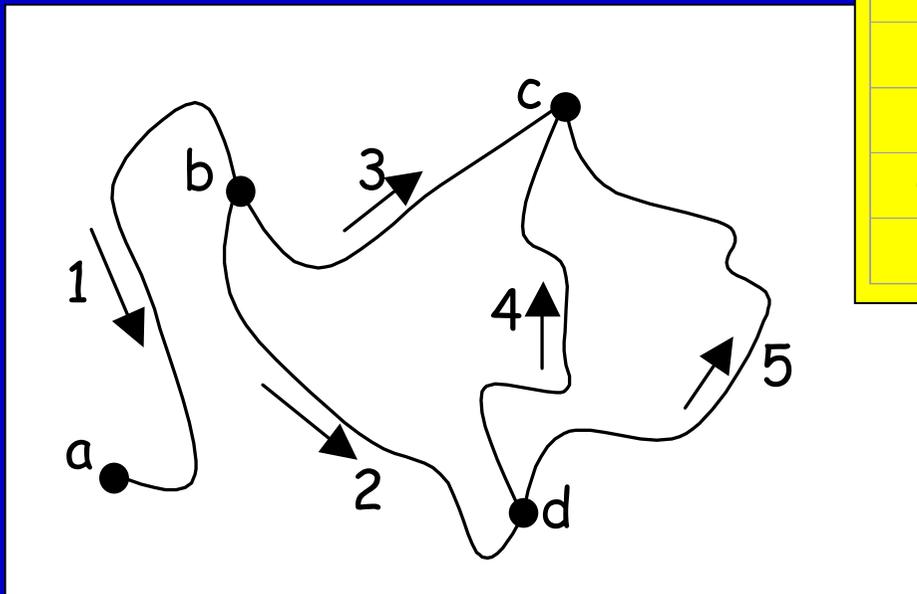
La struttura topologica dipende dalle relazioni tra elementi e non dalla forma

Arco	Nodo iniziale	Nodo finale
1	b	a
2	b	d
3	b	c
4	d	c
5	d	c

Operazioni eseguite a livello topologico

Utilizzo della tabella per il calcolo di percorsi

... per esempio da "a" a "d"

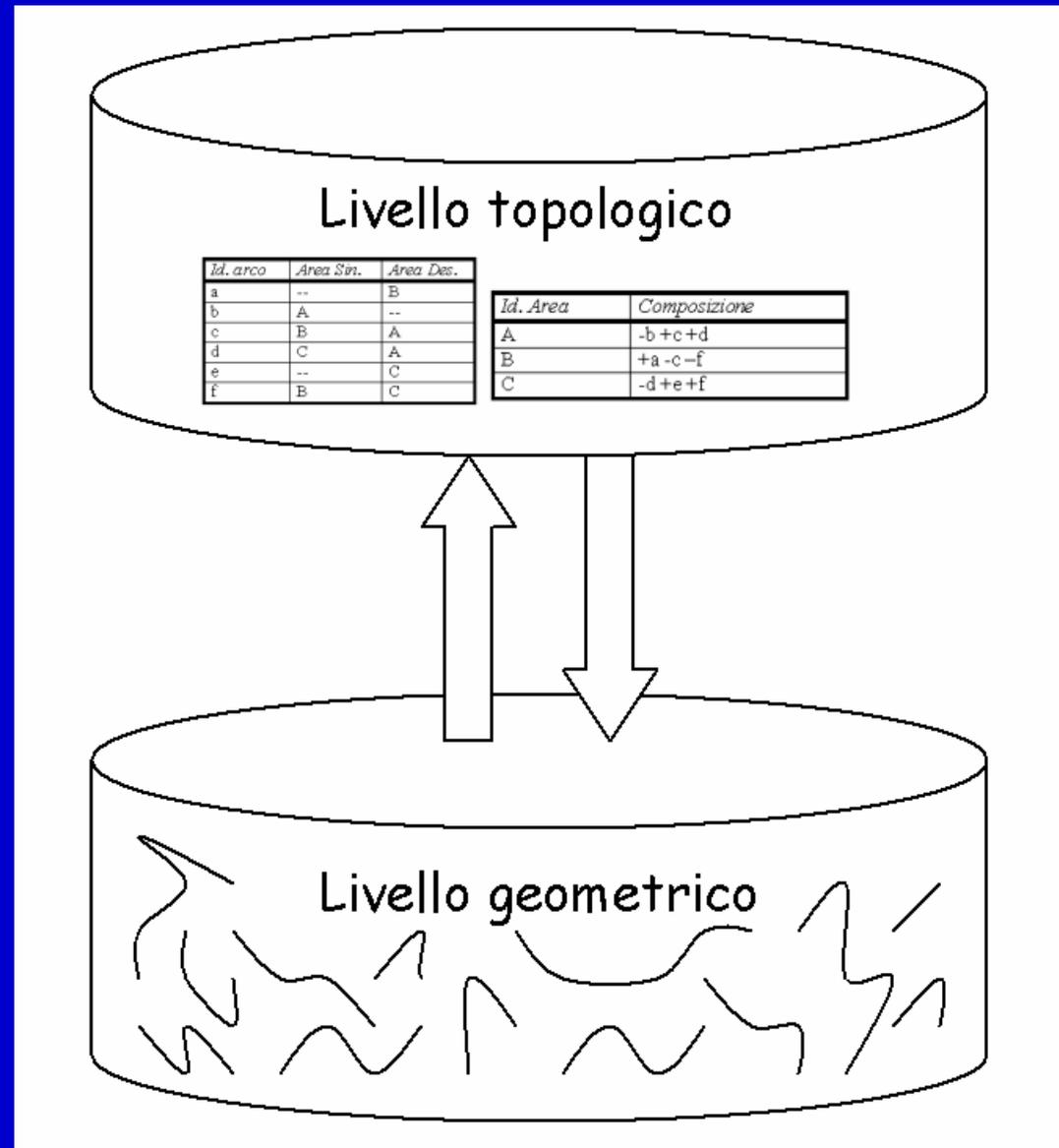


Nodo	Archi uscenti	Archi entranti
a		1
b	1, 2, 3	
c		3, 4, 5
d	4, 5	2

Arco	Nodo iniziale	Nodo finale
1	b	a
2	b	d
3	b	c
4	d	c
5	d	c

Modelli topologici

La suddivisione
dell'informazione
geometrica
nella costruzione della
topologia

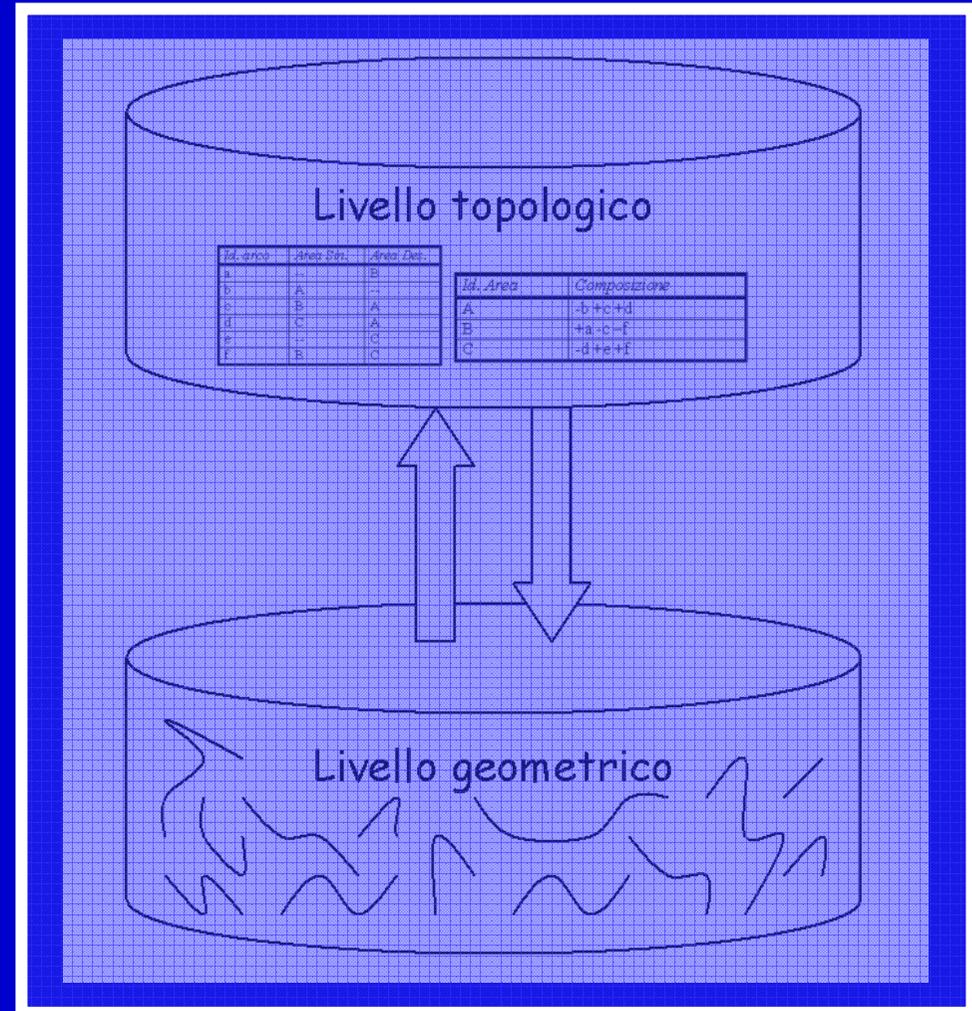


La topologia e l'operatore GIS

Utente

L'utente vede
le primitive geometriche,
ma non vedrà mai
una primitiva topologica.

Dovrà invece sapere
che esiste
una "struttura topologica"



**La topologia è una sovrastruttura ridondante
che esplicita e codifica relazioni spaziali
tra entità diverse**

La topologia :

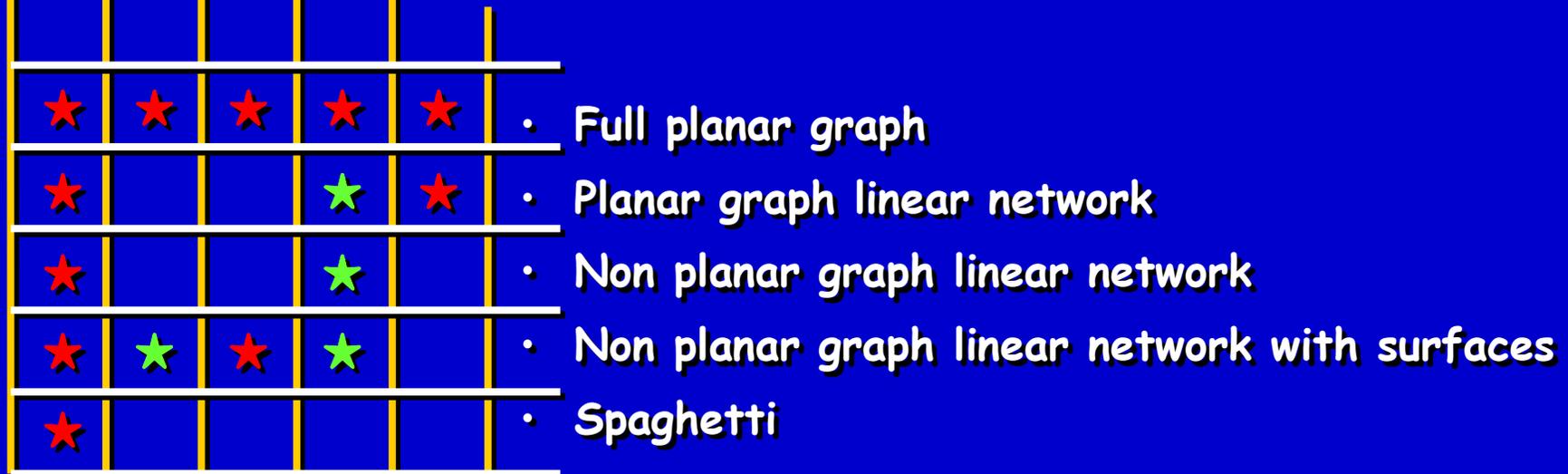
- **garantisce la coerenza geometrica**
- **facilita il processo di acquisizione**
- **permette elaborazioni più efficienti**
- **richiede software più sofisticati**
- **appesantisce la preparazione dei dati**

Questa topologia interessa primitive geometriche di un solo layer

**La struttura topologica può adottare modelli diversi
a seconda della realtà che descrive**

Possibili modelli topologici

- ogni arco ha due nodi
 - ogni arco divide due aree
 - ogni area è circondata da archi e nodi
 - ogni nodo è circondato da aree e archi
 - tutte le intersezioni sono nodi



In generale

Lo stesso archivio può essere organizzato e gestito con o senza topologia

Se è organizzato topologicamente

Lo stesso archivio può essere organizzato con strutture topologiche diverse

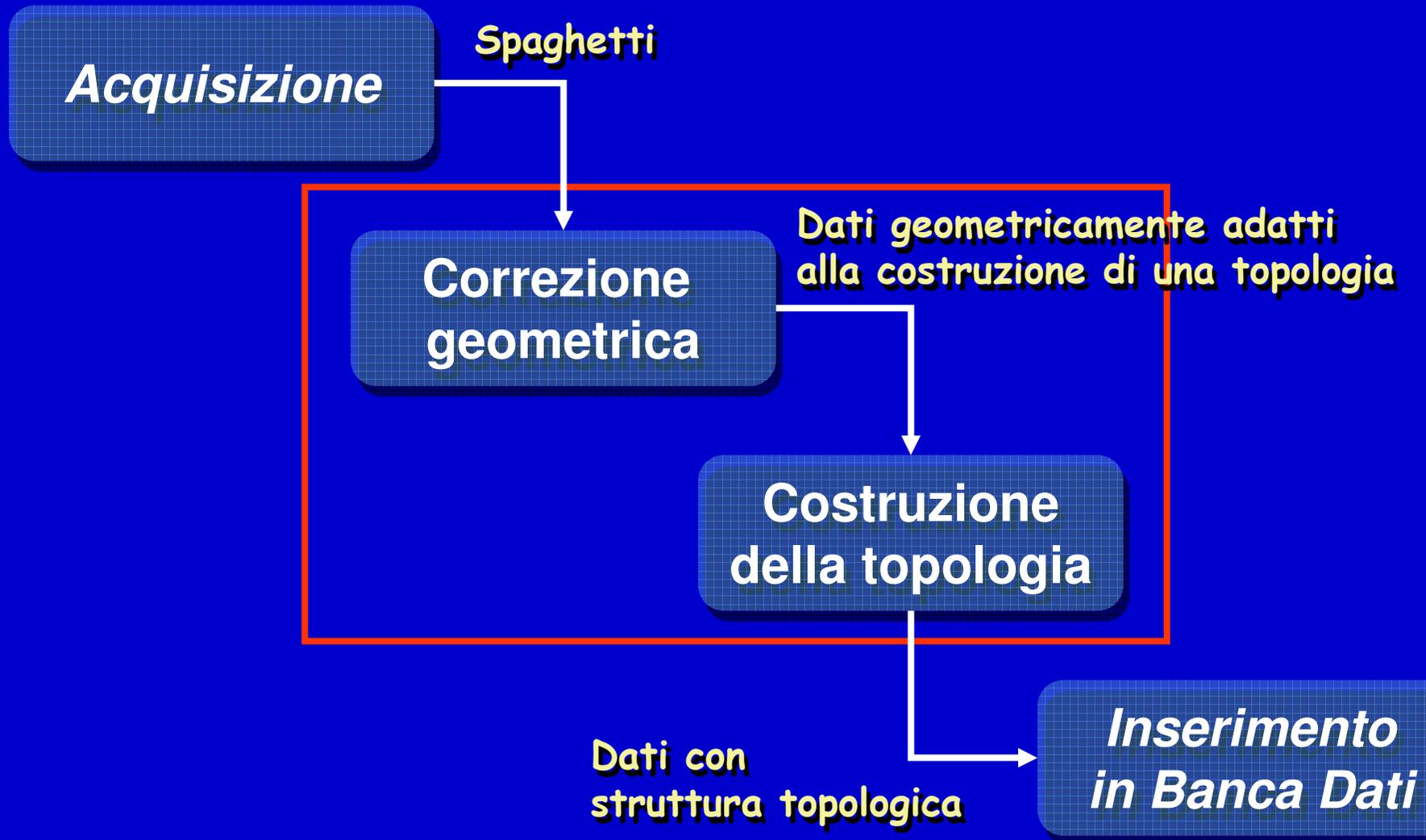
Se è organizzato con la stessa struttura topologica

La stessa struttura topologica può essere implementata con strutture logiche diverse

Sistemi topologici e Sistemi non topologici

Sistemi topologici e sistemi non topologici

Costruzione di una Banca Dati topologicamente corretta



Dati topologici: esportazione

Dati con topologia A
gestiti topologicamente

**Sistema A
con gestione
della topologia**

Archi
Nodi
Tabelle

**Smontaggio
della topologia A**

Dati
topologicamente corretti
senza struttura topologica

Passaggio
da primitive topologiche a
primitive geometriche.
Eliminazione delle tabelle

Struttura topologica e struttura shape

Struttura topologica

A1: +a2, +a3

A2: -a2, -a1

a1: sin:A2; des://

a2: sin:A2; des:A1

a3: sin://; des:A1

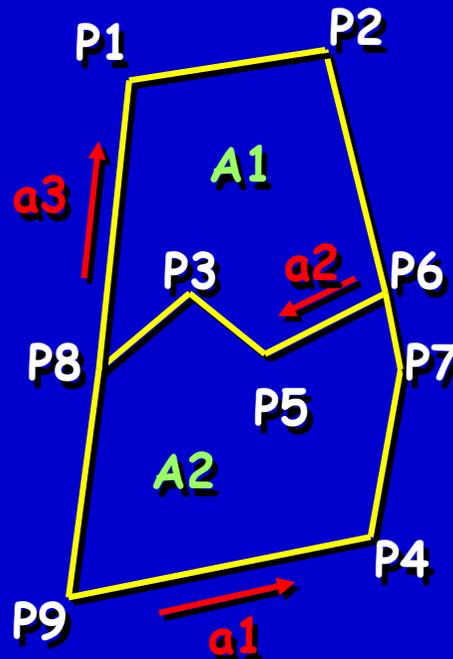
Livello topologico

Livello geometrico

a1: P8, P9, P4, P7, P6

a2: P6, P5, P3, P8

a3: P8, P1, P2, P6



Struttura shape

Livello geometrico

A1: P6, P5, P3, P8, P8, P1, P2, P6

A2: P8, P3, P5, P6, P6, P7, P4, P9, P8

Dati topologici: esportazione verso sistemi non topologici

Dati con topologia A
gestiti topologicamente

**Sistema A
con gestione
della topologia**

Archi
Nodi
Tabelle

**Smontaggio
della topologia A**

Dati
topologicamente corretti
senza struttura topologica

Dati senza topologia
gestiti senza topologia

**Sistema C
senza gestione
della topologia**

Passaggio
da primitive topologiche a
primitive geometriche.
Eliminazione delle tabelle

Dati topologici: esportazione verso sistemi non topologici

Dati con topologia "A"
gestiti topologicamente

**Sistema A
con gestione
della topologia**

Archi
Nodi
Tabelle

**Smontaggio
della topologia A**

Passaggio
da primitive topologiche a
primitive geometriche.
Eliminazione delle tabelle

In questo passaggio ci sono
dati topologicamente corretti
senza struttura topologica

Aree

Dati con topologia "B"
gestiti topologicamente

**Sistema B
con gestione
della topologia**

Archi
Nodi
Tabelle

**Ricostruzione
della topologia B**

Smontaggio
delle primitive geometriche
in primitive topologiche.
Ricostruzione delle tabelle

Topologia multistrato

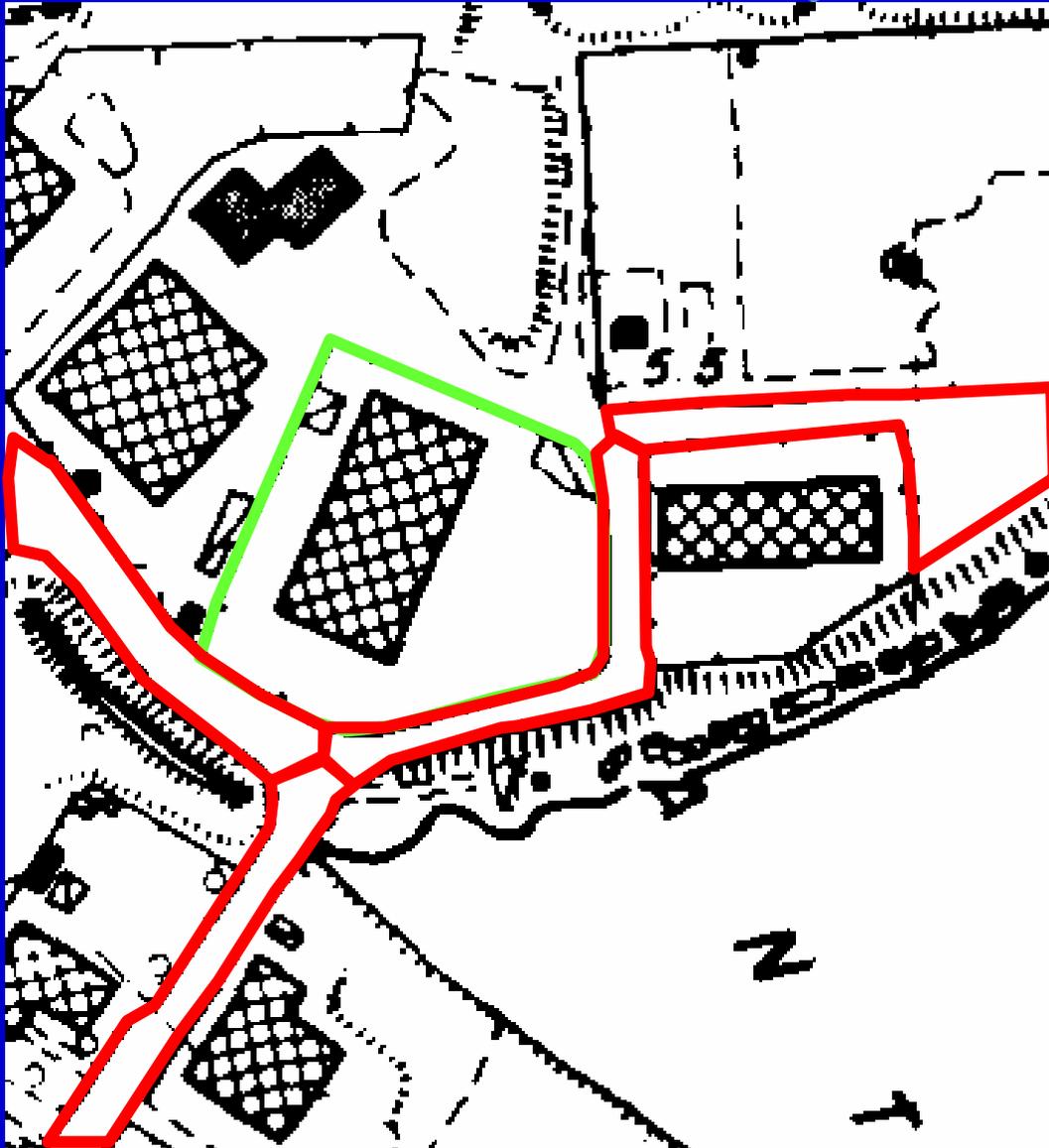
Esistono "regole topologiche" che definiscono relazioni tra primitive di layer diversi.

- Queste regole riguardano coerenze logiche e geometriche
- Alcuni SW verificano che queste regole siano rispettate

In questo caso non è detto che esista una codifica che esplicita e codifica relazioni spaziali tra entità diverse: spesso si tratta solo di un "controllo"

Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

La topologia multistrato



Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

La topologia multistrato

The diagram shows a large white oval on a blue background. Inside the oval, there are two overlapping areas. The left area is labeled 'Area sia privata che pubblica' in green text. The right area is labeled 'Area né privata né pubblica' in yellow text. A red line represents a boundary that crosses the oval. A green line and a yellow line also cross the oval. Two green arrows point to the intersection of the red and green lines on the left side of the oval. Two yellow arrows point to the intersection of the red and yellow lines on the right side of the oval.

Area
sia privata
che pubblica

Area
né privata
né pubblica

Questa topologia interessa primitive geometriche di più layer

Algoritmi per la topologia multistrato

The screenshot shows a web browser window titled "ET GeoWizards User Guide". The left sidebar contains a table of contents with categories like "Point Wizards", "Polyline Wizards", and "Polygon Wizards". The main content area is titled "ET Geo Wizards" and features the "Polyline Global Snap Wizard" section. This section includes a description, "Inputs:" (with a bulleted list of requirements), "Outputs:" (with a bulleted list of the resulting shapefile), and "Options:". Two arrows point to the "Snap options1 (Snap What)" and "Snap options2 (Snap To What)" items in the input list.

ET Geo Wizards

Polyline Global Snap Wizard

Snaps the features of a polyline layer to another layer (Point, Polyline or Polygon)

Inputs:

- A polyline layer to be snapped
- A snap layer - point, polyline or polygon
- Snap tolerance
- Snap options1 (Snap What)
- Snap options2 (Snap To What)

Outputs:

- A polyline shapefile - the polylines from the source layer will be moved to snap to the features of the Snap Layer (if within the snap tolerance)

Options:

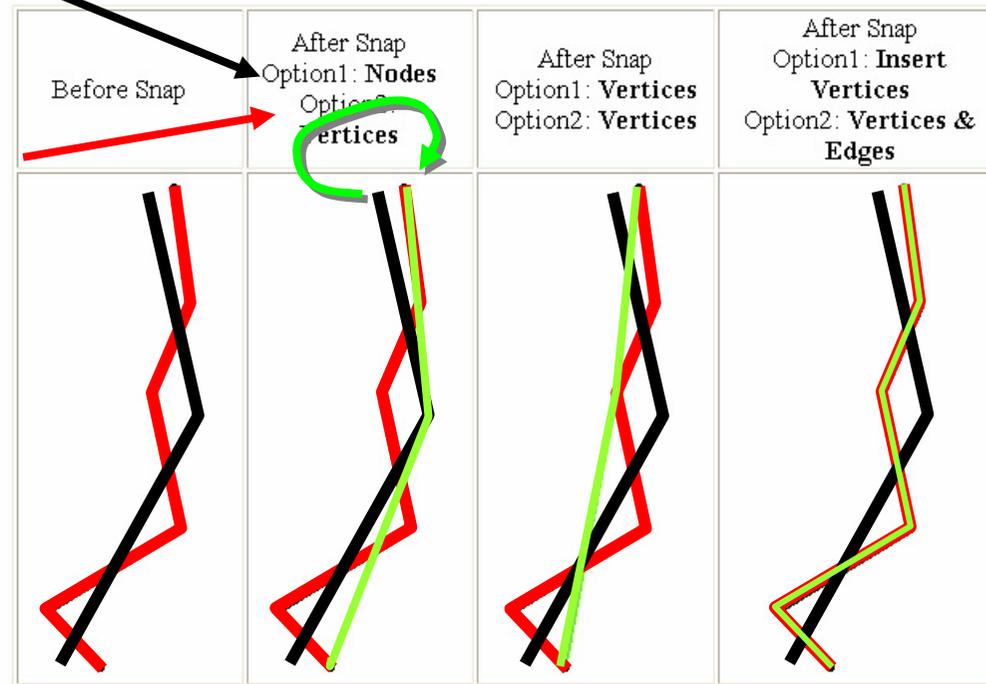
Algoritmi per la topologia multistrato

- ET GeoWizards - projection
- Free Functions
- Point Wizards
- Polyline Wizards
- Polygon Wizards
- Convert Wizards
- Surface Wizards
- Geoprocessing Wizards
- Basic Wizards
- Scripting

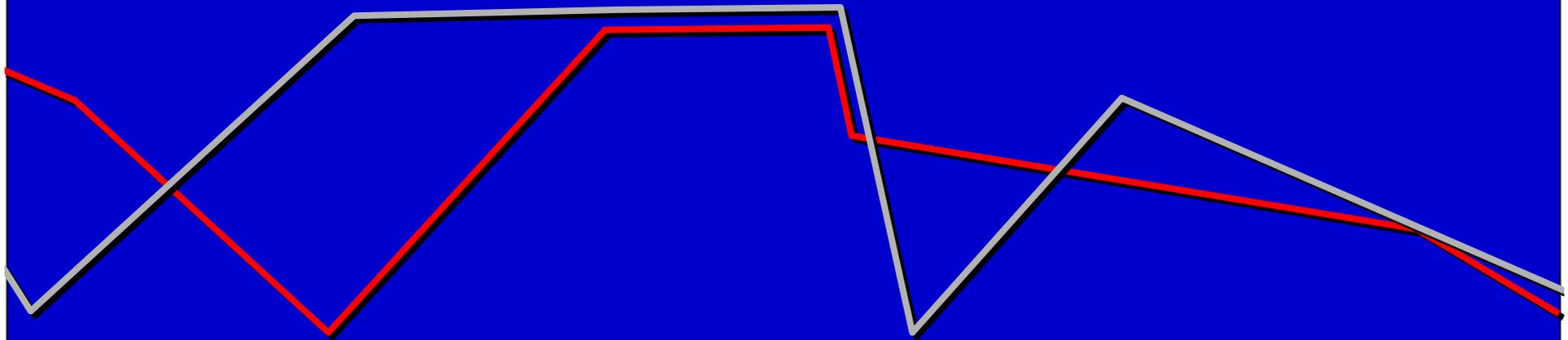
Notes:

- An option for snapping selected features only is available. The resulting dataset will contain all the features of the original layer. Only currently selected features will be used for snapping and eventually snapped.
- The snap distance should be in the units of the Data Frame
- The Source and the Snap datasets can have different spatial references as long as the Data Frame has assigned projection and the Geographic Coordinate systems of all the projections are the same.

Example: Red - Source Polyline; Black - Snap Polyline; Green - Snapped Polyline



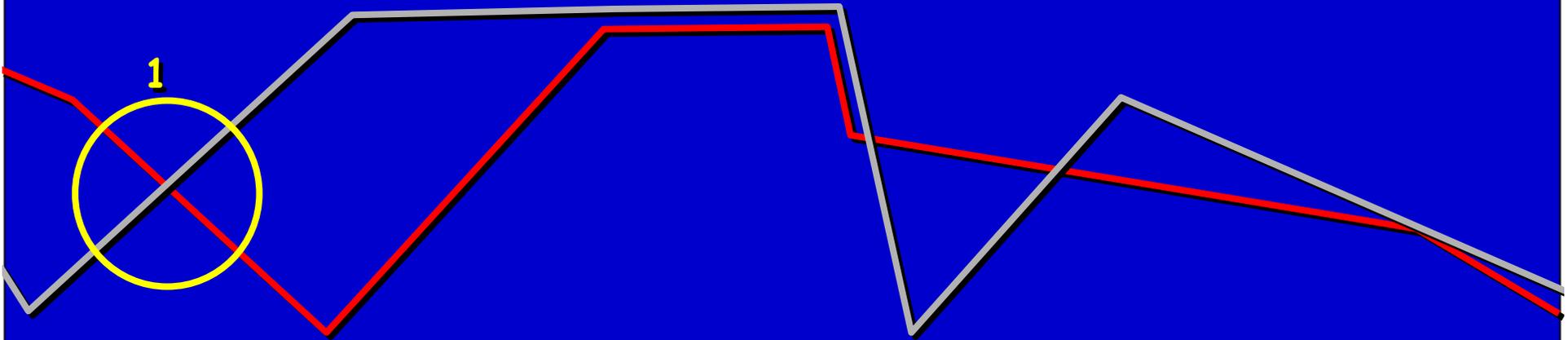
Algoritmi per la topologia multistrato



Linea rossa: linea di appoggio

Linea grigia: linea da modificare

Algoritmi per la topologia multistrato

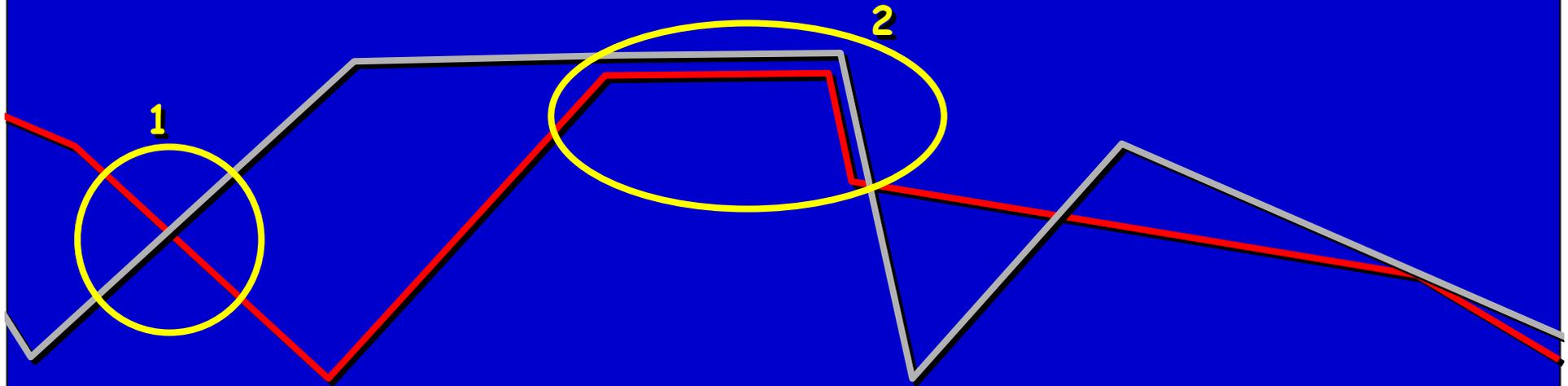


Linea rossa: linea di appoggio

Linea grigia: linea da modificare

1 - nessuna operazione

Algoritmi per la topologia multistrato



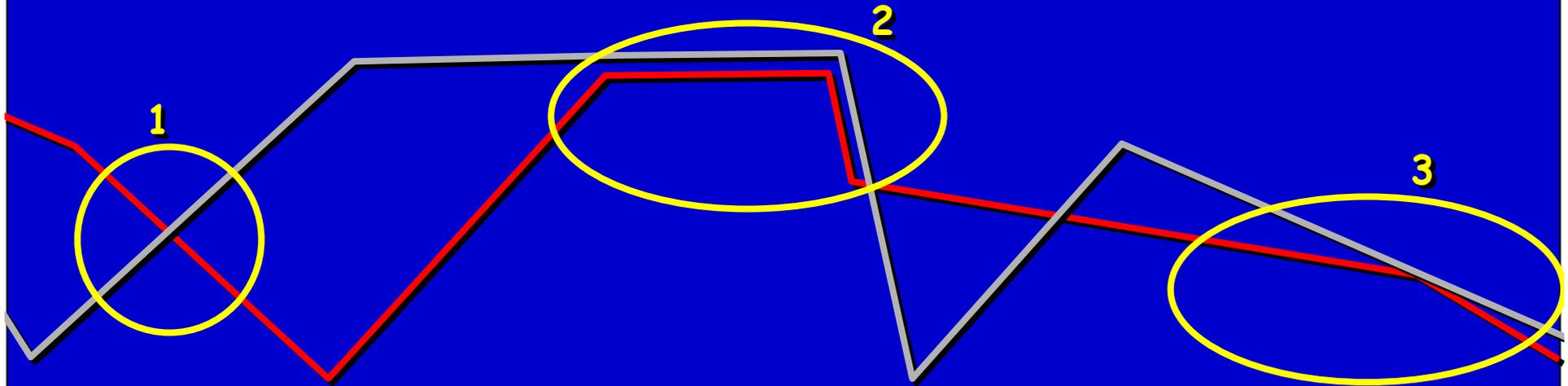
Linea rossa: linea di appoggio

Linea grigia: linea da modificare

1 - nessuna operazione

2 - appoggio

Algoritmi per la topologia multistrato



Linea rossa: linea di appoggio

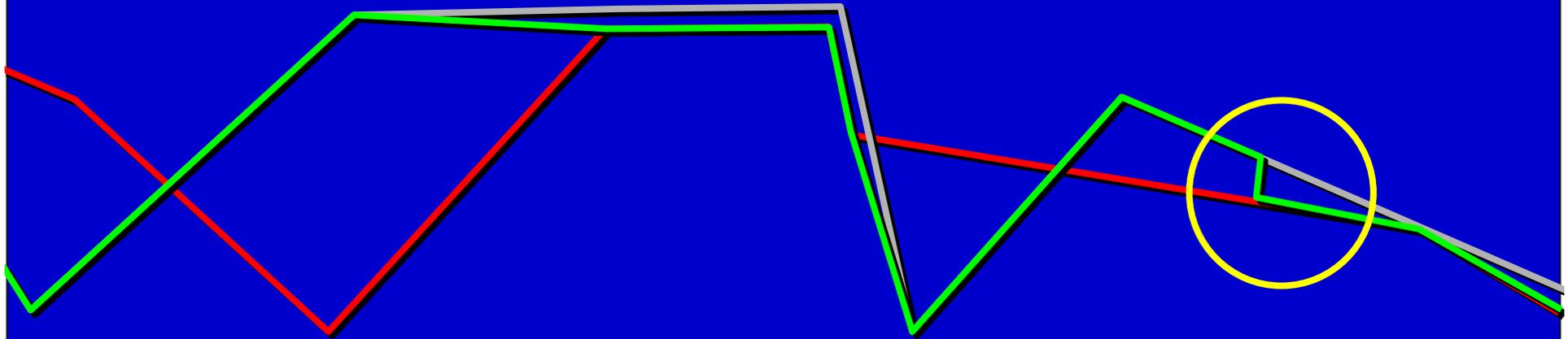
Linea grigia: linea da modificare

1 - nessuna operazione

2 - appoggio

3 - appoggio ??

Algoritmi per la topologia multistrato



Linea rossa: linea di appoggio

Linea grigia: linea da modificare

Linea verde: linea modificata

1 - nessuna operazione

2 - appoggio

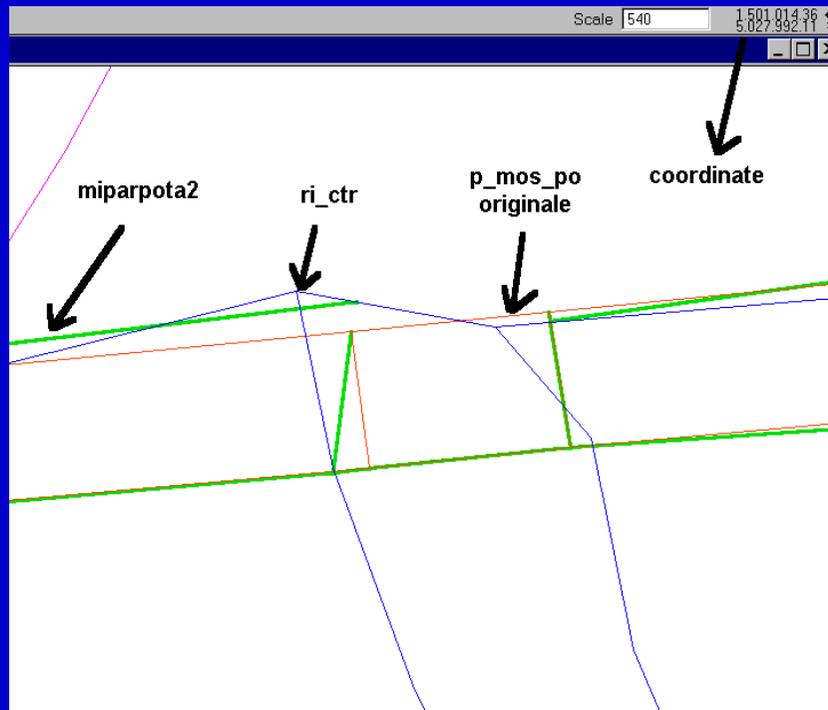
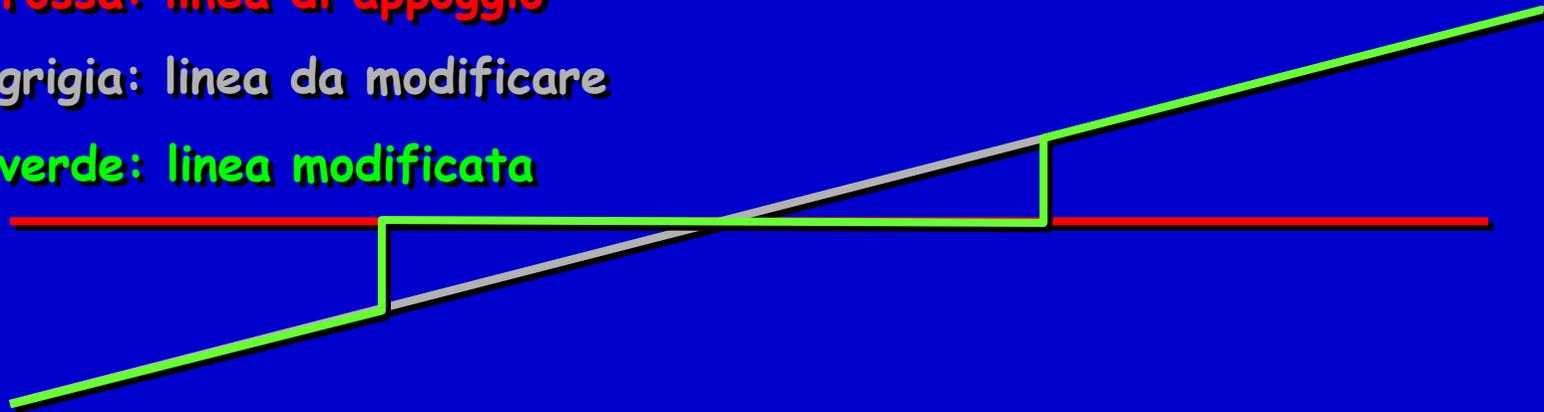
3 - appoggio ??

Algoritmi per la topologia multistrato

Linea rossa: linea di appoggio

Linea grigia: linea da modificare

Linea verde: linea modificata



**La limitatezza degli algoritmi
L'aritmetica finita**

La nascita di un "Sistema" deve prevedere la coerenza di dati nel tempo.

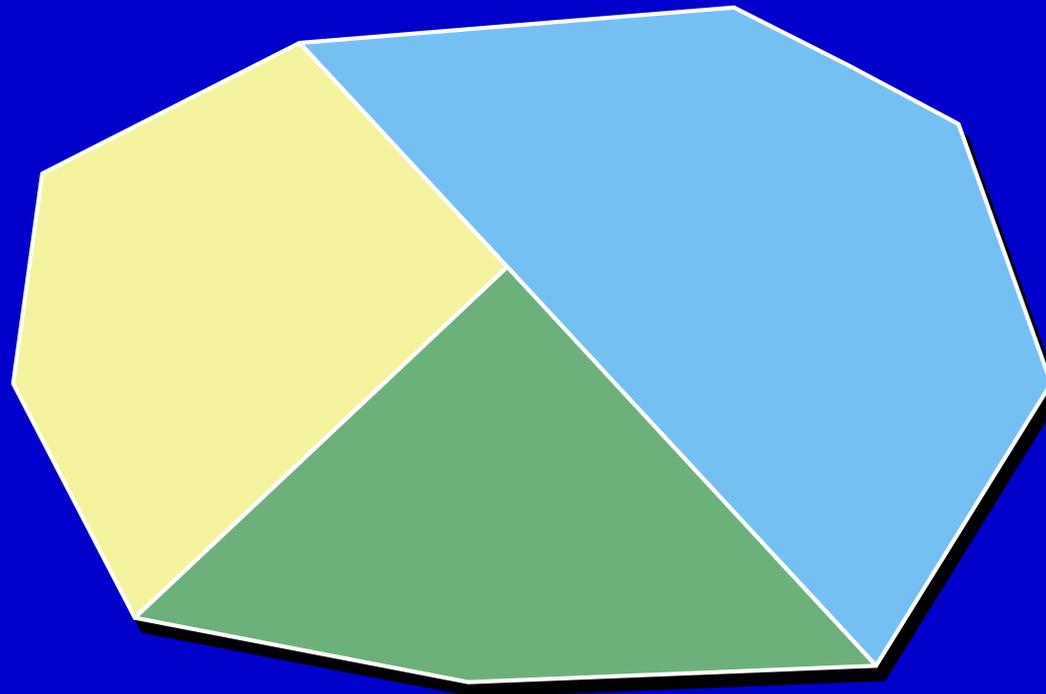
Quando risolvere le incongruenze?

- Durante l'acquisizione, tramite un ferreo controllo dei processi tecnici e organizzativi
- In fase di preelaborazione
- A livello di elaborazione, con SW (estremamente !?) evoluti

La regola di Eulero

La regola di Eulero

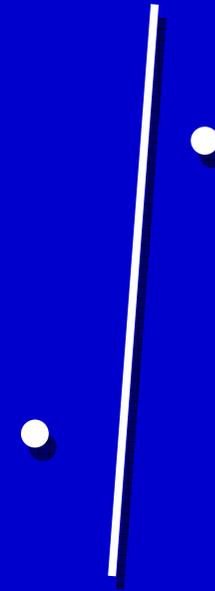
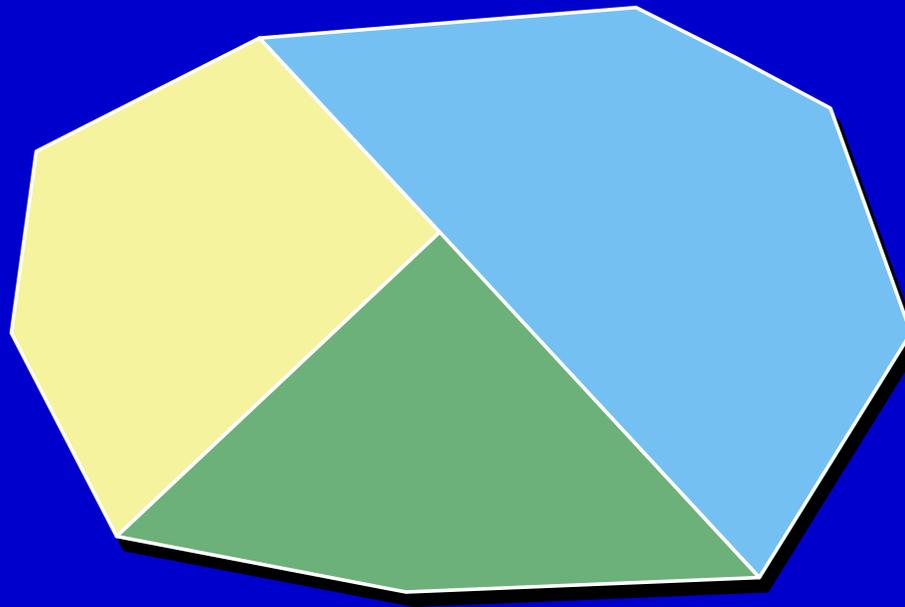
$$a - n = A - 1$$



$$6 \text{ archi} - 4 \text{ nodi} = 3 \text{ Aree} - 1$$

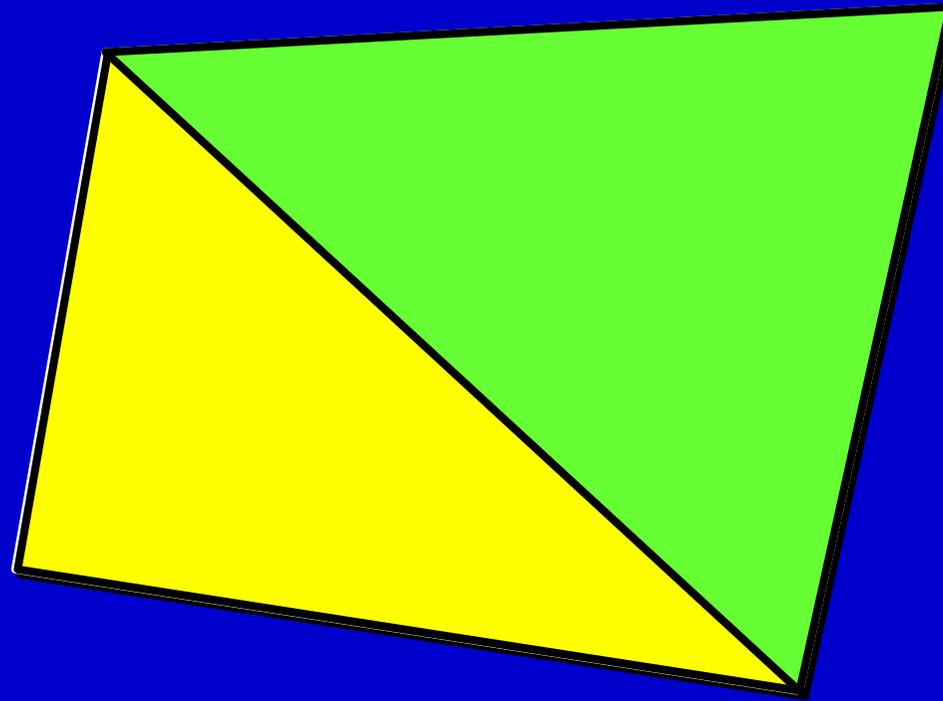
La regola di Eulero

$$a - n \equiv A - nic$$



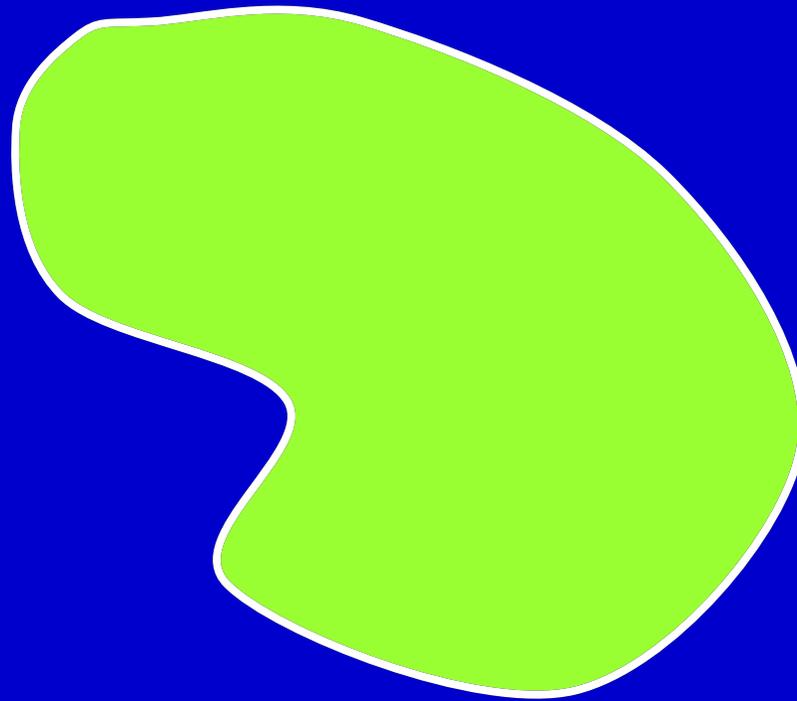
$$7 \text{ archi} - 8 \text{ nodi} \equiv 3 \text{ Aree} - 4 \text{ nic}$$

La regola di Eulero



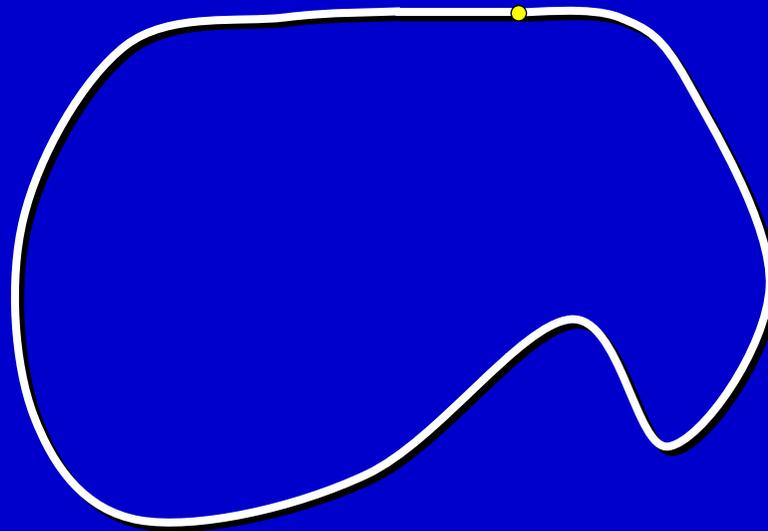
Quanti nodi ? Quanti archi ?

La regola di Eulero



Quanti nodi ? Quanti archi ?

La regola di Eulero



Quanti nodi ? Quanti archi ?

Sistemi Informativi Territoriali

Paolo Mogorovich
www.di.unipi.it/~mogorov