

Sistemi Informativi Territoriali

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

Nozioni di Cartografia

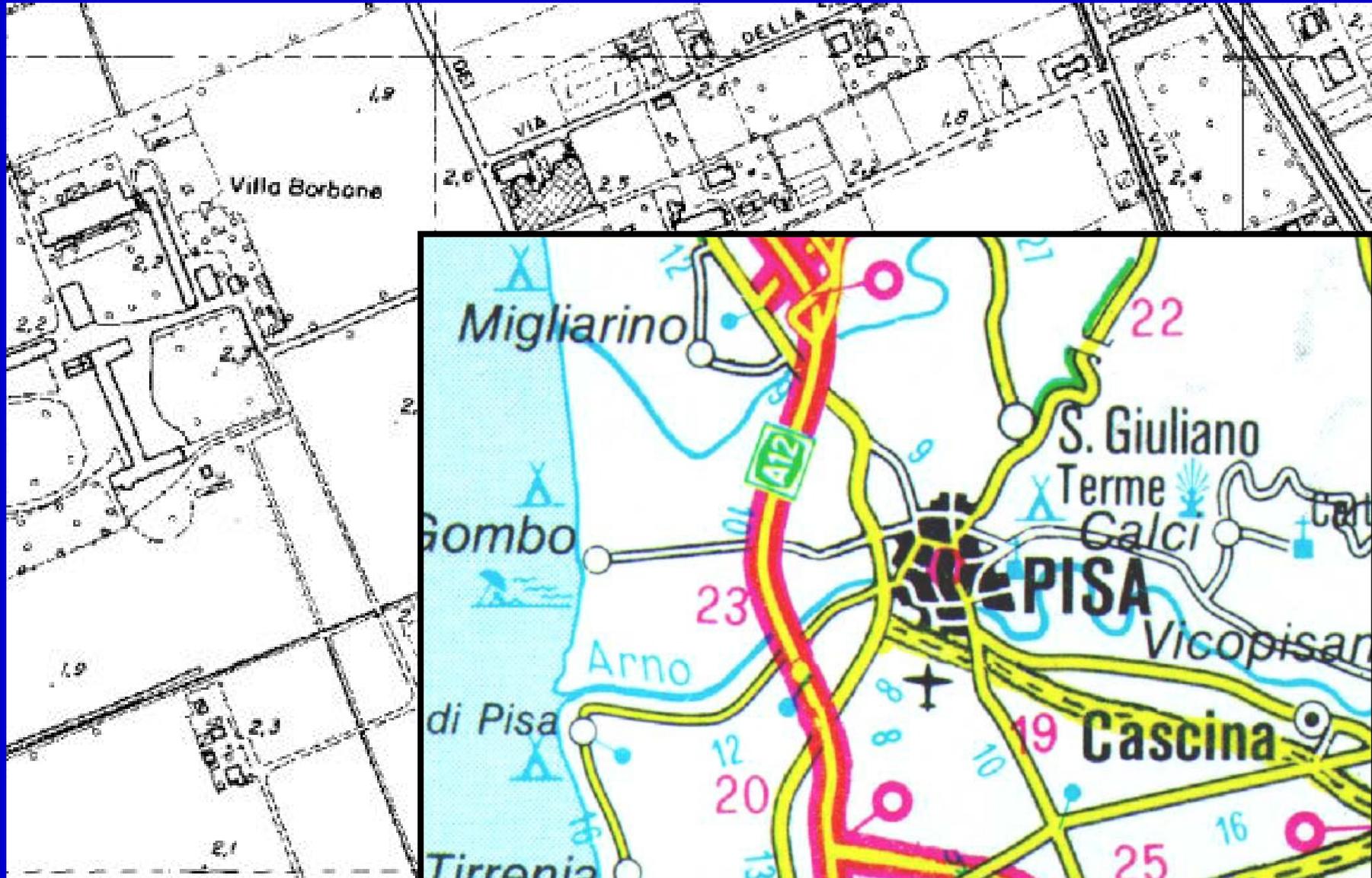
<http://www.di.unipi.it/~mogorov/>

Indice

- **Cartografia: lo scopo e il prodotto**
- **La scala**
- **Tipi di deformazione**
- **Coordinate piane e coordinate sferiche**
- **Produttori di cartografia in Italia**
- **Cartografia in "vera proiezione" e simbolica**
- **Cartografia topografica, tematica e fotografica**
- **Leggere le caratteristiche di una carta**
- **L'informazione altimetrica**
- **La scala e l'accuratezza**
- **Livelli principali**

Cartografia (razionale e artistica)

- Lo scopo della Cartografia è di riportare graficamente sul piano, mediante opportune leggi matematiche, quanto esiste sulla superficie terrestre
- La Cartografia razionale si occupa di stabilire una corrispondenza biunivoca, sotto forma di relazioni matematiche analitiche, tra i punti della superficie terrestre e gli omologhi punti sul piano.
- La Cartografia applicata si occupa di attuare nel piano, sotto forma di disegno artistico, il tipo di rappresentazione prescelto (dopo aver stabilito una certa scala).



La carta

Prodotto della cartografia disegnata è un documento cartaceo, piano, che descrive, con un'apposita simbologia e tramite alcune convenzioni, alcuni degli oggetti presenti in una certa parte di territorio.

Il processo che porta al disegno di una carta include i seguenti passi fondamentali:

- definizione di un modello della terra (un elissoide con determinate caratteristiche) che approssimi nel modo migliore la superficie terrestre con una figura esprimibile da una formula geometrica
- proiezione della superficie dell'elissoide su un piano trovando un compromesso tra le inevitabili approssimazioni che questo processo produce
- definizione di un sistema di riferimento
- rilevamento degli oggetti presenti sul territorio e riporto sulla carta

La scala

La scala della carta è il rapporto di riduzione delle lunghezze tra la carta ed il terreno (1:25000 indica che ad un mm della carta corrispondono 25000 mm sul terreno, ossia 25 metri).

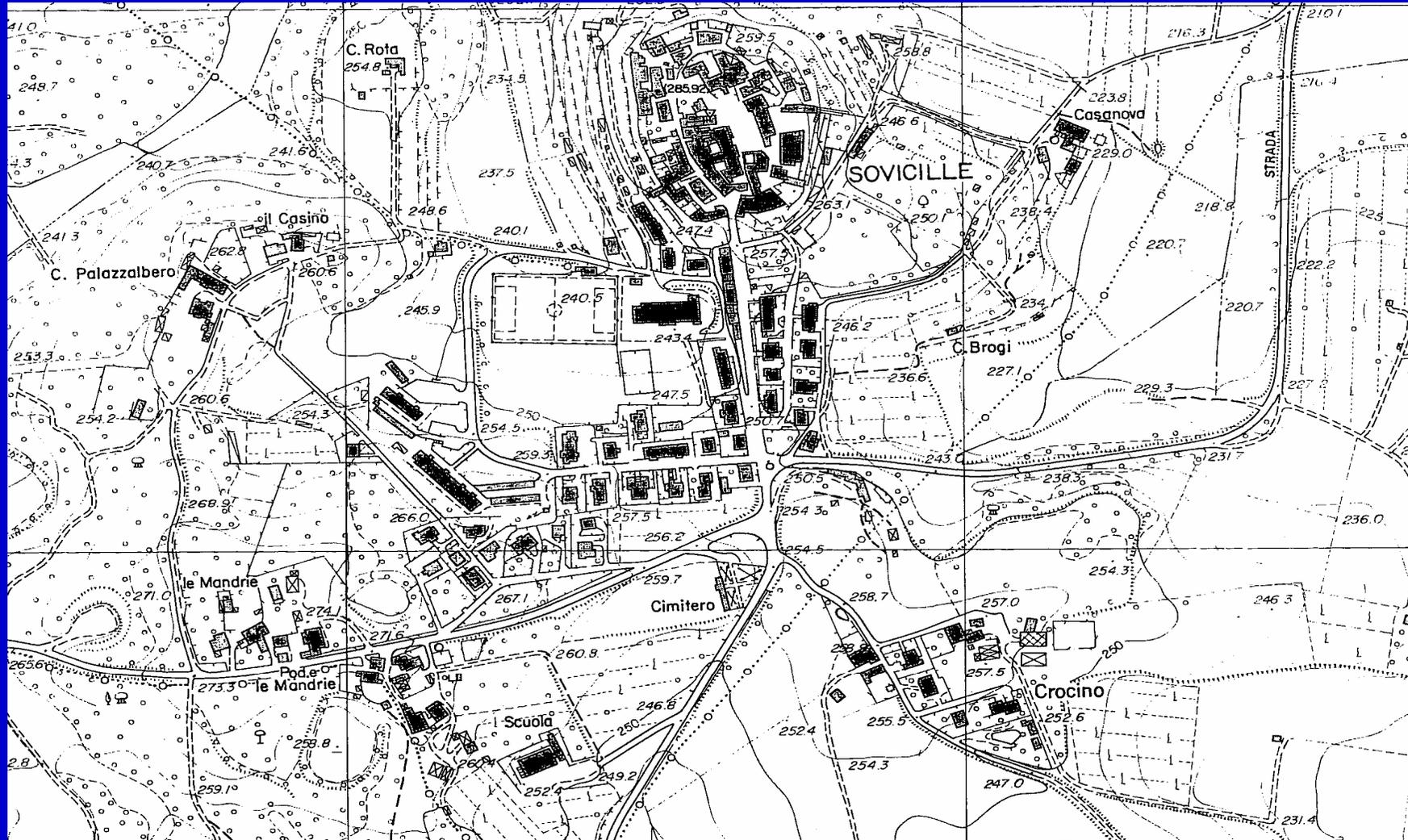
Si parla comunemente di

- **GRANDE SCALA** per scale 1:500, 1:1.000, 1:2.000
- **MEDIA SCALA** per scale 1:5.000, 1:10.000
- **PICCOLA SCALA** per scale 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, ...

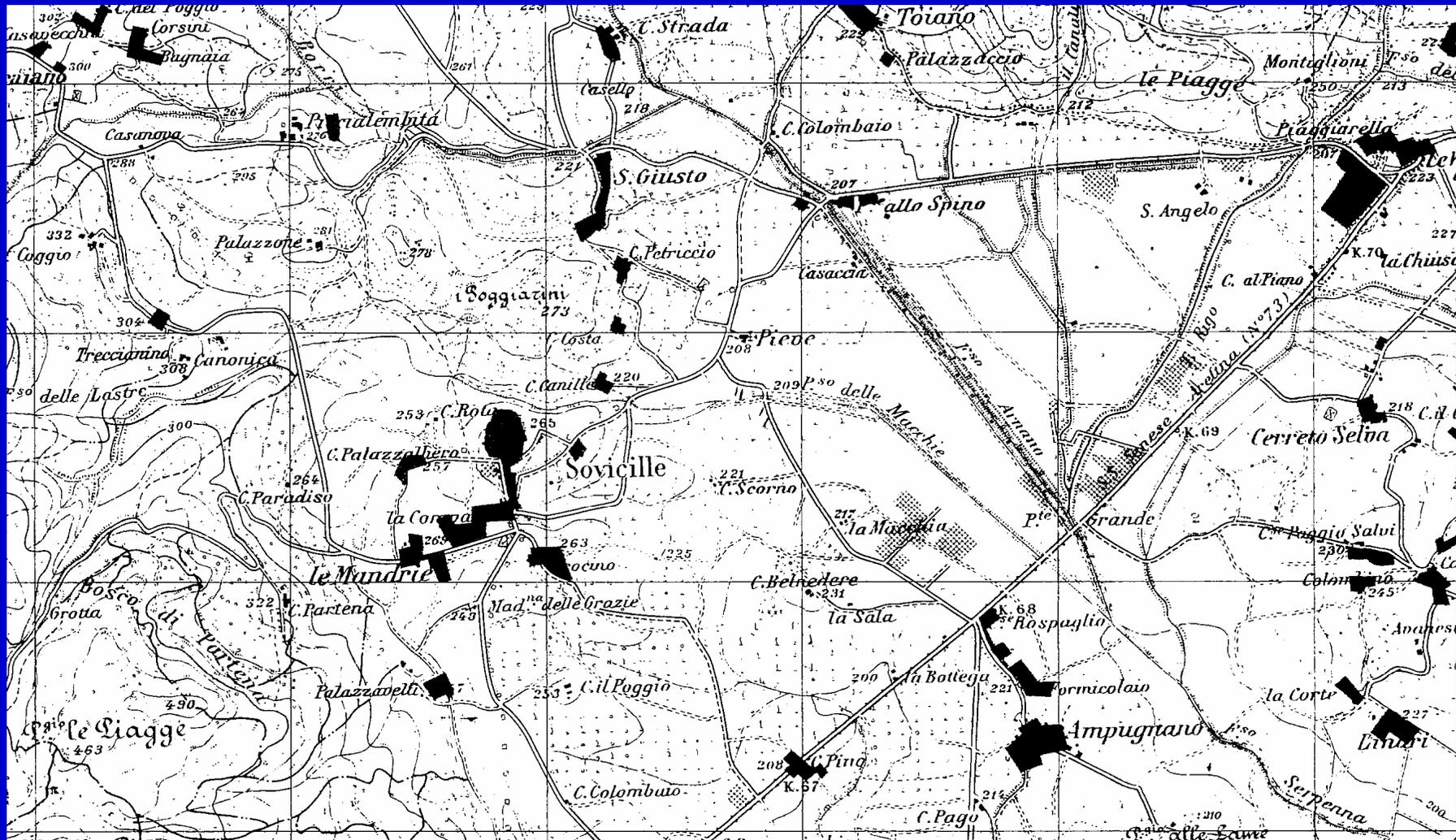
La scala non è esattamente costante in tutti i punti della carta, ma è riferita solo ad alcuni punti o direzioni particolari

Le informazioni presenti in una certa scala sono sufficienti a costruire una carta a scala più piccola, a meno che non si desideri introdurre nuovi temi (Processo di "Generalizzazione")

Cartografia: media scala



Cartografia: piccola scala



Classificazione delle carte secondo la scala

- **planisferi** quando rappresentano tutta la superficie terrestre;
- **mappamondi** quando la rappresentazione è effettuata su una sfera;
- **carte geografiche o generali** quando mostrano una grande estensione della superficie terrestre a piccolissima scala, fino ad 1:2.000.000;
- **carte corografiche** quando la rappresentazione è a scale comprese tra 1:1.000.000 e 1:200.000;
- **carte topografiche** quando la rappresentazione è a scale comprese tra 1:100.000 e 1:5.000;
- **mappe** quando la rappresentazione è tra 1:4000 e 1:1000;
- **piante** per scale grandissime, da 1:500 a valori maggiori;
- **Carte Tecniche Regionali**, che sono rappresentazioni specificamente finalizzate ad interventi sul territorio, in scale da 1:10000 sino ad 1:2000.

Classificazione delle proiezioni secondo le deformazioni

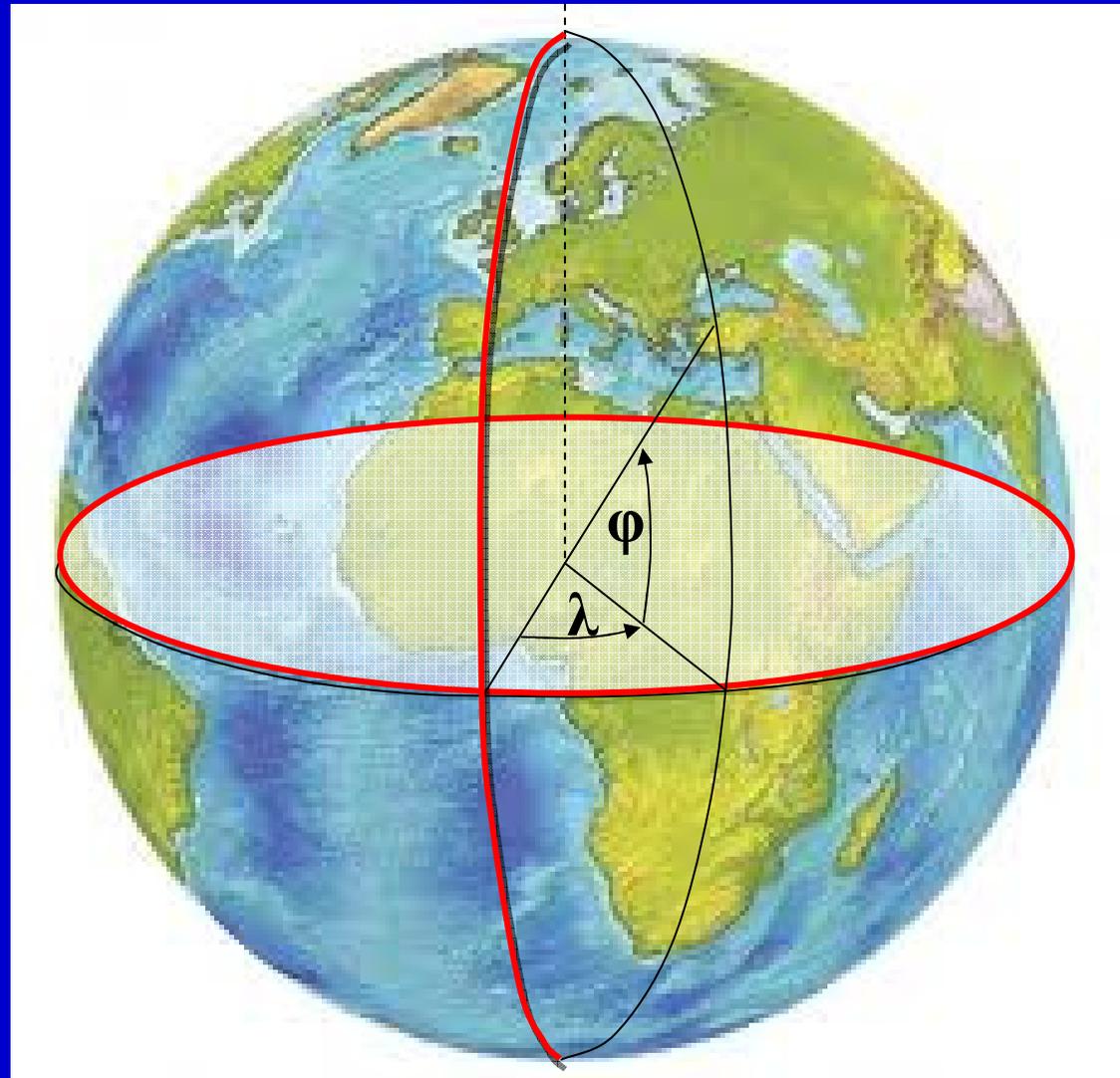
- **carte autogonali o isogoniche o conformi o ortomorfe**, quando gli angoli tra le direzioni spiccantisi dai singoli punti risultano inalterati, e di conseguenza è conservata la similitudine tra figure infinitesime corrispondenti dell'ellissoide e del piano;
- **carte equivalenti o autaliche**, quando vengono conservate le aree, pur presentando distorsione delle forme;
- **carte equidistanti o lineari**, quando il rapporto tra le lunghezze sul piano e sull'ellissoide è costante lungo particolari direzioni;
- **carte afillattiche**, quando, generalmente in misura limitata, sono presenti tutte le diverse possibili deformazioni.

Coordinate sferiche e coordinate piane

- Se si considera un modello tridimensionale della terra (in pratica l'elissoide) le coordinate di un punto si misurano in latitudine e longitudine e vengono misurate in gradi e frazioni di grado (gradi sessagesimali $gg^{\circ} mm' ss''$ o decimali $gg.xxxx$)
- (all'equatore)
 - Un secondo d'arco [$00^{\circ} 00' 01''$] corrisponde a circa 30 m
 - Un decimillesimo di grado [00.0001] corrisponde a circa 11 m
 - Un centomillesimo di grado [00.00001] corrisponde a circa 1 m

Longitudine e latitudine

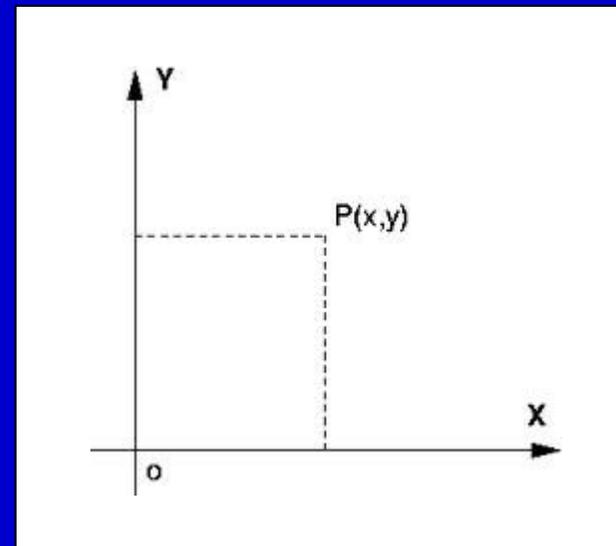
- La latitudine è la distanza angolare di un punto dall'equatore " ϕ "
- La longitudine è la distanza angolare di un punto, misurata tra il meridiano che passa per quel punto e un meridiano di riferimento " λ "



Coordinate sferiche e coordinate piane

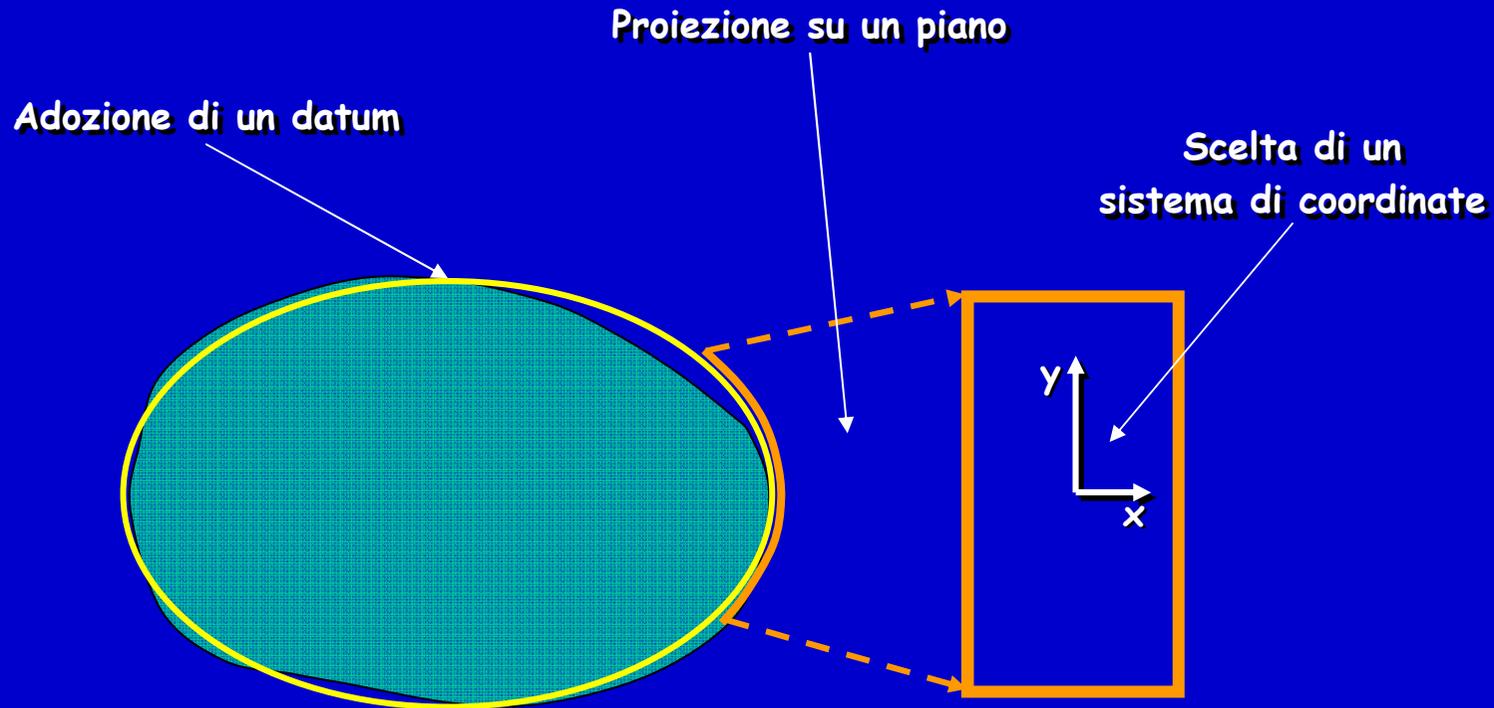
- Se si considera un modello "piano" della terra (di una parte di essa !!) e si definisce su tale piano un sistema di assi ortogonali (x,y) , le coordinate di un punto, e di conseguenza le coordinate dell'oggetto corrispondente sul terreno, sono la distanza del punto dall'asse delle y (coordinata x) e la distanza del punto dall'asse delle x (coordinata y).

- In genere si misurano in "metri".



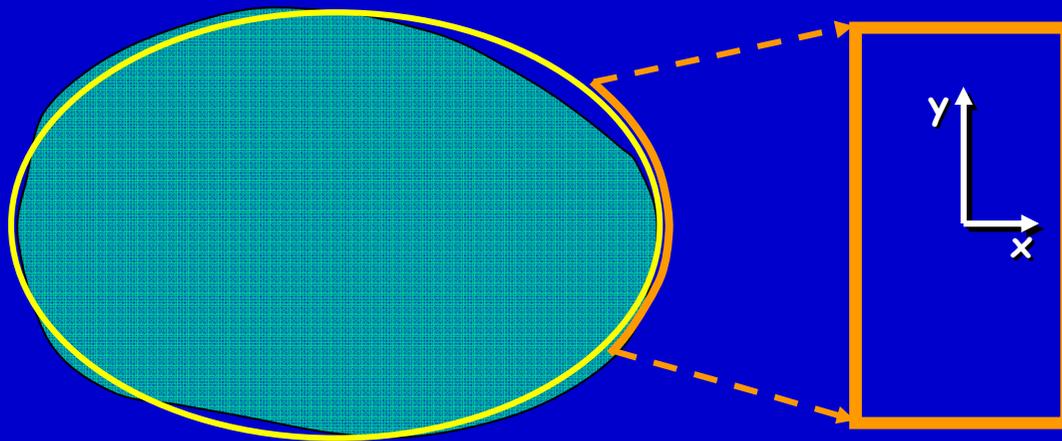
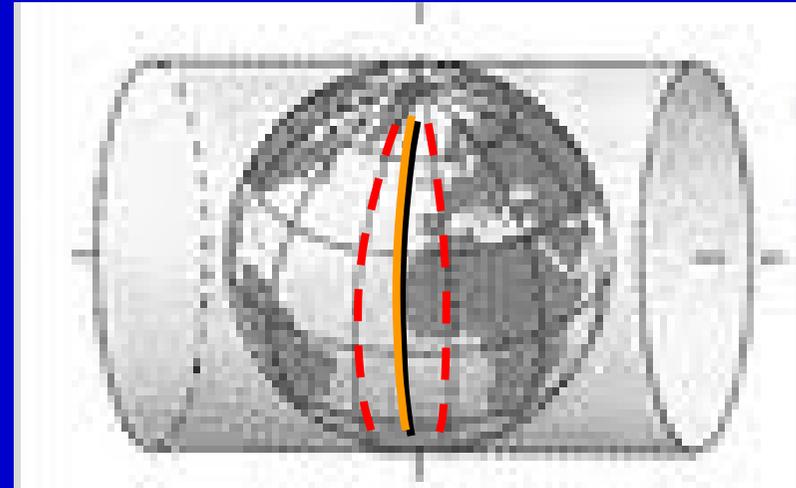
Coordinate sferiche e coordinate piane

Dal geoide a un sistema di riferimento piano

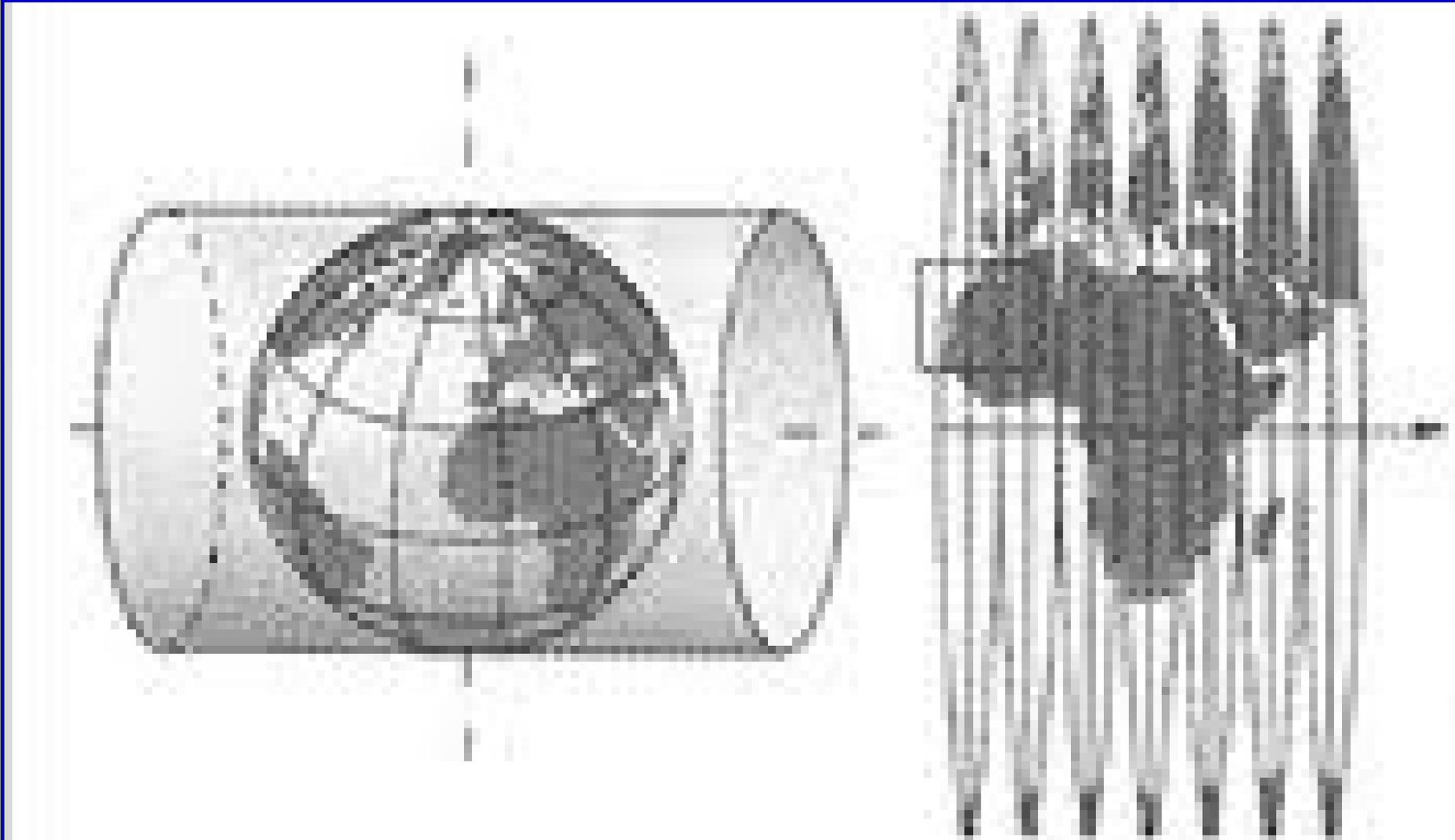


Coordinate sferiche e coordinate piane

Una proiezione risulta abbastanza fedele solo in una parte limitata della superficie terrestre



Coordinate sferiche e coordinate piane

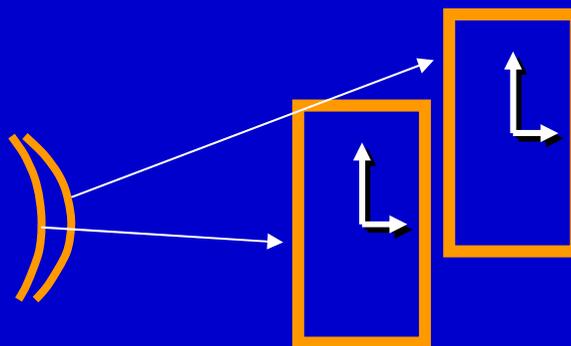


Codici EPSG

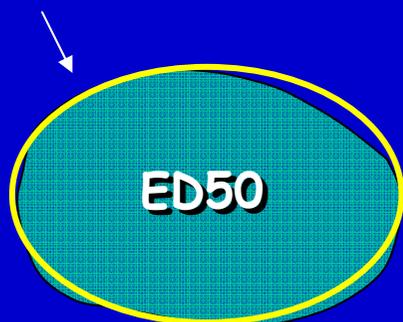
Cartografia: coordinate



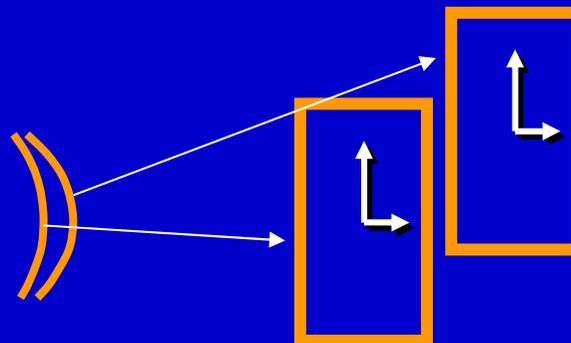
Lat.Long.
EPSG 4265



x,y
EPSG
3003 e 3004



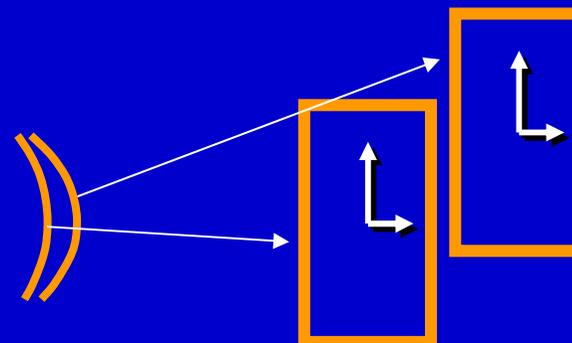
Lat.Long.
EPSG 4230



x,y
EPSG
23032 e 23033



Lat.Long.
EPSG 4326



x,y
EPSG
32632 e 32633

Codici EPSG

- **3003 e 3004** - datum Roma40, Proiezione di Gauss-Boaga, fuso ovest e fuso est
- **23032 e 23033** - datum ED50, Proiezione UTM, fuso 32 e fuso 33
- **32632 e 32633** - datum WGS84, Proiezione UTM, fuso 32 e fuso 33

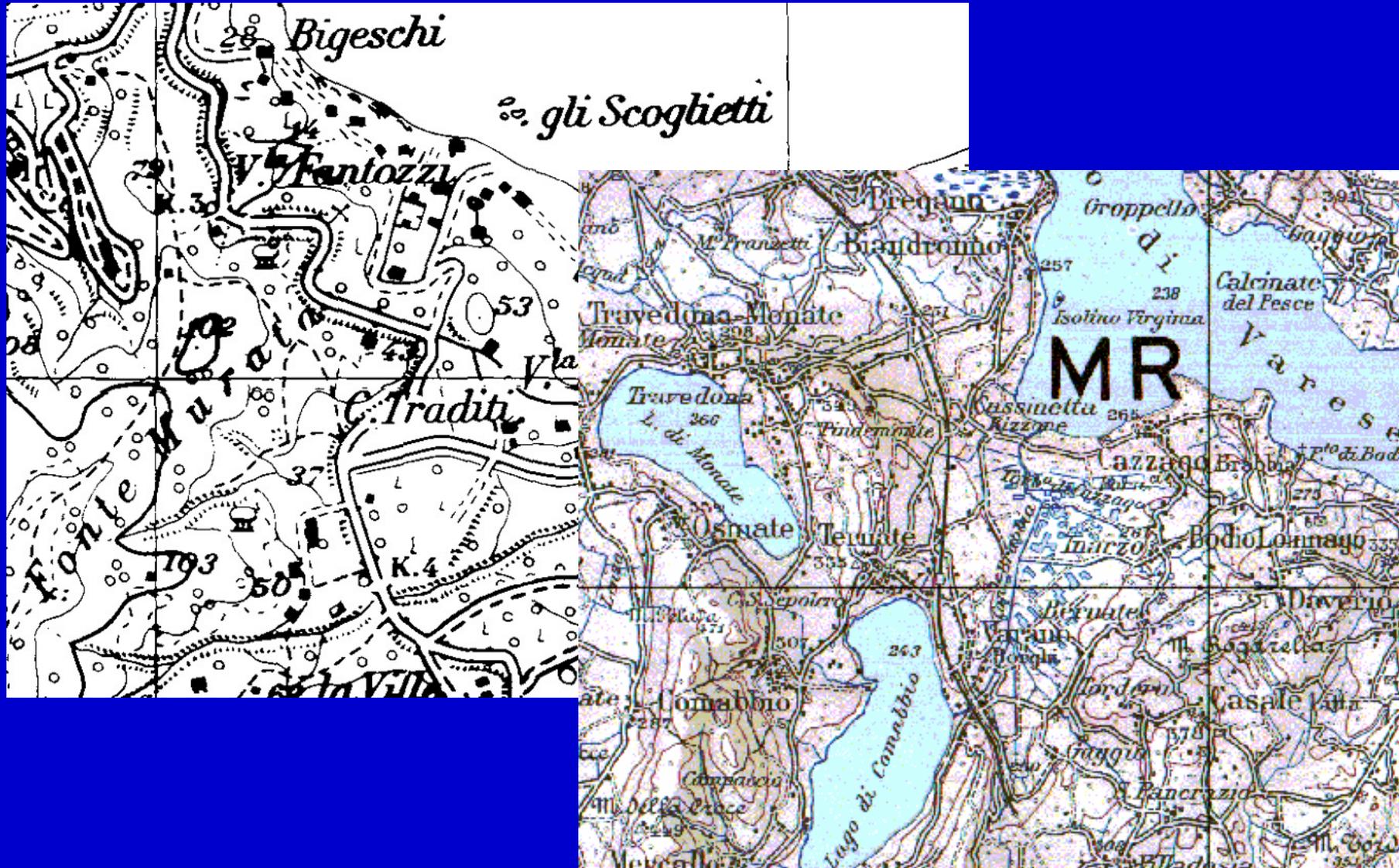
Codici EPSG

- | | | |
|------------------------------|----------------------|--------------------|
| • Geografiche (WGS84) | Long. 10° 25' 24",8 | Lat. 43° 43' 09",3 |
| • Geografiche Roma40 M.Mario | Long. -02° 01' 42",7 | Lat. 43° 43' 06",9 |
| • Geografiche ED50 | Long. 10° 25' 28",3 | Lat. 43° 43' 12",9 |
| • UTM-WGS84 f.32 | Est 614.669,6 | Nord 4.841.677,2 |
| • GAUSS-BOAGA f.O | Est 1.614.696,4 | Nord 4.841.690,5 |
| • UTM-ED50 f.32 | Est 614.751,4 | Nord 4.841.876,6 |

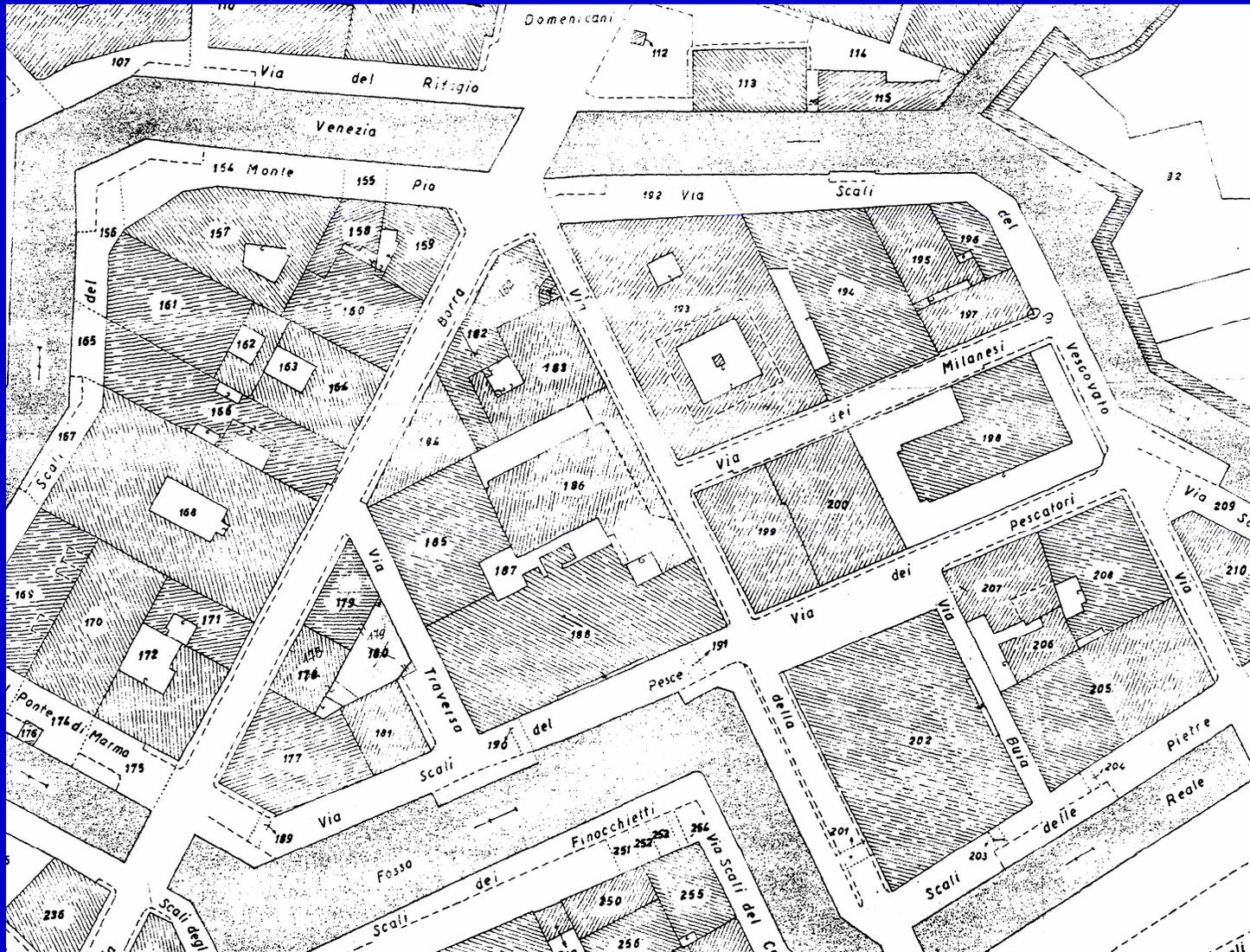
I produttori di cartografia in Italia

- **I.G.M.I.** si concentra soprattutto sulla produzione della nota cartografia in scala 1:25.000 ("tavole"), oltre a quella più datata in scala 1:100.000 (277 "fogli") ed a quella in scala 1:50.000 ("quadranti")
- Il **Catasto** produce cartografia a grande scala (1:2.000, ma talvolta anche 1:500, e 1:4.000), per una conoscenza dettagliata a fini fiscali del territorio e della sua ripartizione in unità elementari (le particelle) di cui sono conservate diverse informazioni, tra cui quelle relative alla proprietà. La cartografia catastale non riporta informazioni altimetriche.
- L' **Istituto Idrografico della Marina** opera soprattutto nella rilevazione delle coste e nella misura della profondità dei fondali marini (curve batimetriche), producendo cartografia finalizzata alla navigazione.

Produttori di Cartografia: IGM



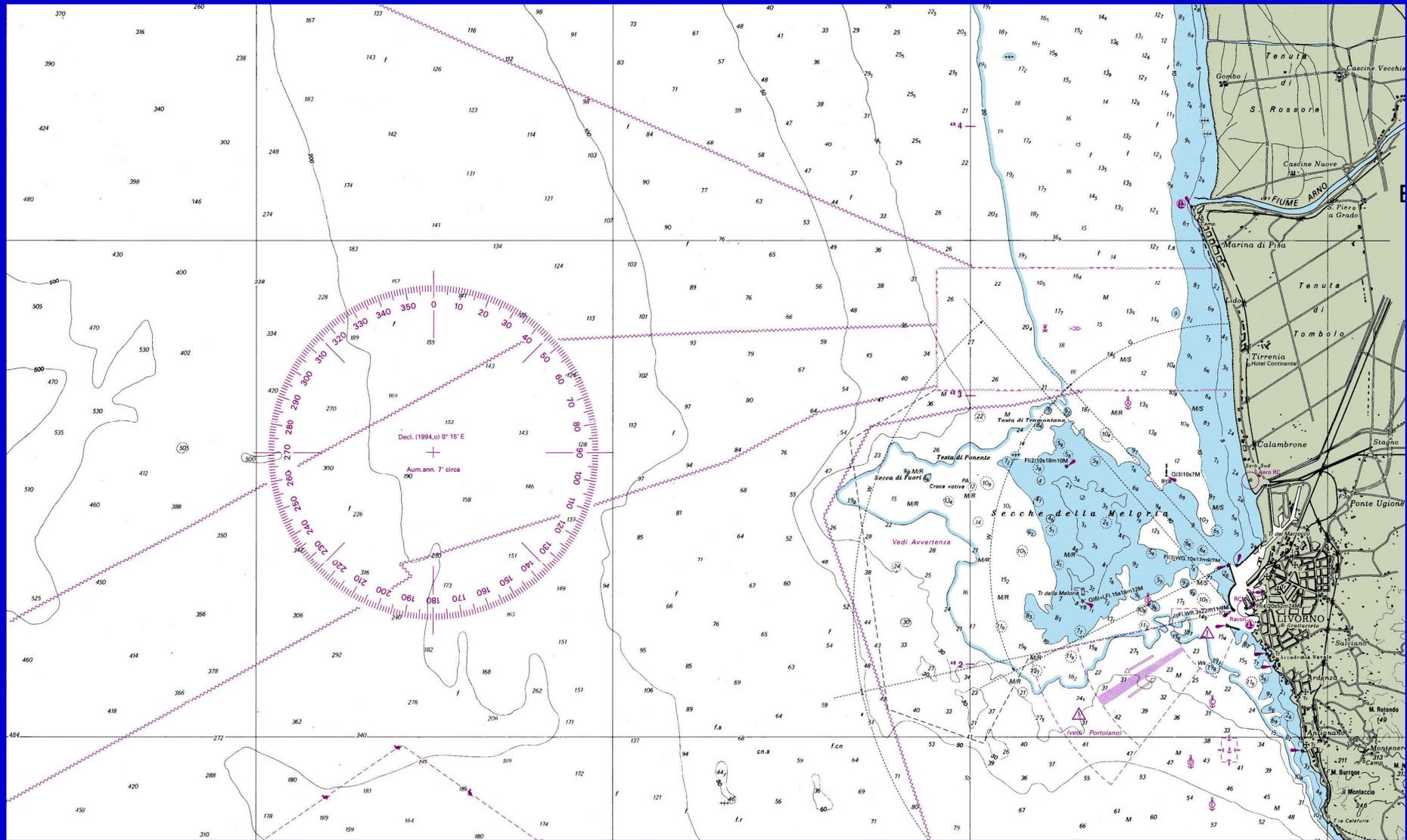
Produttori di Cartografia: Catasto



Coordinate in diversi Sistemi di Riferimento

• Geografiche (WGS84)	Long. 10° 25' 24",8	Lat. 43° 43' 09",3
• Geografiche Roma40 M.Mario	Long. -02° 01' 42",7	Lat. 43° 43' 06",9
• Geografiche ED50	Long. 10° 25' 28",3	Lat. 43° 43' 12",9
• UTM-WGS84 f.32	Est 614.669,6	Nord 4.841.677,2
• GAUSS-BOAGA f.O	Est 1.614.696,4	Nord 4.841.690,5
• UTM-ED50 f.32	Est 614.751,4	Nord 4.841.876,6
• Siena - Torre del Mangia	X= 44953,38	Y= -73221,67
• Elba - Monte Orello	X= 104321,62	Y= 8253,16
• Genova - Forte Diamante	X= -81364,98	Y= 119586,54
• Gorgona - Semaforo	X= 32521,59	Y= 42664,47
• Montecristo - Monte Fortezza	X= 153461,32	Y= 9184,80
• Capraia - Torre Fortezza	X= 74764,70	Y= 46585,43

Produttori di Cartografia: IIM



I produttori di cartografia in Italia

e inoltre

- Le Regioni
- Le Province
- I Comuni
- C.I.G.A
- Servizio Geologico Nazionale
- Istituto Geografico De Agostini
- Touring Club Italiano
- Automobil Club Italiano
- ENEL
- FF.SS.
- e altri

Cartografia simbolica e "in vera proiezione"

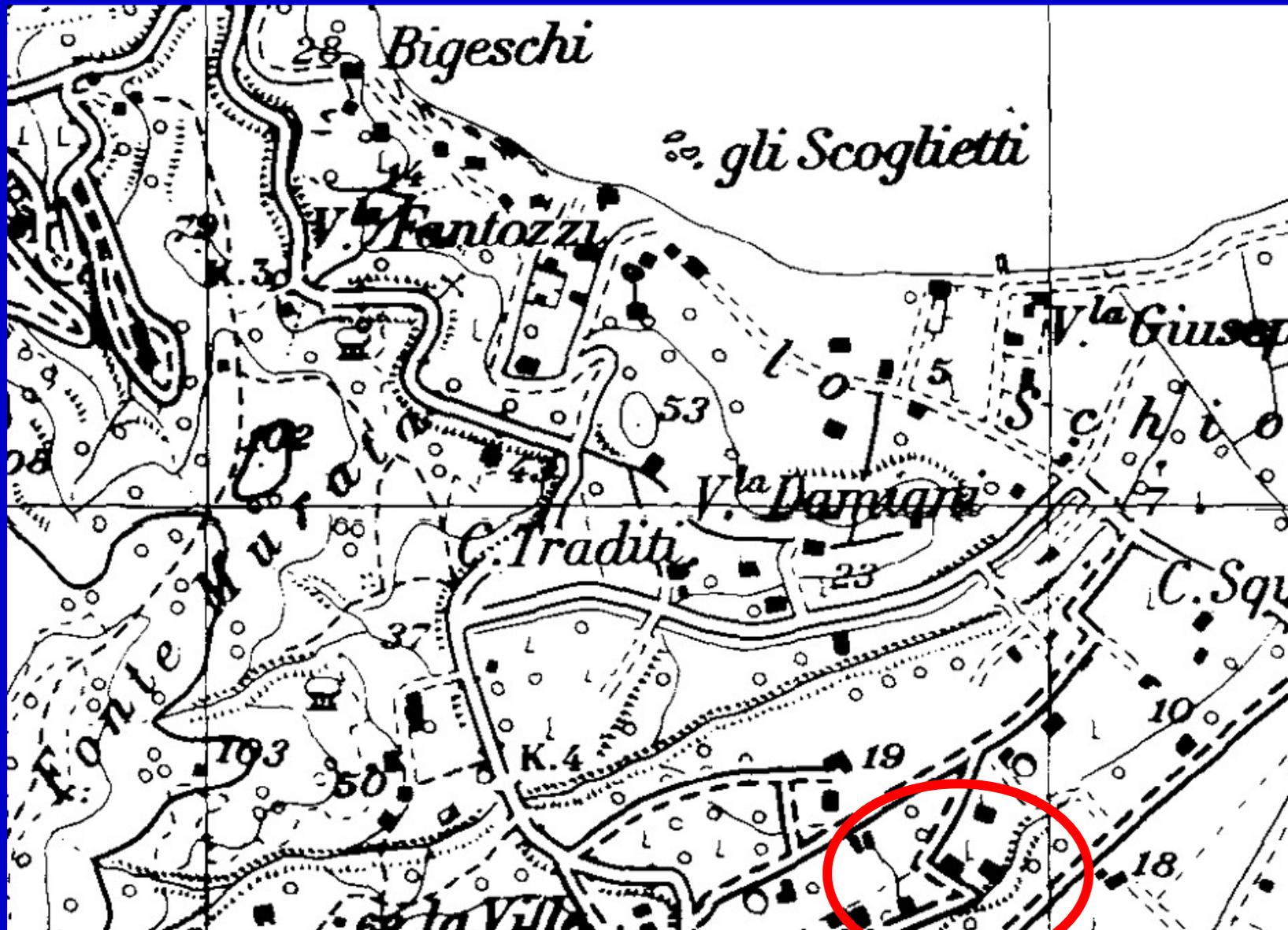
Dal testo "Segni convenzionali e norme sul loro uso - vol.I - cartografia alla scala 1:25000" pubblicato dall'I.G.M.I.:

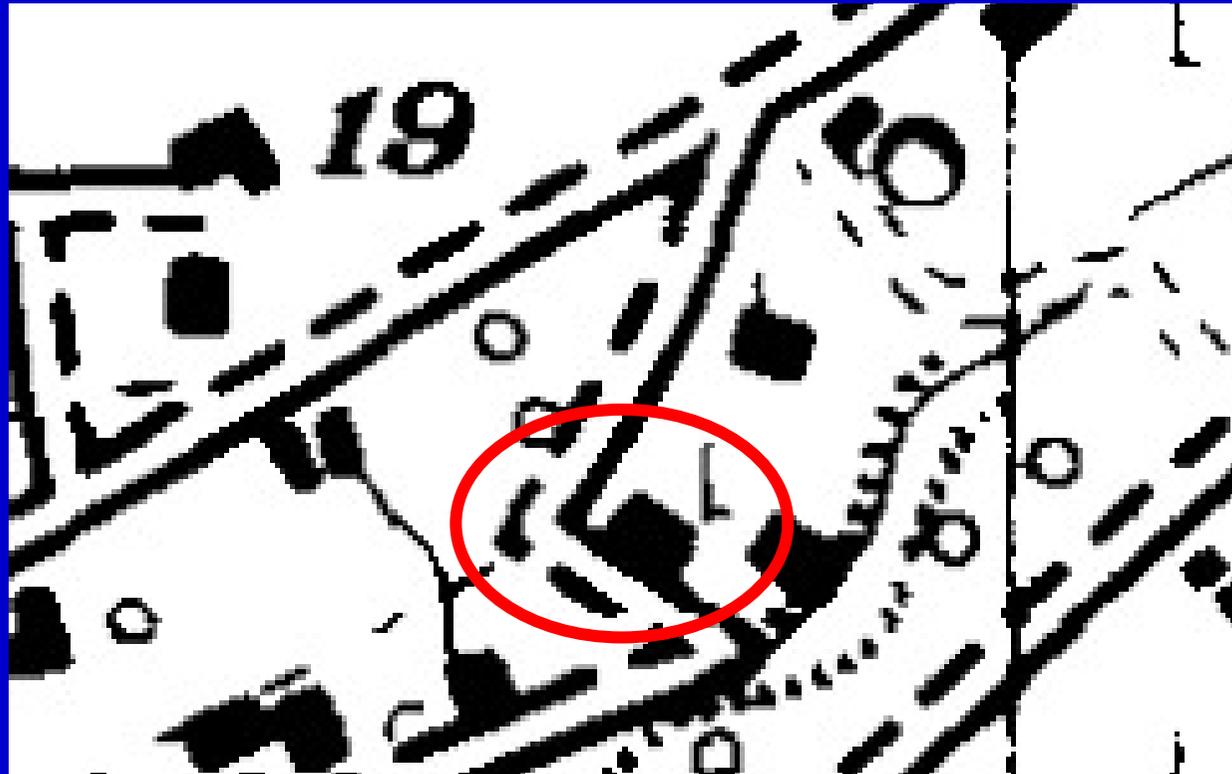
. . . "ogni segno ha forma simile e dimensione proporzionata a quella del particolare che rappresenta. Solo quando ragioni di graficismo rendano ciò impossibile, si usano segni convenzionali. Solo nelle carte topografiche a piccolo o a piccolissimo denominatore i segni possono essere proporzionati alla grandezza reale dei particolari che rappresentano; oltre un certo limite, acquisterebbero dimensioni così piccole da non potersi distinguere; da ciò emerge la necessità di ricorrere a segni imitativi (segni convenzionali) di dimensioni determinate."

. . . "per le case isolate di abitazione, le dimensioni grafiche non devono mai essere inferiori a 3/4 di millimetro per il lato più lungo (in scala 1:25000 corrisponde a circa 18 metri sul suolo). Quando per tale norma, la proiezione di una casa risulti ingrandita, si armonizza in relazione con le case vicine più grandi, ingrandendo alquanto anche il segno di queste"

Cartografia simbolica e "in vera proiezione"

- Nella cartografia a media/piccola scala (es.: 1:25.000) ragioni di graficismo obbligano talvolta ad adottare segni convenzionali e a modificare dimensioni e posizione degli elementi. Di conseguenza gli oggetti possono apparire di dimensione e forma diverse e non nell'esatta posizione.
- Le Carte Tecniche sono caratterizzate dal fatto che tutti gli elementi sono rappresentati in vera proiezione, senza subire operazioni di "gonfiamento" o di "spostamento". Si tratta quindi di una cartografia a media scala (fino a 1:5.000, 1:10.000), adeguata per attività di progettazione.



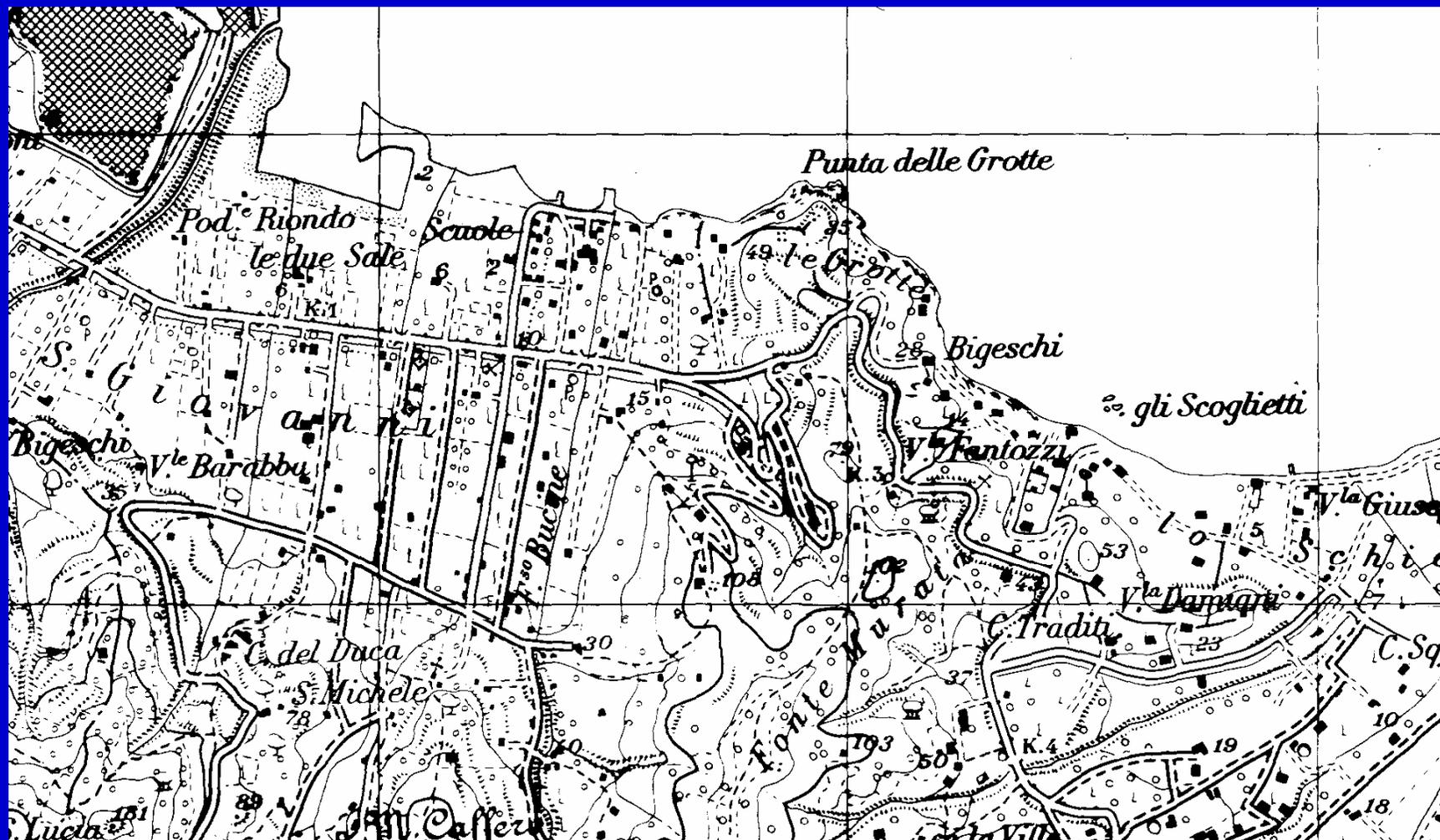


Casa "spostata" e probabilmente "ingrandita"

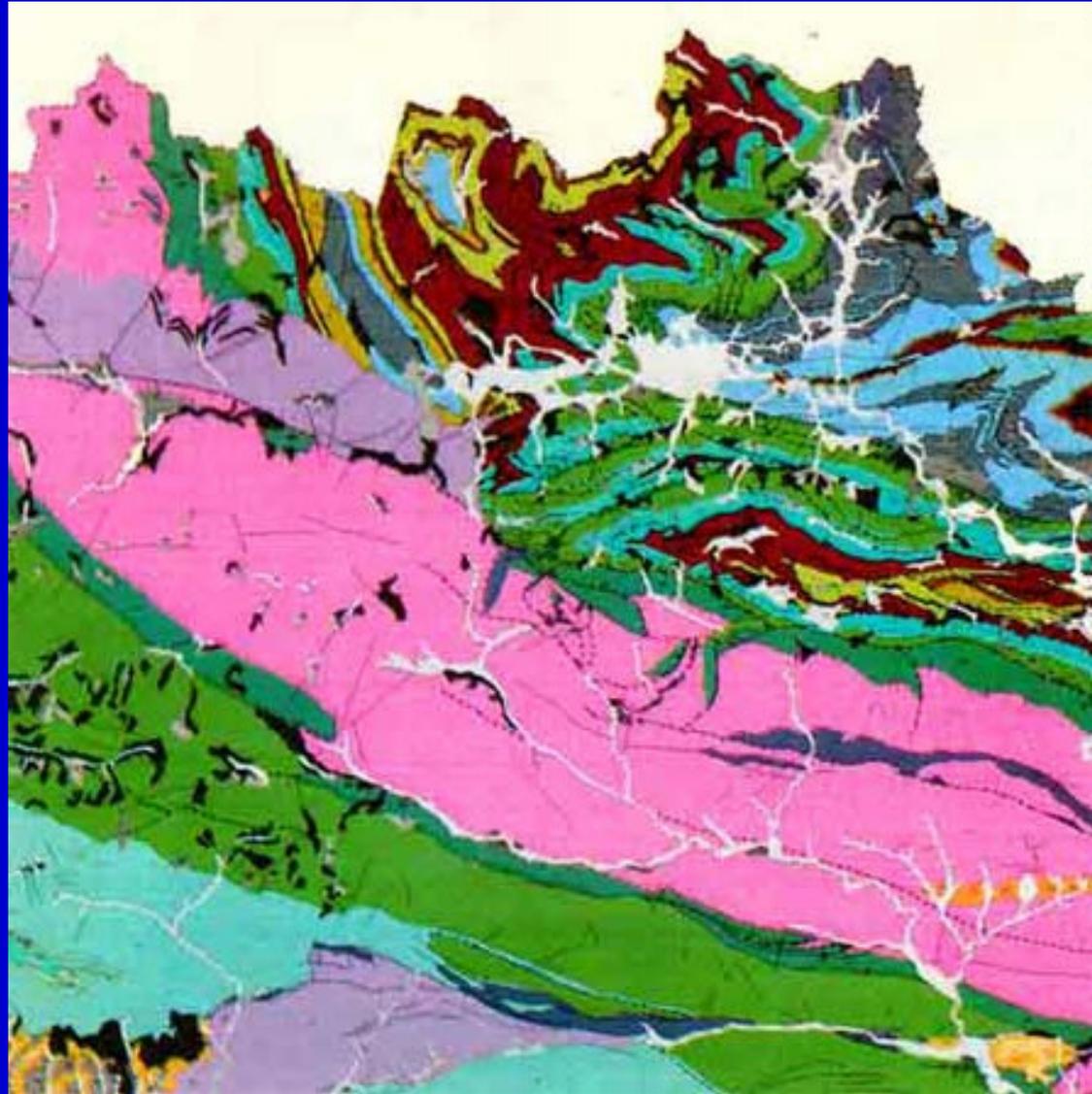
Cartografia topografica, tematica e fotografica

- **Cartografia topografica:** quella che contiene alcuni temi tipici: viabilità, edificato, idrografia, orografia, vegetazione, toponomastica e limiti amministrativi.
- **Cartografia tematica:** rappresenta solo un contenuto, un aspetto del territorio (un "tema") e non tutti gli elementi che normalmente lo descrivono
- **Cartografia fotografica:** cartografia in cui la forma grafica della carta è sostituita dall'immagine fotografica, globalmente o differenzialmente raddrizzata (ortofoto e fotocarte).

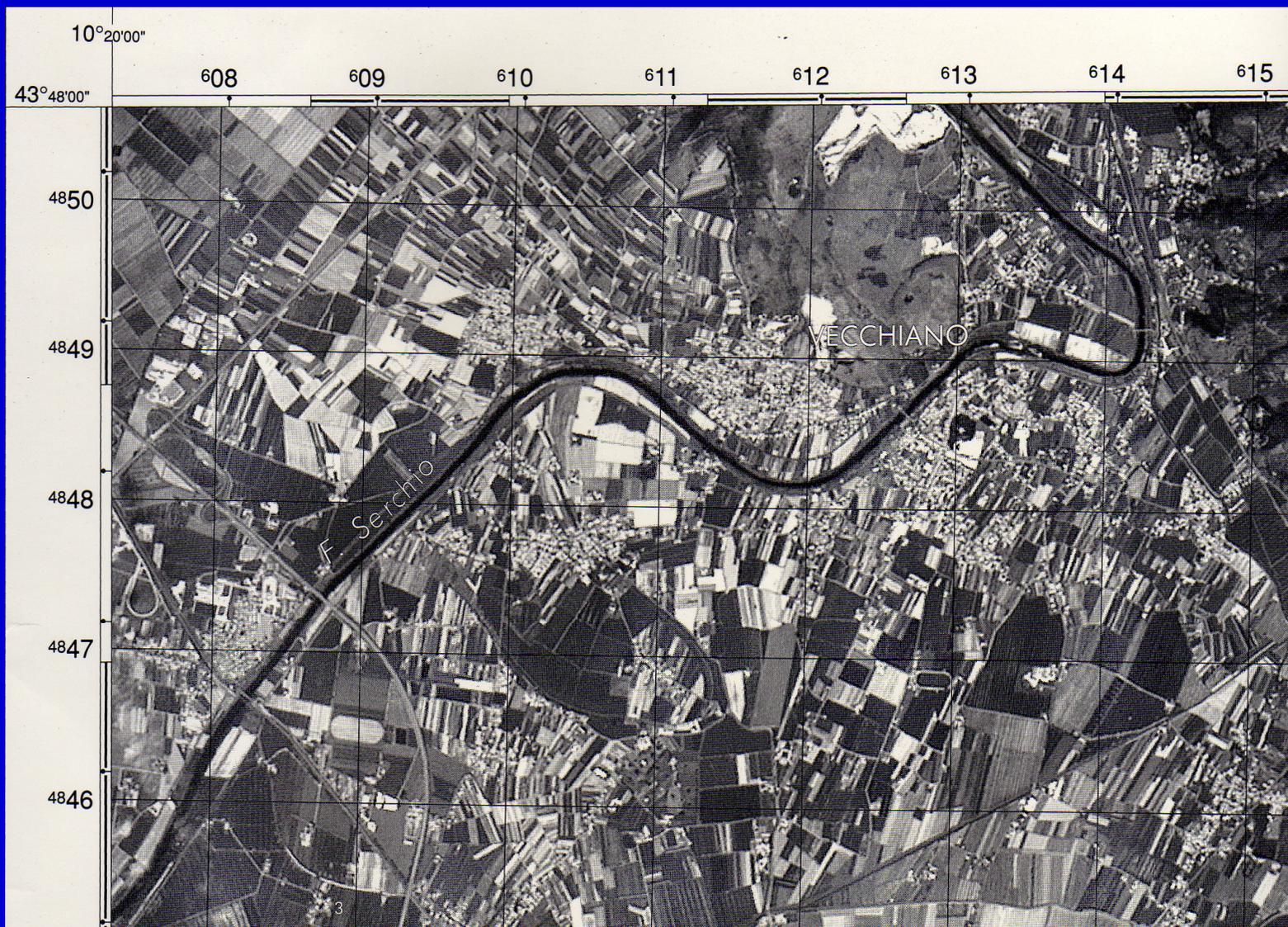
Cartografia topografica



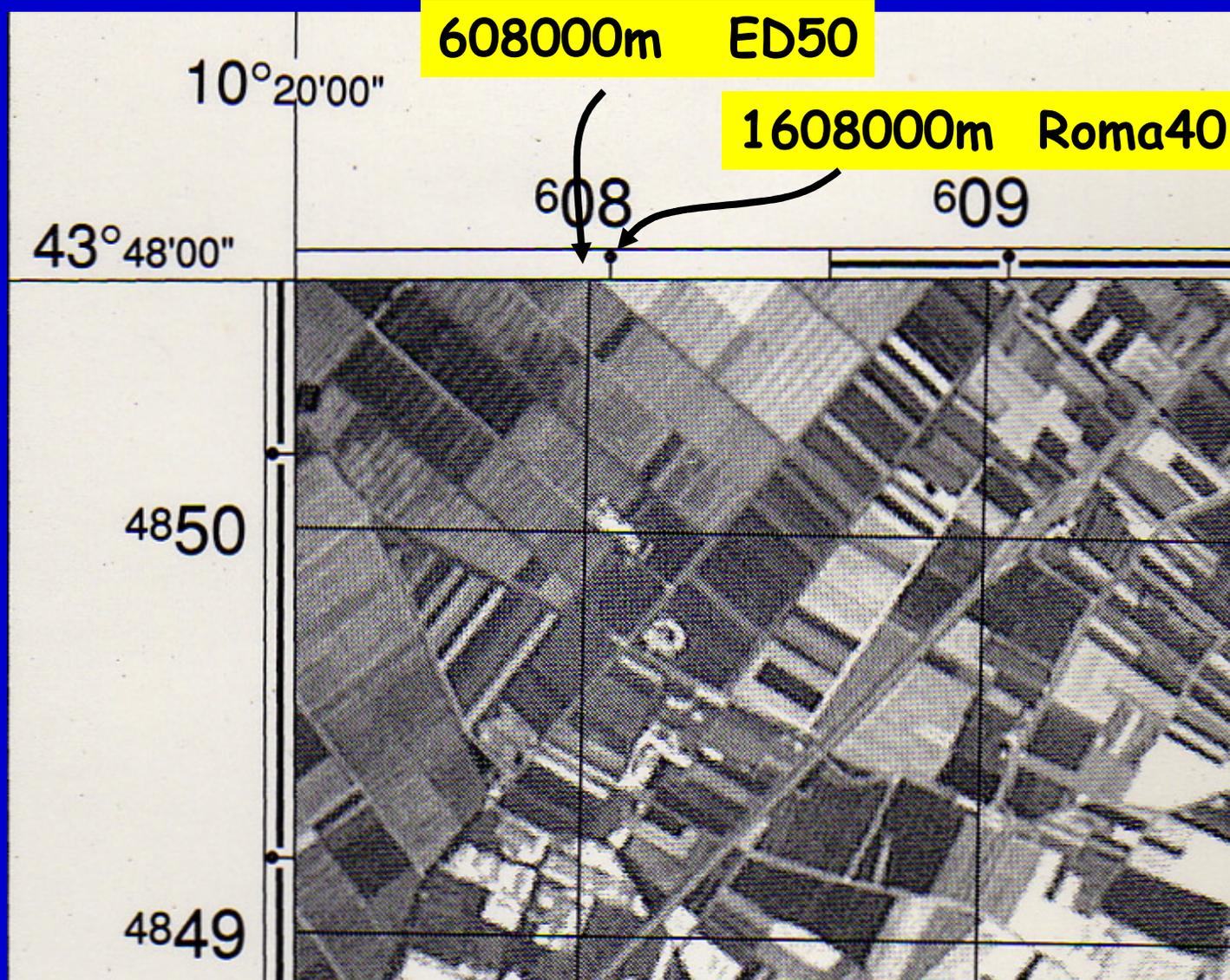
Cartografia tematica



Cartografia fotografica



Cartografia fotografica



Capire e usare il contenuto informativo di una carta

Capire il contenuto della carta

- Individuare la scala
- Capire se la carta è in "vera proiezione" o simbolica
- Capire se la carta è di base o tematica
- Riconoscere gli oggetti
- Leggere il contenuto informativo generale:
 - Morfologia, mare, fiumi, ecc.
 - Strutture urbane
 - Infrastrutture
 - Le altre informazioni.... e quindi utilizzare il contenuto della carta
- Mettere in relazione spaziale i vari oggetti identificati

Riconoscere la scala di una carta

- Dalle informazioni ausiliarie a lato della carta
- Dalla presenza di oggetti in "vera proiezione" o simbolici
- Dalla dimensione di oggetti noti
- Dai temi rappresentati
- Dall'equidistanza

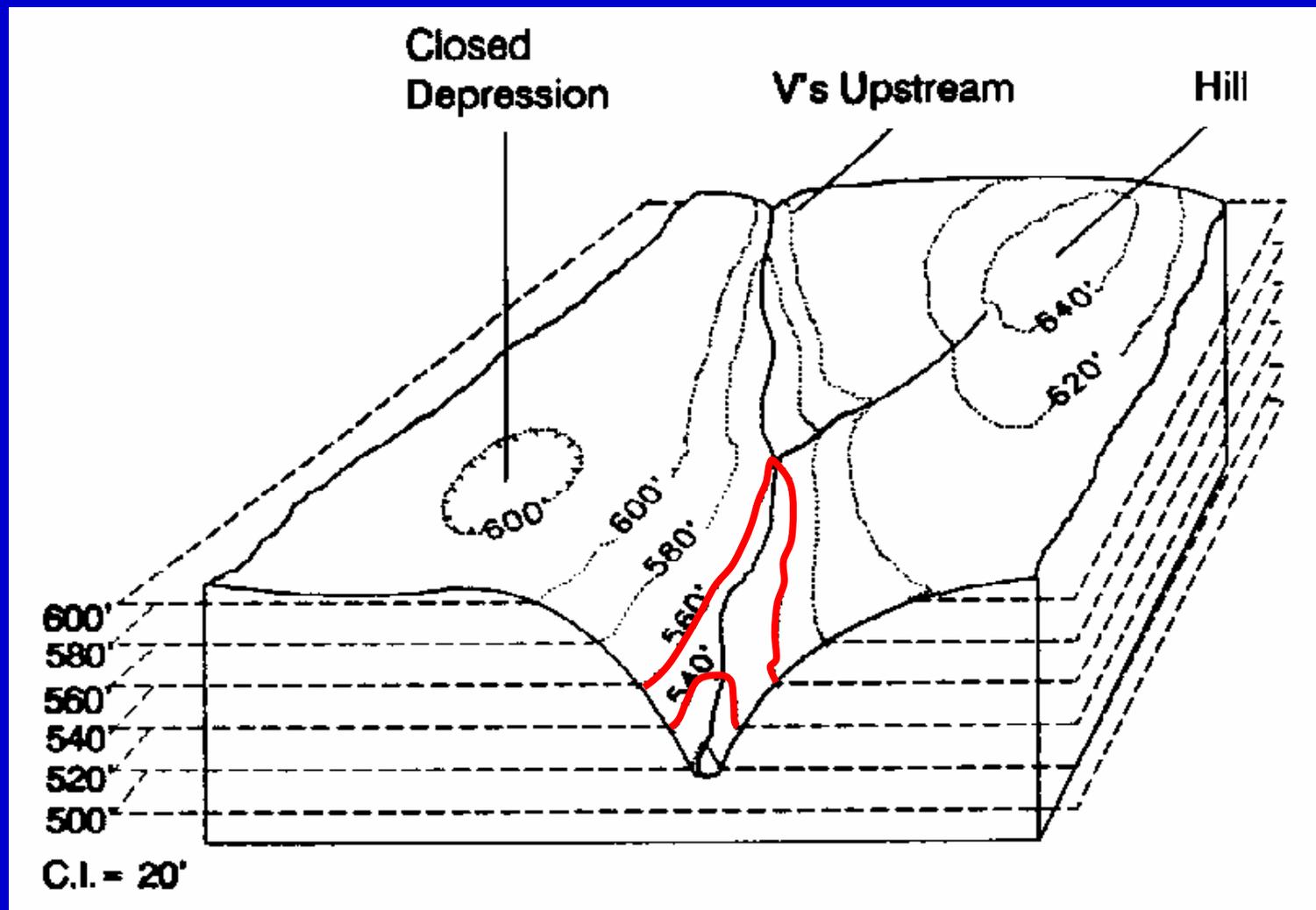
Riconoscere la scala di una carta

- Dalle informazioni ausiliarie a lato della carta
- Dalla presenza di oggetti in "vera proiezione" o simbolici
- Dalla dimensione di oggetti noti
- Dai temi rappresentati
- Dall'equidistanza

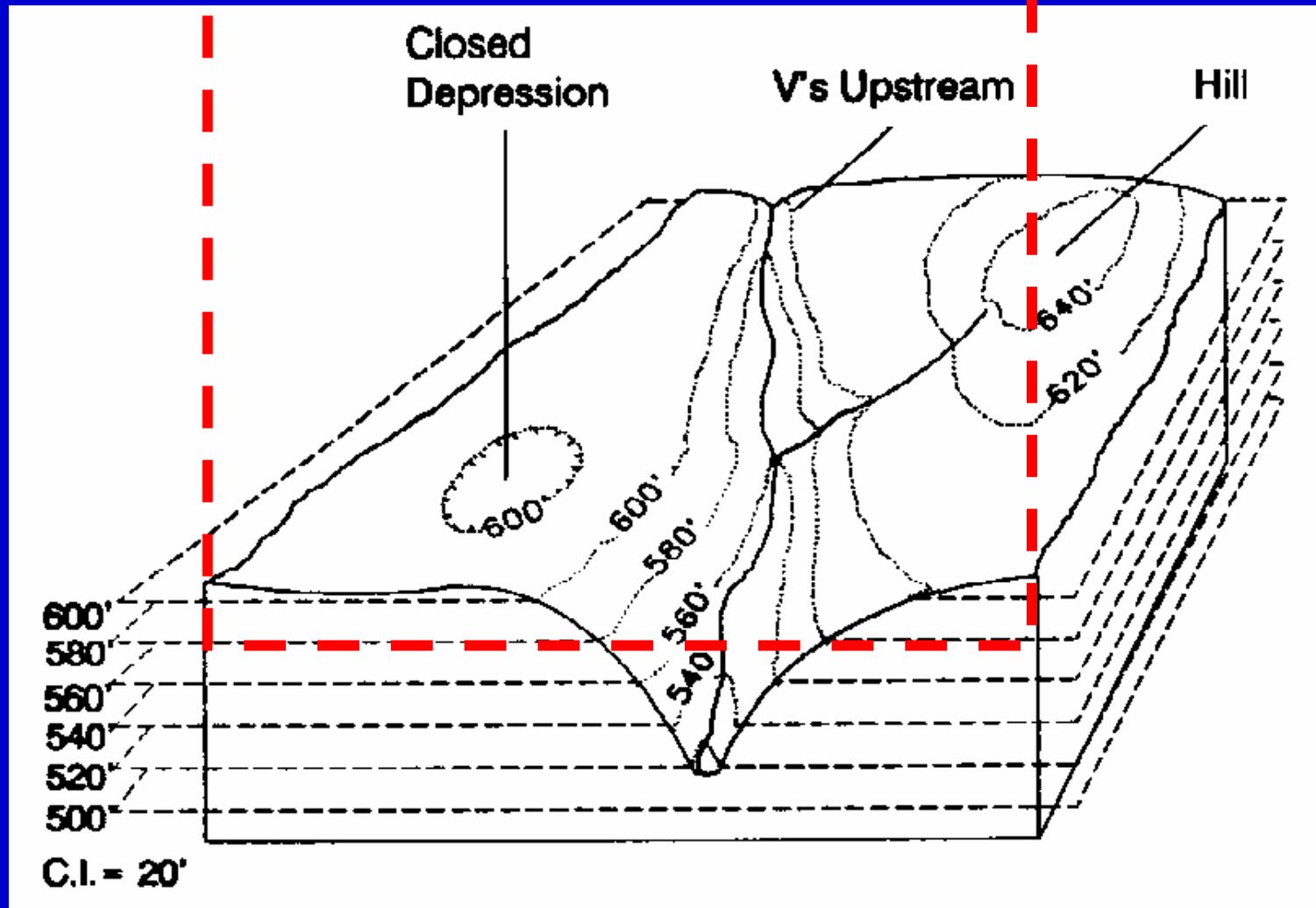


Le informazioni altimetriche

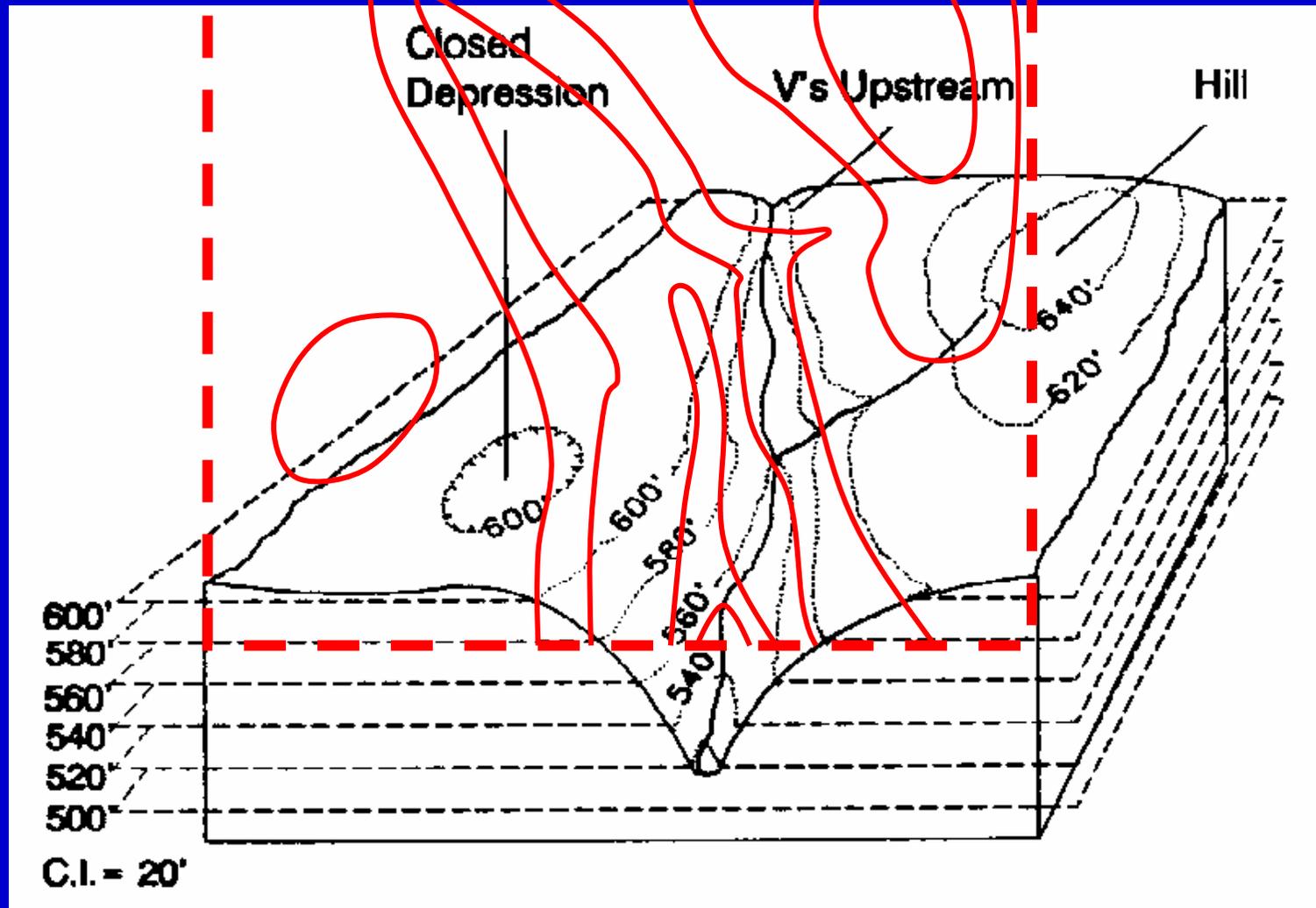
Le curve di livello o isoipse



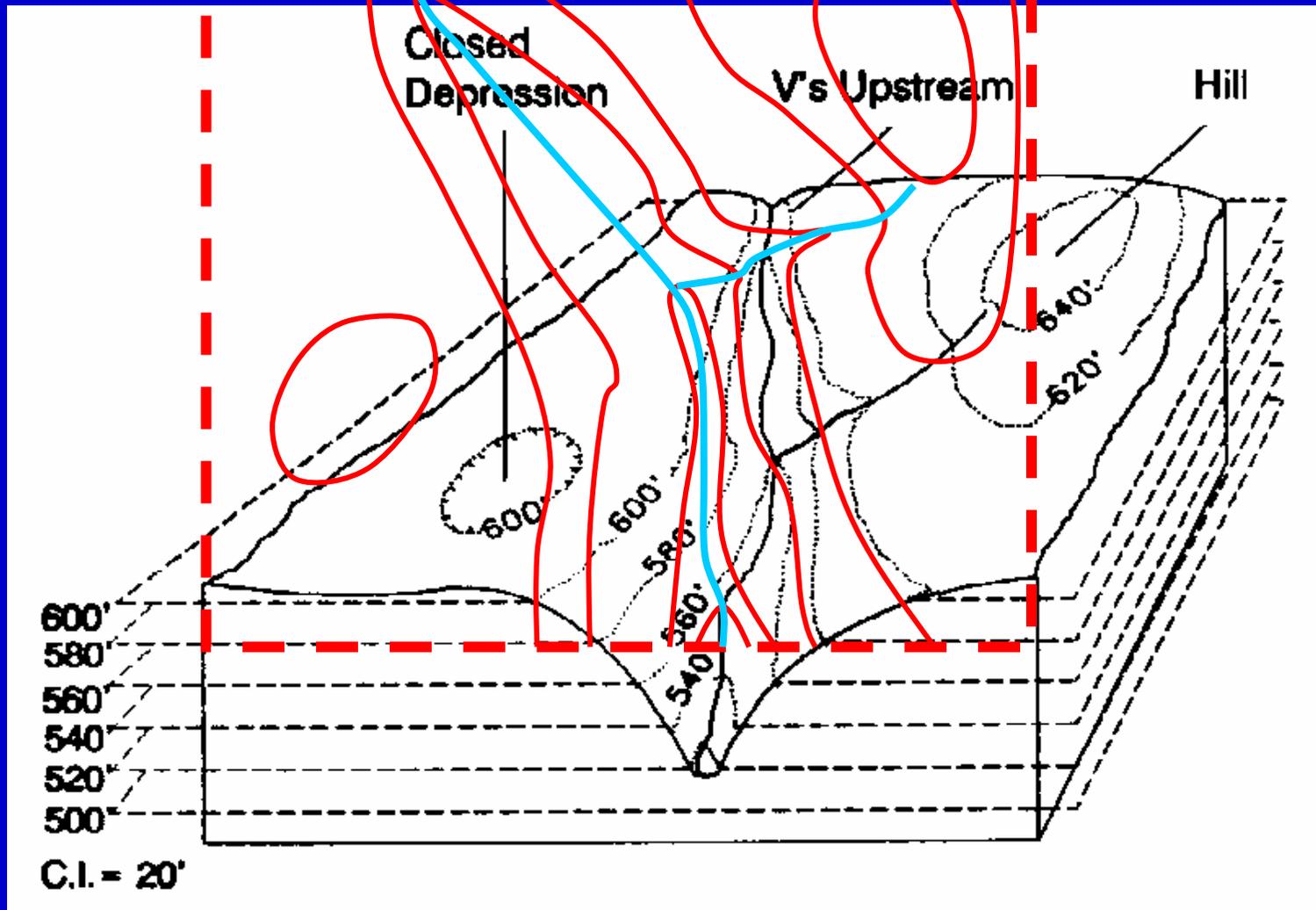
Le curve di livello o isoipse

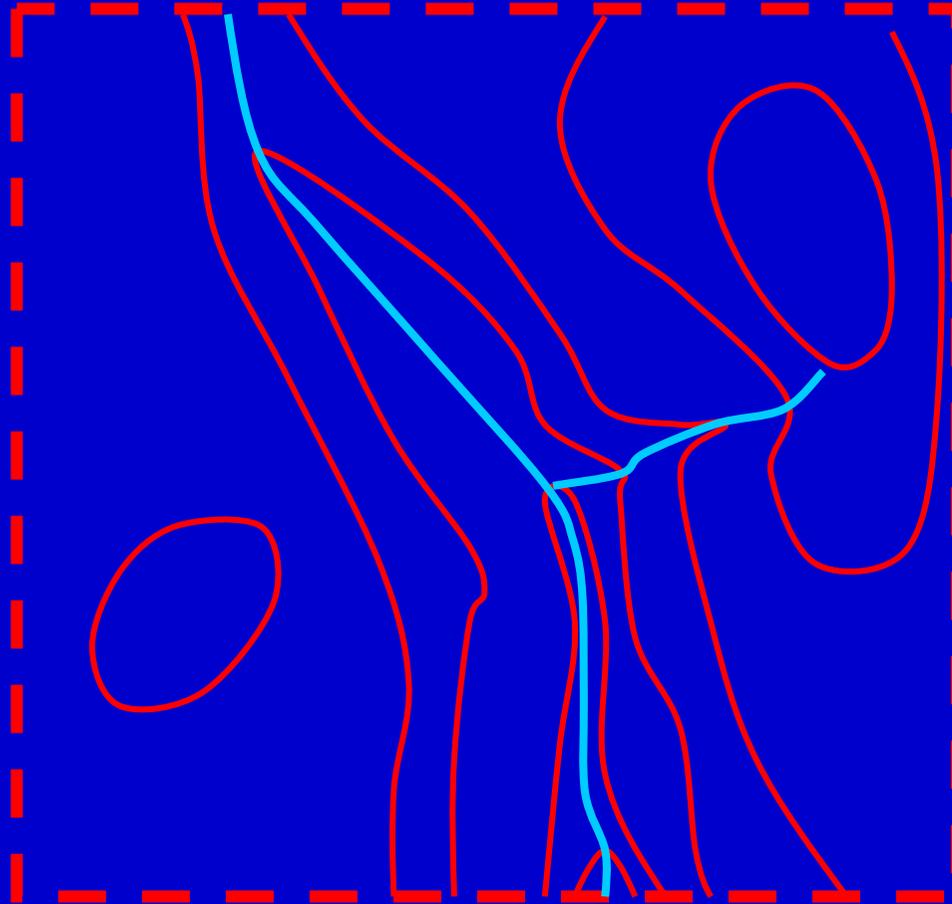


Le curve di livello o isoipse

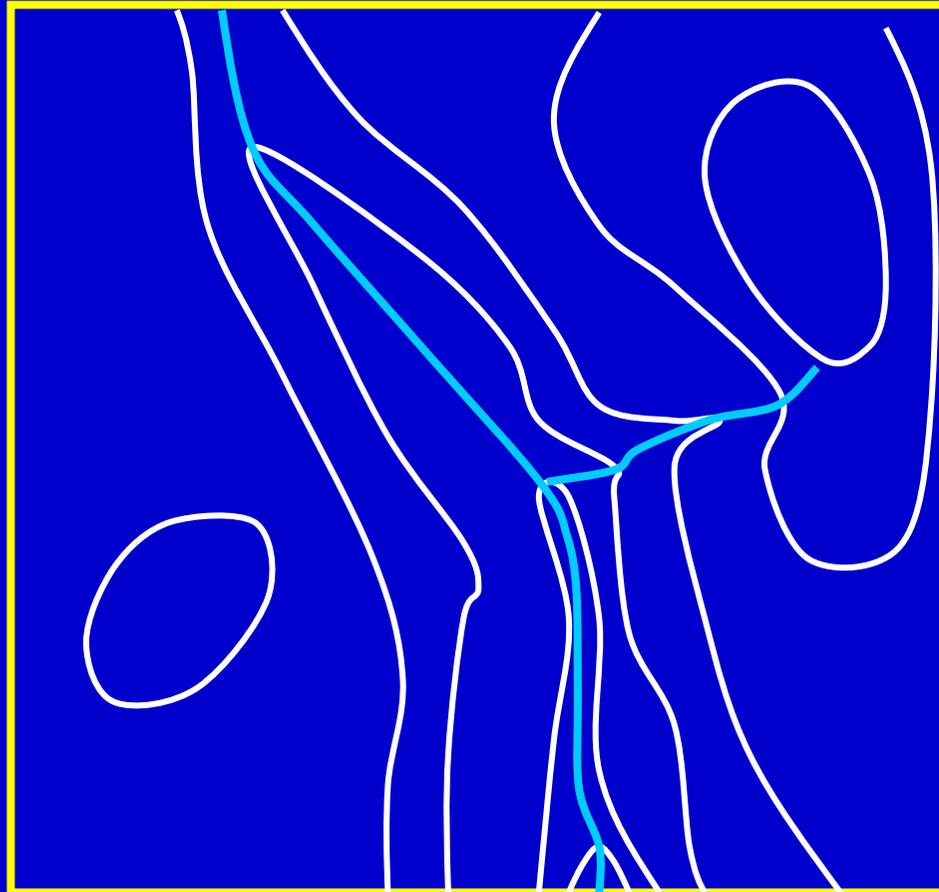


Le curve di livello o isoipse



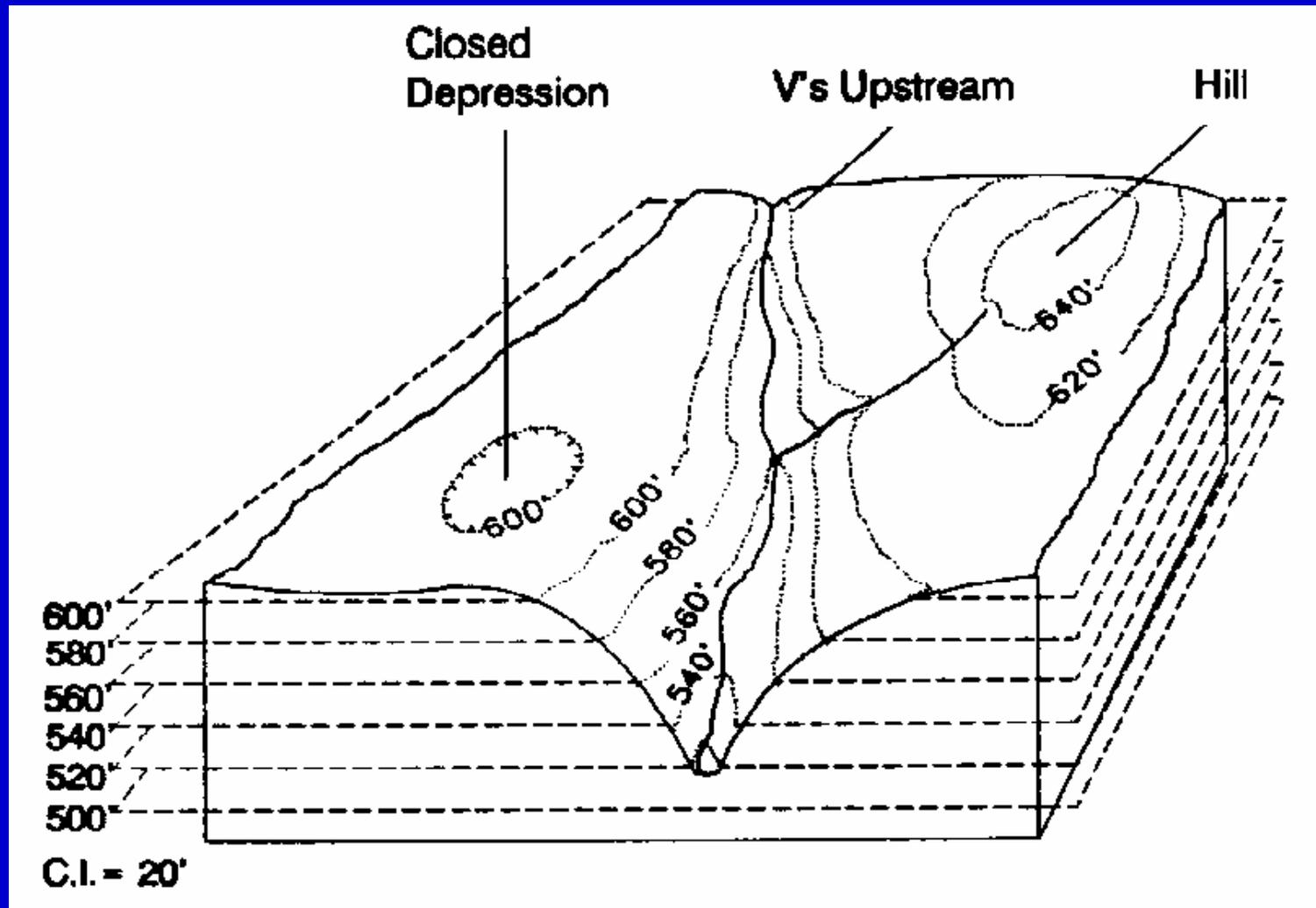


Le curve di livello o isoipse

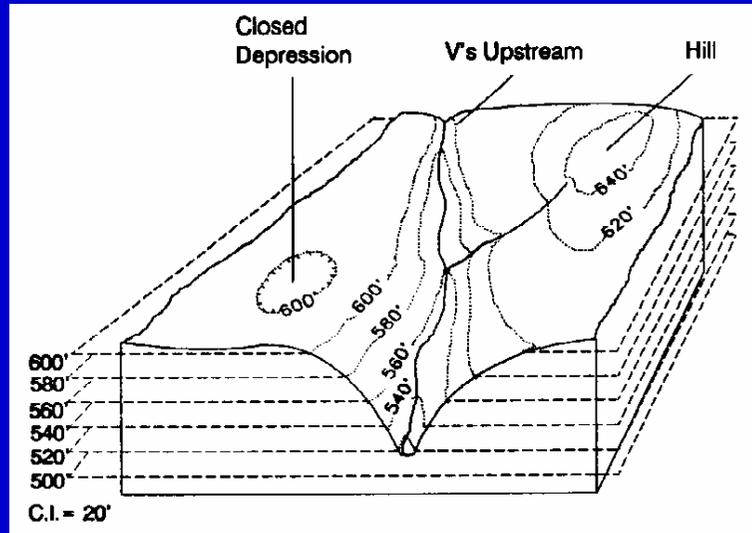


Le curve di livello o isoipse

Le curve di livello o isoipse



Cartografia - Le informazioni altimetriche



Si dice equidistanza la differenza di quota tra due isoipse successive

Spesso l'equidistanza "k" misurata in metri tra curve di livello ordinarie e la scala della carta sono legate dalla relazione

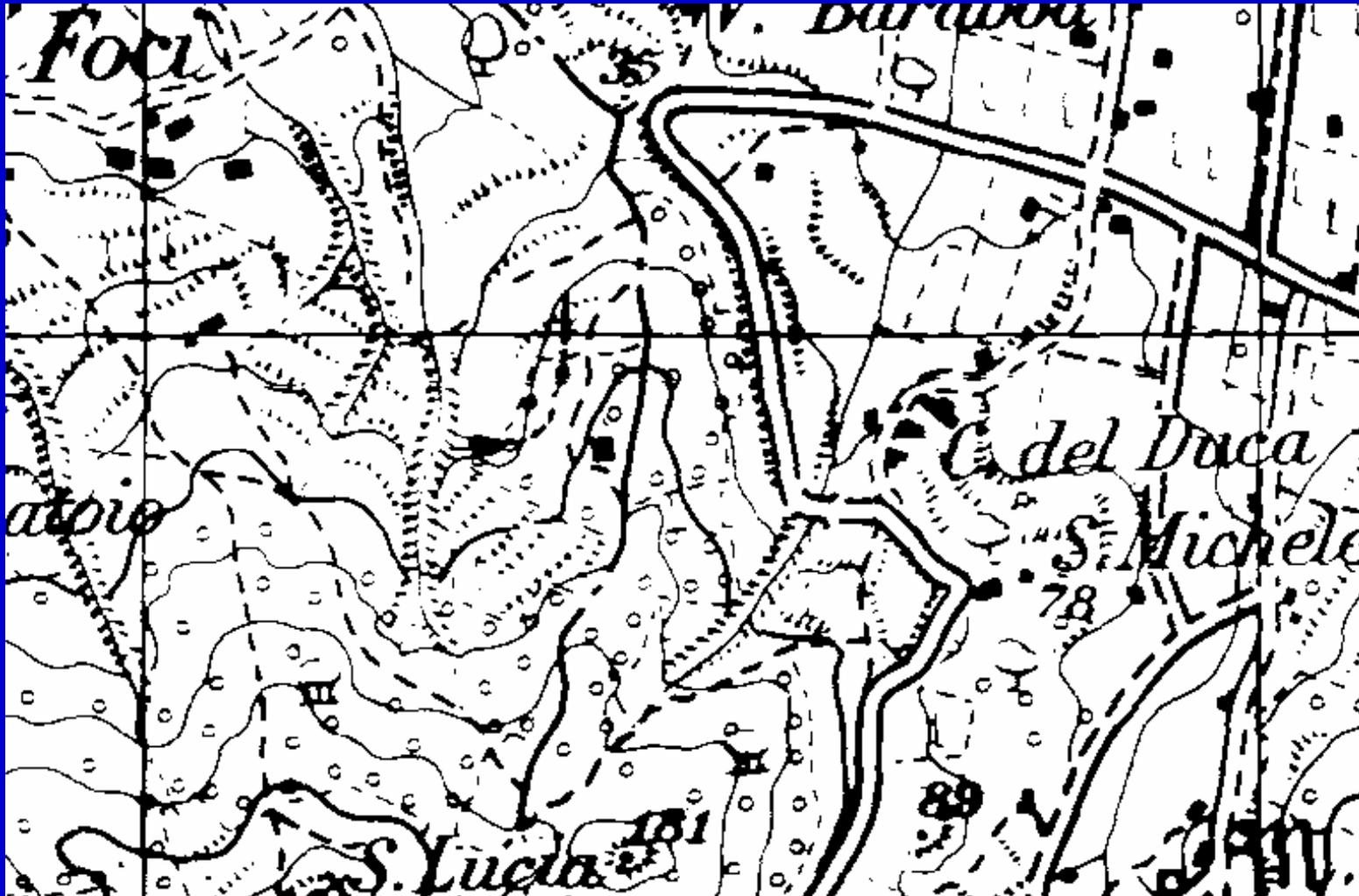
$$k = \frac{1}{(\text{scala} * 1000)}$$

Ad es. se la scala è 1/25.000, l'equidistanza è 25 m

Le curve di livello o isoipse si classificano in:

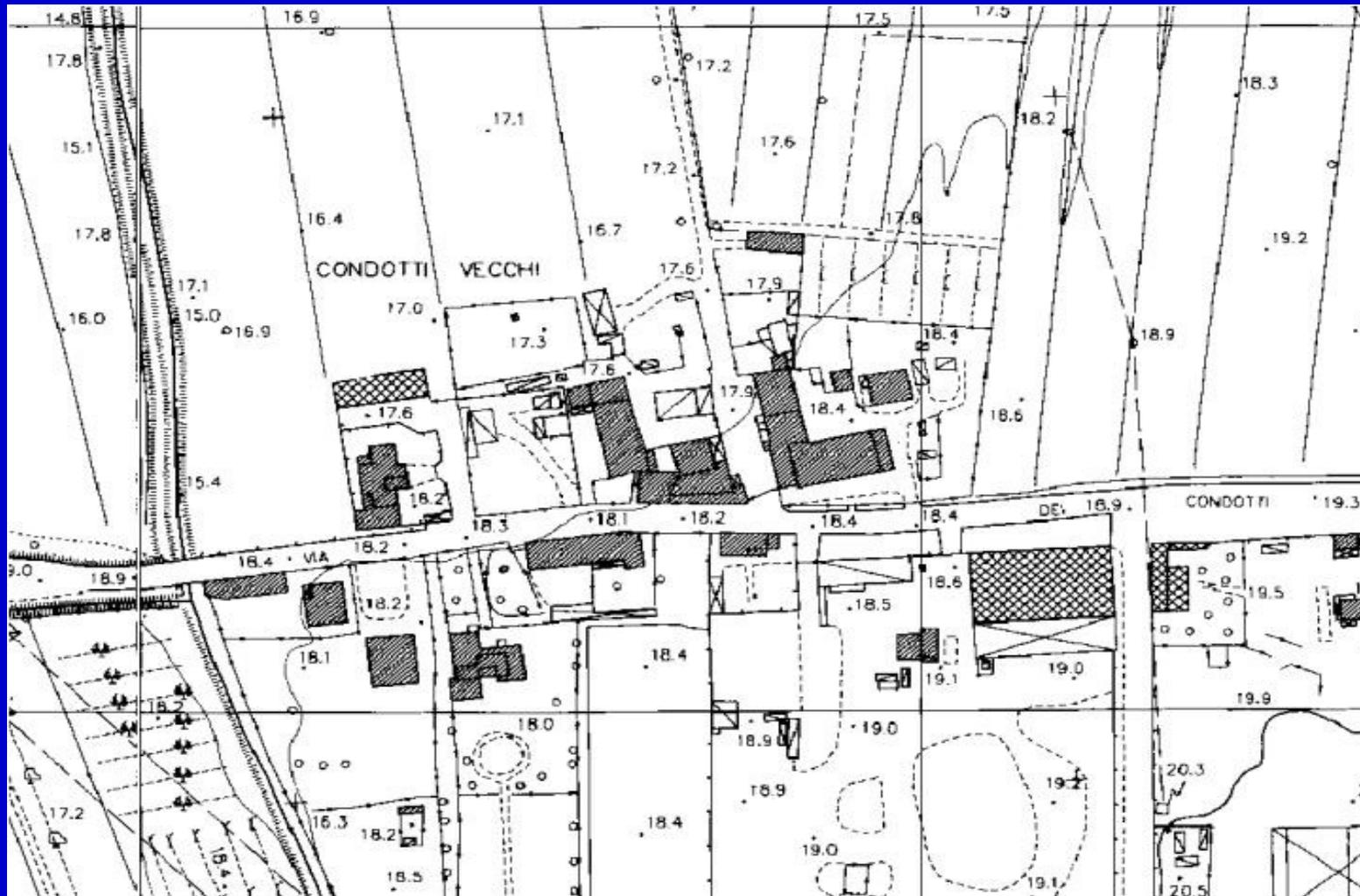
- Direttrici
- Ordinarie
- Ausiliarie

Modellazione delle informazioni altimetriche



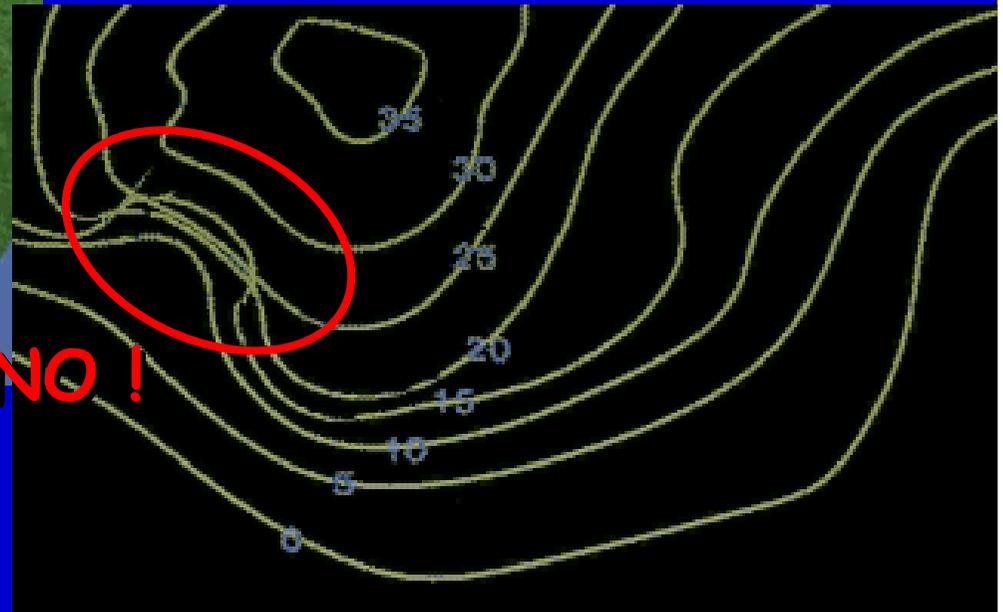
Cartografia - Le informazioni altimetriche

Modellazione delle informazioni altimetriche



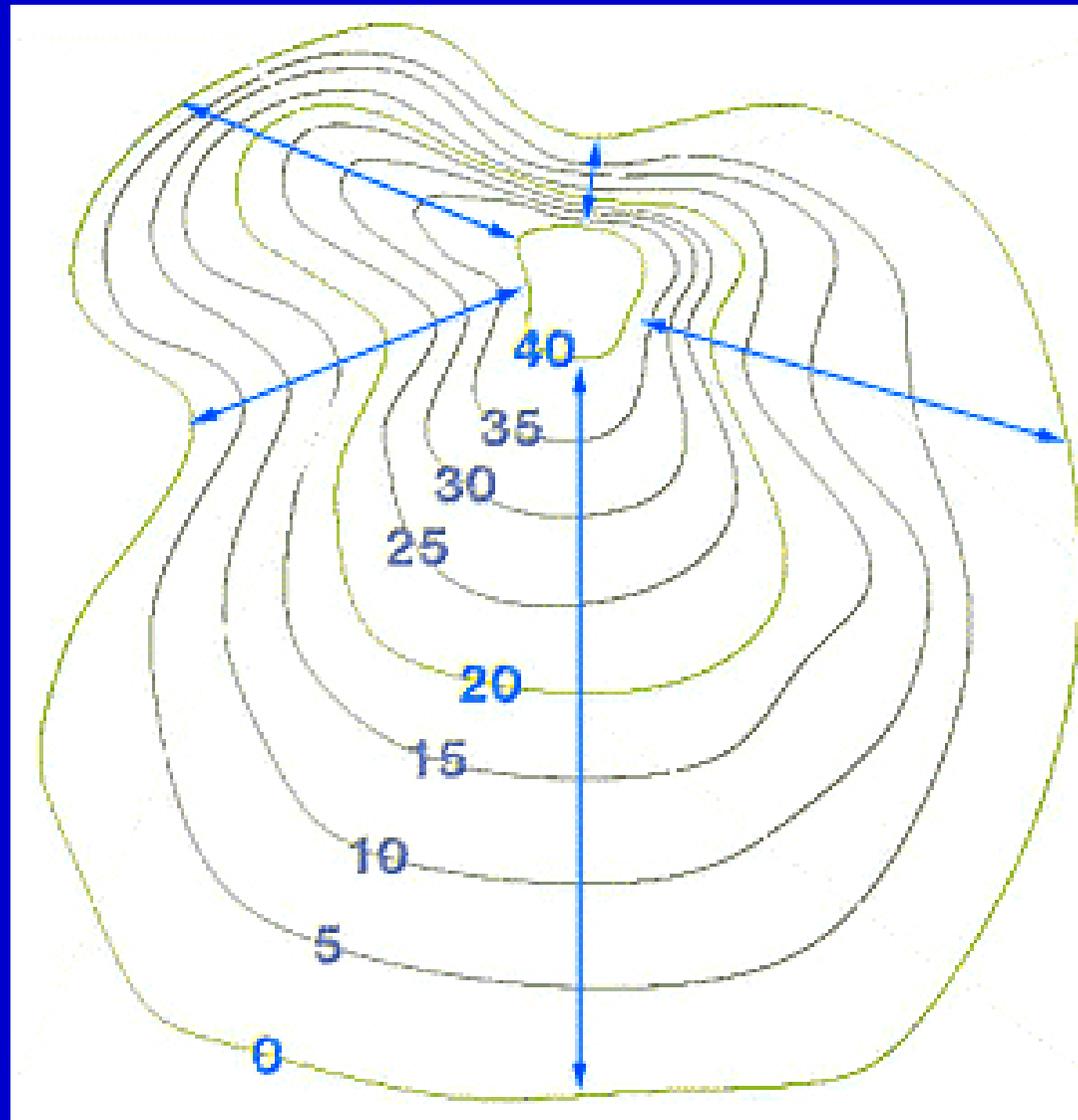
Cartografia - Le informazioni altimetriche

Le curve di livello

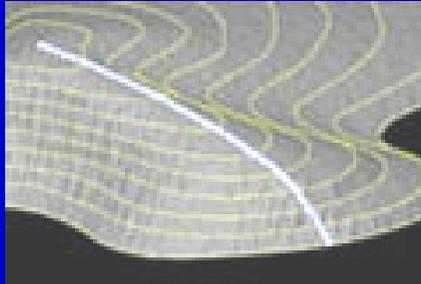


NO !

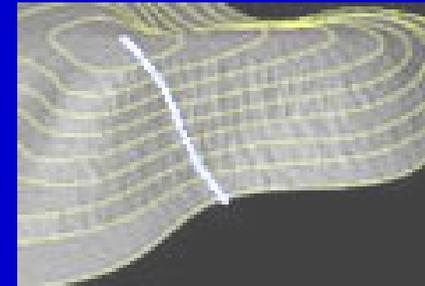
Cartografia - Le informazioni altimetriche



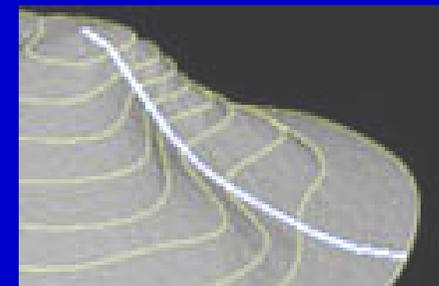
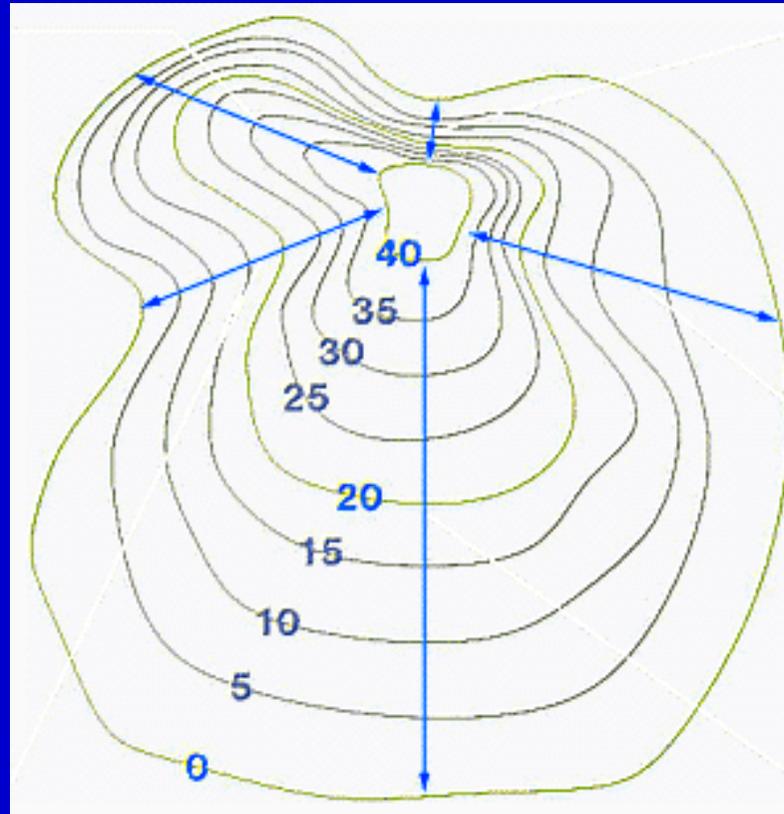
Cartografia - Le informazioni altimetriche



Convessa

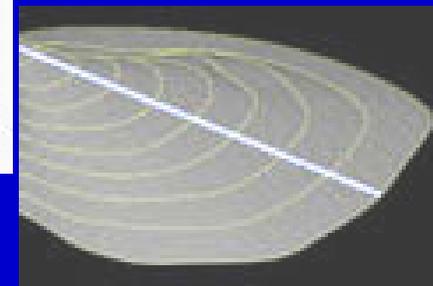
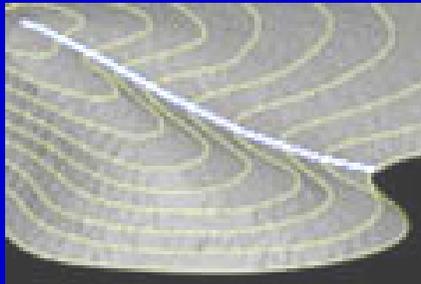


Ripida



Concava

Vallata scavata da un corso d'acqua



Uniforme



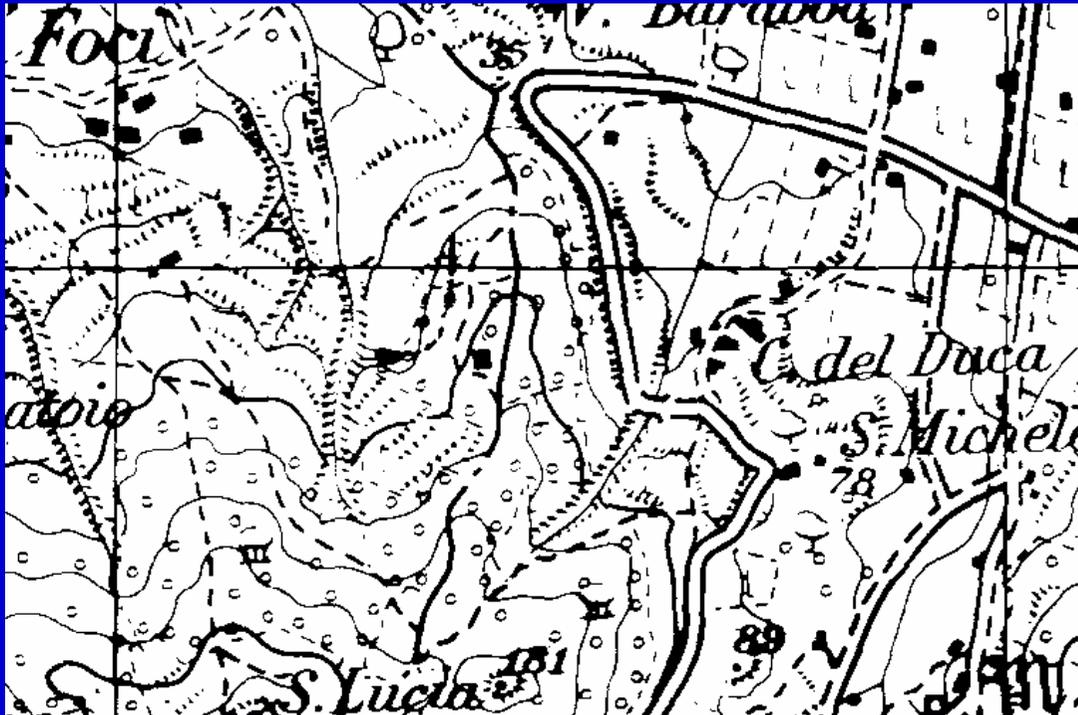
La scala

La scala della carta è il rapporto di riduzione delle lunghezze tra la carta ed il terreno (1:25000 indica che ad un mm della carta corrispondono 25000 mm sul terreno, ossia 25 metri).

La scala influenza:

- Il grado di risoluzione (il più piccolo oggetto rappresentabile)
- L'accuratezza posizionale

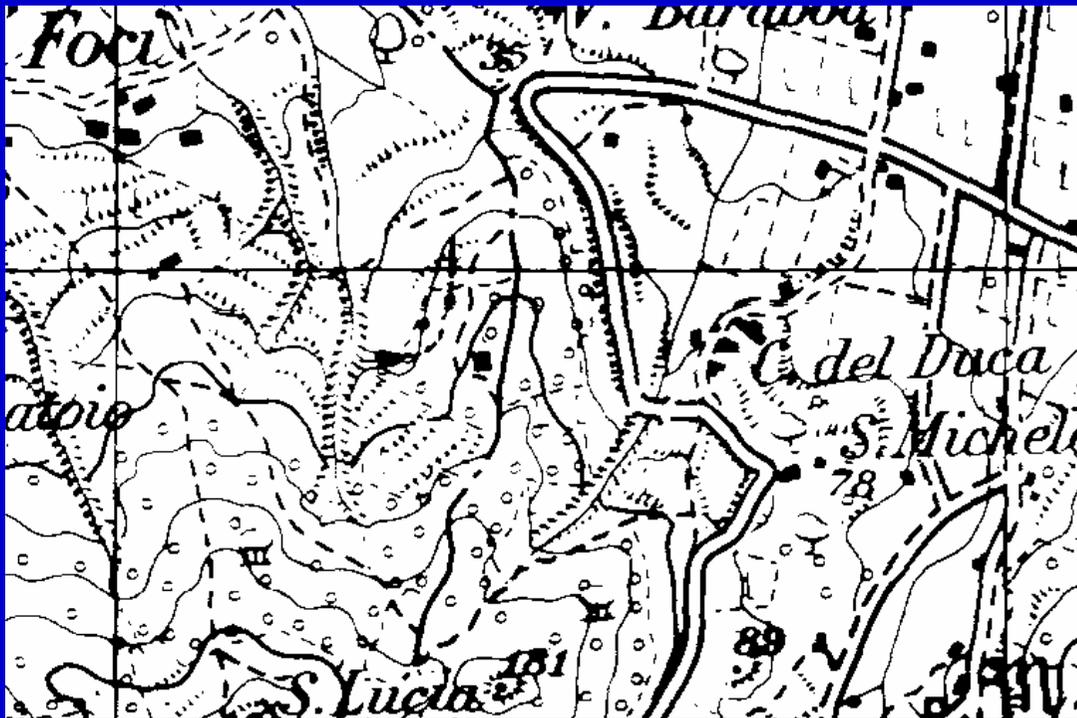
Grado di Risoluzione



Il grado di risoluzione, e cioè la dimensione lineare del particolare più piccolo rappresentabile, è dato dal minimo spessore del tratto grafico con cui la carta viene disegnata, e viene assunto, per convenzione, uguale a 0,2 mm

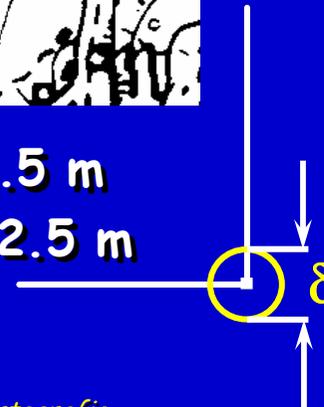
- Scala 1:5.000 : ris. = 1 m
- Scala 1:25.000: ris. = 5 m

Errore di posizionamento



- Scala 1:5.000 : err.pos. = 2.5 m
- Scala 1:25.000: err.pos. = 12.5 m

L'errore massimo di posizionamento di un punto, che è tipicamente di 0,5 mm carta, rappresenta il diametro del cerchio al cui interno il punto è sicuramente contenuto; ovvero corrisponde all'incertezza con cui è rappresentata la posizione di un generico punto.



L'ingrandimento

Ho una carta in scala 1:25.000

- Gli oggetti più piccoli di 5 m non sono rappresentati
- L'errore massimo planimetrico è 12,5 m

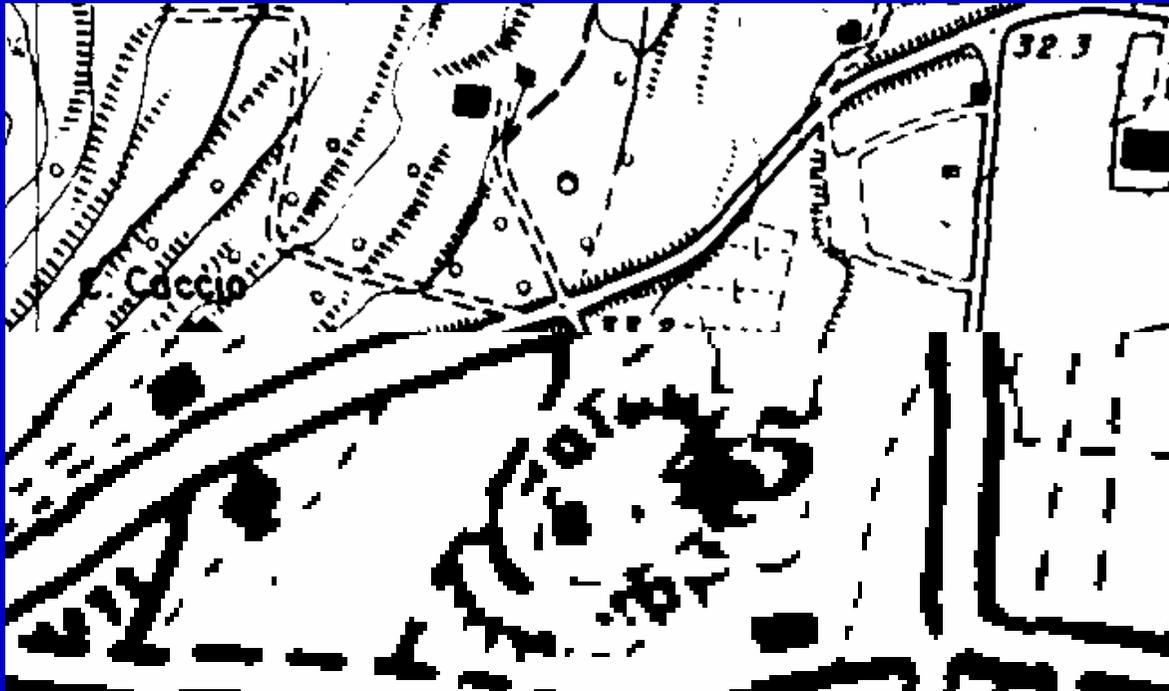
Ingrandisco la carta di 5 volte, portandola alla scala di 1:5000

- Oggetti di 2 m dovrebbero essere rappresentati, ...
ma non ci sono
- L'errore massimo planimetrico dovrebbe essere 2,5 m, ...
ma l'accuratezza non può migliorare con un
semplice ingrandimento.

Dopo l'ingrandimento ho una carta in scala 1:5.000,
con le caratteristiche di una scala 1:25.000.

L'ingrandimento è "inutile", anzi è un errore.

L'ingrandimento



Dopo l'ingrandimento ho una carta in scala 1:5.000, con le caratteristiche di una scala 1:25.000.

L'ingrandimento è "inutile", anzi è un errore.

Purtroppo l'ingrandimento è possibile, anzi è facile e attraente !!

La fotocopiatrice è più onesta della computer graphic !!

Carta IGM 1:25.000 - Livelli principali

- ferrovie
- viabilità
- edificato
- idrografia
- orografia
- vegetazione
- toponomastica e limiti amministrativi
- indicazioni ausiliarie (scala, ecc.).

Utilizzo di segni convenzionali:

- dimensioni minime per una casa isolata di 18 m terreno;
- case "spostate" se si sovrappongono alla rappresentazione di una strada.

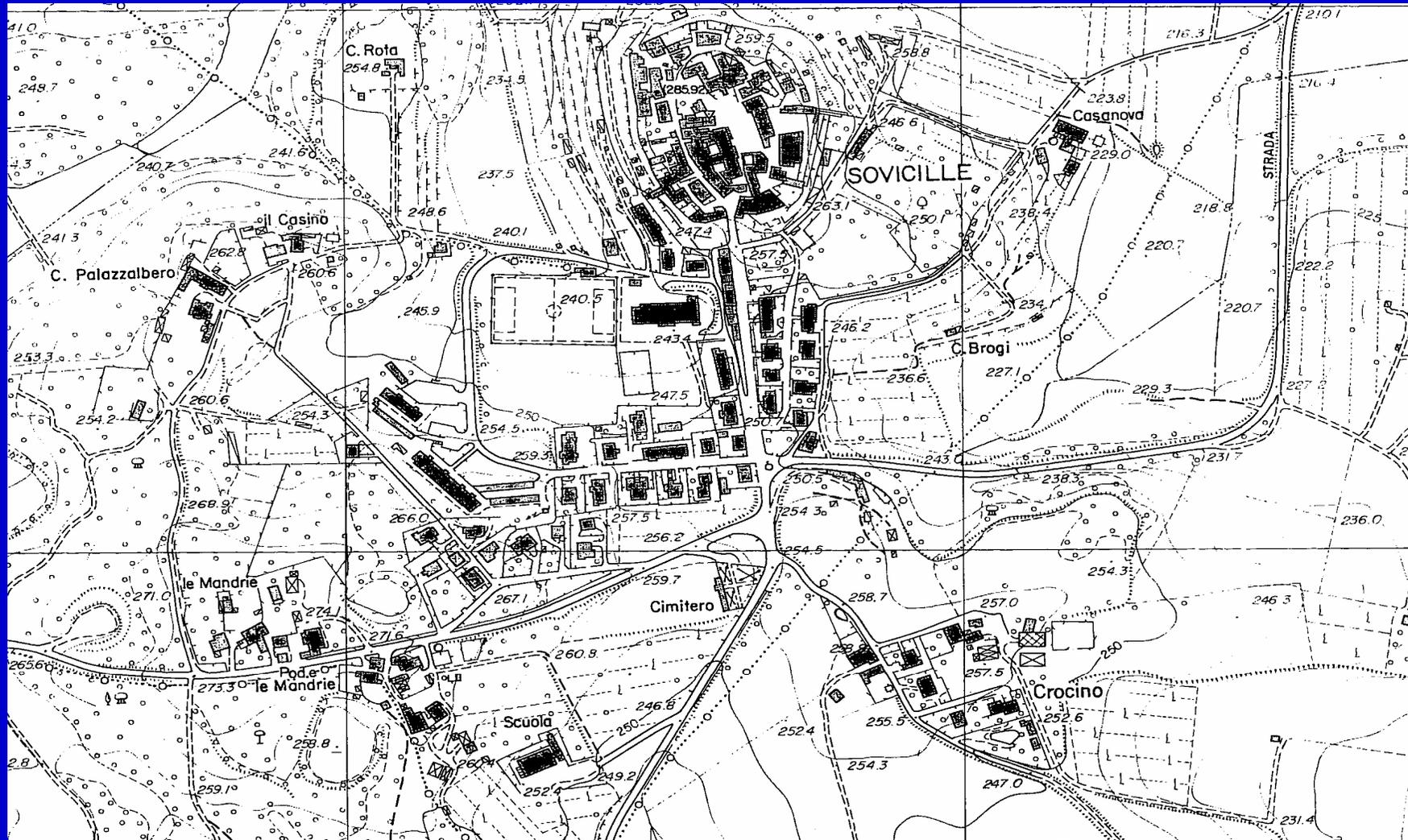


Carta CTR 1:5.000 - Livelli principali

- sistema delle comunicazioni
- edifici ed altre strutture
- acque
- impianti di estrazione, trasformazione, trasporto energia
- elementi divisorii e di sostegno del terreno
- forme terrestri
- vegetazione
- orografia
- limiti amministrativi, toponomastica e varie.
- indicazioni ausiliarie (scala, ecc.).

Tutti gli elementi in esatta proiezione

Carta Tecnica Regionale 1:5.000



Sistemi Informativi Territoriali

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