

Corso di preparazione alla certificazione

ECDL GIS

EUROPEAN COMPUTER DRIVING LICENCE
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Endorsed by the ECDL Foundation

MODULO 1

La rappresentazione cartografica

versione Ottobre 2023



Questa presentazione è stata realizzata per AMFM da:

Giuseppe Mattiozzi

(mattiozzig@gmail.com)

con contributi di:

Mauro Salvemini

Laura Berardi

Pasquale Di Donato

ed è disponibile nella modalità creative commons:

CC BY-NC-ND 3.0 IT

Se la usi - anche se solo in parte - devi sempre citarne l'origine e devi citare gli autori



Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 3.0 Italia (CC BY-NC-ND 3.0 IT)

Questo è un riassunto in linguaggio accessibile a tutti (e non un sostituto) della [licenza](#).

[Limitazione di responsabilità](#)

Tu sei libero di:



Condividere — riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico, esporre in pubblico, rappresentare, eseguire e recitare questo materiale con qualsiasi mezzo e formato

Il licenziante non può revocare questi diritti fintanto che tu rispetti i termini della licenza.

Alle seguenti condizioni:



Attribuzione — Devi riconoscere **una menzione di paternità adeguata**, fornire un link alla licenza e **indicare se sono state effettuate delle modifiche**. Puoi fare ciò in qualsiasi maniera ragionevole possibile, ma non con modalità tali da suggerire che il licenziante avalli te o il tuo utilizzo del materiale.



NonCommerciale — Non puoi utilizzare il materiale per **scopi commerciali**.



Non opere derivate — Se **remixi, trasformi il materiale o ti basi su di esso**, non puoi distribuire il materiale così modificato.

Divieto di restrizioni aggiuntive — Non puoi applicare termini legali o **misure tecnologiche** che impongano ad altri soggetti dei vincoli giuridici su quanto la licenza consente loro di fare.

Note:

Non sei tenuto a rispettare i termini della licenza per quelle componenti del materiale che siano in pubblico dominio o nei casi in cui il tuo utilizzo sia consentito da una **eccezione o limitazione** prevista dalla legge.

Non sono fornite garanzie. La licenza può non conferirti tutte le autorizzazioni necessarie per l'utilizzo che ti prefiggi. Ad esempio, diritti di terzi come **i diritti all'immagine, alla riservatezza e i diritti morali** potrebbero restringere gli usi che ti prefiggi sul materiale.



Sezioni e Temi del Syllabus

1.1 Concetti generali

- **1.1.1 Forma della terra, superficie fisica e superfici di riferimento**
- **1.1.2 Sistemi di riferimento e datum**
- **1.1.3 Le coordinate su supporto curvo e piano**

1.2 Classificazione delle rappresentazioni cartografiche

- **1.2.1 Classificazione per tipo di deformazione**
- **1.2.2 Classificazione per scala di rappresentazione**
- **1.2.3 Classificazione per tipo di proiezione**
- **1.2.4 Classificazione per genesi**
- **1.2.5 Classificazione per contenuto**
- **1.2.6 Classificazione per utilizzazione**

1.3 Cartografia internazionale, europea e nazionale

- **1.3.1 Cartografia internazionale**
- **1.3.2 Cartografia europea**
- **1.3.3 Cartografia nazionale**
- **1.3.4 Trasformazione e conversione di coordinate**
- **1.3.5 Elementi metrici e di posizionamento, punti quotati, isoipse**

1.4 Qualità dei dati

- **1.4.1 Aspetti fondamentali**
- **1.4.2 Metadati per i dati geografici**

1.5 Modelli Digitali di Elevazione

- **1.5.1 Modelli Digitali di Elevazione**

1.6 Global Positioning System (GPS)

- **1.6.1 Global Positioning System (GPS)**

Modulo 1

Sezione 1.1

Concetti generali

CARTOGRAFIA

Una definizione di “CARTOGRAFIA” (*):

rappresentazione in piano, ridotta, approssimata e simbolica, di un tratto più o meno ampio della superficie terrestre

- tra i punti rappresentati in una cartografia e i punti reali deve esistere una **corrispondenza biunivoca**
- una rappresentazione cartografica è una rappresentazione in dimensioni $2D + 1$: coordinate cartesiane piane (con indicazione delle coordinate geografiche sulla superficie ellissoidica) in un **sistema di riferimento planimetrico** + quota s.l.m. (sul livello del mare) in un **sistema di riferimento altimetrico**

(*) sarebbe più corretto dire “rappresentazione cartografica”

CARTOGRAFIA: schema logico

Forma irregolare della superficie terrestre



Ricerca di superfici tridimensionali (*) matematicamente o fisicamente “trattabili” con mappatura della superficie terrestre sulla superficie scelta, sistemi di coordinate spaziali

(corrispondenza biunivoca tra punti della superficie terrestre e punti della superficie di riferimento)

(*) superfici di riferimento e materializzazioni superfici di riferimento tramite reti di punti => DATUM



“Proiezione” sul piano della rappresentazione cartografica

(corrispondenza biunivoca tra punti punti della superficie di riferimento e punti sulla “carta”)



Riduzione in scala, sfoltimento, generalizzazione, simbologia....

Forma della Terra

Un **Sistema di Riferimento Spaziale** richiede la definizione di una **superficie di riferimento** che rappresenti un modello della terra

L'ideale sarebbe che la superficie terrestre potesse essere descritta mediante formule matematiche, ma la realtà è che:

- la superficie terrestre non è matematicamente rappresentabile
- la superficie della terra è soggetta a continue (seppur lente) modificazioni
- definire un sistema di riferimento solidale con la terra stabile è impossibile anche perché il centro di massa si sposta in continuazione

Forma della Terra

- Un **Sistema di Riferimento Spaziale** è, quindi, necessariamente soggetto ad approssimazioni e tali approssimazioni sono riferite a condizioni temporali e spaziali specifiche
- La “**Geodesia**” è la scienza che studia la **forma** e le **dimensioni** della terra, la **determinazione della posizione dei punti** sulla superficie della terra e nello spazio esterno, la **determinazione del campo della gravità** nello stesso dominio e le variazioni nel tempo di tali grandezze

Forma della Terra

Una prima ipotesi:

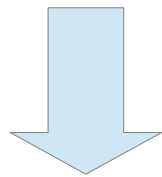
approssimare la superficie della Terra ad una **sfera** di raggio pari a circa **6.368 Km** (raggio medio terrestre)

in quanto sembrerebbe intuitivo pensare che la forma abbastanza regolare (*le più alte montagne superano di poco 1/1000 del raggio e lo schiacciamento ai poli è pari a circa 3/1000*) non comprometta molto le necessità di georeferenziazione e di misura di distanze, angoli, etc.

Da notare che se tale ipotesi fosse accettabile molte problematiche sarebbero di facile soluzione potendosi adottare le formule della trigonometria sferica

Forma della Terra

In realtà l'**approssimazione sferica non risulta accettabile**: la misura e la forma di aree, la misura di angoli e distanze risulterebbero molto approssimate rispetto alla realtà



si fa riferimento a due altre superfici:

- **Geoide**
- **Ellissoide**

Forma della Terra : GEOIDE

Per **GEOIDE** si intende:

la **superficie equipotenziale rispetto al campo gravitazionale terrestre** che coincide, approssimativamente, con **il livello medio del mare ipotizzato esteso anche al di sotto delle terre emerse e privo di variazioni** (fenomeni ondosi, variazioni termiche, maree, etc.)

Viene considerata come la rappresentazione più vicina (o **modello fisico**) a quella della Terra

A causa delle variazioni di densità della Terra da punto a punto, il geoide è una **superficie irregolare** matematicamente molto complessa, non esiste nessuna semplice funzione matematica che possa esprimere la posizione di un punto sulla sua superficie

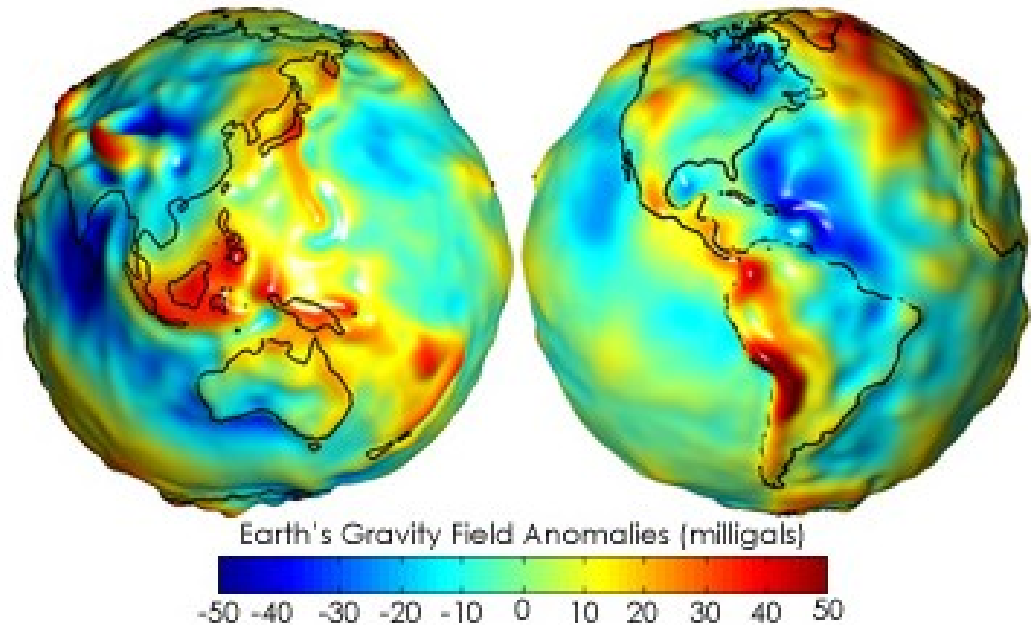
Variazioni dell'accelerazione di gravità

L'accelerazione di gravità ha un valore medio convenzionale pari a $g = 9,80665 \text{ m/s}^2$

- essendo: $1 \text{ Gal} = 0,01 \text{ m/sec}^2$
- risulta: $g_{\text{medio}} = 980,665 \text{ Gal}$

L'accelerazione gravitazionale sulla Terra **varia in valore** dai 978 (equatore) ai 983 Gal (poli)

Ma le variazioni non variano uniformemente: la figura a lato è una rappresentazione del geoido EGM96 in termini di anomalie gravimetriche: scostamenti della accelerazione di gravità dalla gravità “calcolata” per una superficie equipotenziale della terra uniforme ed ellissoidica, misurati in milligal



Inoltre l'accelerazione di gravità **varia in direzione** senza seguire una legge geometrico - matematica

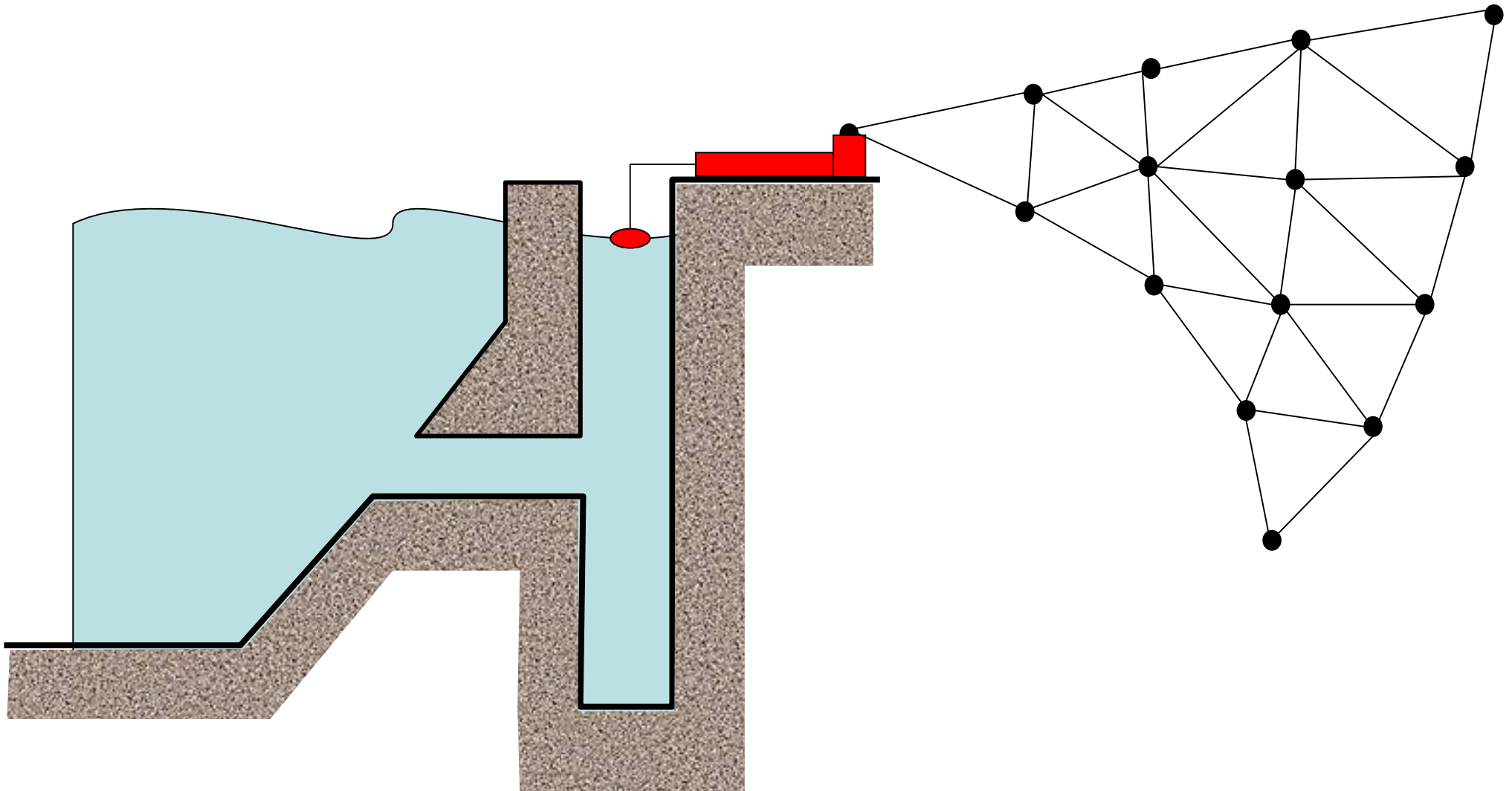
Forma della Terra : GEOIDE

Il GEOIDE è una superficie convenzionale legata al livello medio del mare e costituisce la superficie di riferimento per la misurazione delle quote

La sua **materializzazione** avviene tramite una rete di punti (**capisaldi altimetrici**) per ognuno dei quali viene determinato il valore della quota

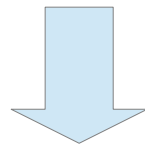
La **quota 0** è **convenzionalmente fissata** sul valore del livello medio del mare in una data zona (Mareografo di Genova per l'Italia continentale) misurato in un dato intervallo temporale

Schema: mareografo, punto zero, rete di capisaldi altimetrici



Forma della Terra: ELLISSOIDE

La complessità della formulazione matematica del **GEOIDE** - dovuta al fatto che in essa figurano grandezze non solo **geometriche** ma anche **fisiche** e **meccaniche** quali la densità dei diversi punti all'interno della terra - ha portato alla **definizione di altre superfici di riferimento che approssimano il geoido, ma godono di espressioni matematiche più semplici**

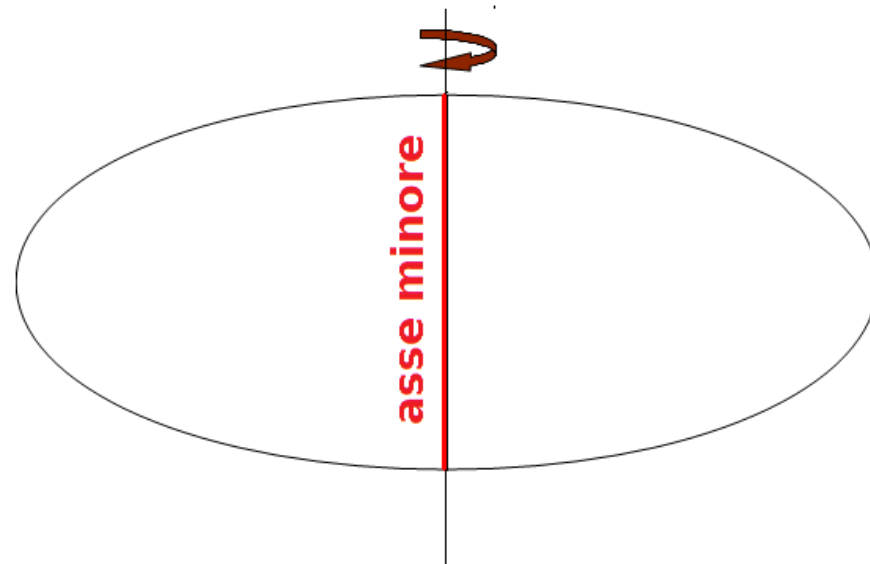


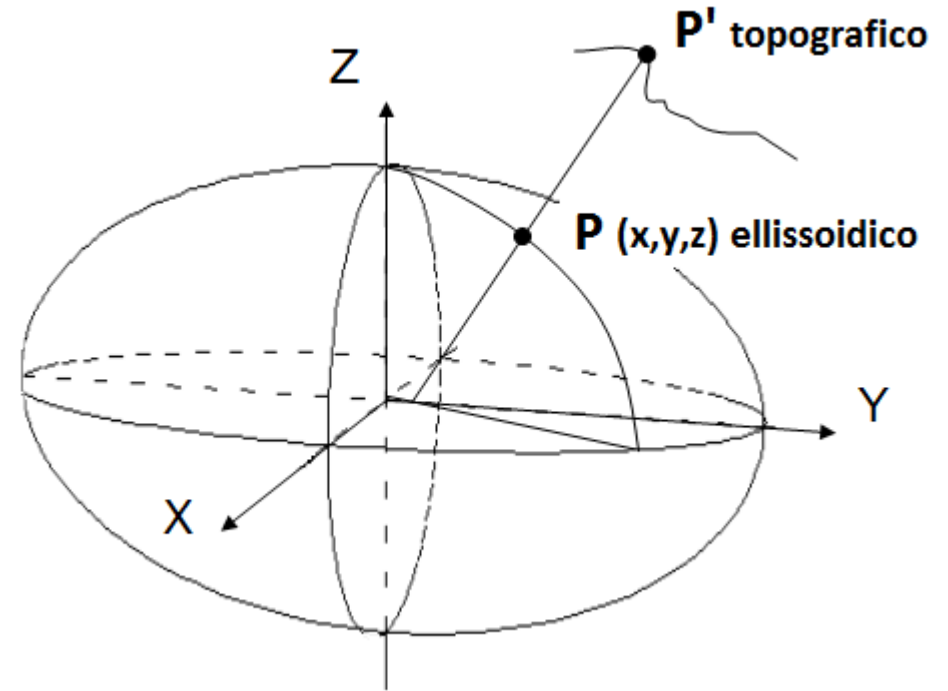
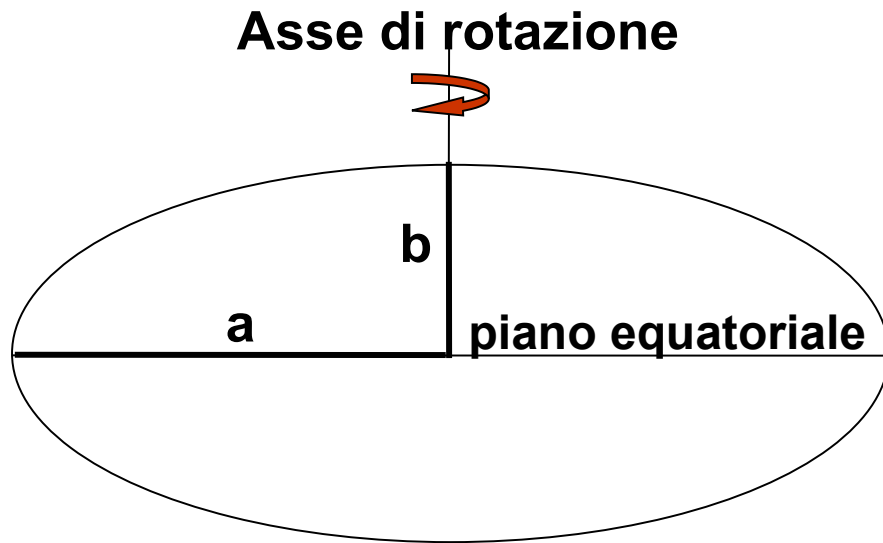
si utilizzano superfici ELLISSOIDICHE

Forma della Terra: ELLISSOIDE

Per ellissoide (o ellissoide di riferimento) si intende la superficie matematicamente definita che approssima al meglio la forma della terra (geoide)

È la superficie che si ottiene dalla rotazione di una ellisse intorno al suo asse minore:





$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} = 1$$

Equazione ellissoide di rotazione

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$$

e = eccentricità

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

α = schiacciamento

Selected Reference Ellipsoids

Ellipse	Semi-Major Axis (meters)	1/Flattening
Airy 1830	6377563.396	299.3249646
→ Bessel 1841	6377397.155	299.1528128
Clarke 1866	6378206.4	294.9786982
Clarke 1880	6378249.145	293.465
Everest 1830	6377276.345	300.8017
Fischer 1960 (Mercury)	6378166.0	298.3
Fischer 1968	6378150.0	298.3
G R S 1967	6378160.0	298.247167427
G R S 1975	6378140.0	298.257
→ G R S 1980	6378137.0	298.257222101
Hough 1956	6378270.0	297.0
→ International	6378388.0	297.0
Krassovsky 1940	6378245.0	298.3
South American 1969	6378160.0	298.25
WGS 60	6378165.0	298.3
WGS 66	6378145.0	298.25
WGS 72	6378135.0	298.26
→ WGS 84	6378137.0	298.257223563

Peter H. Dana 9/1/94

Ellissoidi di interesse in Italia

- Ellissoide di Bessel (1841)
 $a = 6.377.397,155 \text{ m}$ $a = 6.377.397,155 \text{ m}$ $\alpha = 1 / 299,1528128$
 Utilizzo: cartografia catastale italiana
- Ellissoide Internazionale (o di Hayford - 1925)
 $a = 6.378.388 \text{ m}$ $a = 6.377.397,155 \text{ m}$ $\alpha = 1 / 297$
 Utilizzo: cartografia ufficiale italiana sino al 10.11.2011,
 carte internazionali e europee
- Ellissoide WGS84 (1984)
 $a = 6.378.137 \text{ m}$ $b = 6.356.752,3142 \text{ m}$ $\alpha = 1 / 298.257223563$
 Utilizzo: posizionamento satellitare, carte aeronautiche e
 cartografia non ufficiale
- Ellissoide GRS80 (1980)
 $a = 6.378.137 \text{ m}$ $b = 6.356.752,31414 \text{ m}$ $\alpha = 1 / 298,257222101$
 Utilizzo: cartografia ufficiale (DPCM 10.11.2011)

Un **ellissoide** può essere:

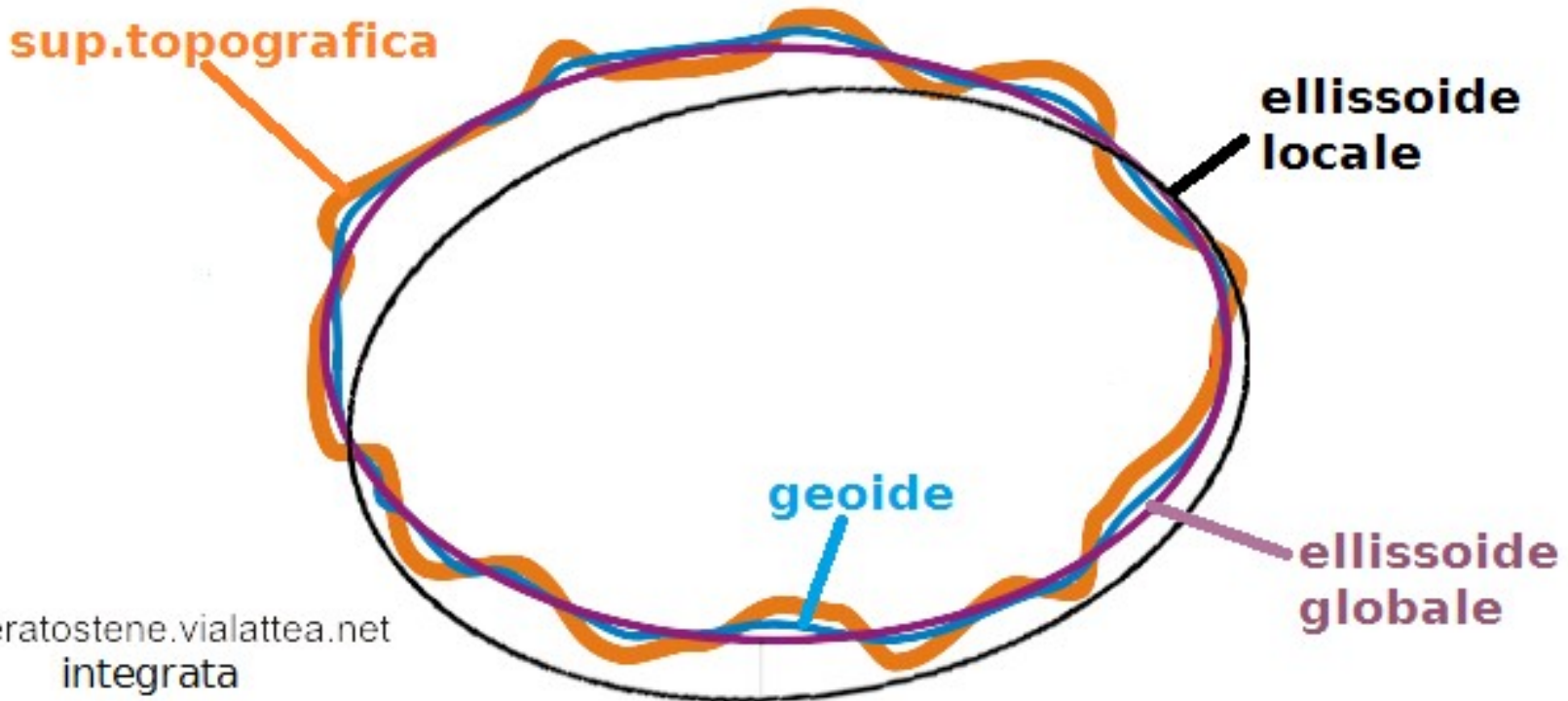
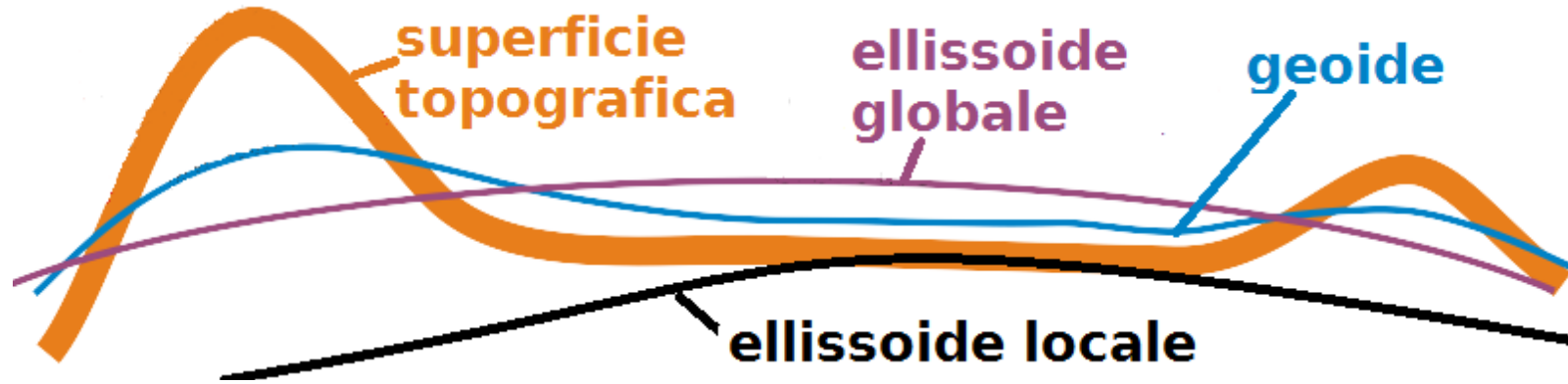
- **Globale** (geocentrico): il centro dell'ellissoide coincide con il centro di massa della Terra.

→ L'ellissoide globale approssima al meglio l'intero globo terrestre

- **Locale**: il centro dell'ellissoide non coincide con il centro di massa della Terra.

→ L'ellissoide locale approssima al meglio una porzione del territorio di interesse

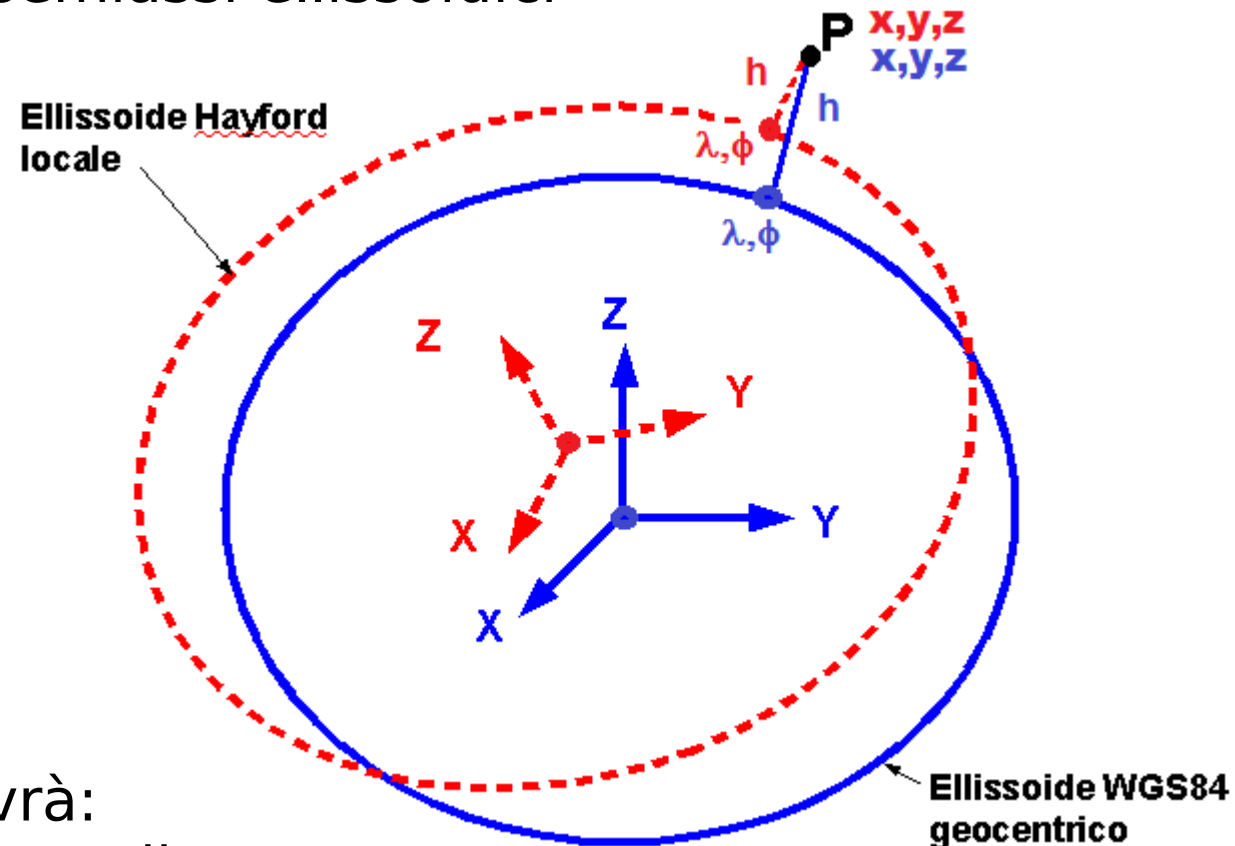
Superficie topografica - Geoide - Ellissoide globale - Ellissoide locale



eratostene.vialattea.net
integrata

2 diversi ellipsoidi di riferimento avranno:

- il centro ellissoidico traslato
- i tre assi cartesiani rototraslati
- diverse dimensioni dei semiassi ellissoidici



un generico punto P avrà:

- coordinate cartesiane x, y, z diverse
- coordinate ellissoidiche λ e ϕ diverse
- diverse altezze h ellissoidiche

Forma della Terra: altre superfici di riferimento

Quando si opera su **porzioni di territorio limitate** è possibile approssimare l'ellissoide con altre superfici di riferimento:

- **Sfera locale (campo geodetico)**: può essere impiegata su porzioni di territorio fino a 150 km
- **Piano locale o tangente (campo topografico)**: può essere impiegato su porzioni di territorio di circa 10-15 Km

Il raggio della sfera locale varia in funzione della latitudine

sfera locale	ai poli	alla latitudine di 40°	all'equatore
Raggio in Km	6.356,912	6.365,759	6.378,388

Confronto scostamenti planimetrici

<i>distanza</i>	<i>50 km</i>	<i>100 km</i>	<i>150 km</i>	<i>200 km</i>
scostamento planimetrico tra ellissoide e sfera	0,347 cm	2,774 cm	9,362 cm	22,635 cm

<i>distanza</i>	<i>10 km</i>	<i>20 km</i>	<i>50 km</i>
scostamento planimetrico tra sfera e piano	0,8 cm	6,5 cm	128 cm

Confronto scostamenti altimetrici

<i>distanza</i>	<i>1 km</i>	<i>10 km</i>	<i>20 km</i>	<i>50 km</i>	<i>100 km</i>
scostamento altimetrico tra ellissoide e sfera	0,013 cm	1,3 cm	5,4 cm	33 cm	130 cm

<i>distanza</i>	<i>0,350 km</i>	<i>1 km</i>	<i>2 km</i>	<i>10 km</i>
scostamento altimetrico tra sfera e piano	1 cm	8 cm	31 cm	785 cm

Forma della terra: per riassumere

Superficie fisica: è la superficie “*effettiva*” o “*reale*” o “*topografica*” che calpestiamo

Per poterla rappresentare si fa riferimento ad altre superfici: la **superficie ellissoidica** e la **superficie geoidica** - in alcuni casi e per aree limitate - al posto della superficie ellissoidica si fa riferimento alla **sfera locale** o al **piano tangente**

Forma della terra: per riassumere superficie geoidica

Superficie geoidica: è una superficie equipotenziale rispetto alla forza di gravità ed è assimilabile alla superficie individuata dal livello medio del mare, ipotizzato esteso al di sotto delle terre emerse e privo di fenomeni ondosi, maree, variazioni termiche e di densità.

In ogni punto della superficie geoidica è rilevabile la verticale (direzione del filo a piombo).

La superficie geoidica non è matematicamente rappresentabile.

Forma della terra: per riassumere superficie ellissoidica

Superficie ellissoidica: (detta anche “obiettiva” o “di riferimento”) è la superficie ottenuta come rotazione attorno all’asse minore di un ellisse.

L'asse minore è sull'asse di rotazione terrestre.

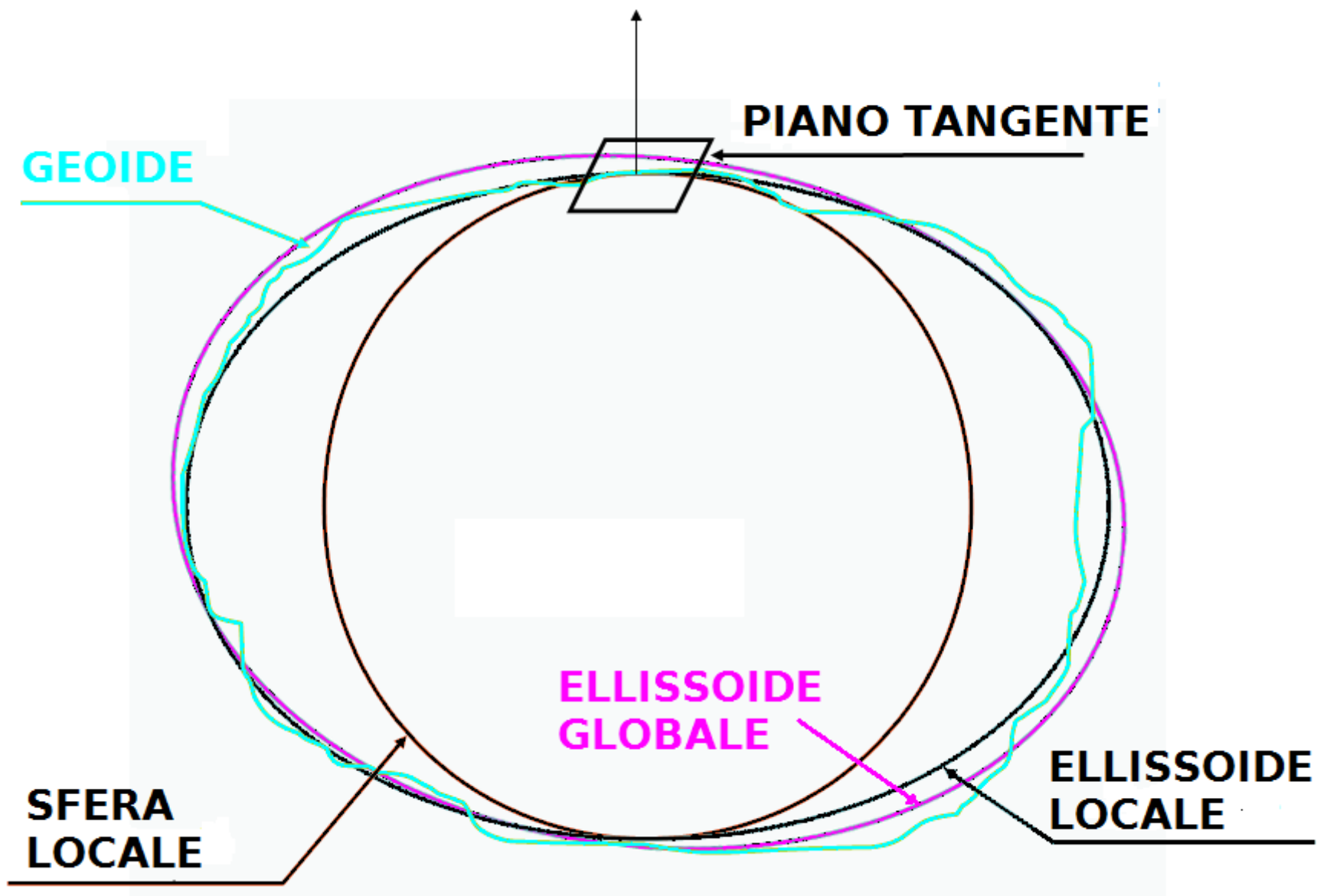
L'ellissoide può essere globale o locale.

E' la superficie geometricamente regolare sulla quale vengono proiettati i punti della superficie terrestre per determinarne le coordinate.

Per aree limitate può essere approssimata e sostituita:

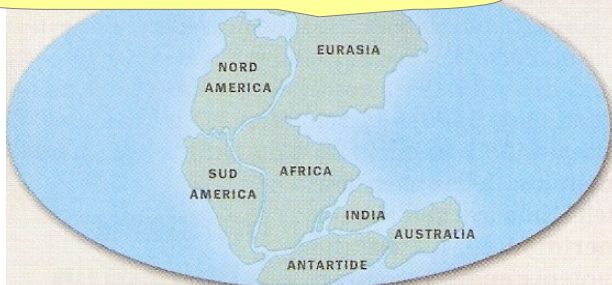
- con la sfera locale (campo geodetico)
- con un piano tangente (campo topografico).

Forma della Terra: superfici di riferimento



Superfici di riferimento e tempo di riferimento

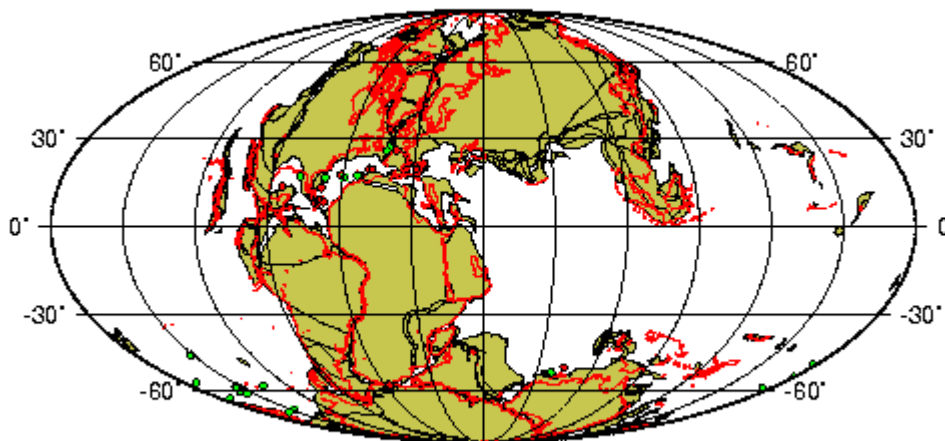
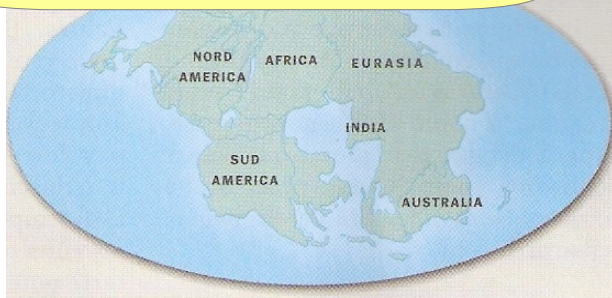
150 milioni di anni fa



ora



Fra 150 milioni di anni



Ultimi 150 milioni di anni

La superficie terrestre non sta ferma, l'asse di rotazione non è fisso, il centro di gravità si sposta nel tempo → i sistemi di riferimento e le posizioni di un punto sulla superficie terrestre sono definiti in un determinato istante

Sistemi di Riferimento e Datum

Un **sistema di riferimento** è - ad esempio - un ellissoide locale (quindi scelta dei semiassi, orientamento e posizionamento ellissoide) su cui si può definire uno o più sistemi di coordinate.

Un **datum** (o “**sistema di riferimento geodetico**” o **datum geodetico**) è costituito da un insieme di **regole** e **misure** che permettono di definire dove - nel **momento** in cui sono state definite le regole e le misure - si trova un punto.

- Le “**regole**” sono il sistema di riferimento scelto
- Le “**misure**” sono la materializzazione dei punti per i quali sono state definite le coordinate

Sistemi di Riferimento e Datum

Nel linguaggio comune spesso non si fa differenza tra **sistema di riferimento** e **datum** in quanto si dà per scontato che sistema di riferimento senza materializzazione non servirebbe dal punto di vista operativo: la posizione di un punto generico si fa appoggiandosi ai punti “noti” e non rifacendo tutto il processo rigoroso. Questo però **non è sempre vero** infatti il sistema di riferimento ETRS89 ha due materializzazioni diverse e quindi genera 2 distinti datum: ETRS89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000

Le coordinate di un punto sono diverse a seconda del Datum adottato. Ad esempio per la cupola dell'Osservatorio di Monte Mario le coordinate espresse in latitudine e longitudine assumono i seguenti valori:

Datum	Latitudine	Longitudine
Roma before 40	41° 55' 24,399"	12° 27' 06,840"
Roma 40	41° 55' 25,510"	12° 27' 08,400"
ED 50	41° 55' 31,487"	12° 27' 10,933"
ETRS89-ETRF89	41° 55' 27,851"	12° 27' 07,658"
ETRS89-ETRF2000	41° 55' 27,8504"	12° 27' 07,665"

Geodesia classica e geodesia moderna

Datum locali e Datum globali

- Nella **geodesia classica** le misure planimetriche e le misure altimetriche vengono effettuate rispetto a due datum diversi:
 - un **datum planimetrico** (detto anche geodetico): si basa su di una superficie di riferimento ellissoidica (generalmente un ellissoide locale)
 - un **datum altimetrico**: si basa sulla superficie di riferimento geoidica (superficie equipotenziale del campo di gravità terrestre (anche esso locale))
- Nella **geodesia moderna**, basata sul rilievo satellitare, si utilizzano **datum tridimensionali globali**, validi per l'intero globo terrestre

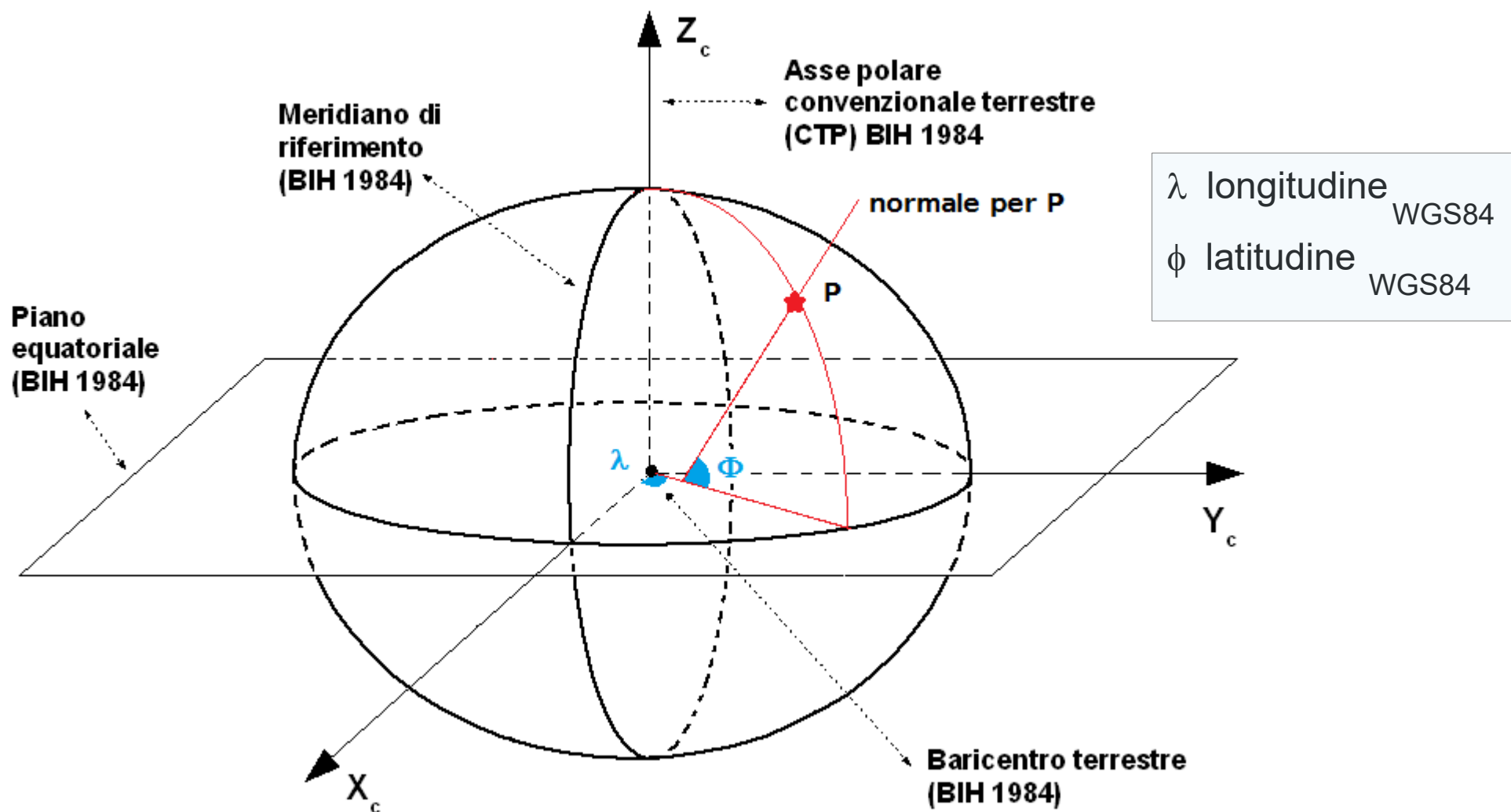
Datum globali

La definizione di un datum globale si basa su di una terna cartesiana geocentrica e solidale con la terra, con associato un ellissoide geocentrico avente come asse polare Z, ed assi X ed Y sul piano equatoriale e asse X è diretto secondo il meridiano fondamentale di Greenwich

Nei **datum globali** - come in quelli locali - la materializzazione concreta del sistema di riferimento passa attraverso la definizione di **reti geodetiche** che in questo caso sono **internazionali**, reti che poi vengono raffittite a livello nazionale

Datum globale WGS84

Scelta ellissoide - posizionamento ellissoide alla data - Coordinate ellissoidiche



Datum locali

La scelta delle due superfici di riferimento (planimetrica o altimetrica) viene effettuata "localmente", con la finalità di meglio approssimare nella zona di interesse (continentale, nazionale, catastale) la superficie reale al modello adottato e alle misurazioni effettuate

Datum planimetrico locale: viene definito tramite l'individuazione di un ellissoide di riferimento e del suo orientamento (ad esempio per Roma 40 punto di emanazione Monte Mario, si orienta l'ellissoide imponendo che nel punto di emanazione la normale al geode coincida con la verticale per il punto e inoltre che per il punto di emanazione la quota ellissoidica coincida con la quota ortometrica infine si orienta il nord).

Datum altimetrico locale: viene definito tramite l'individuazione del livello medio del mare per un certo periodo in un punto di riferimento, (per l'italia continentale mareografo di Genova con osservazioni 1937-42)

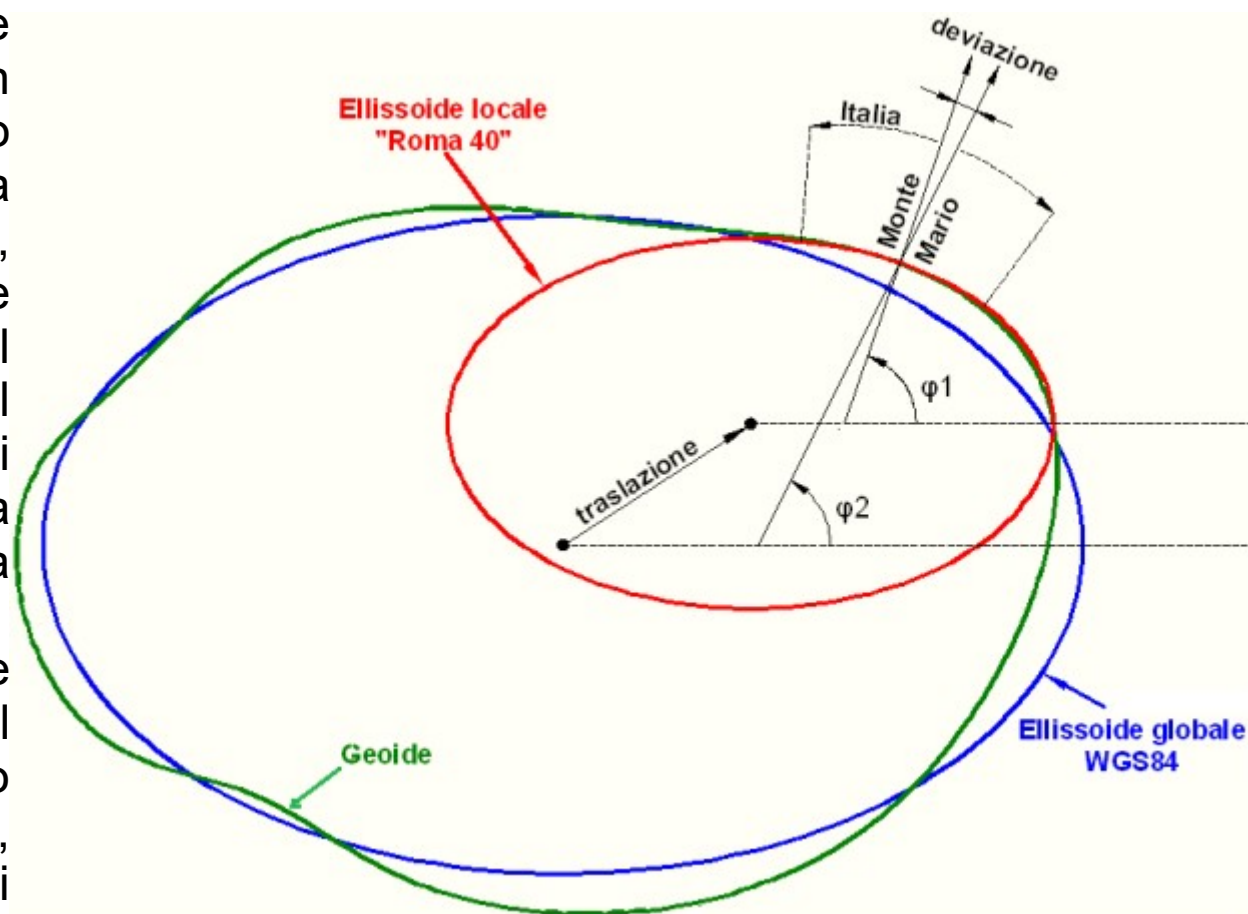
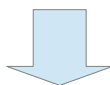


Figura da www.tb cad.it modificata

Il problema delle quote

Per quota di un punto rispetto ad una superficie di riferimento si intende la distanza lungo la verticale tra il punto e la superficie stessa

Le quote che si utilizzano di norma per le misure e che descrivono l'andamento della superficie terrestre devono avere un significato fisico (l'acqua deve scorrere da un punto più alto ad uno più basso):

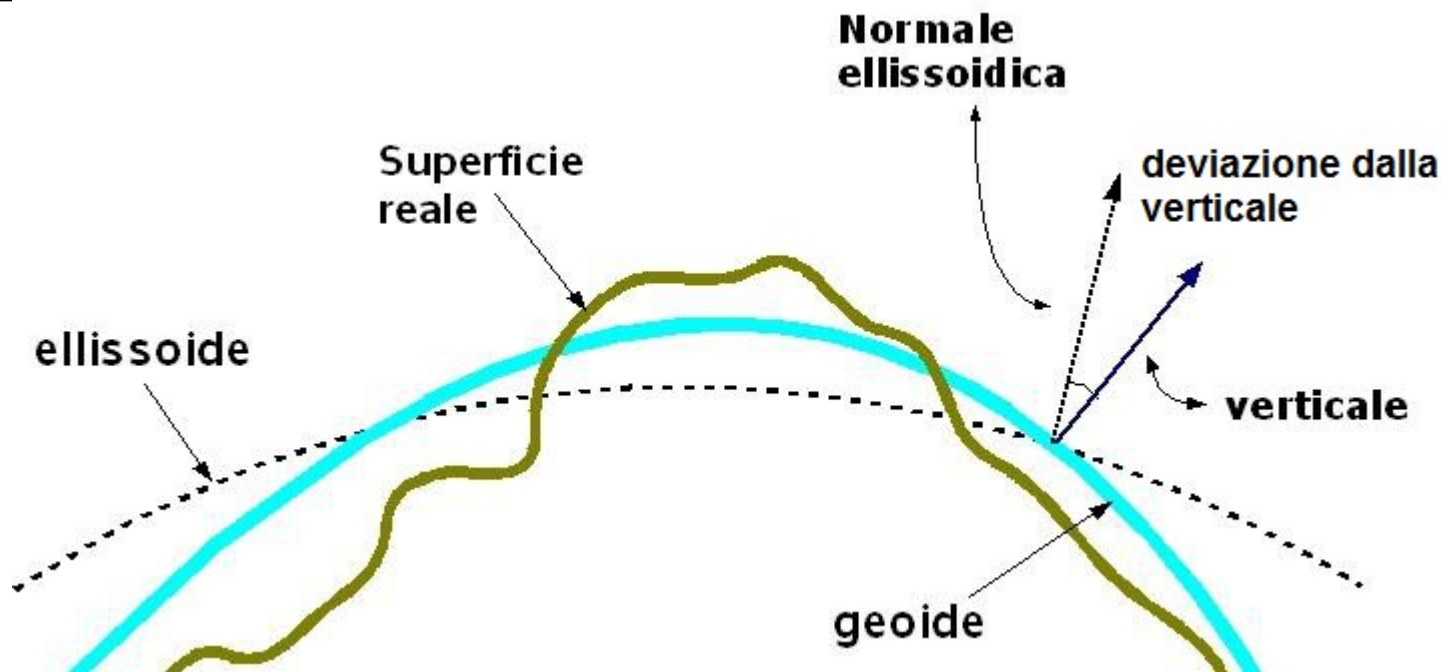


la superficie ideale rispetto alla quale esprimere tali quote è il **geoide**, in quanto definito in base al campo di gravità terrestre che **ha significato fisico**

Le quote espresse rispetto al **geoide** vengono dette **ortometriche** o **geoidiche** o **quote s.l.m.**

Le quote espresse rispetto all'**ellissoide** non hanno significato fisico e sono definite **quote ellissoidiche**

Il **geoide** è una superficie equipotenziale rispetto al campo di gravità, la tangente ad una linea di forza della gravità in un dato punto si chiama **verticale** e coincide con la direzione del filo a piombo.



Superficie del geoide perpendicolare in ogni punto alle linee di forza del campo di gravità

Un geoide viene materializzato mediante una rete di punti (capisaldi altimetrici) con quota nota rispetto al geoide.

La quota 0 è convenzionalmente pari al livello medio del mare in un dato luogo e ad una determinata data.

Un **sistema di riferimento altimetrico** è un sistema **convenzionale**, non univoco e “locale”:

- è definito una volta scelto il geoide di riferimento (una **quota zero convenzionale**) e realizzata una rete di punti (**capisaldi altimetrici**) per i quali la quota ortometrica è stata determinata con la dovuta precisione rispetto al geoide di riferimento adottato (quindi rispetto al punto per il quale si è definita la quota zero)
- non essendo stata concordata a livello internazionale una omogeneizzazione dei sistemi altimetrici locali, **non esiste un sistema altimetrico globale**

La migliore definizione delle quote ortometriche italiane ha la sua realizzazione nella **rete nazionale di livellazione di alta precisione dell'IGM**

In **Italia** per le quote con significato fisico, riferite cioè alla superficie del geoide, sono definiti 4 Sistemi di riferimento:

- Genova 1942, per il territorio peninsulare;
- Catania 1965, per la Sicilia;
- Cagliari 1956, per la Sardegna;
- Lampedusa 2005, per le isole Pelagie

In **Europa** l'EUREF (European Reference Frame) ha istituito un Sistema Altimetrico continentale (EVRS - European Vertical Reference System), che utilizza altezze normali riferite all'ellissoide GRS80 ricavate tramite compensazioni delle reti nazionali.

- Diverse realizzazioni: EVRF2000, EVRF2007 e EVRF2019

Esistono anche modelli per le quote:

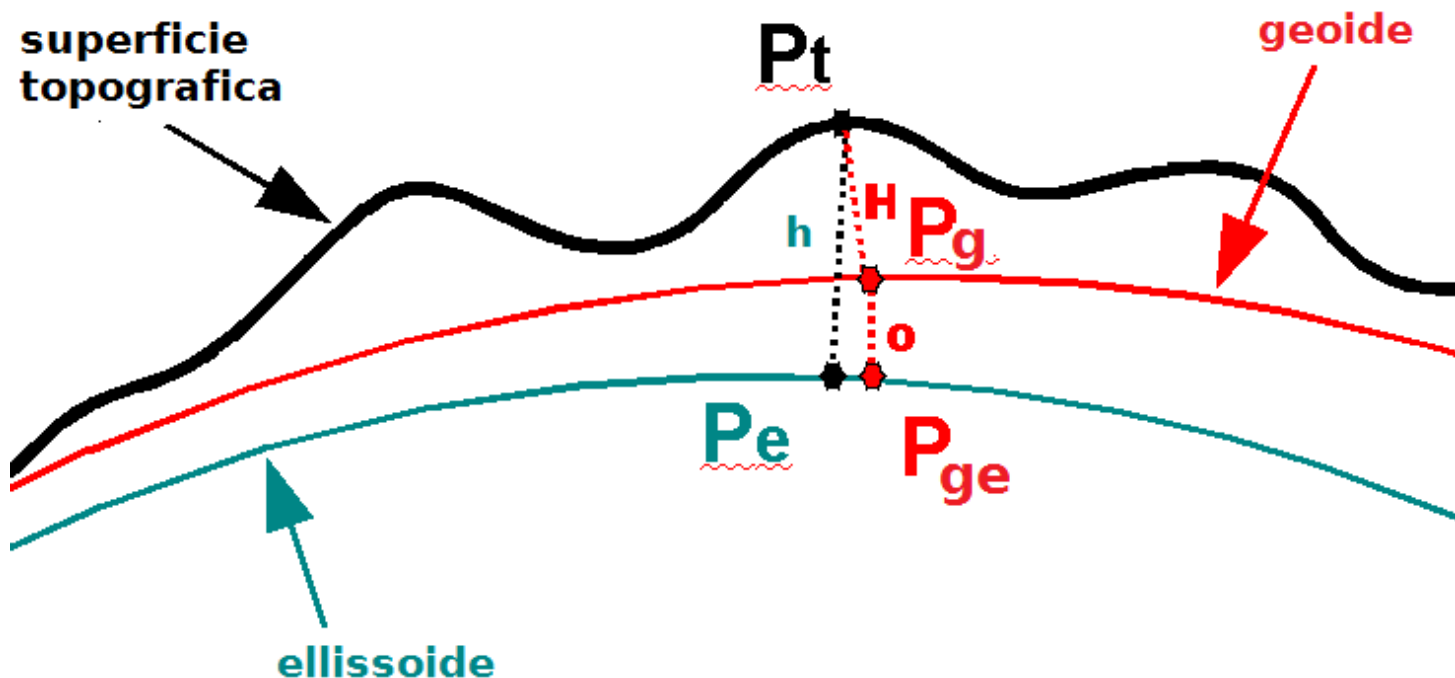
- **Modelli mondiali**, il più noto **EGM96** che fornisce quote approssimate (nelle zone più controllate con accuratezza dell'ordine di 50 cm)
- **Modelli italiani ITALGEO** (ITALGEO90, ITALGEO99 e ITALGEO2005), ITALGEO2005 ha differenze tra quote livellate e quote del modello mediamente di 3.5 cm

Quote ellissoidiche e ortometriche

h=quota ellissoidica:
distanza lungo la verticale all'ellissoide tra il punto e l'ellissoide

H=quota ortometrica:
distanza lungo la verticale "fisica" al geode tra il punto e il geode (quota geodica o quota s.l.m.)

o=ondulazione geoidica:
scostamento tra geode ed ellissoide (distanza lungo la verticale tra la proiezione del punto sull'ellissoide e il geode)



$$h \approx H + o \quad (\text{Nel caso di geode al di sopra dell'ellissoide})$$

NB: con il termine "quota" senza ulteriore specificazione di norma si intende la quota s.l.m. ovvero la quota ortometrica o geoidica (H)

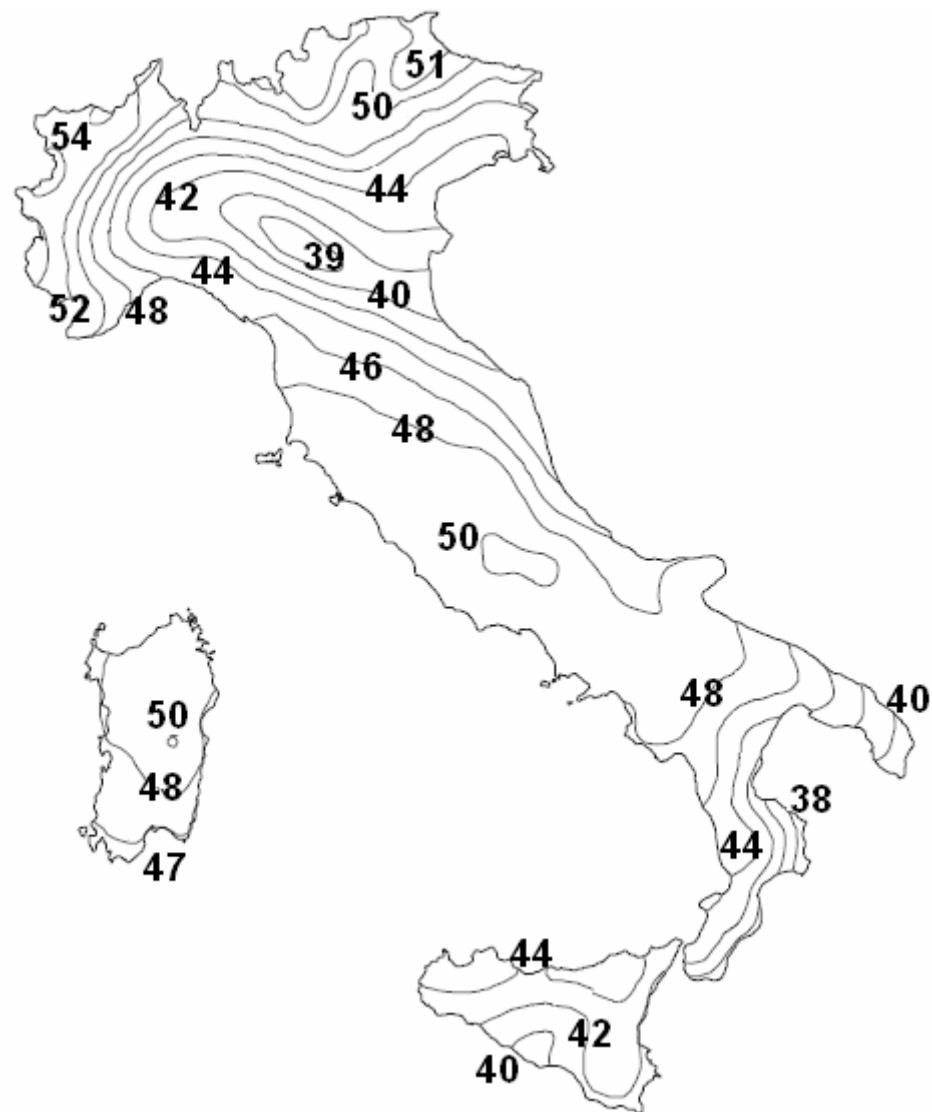
Ondulazione geoidica in Italia (valori in metri) rispetto all'ellissoide WGS84



in Italia il geode sta sopra
l'ellissoide di decine di metri,
quindi la quota ortometrica (o
geoidica o s.l.m.) è inferiore alla
quota ellissoidica

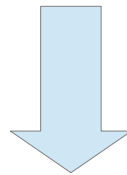
Quota ortometrica **H**
Quota ellissoidica **h**
Ondulazione geoidica **o**

In italia **$H \approx h - o$**



Sistemi di Riferimento e di Coordinate

- tra i punti rappresentati in una cartografia o posizionati in un GIS e i punti reali deve esistere una corrispondenza biunivoca
- la corrispondenza biunivoca avviene utilizzando formule matematiche adottando sistemi di riferimento e sistemi di coordinate



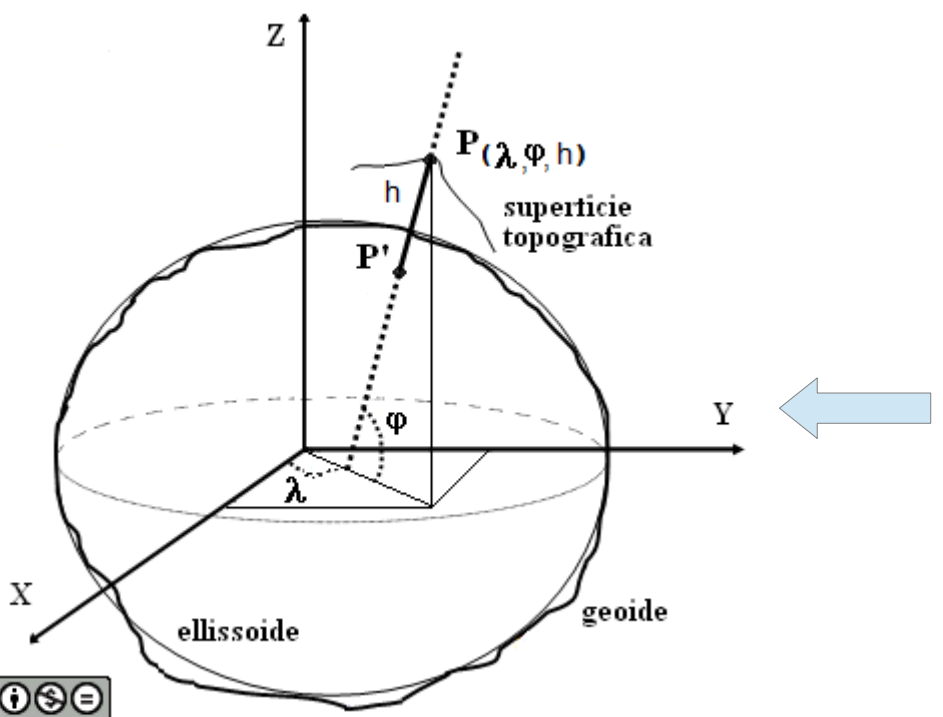
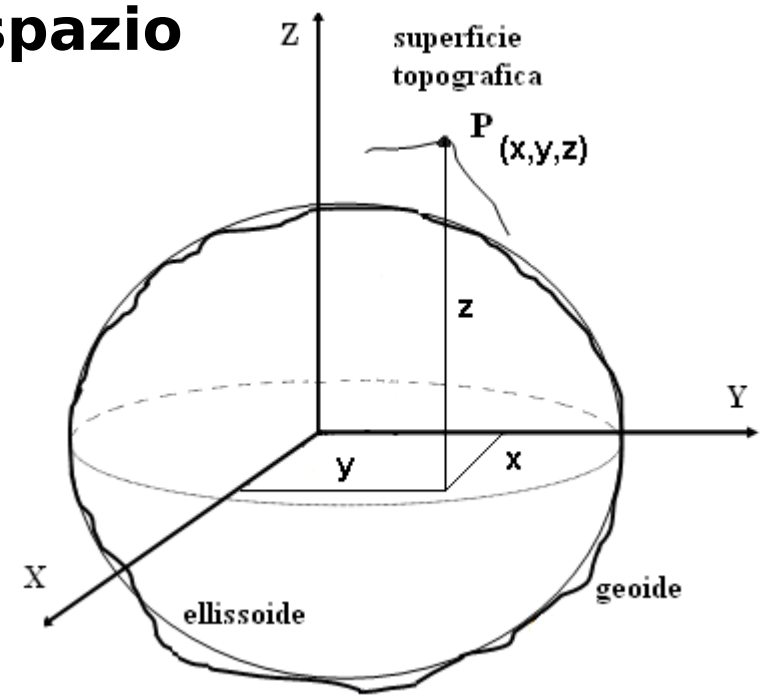
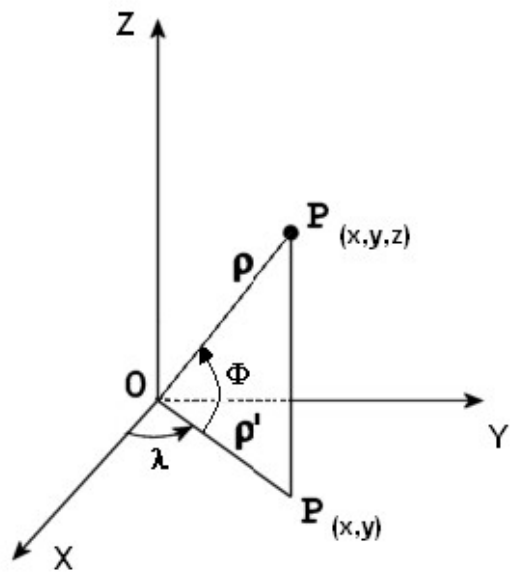
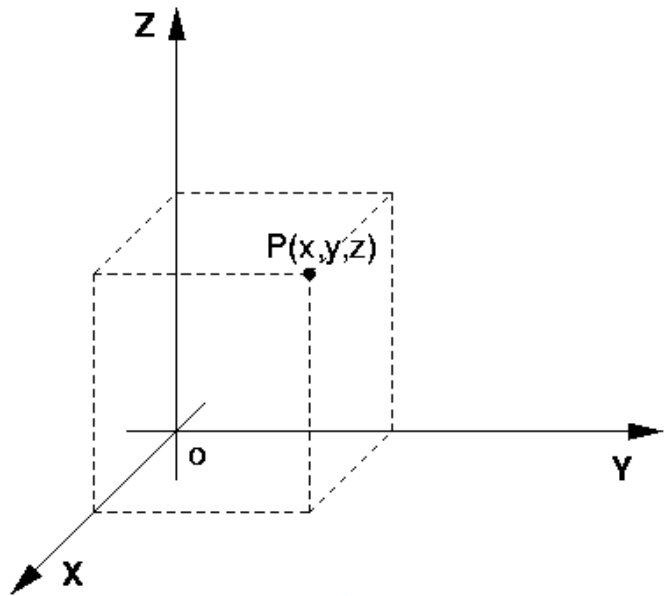
la georeferenziazione dei dati territoriali avviene tramite l'utilizzo di **Sistemi di Riferimento e Sistemi di Coordinate**

Sistemi di Coordinate

Si dividono in:

- Sistemi di coordinate nel **piano**:
 - Coordinate cartesiane (x,y)
 - Coordinate polari (ρ,θ)
- Sistemi di coordinate nello **spazio**:
 - Coordinate cartesiane (x,y,z)
 - Coordinate polari (ρ, λ, ϕ)
- Sistemi di coordinate su **supporto curvo** (geografiche): individuano la posizione di un punto mediante due valori angolari che definiscono la direzione della normale alla superficie nel punto stesso e possono essere:
 - Sferiche
 - Ellissoidiche (normale all'ellissoide)
 - Geoidiche (o astronomiche: normale al geoide)

Sistemi di Coordinate nello spazio



La posizione di P e P' può essere espressa in coordinate curvilinee (P rispetto a P' a meno della quota ellissoidica)

In cartografia partendo dalle:

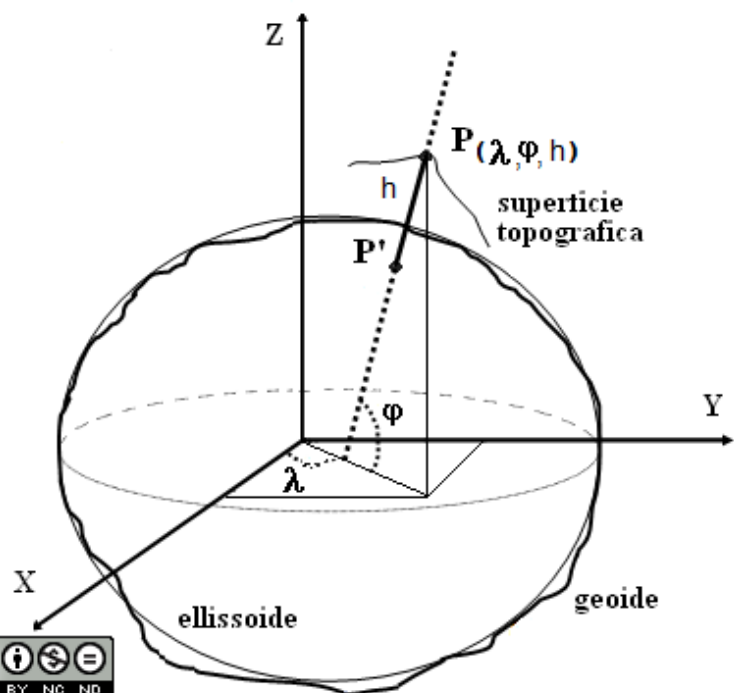
- coordinate su supporto curvo ellissoidiche
- quote ortometriche

si realizzano rappresentano piane:

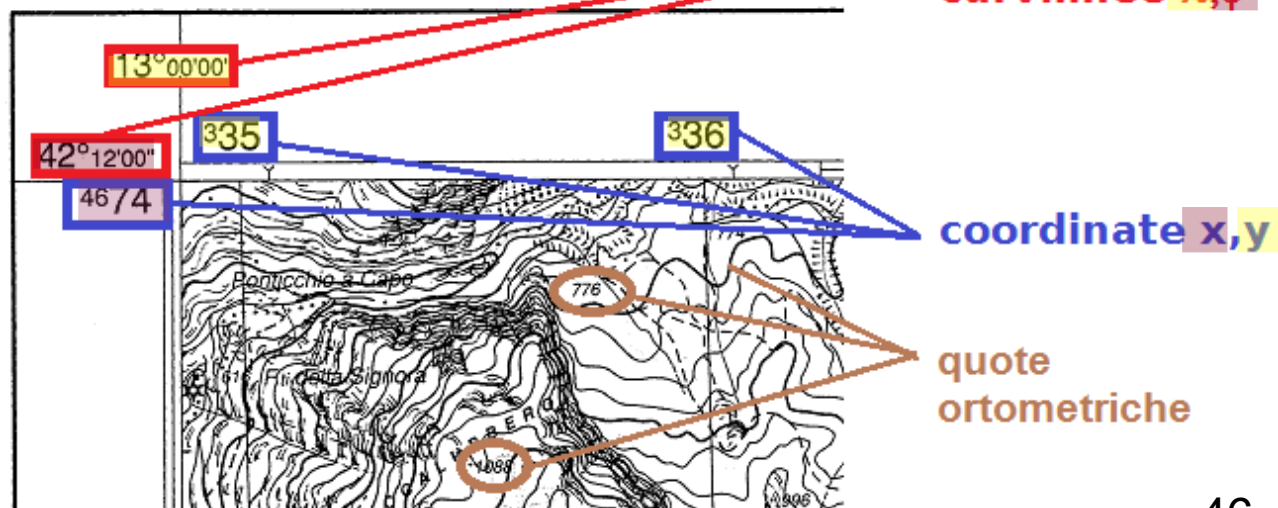
- in coordinate x,y
- punti quotati e curve di livello



corrispondenza biunivoca tra coordinate ellissoidiche e coordinate x,y cartografiche \Rightarrow

$$\begin{matrix} x = f(\lambda, \phi) \\ y = g(\lambda, \phi) \end{matrix} \iff \begin{matrix} \lambda = m(x, y) \\ \phi = n(x, y) \end{matrix}$$


CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI

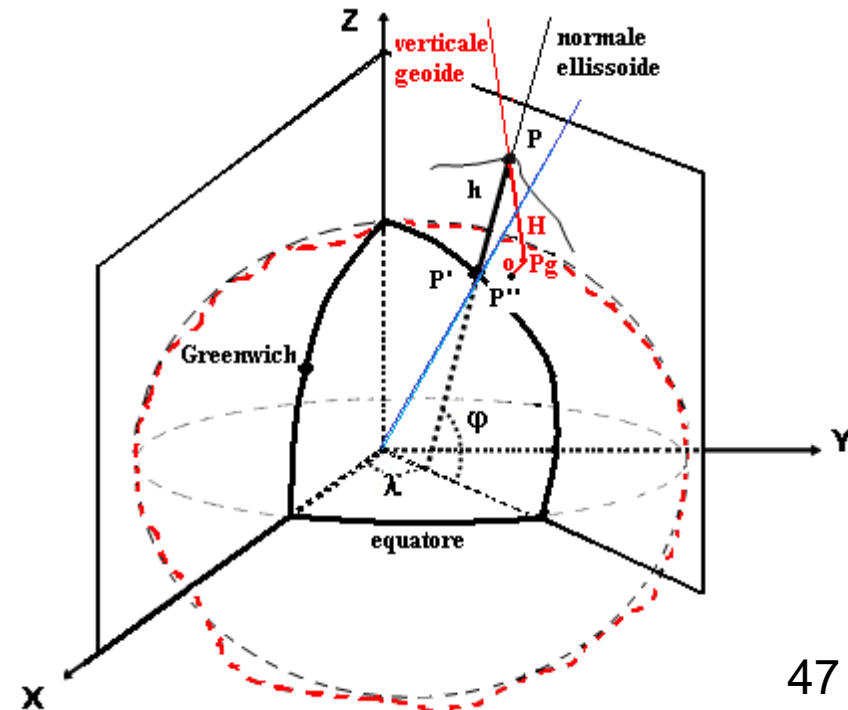
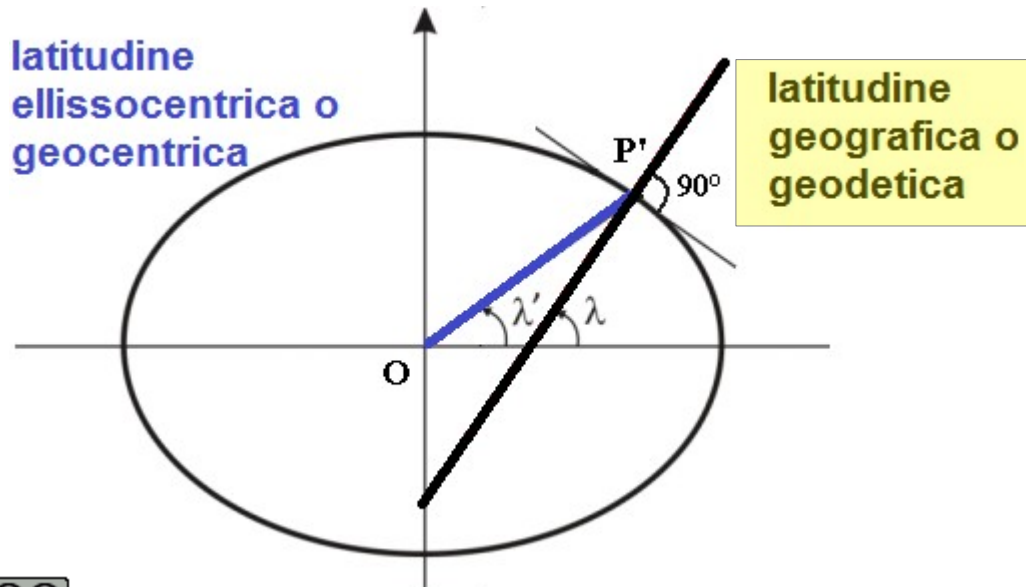


Sistemi di coordinate curvilinee : esempio latitudine

Latitudine geografica o geodetica o semplicemente latitudine: ci si riferisce alla normale all'ellissoide di riferimento (è quella correntemente utilizzata)

Latitudine ellissocentrica o geocentrica: ci si riferisce alla retta che congiunge il punto sull'ellissoide di riferimento al centro dell'ellissoide

Latitudine astronomica o geoidica: ci si riferisce alla retta verticale al geode (angolo formato dalla direzione verticale del filo a piombo con il piano dell'equatore celeste). NB longitudine e latitudini geoidiche generano linee "sghembe" nello spazio non descrivibili matematicamente



Latitudine, longitudine e quota

La **LATITUDINE** di un punto P è pari all'angolo che la verticale per il punto P alla superficie ellissoidica di riferimento scelta forma con il piano equatoriale

(Parallelo 0° = Equatore) tale angolo viene – di norma - misurato in gradi sessagesimali e può assumere valori nell'intervallo da 0 a 90° N e da 0 a 90° S

La **LONGITUDINE** di un punto P è l'angolo, secondo il verso assegnato, che il semipiano contenente la normale per il punto P alla superficie ellissoidica di riferimento scelta forma con il piano passante per il meridiano di riferimento

(Meridiano 0° = meridiano di Greenwich) tale angolo viene - di norma - misurato in gradi sessagesimali e può assumere valori nell'intervallo da 0 a 180° Est e da 0 a 180° Ovest

La **QUOTA** di un punto P è la distanza misurata lungo la verticale tra il punto P e la superficie geoidica scelta

Modulo 1

Sezione 1.2

Classificazione delle rappresentazioni cartografiche

Classificazione delle carte

Le carte possono essere classificate in funzione di diverse caratteristiche e proprietà:

- in funzione delle **deformazioni** geometriche (derivanti dal processo di proiezione)
- in funzione della **scala** di rappresentazione
- in funzione del **metodo proiettivo** (tipo di proiezione)
- in funzione della loro **genesì**
- in funzione del **contenuto informativo**
- in funzione dell'**utilizzo**

Classificazione: deformazione geometrica

- **CARTE EQUIDISTANTI:** nel passaggio dalla superficie ellissoidica al piano della carta vengono conservati i rapporti fra le lunghezze (*in realtà ciò è possibile solo per alcune direzioni*)
- **CARTE CONFORMI** (o isogone): gli angoli restano inalterati nel passaggio dall'ellissoide al piano della carta (*si conserva la similitudine fra figure corrispondenti*)
- **CARTE EQUIVALENTI:** vengono conservati i rapporti fra aree
- **CARTE AFILATTICHE:** presentano deformazioni di diverso tipo, ma molto piccole (*ad esempio Cassini-Soldner/Catasto*)

Classificazione: scala di rappresentazione

La **scala di rappresentazione** o **fattore di scala** o **rapporto di scala** o semplicemente **scala** è il rapporto tra le misure disegnate e le misure reali dell'oggetto rappresentato.

E' un parametro importante che condiziona la quantità di oggetti rappresentabili in modo proporzionato e non simbolico e la precisione possibile delle misure.

La **classificazione delle carte in funzione della scala**

che viene generalmente da tutti adottata è la seguente:

carte a **grandissima scala**: 1:200 (*o più grande*) - 1:500

carte a **grande scala**: 1:1.000-1:2.000

carte a **media scala**: 1:5.000-1:10.000

carte a **piccola scala**: 1:25.000-1:100.000

carte a **piccolissima scala**: più piccole di 1:100.000

In funzione dello scopo la produzione cartografica italiana adotta le seguenti scale:

- **Carte catastali:** essendo carte comprese nei rapporti di scala 1:400 - 1:2.000, sono a **grandissima** o a **grande scala**
- **Carte Tecniche Regionali (CRT):** essendo carte in scala 1:5.000 o 1:10.000, sono carte a **media scala**
- **Carte topografiche IGM:** hanno scale 1:25.000, 1:50.000 e 1:100.000 e appartengono quindi alla categoria delle carte a **piccola scala**
- **Carta d'Italia in scala 1:250.000 dell'IGM, le carte aeronautiche d'Italia** redatte dal Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche (CIGA) con il supporto dell'IGM in scala 1:500.000 sono carte a **piccolissima scala**

In Italia si usa anche la seguente catalogazione in funzione della scala:

- **Piani o piante:** per scale di rappresentazione 1:500 o maggiori (grandissima scala)
- **Levate:** per rappresentazioni di centri urbani con adozioni di scale di rappresentazione da 1:500 a 1:1.000 (grandissima - grande scala)
- **Mappe:** per le rappresentazioni catastali che normalmente sono in scala 1:2.000 (grande scala)
- **Carte tecniche:** per cartografie regionali con scale 1:5.000 e 1:10.000 (media scala)
- **Carte topografiche:** per cartografie di base con scale da 1:25.000 a 1:100.000 (piccola scala)
- **Carte corografiche:** per rappresentare intere regioni, nazioni e insiemi di nazioni con scale da 1:200.000 a 1:1.000.000 (piccolissima scala)
- **Carte geografiche:** per rappresentare grandi aree con scale fino a 1:2.000.000 (piccolissima scala)
- **Mappamondi:** rappresentazione del globo generalmente diviso in due emisferi
- **Planisferi:** rappresentazione di tutta la superficie del globo

Classificazione per tipo di proiezione

Le rappresentazioni cartografiche sono su superficie piana alla quale si perviene attraverso metodo geometrico-proiettivi :

- proiettando direttamente su un piano
- proiettando su superfici a semplice curvatura svilupppabili su un piano

ovvero

- “*proiettando*” tramite formule matematiche: non si tratta di proiezioni ma di procedimenti matematici atti a realizzare la corrispondenza biunivoca tra punti reali e punti sulla carta in modo da ridurre le deformazioni

Quindi le “proiezioni” si dividono in:

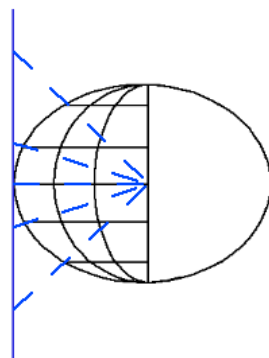
- | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|
| – prospettiche (meridiane, polari, oblique) | } { | Tangenti |
| – di sviluppo (cilindriche, coniche) | | Secanti |
| – analitiche (Sanson-Flamsteed, conforme Gauss, UTM, Cassini-Soldner, Lambert,) | | Mercatore, conforme |

Proiezioni Prospettiche

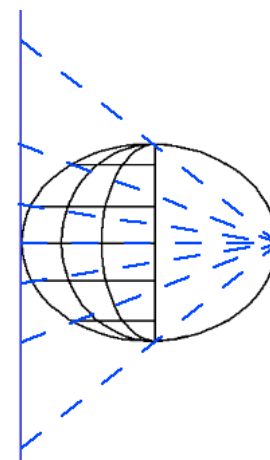
MERIDIANE: piano di proiezione tangente all'equatore e parallelo all'asse di rotazione dell'ellissoide

(raramente utilizzate in cartografia)

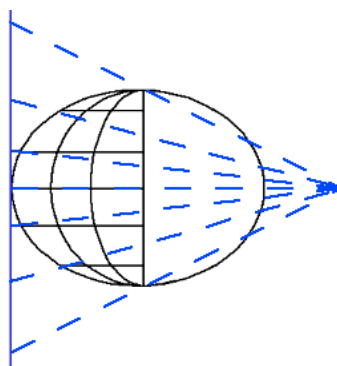
centrografiche (o **gnomoniche**): il punto di vista si trova al centro della superficie di riferimento



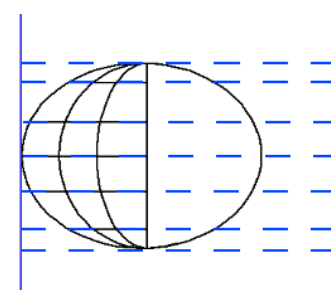
stereografiche: il punto di vista è opposto rispetto al centro della porzione da rappresentare



scenografiche: il punto di vista è al di fuori della superficie di riferimento, a distanza non infinita, sulla retta congiungente il centro della zona da rappresentare con il centro della superficie di riferimento



ortografiche: il punto di vista si trova a distanza infinita rispetto al piano di proiezione



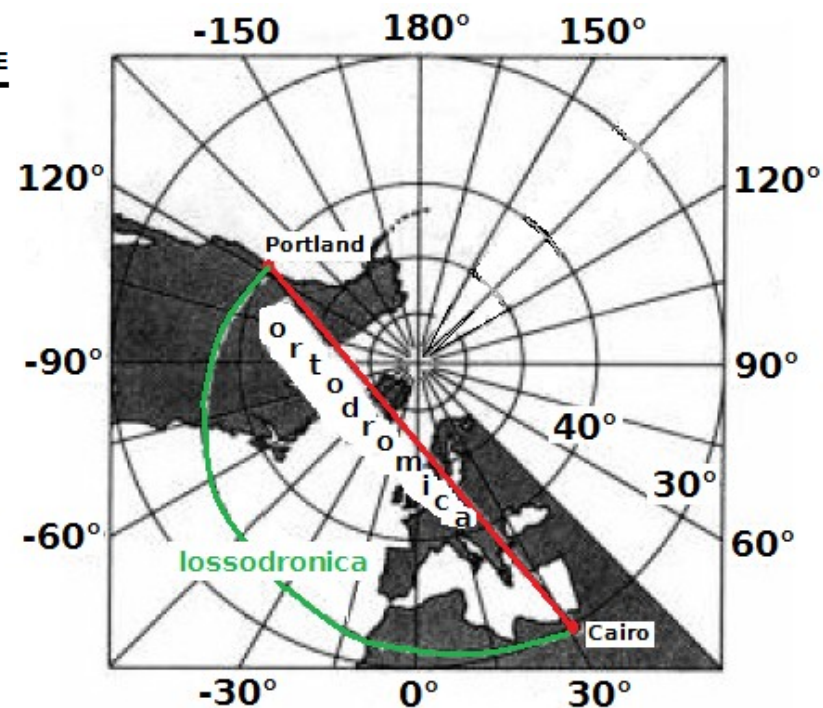
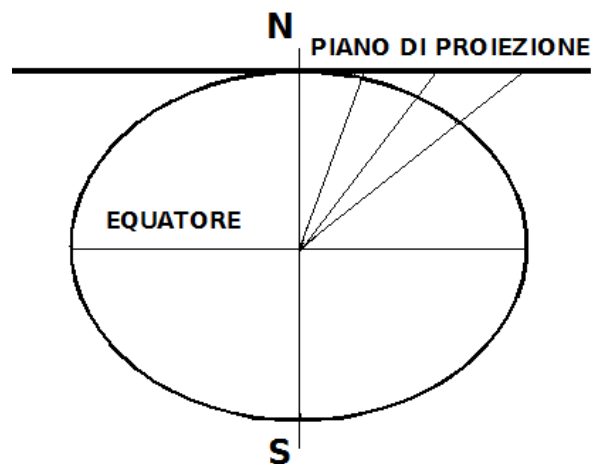
Proiezioni Prospettiche

POLARI: piano di proiezione tangente al polo

(le due sottostanti utilizzate in cartografia)

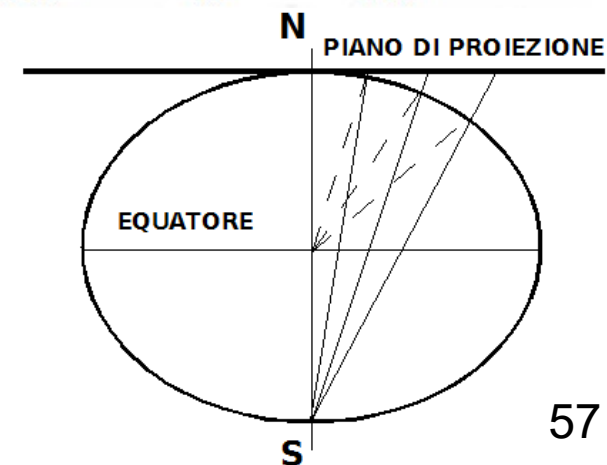
Centrografica polare

(o **gnomonica**): il punto di vista si trova al centro della superficie di riferimento.



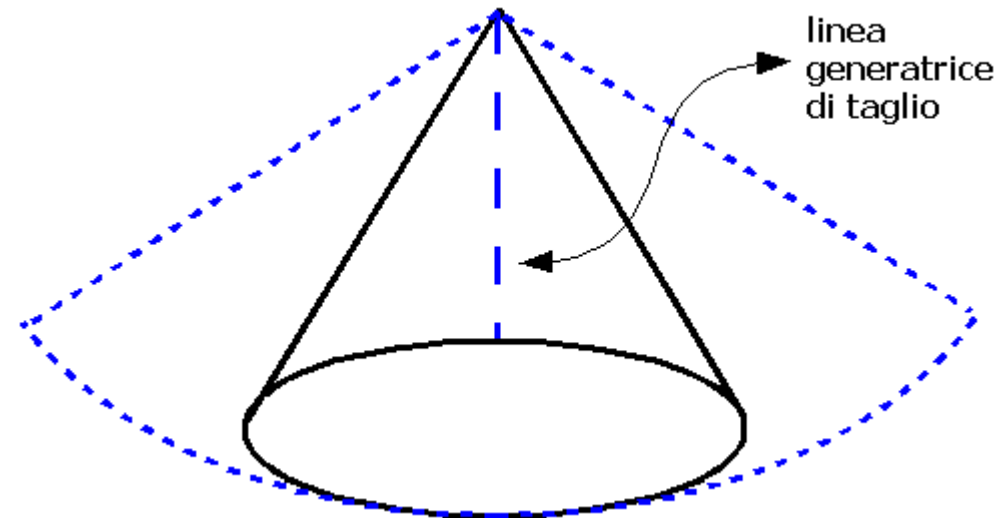
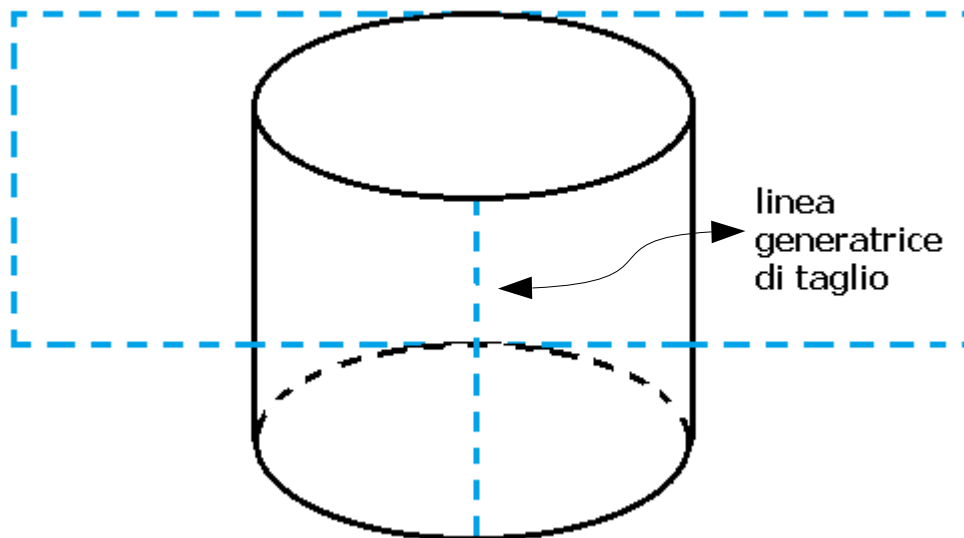
Nella proiezione Centrografica polare l'ortodromica (minimo percorso) è una linea retta e la lossodromica (taglia i meridiani con angolo costante) una linea curva. Viene **utilizzata** soprattutto per la navigazione.

Stereografica polare: i punti dell'ellissoide sono proiettati su un piano tangente ad un polo con il centro di proiezione sull'altro polo, è isogona e per questo è **raccomandata** dall' ICAO (International Civil Aviation Organization)

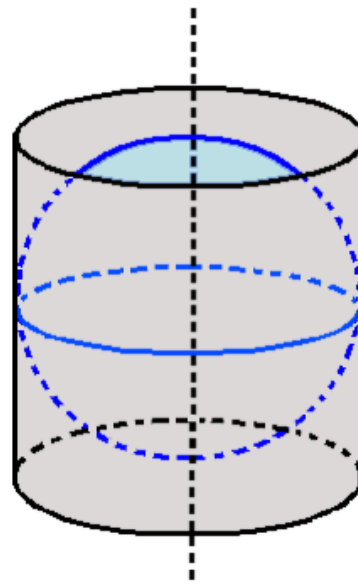


Proiezioni di Sviluppo

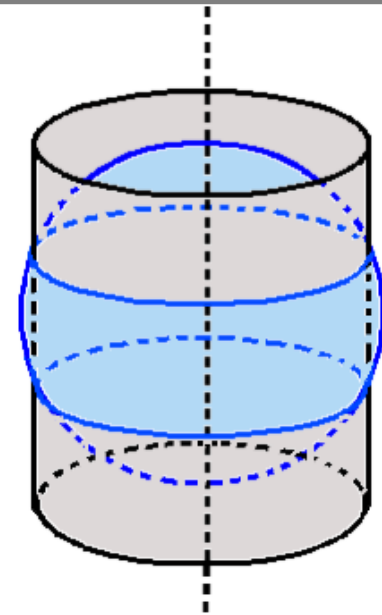
Le superfici laterali del cilindro e del cono sono superfici “srotolabili” mediante il taglio lungo una linea generatrice e quindi sviluppabili su un piano:



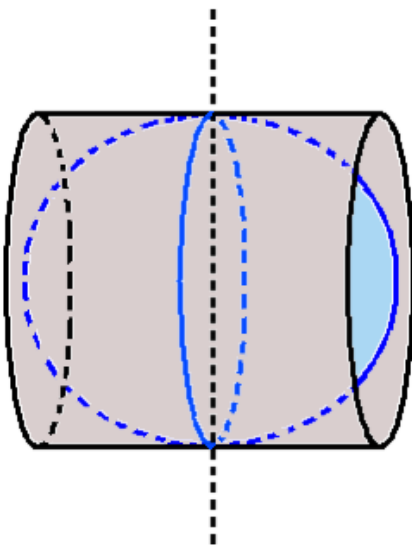
Proiezioni di sviluppo cilindriche



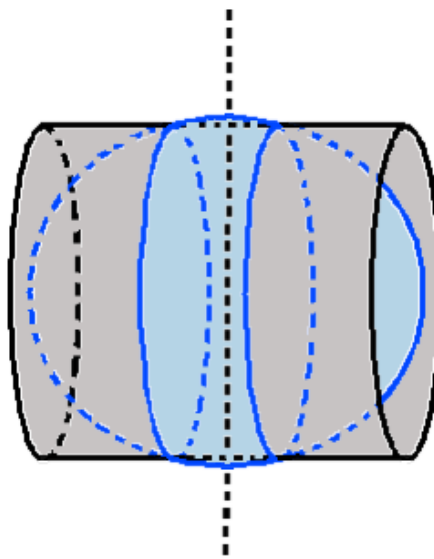
Cilindrica diretta



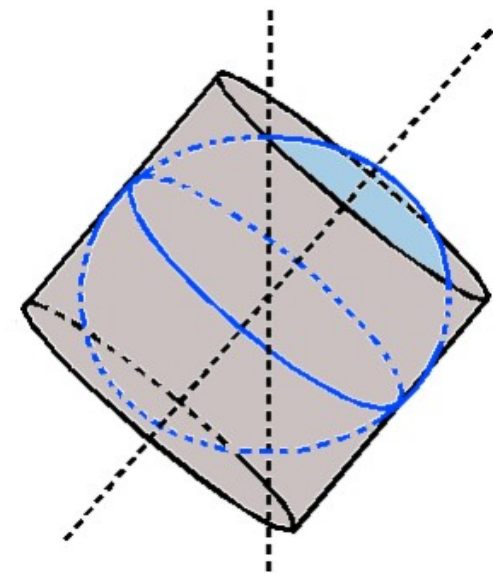
Cilindrica diretta secante



Cilindrica inversa

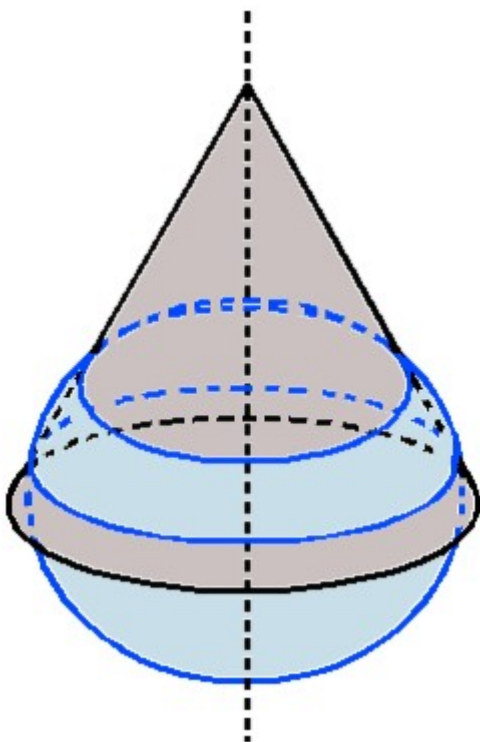


Cilindrica inversa secante

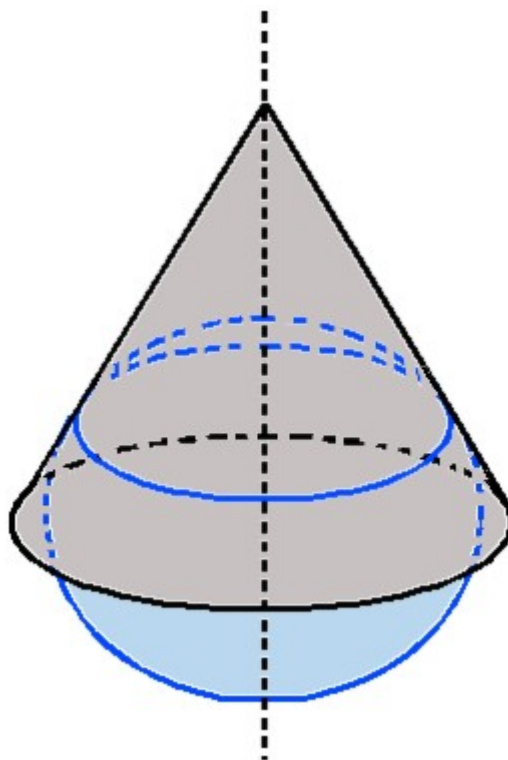


Cilindrica tangente obliqua

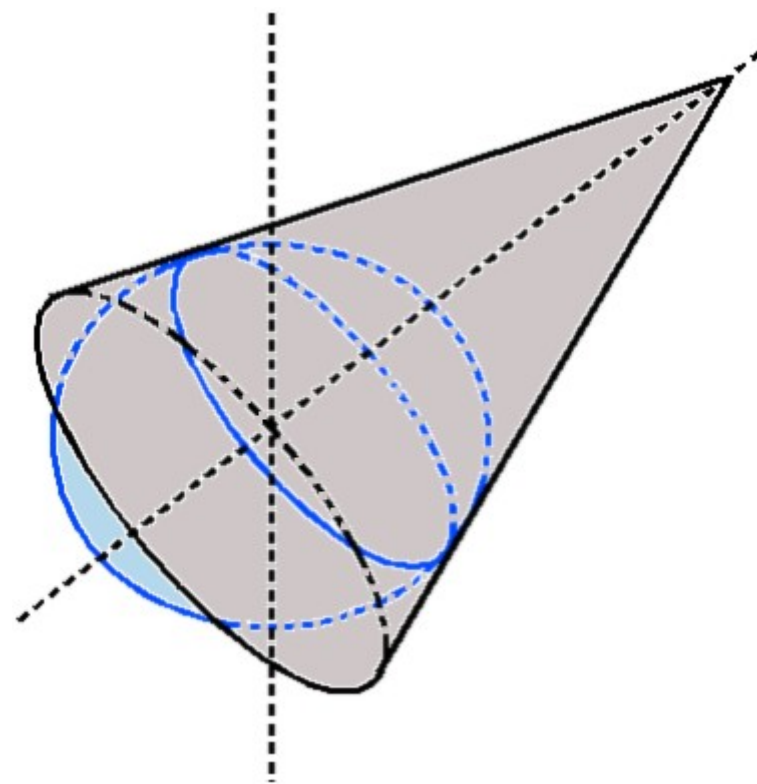
Proiezioni di sviluppo coniche



Conica diretta secante

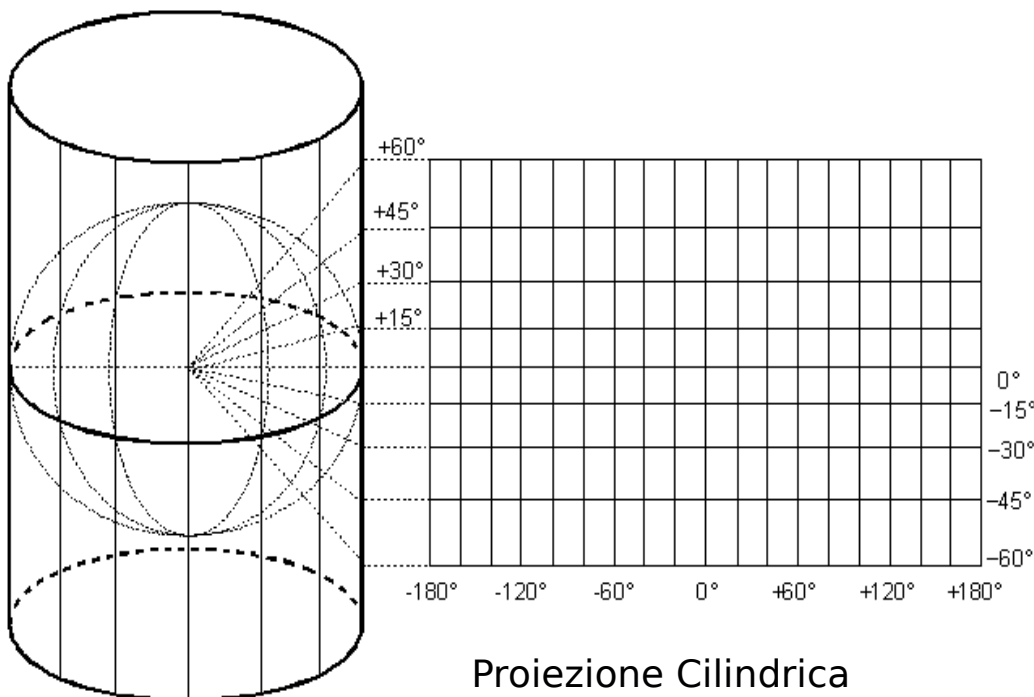


Conica diretta

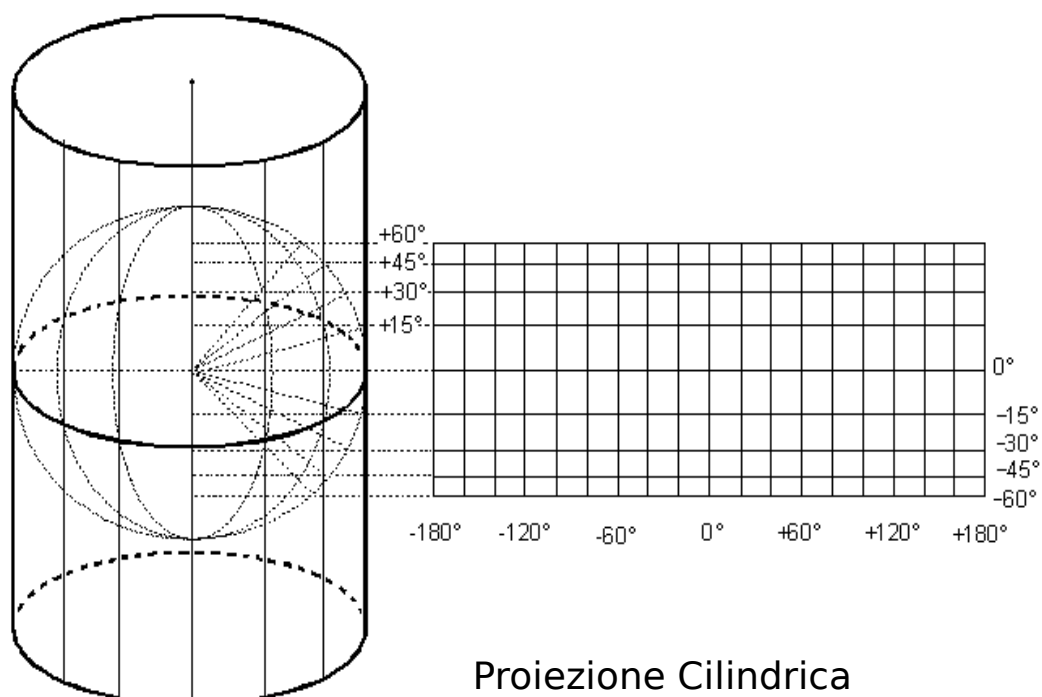


Conica tangente obliqua

Proiezione Cilindrica diretta pura



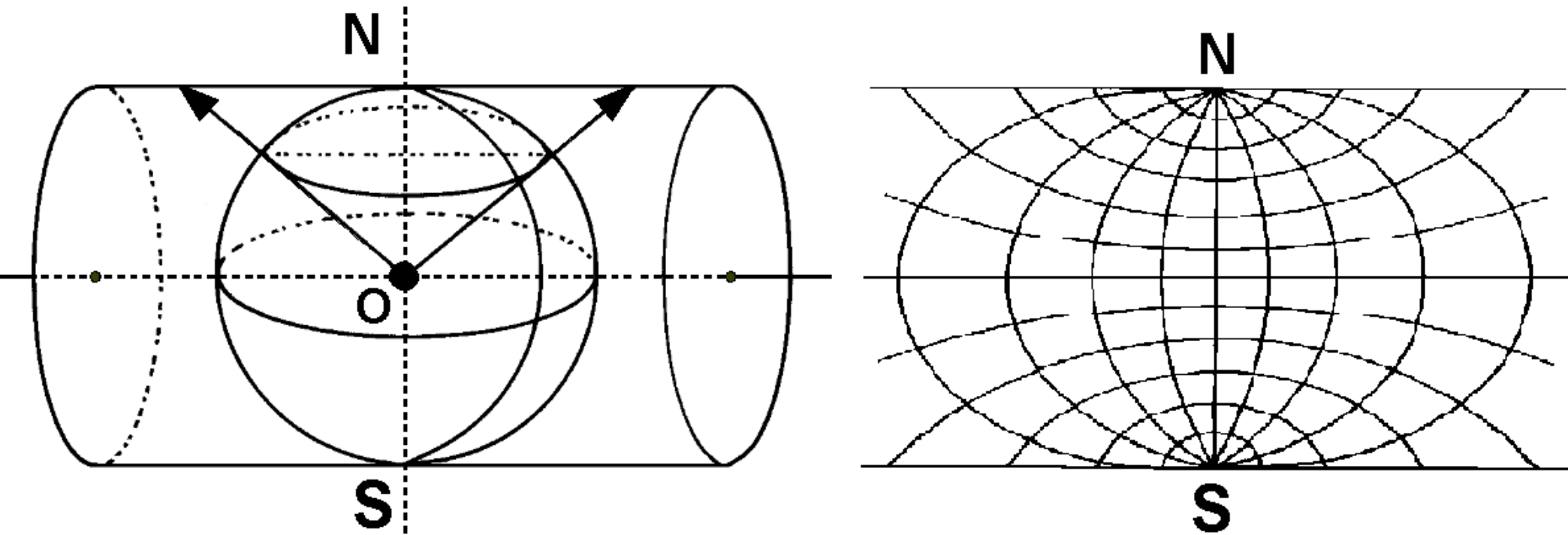
Proiezione Cilindrica
diretta pura
proiezione **centrale**



Proiezione Cilindrica
diretta pura
proiezione **ortogonale**

Sono **proiezioni** (di sviluppo) equidistanti sull'equatore in prossimità del quale presentano modeste alterazioni angolari e di superficie, le deformazioni diventano sempre più evidenti a latitudini crescenti

Proiezione Cilindrica inversa pura

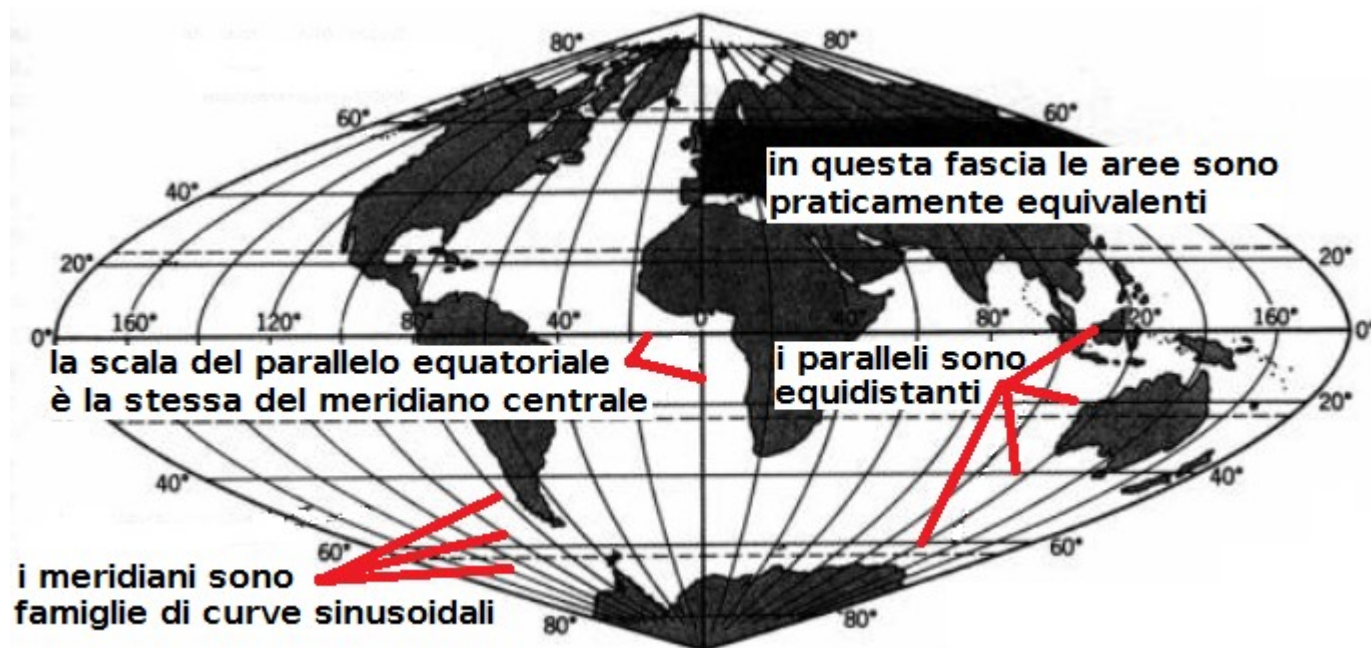


Proiezioni (di sviluppo) equidistanti sul meridiano di tangenza in prossimità del quale presentano modeste alterazioni angolari e di superficie, le deformazioni diventano sempre più evidenti allontanandosi dal meridiano di tangenza

Rappresentazione di Sanson-Flamsteed (1644-1700)

È una **proiezione analitica** detta anche Proiezione naturale o Sinusoidale per la quale le deformazioni sono accettabili in prossimità dell'equatore e a cavallo del meridiano centrale per il quale vengono impostate le equazioni della carta.

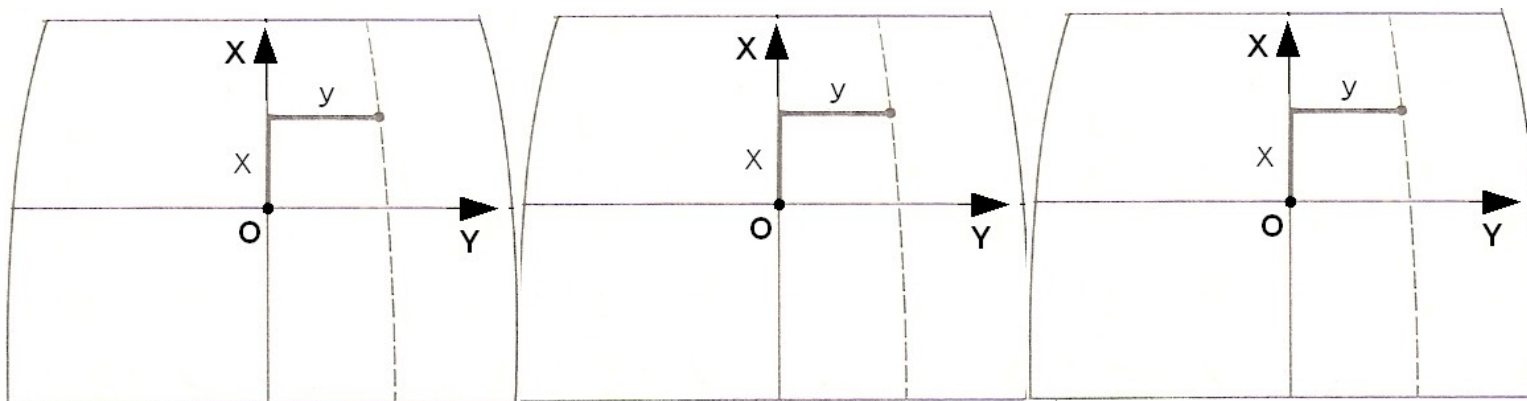
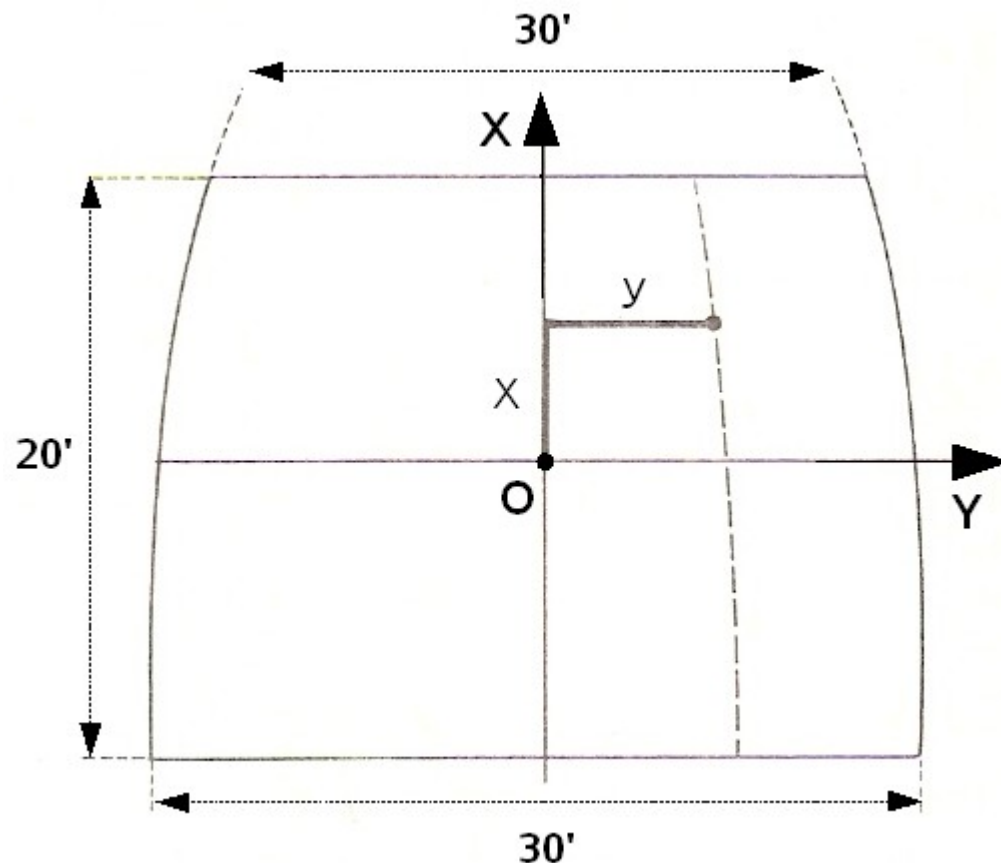
È stata utilizzata fino al 1942 per la cartografia IGM dei fogli al 100.000 adottando l'ellissoide di Bessel con punto di emanazione a Genova.



Ciascun foglio derivava da una proiezione su un piano tangente al punto centrale del foglio, quindi si era realizzata una proiezione policentrica e ciascun foglio aveva un suo sistema di coordinate indipendente.

Ciascun foglio si estende per 30° in longitudine e 20° in latitudine, le lunghezze sono conservate (a meno della scala) sia sul tratto di meridiano centrale che sui tratti dei paralleli che risultano rettilinei, i meridiani laterali sono archi di senoide.

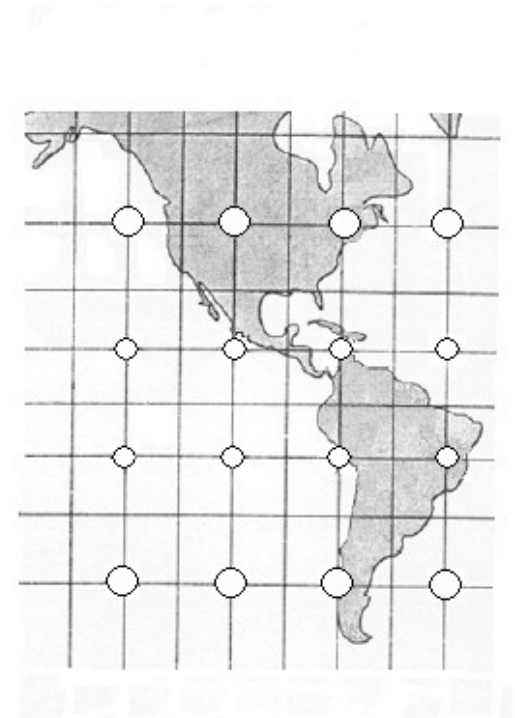
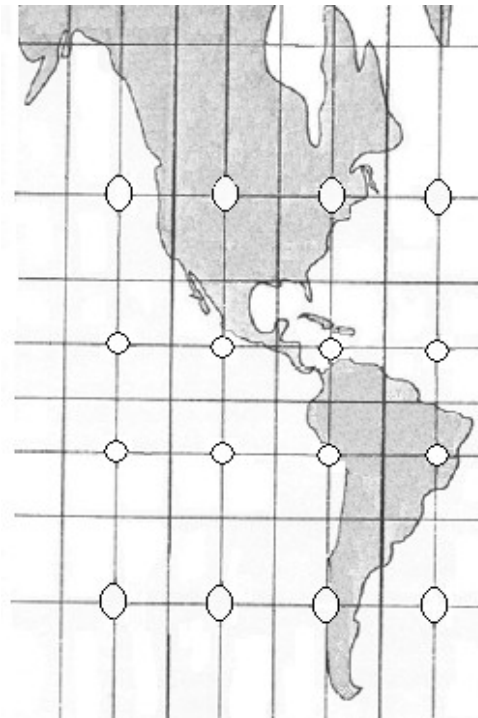
Distanze ed angoli di punti cadenti sui fogli diversi non possono essere letti sulle carte.



Rappresentazione conforme di Mercatore (1569)

E' una **proiezione analitica** che deriva dalla *Proiezione Cilindrica diretta pura proiezione centrale*, la formulazione analitica impone la conformità: forme e direzioni sono corrette, ma non le aree.

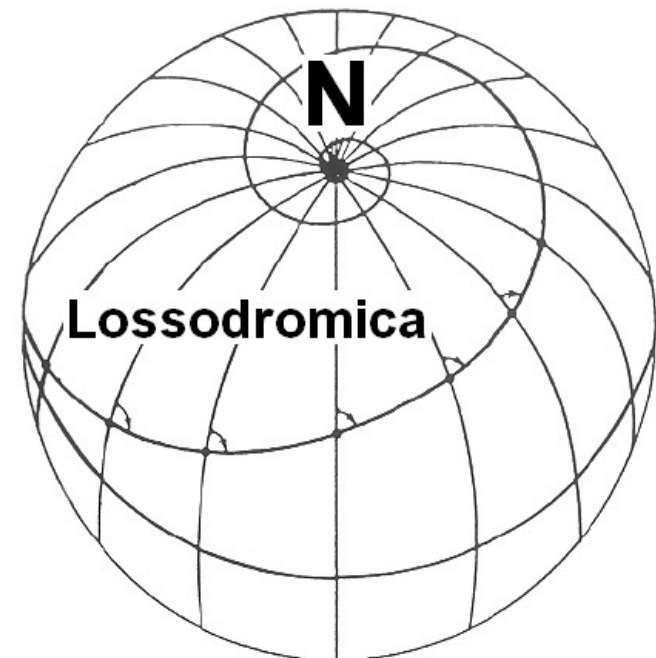
Nella “Proiezione Cilindrica diretta pura proiezione centrale” le aree risultano fortemente allungate ed ingrandite andando verso i poli, nella rappresentazione conforme di Mercatore le aree risultano ingrandite ma mantengono la forma



Essendo una proiezione conforme paralleli e meridiani si incontrano formando angoli retti, come nella realtà.

La rappresentazione conforme di Mercatore dal punto di vista generale cartografico può essere utilizzata nelle latitudini prossime all'equatore dove oltre alla conformità risultano basse le altre deformazioni (distanze ed aree).

La caratteristica della conformità rende utile questa rappresentazione per la navigazione anche ad altre latitudini in quanto la lossodromica (linea che interseca i meridiani con angolo costante) risulta essere rettilinea



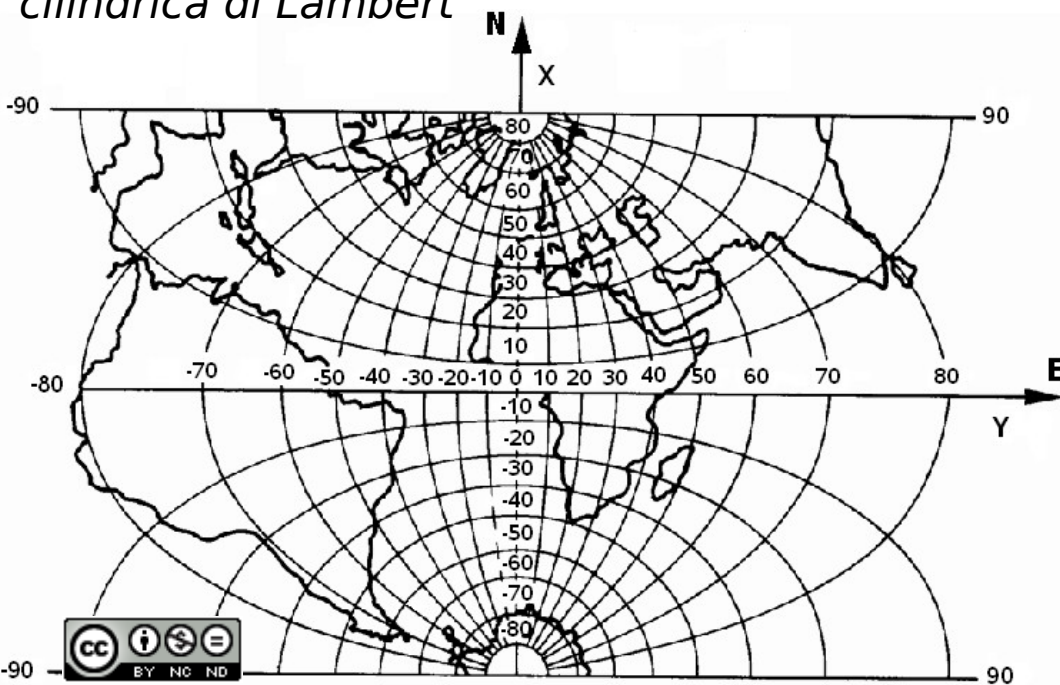
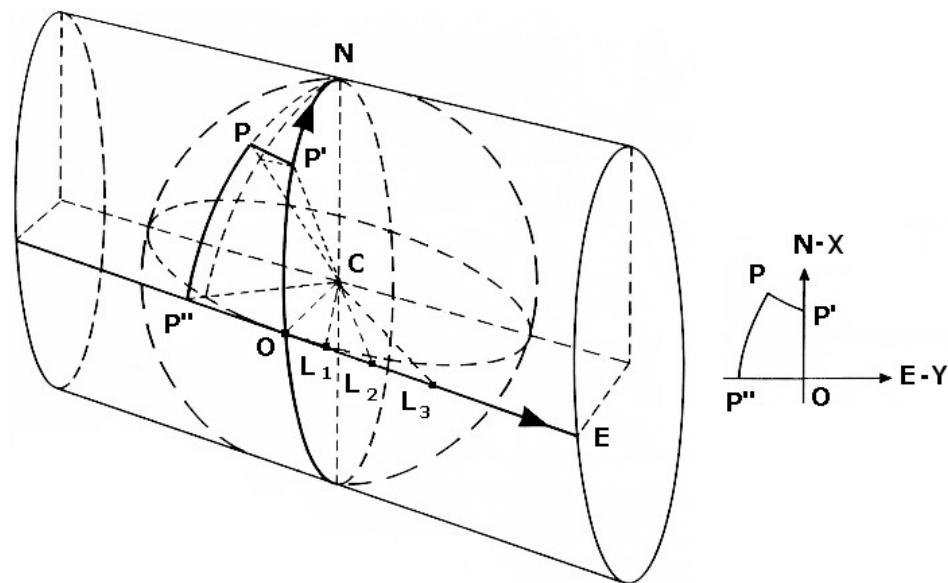
La rotta più breve si ha seguendo l'ortodromica

Rappresentazione conforme di Gauss (1822)

Proiezione analitica.

Ellissoide Internazionale di Hayford, che con adattamento italiano è diventato **Gauss-Boaga Roma40** con Orientamento Monte Mario.

Può immaginarsi derivata da una proiezione cilindrica inversa (o trasversa) ma nelle formule analitiche si impone la condizione di conformità. Viene indicata anche come *Proiezione trasversa di Mercatore*, o anche come *Proiezione meridiana di Mercatore* o *Proiezione pseudo-cilindrica di Lambert*.

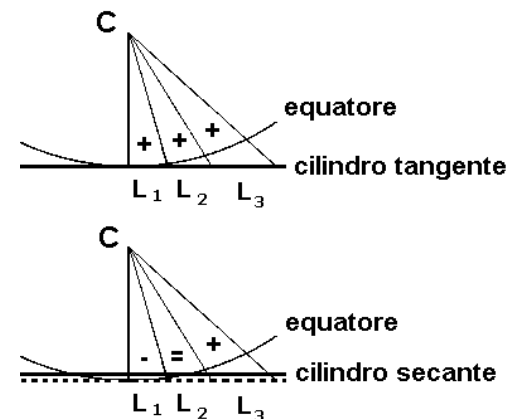
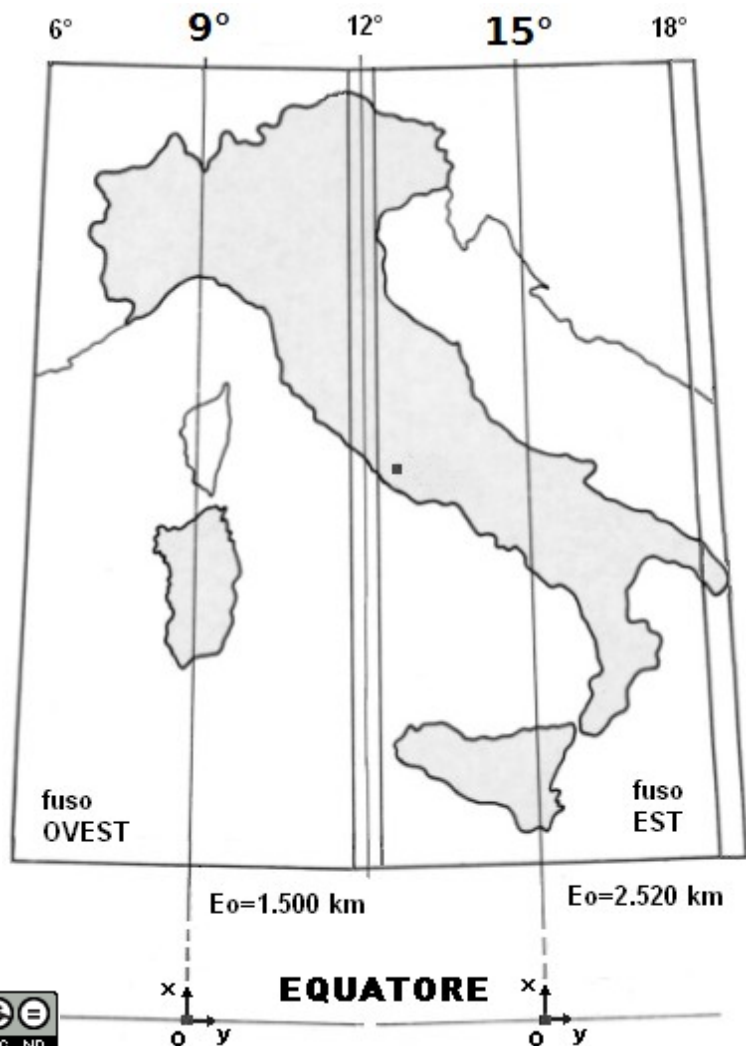


Al fine di contenere le deformazioni è costituita da due “proiezioni” analitiche riferite ai fusi di longitudine 9° e 15° da Greenwich

Sempre al fine di contenere le deformazioni invece della tangenza ai meridiani nelle formule si applica alle coordinate dei due fusi una contrazione pari a 0,9996 (come se invece di cilindri tangenti si utilizzassero cilindri secanti)

Con la contrazione il modulo di variazione lineare varia da 0,9996 sul meridiano centrale a 1,0004 ai bordi del fuso. La rappresentazione, viste le basse deformazioni, oltre che conforme può ritenersi anche equidistante

Nella rappresentazione piana paralleli e meridiani si incontrano ad angolo retto (conformità)



- I due fusi con meridiani centrali 9° e 15° ad Est di Greenwich hanno ampiezza di circa 6° 30' con 2 sistemi di coordinate "piane" N ed E distinte per ciascun fuso
- Zona di sovrapposizione tra i due fusi in cui le coordinate sono determinate in entrambi i fusi
- Falsa origine per le coordinate Est di 1.500 e 2.520 km: la prima cifra della coordinata E indica il fuso di appartenenza
- Le coordinate piane sono espresse in metri

$$N = x$$

$$E = y + 1.500.000$$

$$E = y + 2.520.000$$

per entrambi i fusi

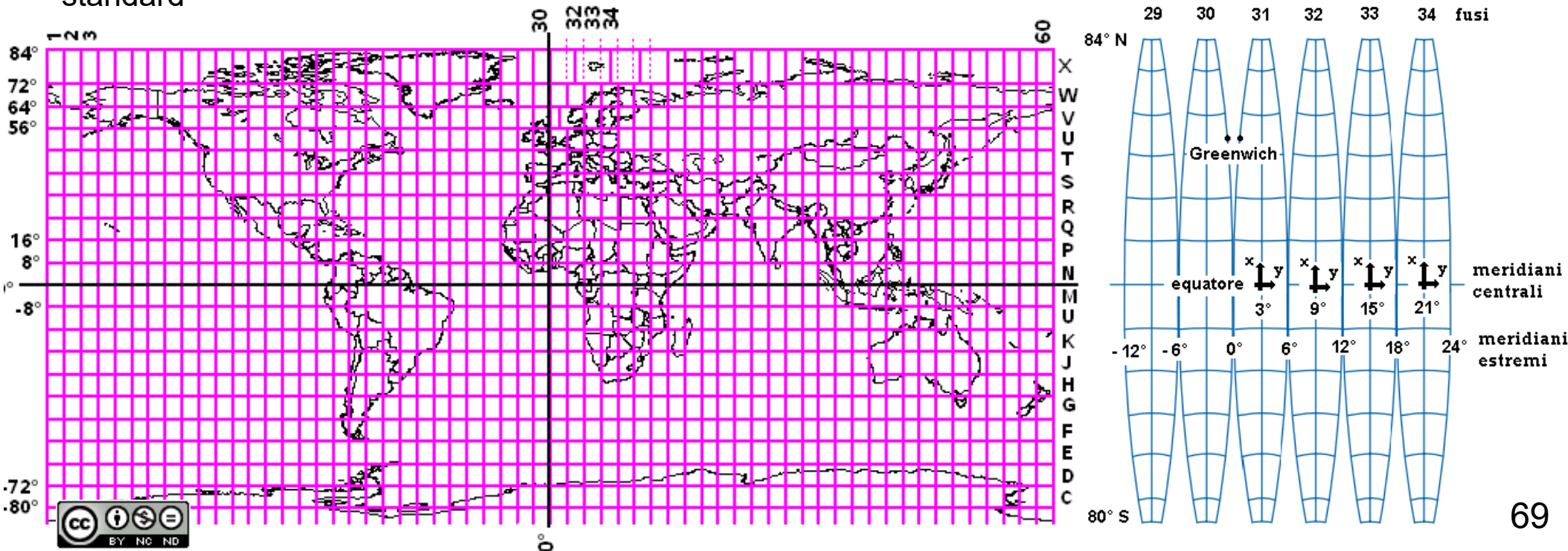
per il fuso Ovest

per il fuso EST

Rappresentazione conforme UTM (1940)

La rappresentazione UTM (Universal Transverse Mercator) consente di realizzare rappresentazioni cartografiche per tutto il globo con latitudini 80° SUD e 84° NORD, è una particolare proiezione di Gauss, quindi le carte UTM sono rappresentazioni analitiche che impongono la condizione di conformità

Il globo terrestre è suddiviso in 60 fusi di ampiezza 6°; dal punto di vista geometrico è come se per ciascun fuso si pensasse di effettuare una proiezione di Gauss sul cilindro inizialmente pensato tangente al meridiano centrale di ciascuno dei 60 fusi, poi secante (contrazione 0,9996) simmetricamente a tale meridiano; i fusi sono numerati a partire dal numero 1 opposto a quello di Greenwich (fuso compreso tra i meridiani relativi alle longitudini 180° W e 174° W) e procedendo verso EST fino al fuso numero 60; si suddivide inoltre il globo in 20 fasce con distanze tra i paralleli di 8°; fa eccezione l'ultima fascia Nord che ha distanza tra i paralleli di 12° e suddivisione di alcuni meridiani non standard



Nella rappresentazione UTM **ogni fuso ha un suo sistema indipendente di coordinate cartesiane ortogonali:**

- l'asse delle coordinate Sud-Nord viene identificato come asse x (quindi non “y” come di solito è), è diretto da Sud a Nord ed ha origine all'equatore, le coordinate vengono espresse in metri e per l'emisfero Sud al fine di non avere valori negativi si aggiungono 10.000.000 metri (diecimila Km), pertanto:

$$x = N \text{ per l'emisfero Nord}$$

$$x = N + 10.000.000 \text{ (metri) per l'emisfero Sud}$$

- l'asse delle coordinate Ovest-Est viene generalmente identificato dall'asse y, è diretto da Ovest a Est ed ha origine nell'intersezione tra il meridiano centrale del fuso e l'equatore, le coordinate vengono espresse in metri e al fine di non avere coordinate negative si aggiungono 500.000 metri (500 Km), pertanto:

$$y = E + 500.000 \text{ (metri)}$$

Le rappresentazioni UTM più utilizzate in Italia sono **UTM-WGS84**, **UTM-ED50**, **UTM-ETRF89** e **UTM-ETRF2000**, la normativa indica come ufficiale la UTM-ETRF2000

Cartografia italiana e Proiezioni:

Nome Proiezione	Tipologia Proiezione	Rapporto con ellissoide	Produzione cartografica
Sanson-Flamsteed	Naturale (Cilindrica diretta)	Policentrica	IGM fino al 1948
Soldner-Cassini	Cilindrica inversa	Policentrica	CATASTO
Mercatore	Cilindrica diretta	Tangenza equatore	IIM
Gauss o UTM	Cilindrica inversa	Tangenza con contrazione 0,9996 meridiani 9°-15°	IGM, CIGA, CTR, CATASTO
Lambert	Conica conforme	Paralleli standard 38°-48°	IGM, CIGA

Denominazione fusi - Meridiani centrali - False origini:

Descrizione	Roma 40	ED50 ETRS89 WGS84
Denominazione fuso	OVEST	32
Meridiano centrale	9°	9°
Falsa origine	1.500 km	500 km
Denominazione fuso	EST	33
Meridiano centrale	15°	15°
Falsa origine	2.520 km	500 km

Datum	Ellissoide	Centro di emanazione	Materializzazione	Rappresentazione cartografica
LOCALE NAZIONALE Sistema geodetico nazionale Roma before 40	Bessel 1841 a = 6 377 397,155 b = 6 356 078,963	Genova Osservatorio Idrografico della Marina ed altri	Rete di inquadramento triangolazione IGM vertici 1° 2° e 3° ordine dell'epoca raffittiti con rete catastale	Cassini Soldner. zone diversa origine con estensione in genere limitata di 70 km in direzione E-O e 100 km in direzione N-S
LOCALE NAZIONALE Sistema geodetico nazionale Roma 40	Internazionale Hayford 1924 a = 6 378 388 b = 6 356 911,946	Roma Osservatorio Astronomico Monte Mario	Rete di triangolazione fondamentale IGM compensazione 1908-1919 e reti di raffittimento	Conforme di Gauss. 2 fusi di 6° (a 9° e 15° da G) contrazione 0,9996 False origini 1500 km fuso Ovest – 2520 km fuso Est
LOCALE EUROPEO Sistema geodetico europeo European Datum 50 ED50		Postdam Orientamento medio Europeo	Non ha propria materializzazione. Ha come rete di inquadramento una selezione delle reti di 1° ordine europee con calcolo di compensazione effettuato nel 1950	Universale Trasversa di Mercatore (UTM). 2 fusi di 6° (a 9° e 15° da G) contrazione 0,9996 False origini 500 km fuso Ovest e fuso Est
GLOBALE Sistema geodetico mondiale World Geodetic System 84 WGS84	WGS84 a = 6 378 137 b = 6 356 752,3142	Non ha centro di emanazione: coincidenza dei centri ellissoide e geoide	Rete di stazioni permanenti gestite da Dipartimento Difesa USA + costellazione di satelliti GPS	Nativamente privo di sistema cartografico però, anche se da non utilizzare ufficialmente, ha rappresentazioni UTM (UTM WGS84)
GLOBALE Sistema geodetico mondiale International Terrestrial Reference System 89 ITRS89 realizzazioni diverse: ITRF89 etc	GRS80 a = 6 378 137 b = 6 356 752,3141	Non ha centro di emanazione: coincidenza dei centri ellissoide e geoide Come il WGS84 il sistema è definito da una terna cartesiana XYZ con asse Z asse di rotazione terrestre al 1984, piccola differenza asse b, differenti reti di materializzazione	ITRS è un sistema geoderico mondiale dinamico che ha materializzazioni in diversi anni costituita da reti di punti con coordinate definite da costellazioni satellitari,	Differenti nelle diverse nazioni
LOCALE EUROPEO Sistema geodetico europeo European Terrestrial Reference System 89 ETRS89 realizzazione ETRF89			ETRF89-IGM95 raffittimento nazionale di ETRF89 anno 1989	Universale Trasversa di Mercatore (UTM). 2 fusi di 6° (a 9° e 15° da G) contrazione 0,9996 False origini 500 km fuso Ovest e fuso Est
LOCALE EUROPEO Sistema geodetico europeo European Terrestrial Reference System 89 ETRS89 realizzazione ETRF2000			Materializzazione della RDN (Rete Dinamica Nazionale) anno 2008 costituita da ETRF2000-IGM95 raffittimento nazionale di ETRF2000	Universale Trasversa di Mercatore (UTM). 2 fusi di 6° (a 9° e 15° da G) contrazione 0,9996 False origini 500 km fuso Ovest e fuso Est

Alcune differenze medie di coordinate tra sistemi di riferimento italiani

A prescindere dalle false origini risulta:

Sistema Riferimento	Sistema Riferimento	Differenze
UTM-ETRS89-ETRF89	UTM-ETRS89-ETRF2000	media 5 cm–max 13 cm in planimetria e 5 cm– max 22 cm in quota
Roma40-GaussBoaga	UTM-ETRS89-ETRF89 UTM-ETRS89-ETRF2000	20 – 30 metri
UTM-WGS84	UTM-ETRS89-ETRF89 UTM-ETRS89-ETRF2000	circa 40 centimetri

Codici per la classificazione dei sistemi di riferimento

A livello mondiale per identificare in modo univoco i sistemi di riferimento, i datum e i sistemi di proiezione si fa uso dei codici **EPSG** (registrati nella banca dati dell'European Petroleum Survey Group)

The screenshot shows the EPSG Geodetic Parameter Registry website. The search criteria are: Name: italy, Type: BBOX, Area: (empty). The search results show 10 of 36 possible results. The first two results are:

Report	Name	Code	Type	Status	Area Description	Remarks / Description
<input type="checkbox"/>	Monte Mario / Italy zone 1	EPSG::3003	ProjectedCRS	Valid	Italy - onshore and offshore - west of 12°E.	view
<input type="checkbox"/>	Monte Mario / Italy zone 2	EPSG::3004	ProjectedCRS	Valid	Italy - onshore and offshore - east of 12°E including San Marino and Vatican City State.	view

Nota IGM del gennaio 2022: stralcio dei contenuti **Sistemi geodetici di riferimento per l'Italia**

NOTA PER IL CORRETTO UTILIZZO DEI SISTEMI GEODETICI DI RIFERIMENTO ALL'INTERNO DEI SOFTWARE GIS AGGIORNATA A GENNAIO 2022

I dati geotopografici relativi al territorio nazionale sono riferiti di norma ad uno dei seguenti Sistemi Geodetici di Riferimento:

- ETRF2000 epoca 2008.0, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, materializzato dalla rete RDN e divenuto obbligatorio a livello nazionale in seguito del DM 10 novembre 2011;
- ETRF89, realizzazione del sistema globale ETRS89 adottato dall'Europa, utilizzato in Italia dal 1996 al 2008, ed inizialmente indicato anche nei documenti IGM, in maniera non del tutto corretta, come WGS84;
- ED50 (European Datum 1950), sistema europeo utilizzato in Italia a scopi cartografici dagli anni '60 del '900 fino al 1996; a questo sistema si riferisce ancora il taglio di gran parte delle carte topografiche del territorio nazionale e della Carta Tecnica Regionale;
- ROMA40, storico sistema nazionale utilizzato fino agli anni '60 del '900; in questo sistema è ancora espressa una parte della CTR.

1. Dati appartenenti alla realizzazione ETRF2000 all'epoca 2008.0 del Sistema di Riferimento Geodetico ETRS89

Questo Sistema è stato implementato dall'EPSG nel gennaio 2014, a seguito di una specifica richiesta dell'IGM, ed è stato inserito nel data set con i seguenti identificatori³:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
RDN2008	6704	geocentric	X, Y, Z
RDN2008	6705	3D geographic	φ, λ, h
RDN2008	6706	2D geographic	φ, λ
RDN2008 / UTM zone 32N (N-E)	6707	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 33N (N-E)	6708	Projected	Nord, Est
RDN2008 / UTM zone 34N (N-E)	6709	Projected	Nord, Est
RDN2008 / Italy zone (N-E)	6875	Projected	Nord, Est
RDN2008 / Zone 12 (N-E)	6876	Projected	Nord, Est

2. Dati appartenenti alla realizzazione ETRF89 del Sistema di Riferimento Geodetico ETRS89

I codici più opportuni per indicare la particolare realizzazione relativa al territorio nazionale della realizzazione europea ETRF89, materializzata dalla rete IGM95 compensata nel 1996, sono quelli riportati nella seguente tabella.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
IGM95	4982	geocentric	X, Y, Z
IGM95	4983	3D geographic	φ, λ, h
IGM95	4670	2D geographic	φ, λ
IGM95 / UTM zone 32N	3064	Projected	Est, Nord
IGM95 / UTM zone 33N	3065	Projected	Est, Nord
IGM95 / UTM zone 34N	9716	Projected	Est, Nord
ETRS89 / LCC Europe (*)	3034	Projected	Nord, Est
ETRS89 / LAEA Europe (*)	3035	Projected	Nord, Est

(*): Questi due sistemi cartografici, attualmente poco diffusi in Italia, sono previsti dalla direttiva INSPIRE: il primo per la cartografia equivalente ed il secondo per le rappresentazioni a piccola scala (inferiori a 1:500000), e possono pertanto essere di qualche interesse nella condivisione di dati in ambito Europeo.

3. Dati appartenenti al Sistema di Riferimento Geodetico ED50

E' opportuno utilizzare gli identificatori riportati nella seguente tabella.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
ED50	4230	2D geographic	φ, λ
ED50/UTM zone 32N	23032	Projected	Est, Nord
ED50/UTM zone 33N	23033	Projected	Est, Nord
ED50/UTM zone 34N	23034	Projected	Est, Nord

4. Dati appartenenti al Sistema di Riferimento Geodetico ROMA40

Per i dati che presentano le longitudini correttamente espresse rispetto al meridiano di Roma Monte Mario, sono presenti i seguenti identificatori:

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
Monte Mario (Rome)	4806	2D geographic	φ, λ
Monte Mario (Rome) / Italy zone 1	26591	Projected	Est, Nord
Monte Mario (Rome) / Italy zone 2	26592	Projected	Est, Nord

Si sconsiglia l'utilizzo dei Sistemi proiettati riportati in colore grigio nella sovrastante tabella, riferiti rispettivamente al fuso Ovest (Italy zone 1) ed al Fuso Est (Italy zone 2), poiché deprecati dalla commissione geodetica IOGP e sostituiti da quelli indicati nel seguito.

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
Monte Mario	4265	2D geographic	φ, λ
Monte Mario / Italy zone 1	3003	Projected	Est, Nord
Monte Mario / Italy zone 2	3004	Projected	Est, Nord

5. Dati appartenenti ad altri Sistemi di Riferimento

Oltre ai quattro Sistemi Geodetici di Riferimento trattati, il DM 10 novembre 2011 riporta, nel documento relativo alle regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio Nazionale dei dati territoriali, una ulteriore famiglia di codici EPSG (vedasi il paragrafo 3.4.8.3 MD_ReferenceSystemCode – Codici EPSG):

<i>Name</i>	<i>Identifier</i>	<i>CRS kind</i>	<i>CS Axes</i>
WGS 84	4978	geocentric	X, Y, Z
WGS 84	4979	3D geographic	φ, λ, h
WGS 84	4326	2D geographic	φ, λ
WGS 84 / UTM zone 32N	32632	Projected	Est, Nord
WGS 84 / UTM zone 33N	32633	Projected	Est, Nord
WGS 84 / UTM zone 34N	32634	Projected	Est, Nord

Questi codici si riferiscono al sistema globale WGS84, spesso erroneamente confuso con il Riferimento ETRF89 in uso in Italia dal 1996 al 2008. Si sottolinea che i codici relativi al sistema WGS84, sebbene abbiano avuto negli scorsi anni una notevole diffusione anche all'interno della Pubblica Amministrazione, non devono essere in nessun caso utilizzati per i dati relativi al territorio nazionale, neanche quando i dati stessi riportano, all'interno dei loro metadati, una generica indicazione al datum "WGS84". **Le uniche versioni del Sistema Globale adottate in Italia sono infatti costituite dalle realizzazioni ETRF89 e ETRF2000 del Sistema ETRS89.**

Visualizzazione codice EPSG in un progetto QGIS

The screenshot displays the QGIS desktop environment. The main map area shows a map of Italy with a layer named "Prov1991 WGS84" selected in the Layer Panel. The Layer Panel also shows a checkmark and a green square next to the layer name. The status bar at the bottom of the window shows the following information: "Digita per localizzare (Ctrl+K)", "1470548 4148902", "a l:10927200", "r 100%", "z 0,0 °", "Visualizza", and "EPSG:32632". The "EPSG:32632" text is circled in red.

Visualizzazione codice EPSG in un progetto QGIS

Proprietà Progetto — SR

Sistema di Riferimento delle Coordinate del Progetto (SR)

Nessun Sistema di Coordinate (o proiezione sconosciuta/non terrestre)

Filtro

Sistemi di Riferimento Coordinate Usati Recentemente

Sistema di Riferimento delle Coordinate	ID dell'autorità
WGS 84 / UTM zone 32N	EPSG:32632
Monte Mario / Italy zone 1	EPSG:3003
WGS 84 / UTM zone 33N	EPSG:32633
WGS 84	EPSG:4326

Nascondi SR sconsigliati

Sistema di Riferimento delle Coordinate Predefinito

Sistema di Riferimento delle Coordinate	ID dell'autorità
WGS 84 / UTM zone 32N	EPSG:32632
WGS 84 / UTM zone 32S	EPSG:32732

WGS 84 / UTM zone 32N

Proprietà

- Unità: metri
- Dinamico (si basa su un datum che non è fissato sulla placca tettonica)
- Corpo celeste: Earth
- Basato su *World Geodetic System 1984 ensemble* (EPSG: 6326) che ha una accuratezza limitata di **2 metri al massimo**.
- Metodo: Universal Transverse Mercator (UTM)

WKT

```
PROJCRS["WGS 84 / UTM zone 32N",
  BASEGEOGCRS["WGS 84",
    ENSEMBLE["World Geodetic System 1984 ensemble",
      MEMBER["World Geodetic System 1984 (Transit)"],
      MEMBER["World Geodetic System 1984 (720)"]
```

OK Annulla Applica Aiuto

Richiamiamo tabella precedente slide:

Datum	Latitudine	Longitudine
Roma before 40	41° 55' 24,399"	12° 27' 06,840"
Roma 40	41° 55' 25,510"	12° 27' 08,400"
ED 50	41° 55' 31,487"	12° 27' 10,933"
ETRS89-ETRF89	41° 55' 27,851"	12° 27' 07,658"
ETRS89-ETRF2000	41° 55' 27,8504"	12° 27' 07,665"

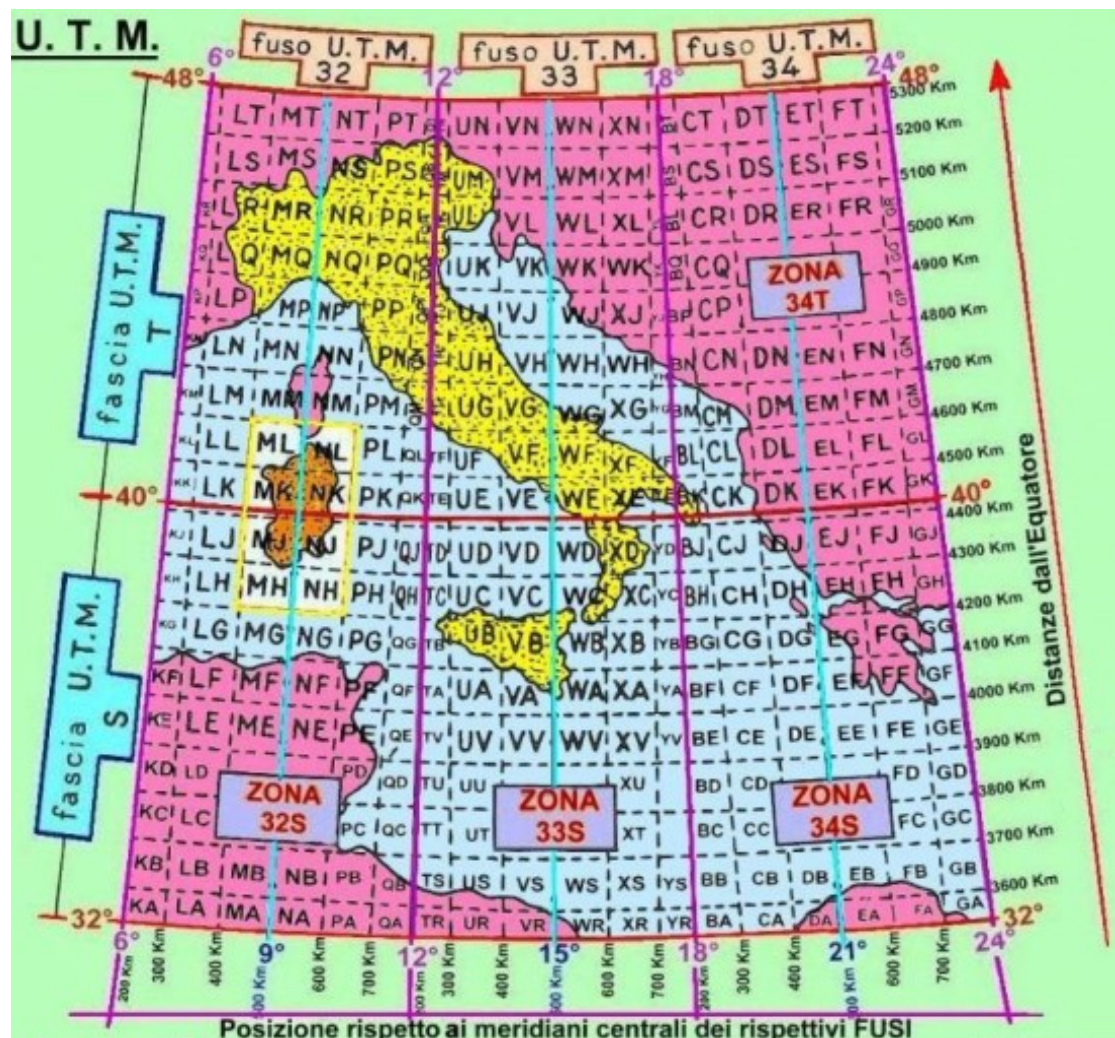
Le differenze di coordinate ETRS89-ETRF89 e ETRS89-ETRF2000 sono del centesimo di secondo circa corrispondenti a 2-3 cm, ricompresi nell'errore di graficismo (0,2mm) a quasi tutte le scale:

scala	1 cm	1 mm	0,2 mm	0,5 mm
1:100	1 mt	10 cm	2 cm	5 cm
1:1.000	10 mt	1 mt	20 cm	50 cm
1:2.000	20 mt	2 mt	40 cm	1 mt
1:5.000	50 mt	5 mt	1 mt	2,5 mt
1:10.000	100 mt	10 mt	2 mt	5 mt
1:25.000	250 mt	25 mt	5 mt	12,5 mt
1:50.000	500 mt	50 mt	10 mt	25 mt
1:100.000	1 km	100 mt	20 mt	50 mt
1:200.000	2 km	200 mt	40 mt	100 mt
1:1.000.000	10 km	1 km	250 mt	500 mt

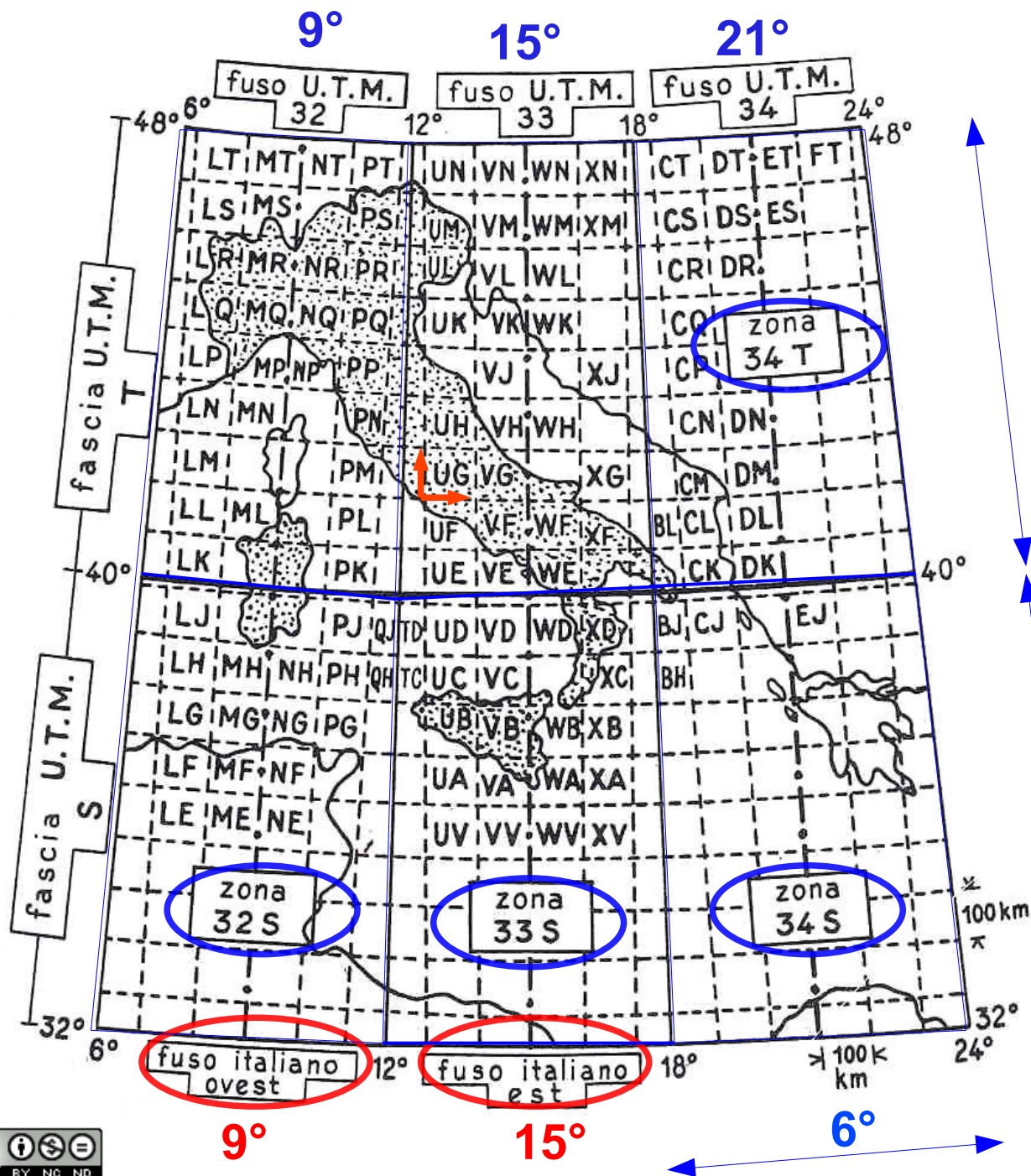
scala	1 km =
1:100	10 metri
1:1.000	1 metro
1:2.000	50 cm
1:5.000	20 cm
1:10.000	10 cm
1:25.000	4 cm
1:50.000	2 cm
1:100.000	1 cm
1:200.000	0,5 cm
1:1.000.000	1 mm

Coordinate MGRS nei sistemi UTM

Oltre alle coordinate Fuso UTM e x y plane con false origini, sono diffuse in quanto utilizzate prevalentemente a livello militare le coordinate MGRS (Military Grid Reference System) che consistono nel suddividere i fusi in quadrati di 100 x 100 km assegnando a ciascun quadrato una **coppia di lettere** scelte in modo da non creare doppioni nell'indirizzamento **NUMERO FUSO – LETTERA FASCIA – COPPIA di LETTERE**



Un generico punto avrà coordinate **NUMERO FUSO – LETTERA FASCIA – COPPIA di LETTERE – distanze x y da origine del quadrato centokilometrico**



Confronto **fusi UTM** e **fusi Gauss-Boaga**

MGR: Zone fuso-fascia per l'Italia (32-T, 33-T, 34-T, 32-S, 33-S, 34-S)

Indicazione parziale **lettere quadrati centokilometrici**

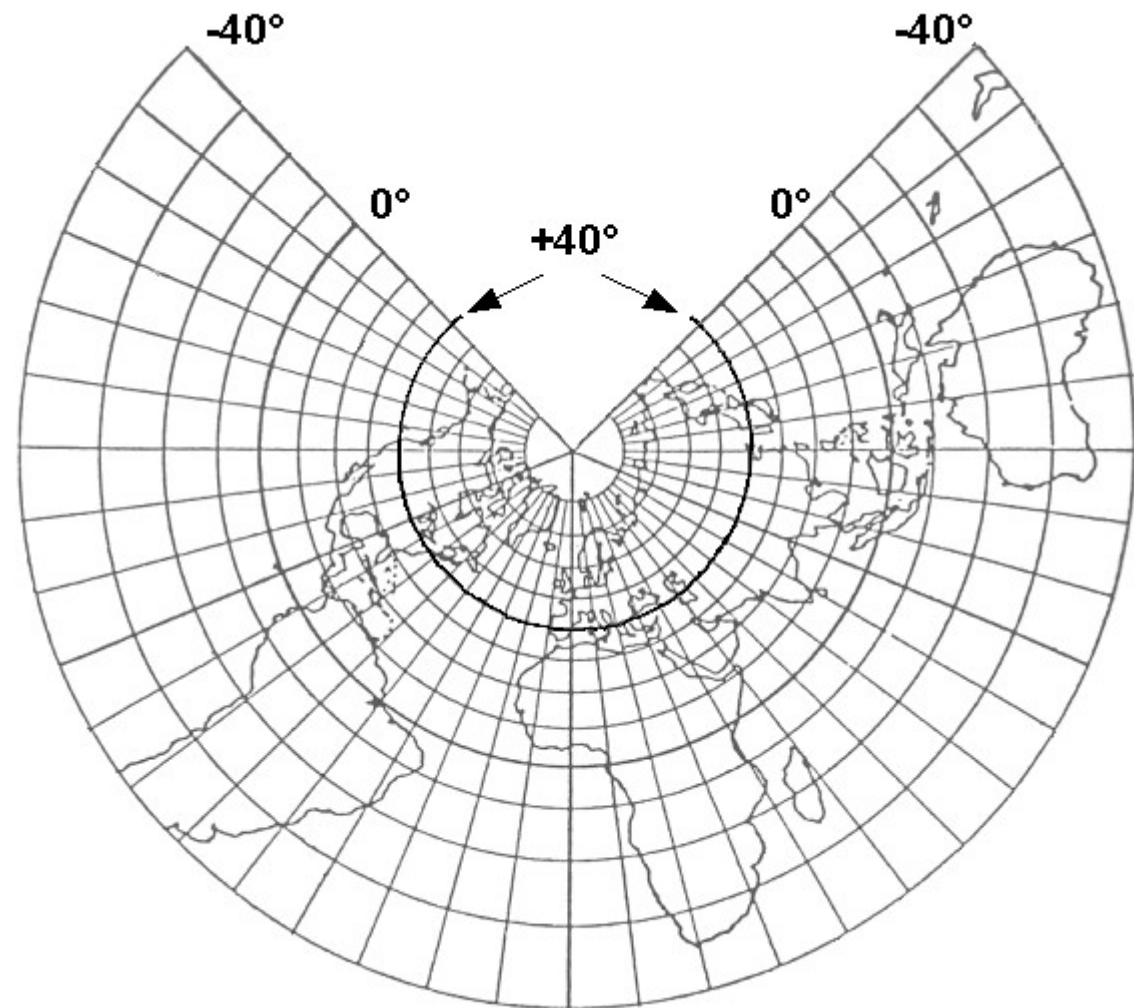
Esempio: un punto P appartiene al fuso 33 alla fascia T al quadrato centokilometrico UG che dista da origine del quadrato 35,55 km verso EST e 67,77 km verso NORD ha coordinate MGRS:

33TUG35556777

Rappresentazione conica conforme di Lambert (1772)

Proiezione analitica che può pensarsi derivata da una proiezione conica per sviluppo con cono tangente o secante.

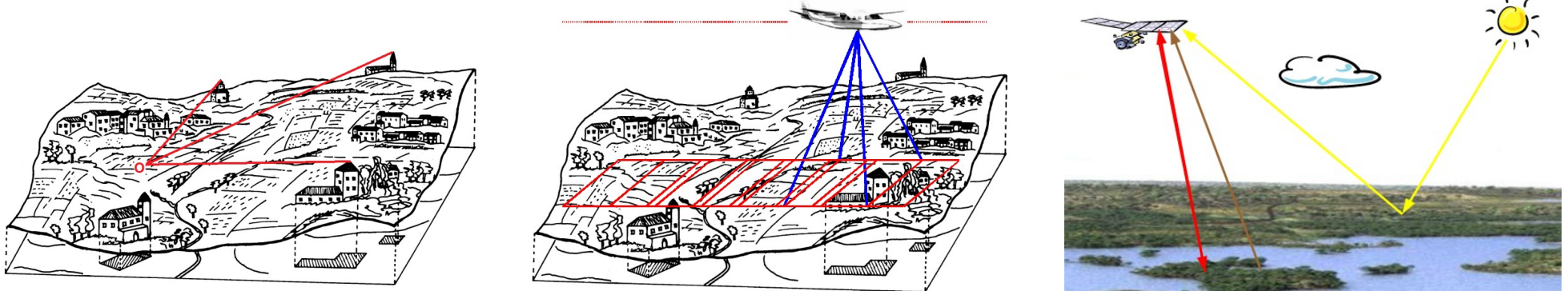
Viene utilizzata alle medie latitudini per nazioni che hanno forma regolare (Francia, Belgio, Spagna)



Classificazione: genesi

Classificazione per genesi:

- **Carte rilevate:** sono il risultato di un **rilievo** accurato (topografico, aerofotogrammetrico, satellitare,)



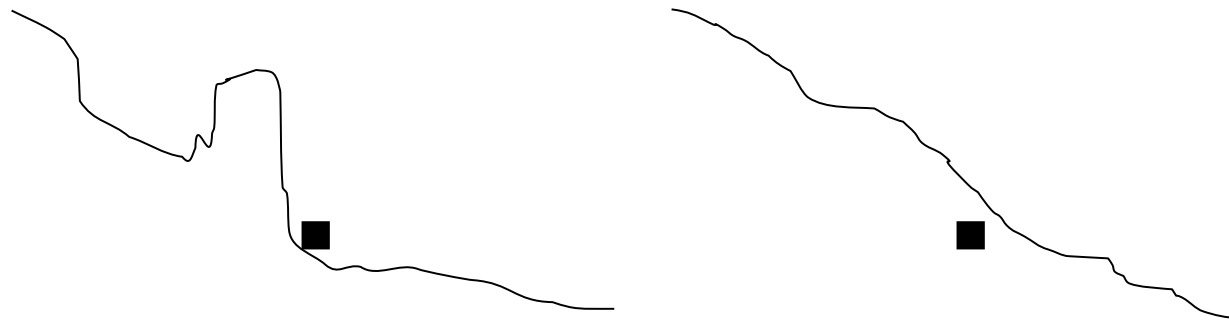
- **Carte derivate:** si ottengono **dalle carte rilevate** opportunamente ridotte nella scala e spogliate di contenuto informativo. Tale processo è noto come **generalizzazione cartografica**

Generalizzazione

Si intende un insieme di procedure tese alla realizzazione di una rappresentazione dell'informazione disponibile ad una scala di dettaglio elevato in una scala meno dettagliata e consiste di varie operazioni:

- **Sfoltimento logico**: riduzione del numero di oggetti attraverso selezione ed eliminazione, aggregazione, trasformazione, ...
- **Sfoltimento geometrico**: semplificazione, sfoltimento di punti, ...
- **Enfatizzazione**: aumento delle dimensioni di entità importanti ma troppo piccole per essere rappresentate ad una determinata scala, *ovvero* passaggio a **rappresentazione simbolica**

Il processo di generalizzazione deve essere adeguatamente gestito anche in termini di relazioni topologiche e di semantica dell'informazione:



Ad esempio l'edificio, indicato con il quadrato nero, con una generalizzazione scorretta si potrebbe trovare su due sponde diverse del fiume prima e dopo la generalizzazione

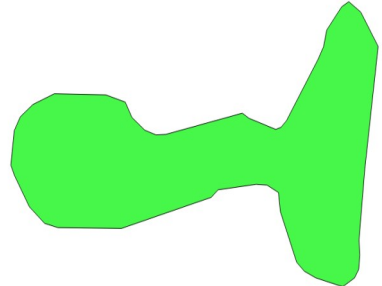
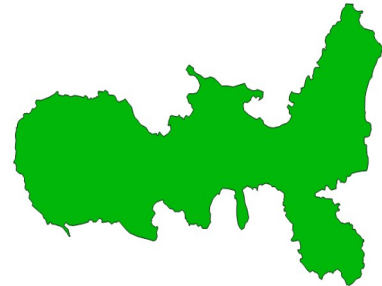
L'ingrandimento di una scala derivata è un processo "non lecito":

se si ingrandisce una carta 1:25.000 e la si porta alla scala 1:10.000 si ottiene una carta fittizia

Esempio generalizzazione



Isola d'Elba brutalmente semplificata (ma a scala ridotta non si notano differenze), si nota invece che è sparita la laguna di Venezia



Shapefile 619 kb

Shapefile 56 kb

Classificazione: contenuto

In base al contenuto le carte possono essere classificate in:

- **Carte generali (o di base):** hanno lo scopo di dare una rappresentazione del terreno completa di tutti i particolari di interesse generale per i potenziali utilizzatori delle carte: quindi orografia, morfologia, idrografia, confini amministrativi, elementi antropici, vegetazione, etc. Il tutto correlato alla scala di rappresentazione.
- **Carte tematiche:** sono allestite per particolari scopi: in linea di massima, sono ottenute dalle carte generali, opportunamente spogliate di particolari non necessari, in cui vengono introdotti tematismi di interesse; si hanno così carte geologiche, magnetiche, pedologiche, statistiche, amministrative, stradali, forestali, archeologiche, turistiche, etc..

Classificazione: utilizzo

Non esiste una classificazione ufficiale e riconosciuta delle rappresentazioni cartografiche in base all'utilizzo, in realtà tutte le rappresentazioni cartografiche sono realizzate per uno scopo ed un conseguente utilizzo. Le stesse cartografie di base hanno un utilizzo collegato alla scala.

Comunemente si evidenzia la classificazione per utilizzo per le diverse tipologie di carte tematiche (che possono avere come sfondo cartografie di base a volte semplificate) come ad esempio:

- **carte dei sentieri e dei rifugi** per scopi turistici
- **carte stradali** per viaggi e analisi dei percorsi
- **carte urbanistiche** e ortofotocarte per l'abusivismo edilizio eventualmente sovrapposte a carte catastali

Possono essere considerate carte tematiche anche le rappresentazioni ufficiali come:

- carte del **CATASTO**
- carte del **Servizio Geologico**
- carte **IIM** per la navigazione

Modulo 1

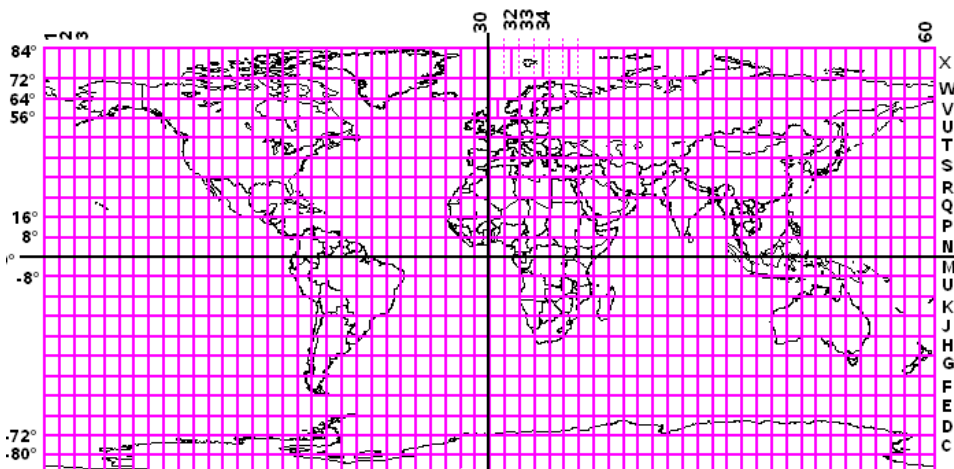
Sezione 1.3

Cartografia internazionale, europea e nazionale

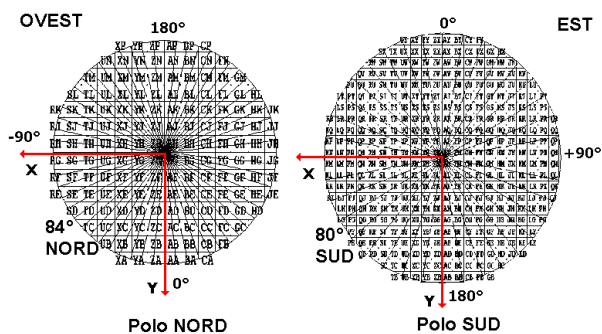
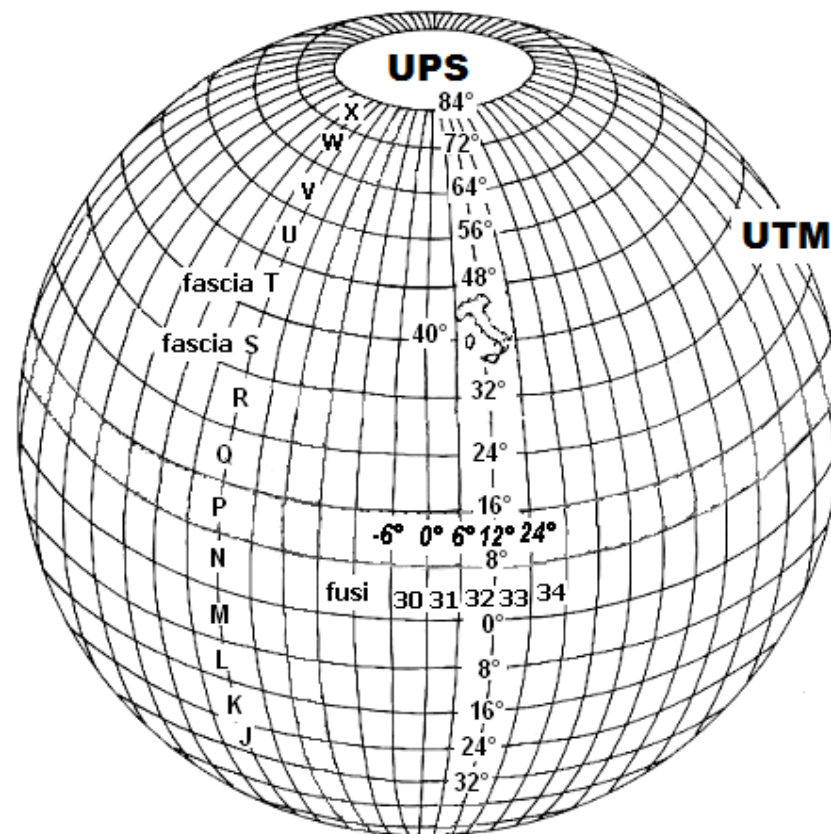
Cartografia internazionale

A livello internazionale sono condivise le rappresentazioni che adottano:

- il **sistema UTM** per le latitudini tra 84° Nord e 80 Sud



- il **sistema UPS** per le latitudini superiori (calotte polari)



Cartografia internazionale - sistema UTM

Rappresentazioni internazionali tra le latitudini 84° Nord e 80 Sud sono in UTM.

Il sistema UTM fornisce sistemi di coordinate piane indipendenti per ciascun fuso ampio 6° ottenute da proiezioni analitiche (cilindriche rese conformi con cilindro secante al meridiano centrale del fuso).

I sistemi UTM possono essere locali e globali; si deve quindi specificare il datum adottato (ellissoide, orientamento e rete – “frame” - di punti che lo materializzano).

I sistemi UTM adottano l'ellissoide globale WGS84 o l'ellissoide GRS80:

- con il “frame” proprio del sistema GPS per cui la cartografia si dice essere in **UTM-WGS84**
- con il “frame” internazionale ITRF89 per cui la cartografia si dice essere in **UTM-ITRF89**
- con il “frame” internazionale ITRF2000 per cui la cartografia si dice essere in **UTM-ITRF2000**

Cartografia europea

Solo negli ultimi decenni si sono realizzate rappresentazioni cartografiche europee omogenee, le più diffuse sono in:

- **UTM-ED50**
- **UTM-ETRF89** (o anche non ufficiale UTM-WGS84-ETRF89)
- **UTM-ETRF2000** attualmente ufficiale

Nota

Le reti di riferimento europee “ETRFxx” sono serie annuali aggiornate sia nella precisione di rilevazione che nei piccoli cambiamenti di posizione tra i punti della placca continentale europea che viene vista comunque indifferente allo spostamento complessivo di insieme di tutta la placca verso nord-est (circa 3 cm all'anno).

Tra tutte le ETRFxx a livello cartografico gli aggiornamenti sono recepiti a cadenze circa decennali dagli enti cartografici europei, nel caso specifico ETRF89 e ultimamente ETRF2000

Cartografia europea

Rappresentazione cartografica UTM-WGS84-ETRF89

- **ellissoide geocentrico WGS84** con materializzazione del sistema di riferimento europeo tramite la rete di stazioni permanenti nel frame **ETRF89**, le coordinate geografiche hanno origine delle longitudini a Greenwich
- **rappresentazione cartografica nel sistema UTM** con fusi di ampiezza di **6°**, con origine della numerazione dei fusi nell'antimeridiano di Greenwich, fattore di contrazione pari a **0,9996**, falsa origine per le coordinate EST pari a **500 km**, falsa origine per le coordinate Nord dell'emisfero SUD pari a **10.000 km** (pari a zero invece per l'emisfero NORD).

In Italia il sistema UTM-ETRF89 è stato adottato nelle produzioni cartografiche serie "25 DB" che peraltro non dovrebbero essere modificate con il passaggio a UTM-ETRF2000 vista la scala di rappresentazione ed essendo le differenze di posizione contenute in pochi centimetri.

Cartografia europea

Rappresentazione cartografica UTM-WGS84-ETRF2000

Analoga alla precedente cambia solo la compensazione aggiornata nella precisione e nei dati del frame che diviene ETRF2000 (i dati sono aggiornati al 2008).

Da notare che se si rimane nella tolleranza di mezzo metro le coordinate WGS84 ITRFxx e ETRFxx degli ultimi decenni si equivalgono.

Estratto da scheda monografica caposaldo livellazione (sito IGM)

Ultimo aggiornamento db: 25/06/2014, scheda generata il 01/12/2014

158703 S.S.7 "Appia" (Casale Grotta di Nottola)							
Cartografia:	Serie 25: 400 sez I Latina Scalo, Serie 25V: 158 ISE Borgo Podgora						
Localizzazione:	Nazione: Italia Regione: Lazio Provincia: Latina Comune: Cisterna Di Latina Carabinieri: Cisterna Di Latina						
Coordinate:	<i>Attenzione: Le coordinate geografiche sono in gradi sessagesimali approssimate al secondo. espresse in metri con cifre significative fino al decametro.</i> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">ROMA40</th> <th style="text-align: left;">ETRF2000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>φ: 41° 33' 52"</td> <td>φ: 41° 33' 55"</td> </tr> <tr> <td>λ: 00° 25' 14"</td> <td>λ: 12° 52' 21"</td> </tr> </tbody> </table>	ROMA40	ETRF2000	φ: 41° 33' 52"	φ: 41° 33' 55"	λ: 00° 25' 14"	λ: 12° 52' 21"
ROMA40	ETRF2000						
φ: 41° 33' 52"	φ: 41° 33' 55"						
λ: 00° 25' 14"	λ: 12° 52' 21"						

Cartografia europea

Rappresentazione cartografica UTM-ED50

Il sistema è così definito:

- **ellissoide internazionale di Hayford** con punto di emanazione a Postdam (località in Germania vicina a Berlino) e con normale ellissoidica con **deviazione verticale residua** definita nel 1950 in modo da contenere entro limiti accettabili le deformazioni nelle diverse nazioni (*“ellissoide internazionale di Hayford con orientamento medio europeo”*)
- **rete di inquadramento costituita da una compensazione effettuata nel 1950 di una selezione di punti delle reti di 1° ordine delle reti nazionali europee** con coordinate geografiche ricalcolate in base al datum geodetico sopra descritto e origine delle longitudini a Greenwich
- **rappresentazione cartografica nel sistema UTM** quindi con fusi di ampiezza di 6° , con origine della numerazione dei fusi nell'antimeridiano di Greenwich, fattore di contrazione pari a 0,9996, falsa origine per le coordinate EST pari a 500 km, falsa origine per le coordinate Nord dell'emisfero SUD pari a 10.000 km (pari a zero invece per l'emisfero NORD)

Il **sistema geodetico-cartografico europeo UTM-ED50** è un sistema realizzato per rendere omogenea la cartografia a piccola e media scala a livello europeo

Il sistema geodetico-cartografico europeo UTM-ED50 viene prevalentemente utilizzato solo ai fini delle rappresentazioni cartografiche e non come sistema di inquadramento, peraltro i punti delle reti trigonometriche di riferimento in Italia hanno la determinazione delle coordinate anche in questo sistema

In Italia il sistema UTM-ED50 è stato adottato dall'IGM in molte delle serie cartografiche prodotte sia nel taglio delle carte che nel reticolato chilometrico relativo alle coordinate piane

Sintesi caratteristiche cartografia italiana

ENTE	TIPO CARTA SCALA	SISTEMA	RETE ASSOCIATA	RAPPRESENTAZ. CARTOGRAFICA	TAGLIO	RETICOLATO GEOGRAFICO	RETICOLATO CHILOMETRICI	ALTRE CARATTERISTICHE
IGM	100 V	Roma 40	rete di triangolazione IGM	Gauss-Boaga	geografico Roma 40	Roma 40	UTM-ED50 (quadrettature) Gauss-Boaga (inviti)	Cartaceo – Rilievo a terra / aerofotogrammetrico
	25 V					UTM-ED50		
	50							
	25							
	25DB	WGS84	Rete IGM95	UTM-WGS84	geografico UTM-ED50	WGS84	UTM-WGS84 (quadrettature) Gauss-Boaga (inviti)	Numerico avanzato – elaborazione delle CTR regionali
REGIONI	CTR 5.000	Roma 40	rete di triangolazione IGM+ raffittimento regionale	Gauss-Boaga		UTM-ED50	UTM-ED50	UTM-ED50 (quadrettatura) Gauss-Boaga (inviti) a volte Catastale (inviti)
	CTR 10.000	Roma 40						
CATASTO	Scale 1:2000 1:4:000 etc	Bessel vari	rete di triangolazione catastale	Cassini Soldner	a isola inviluppo particelle	a isola inviluppo particelle	catastale inviti	Cartaceo – Planimetrica – Rilievo a terra

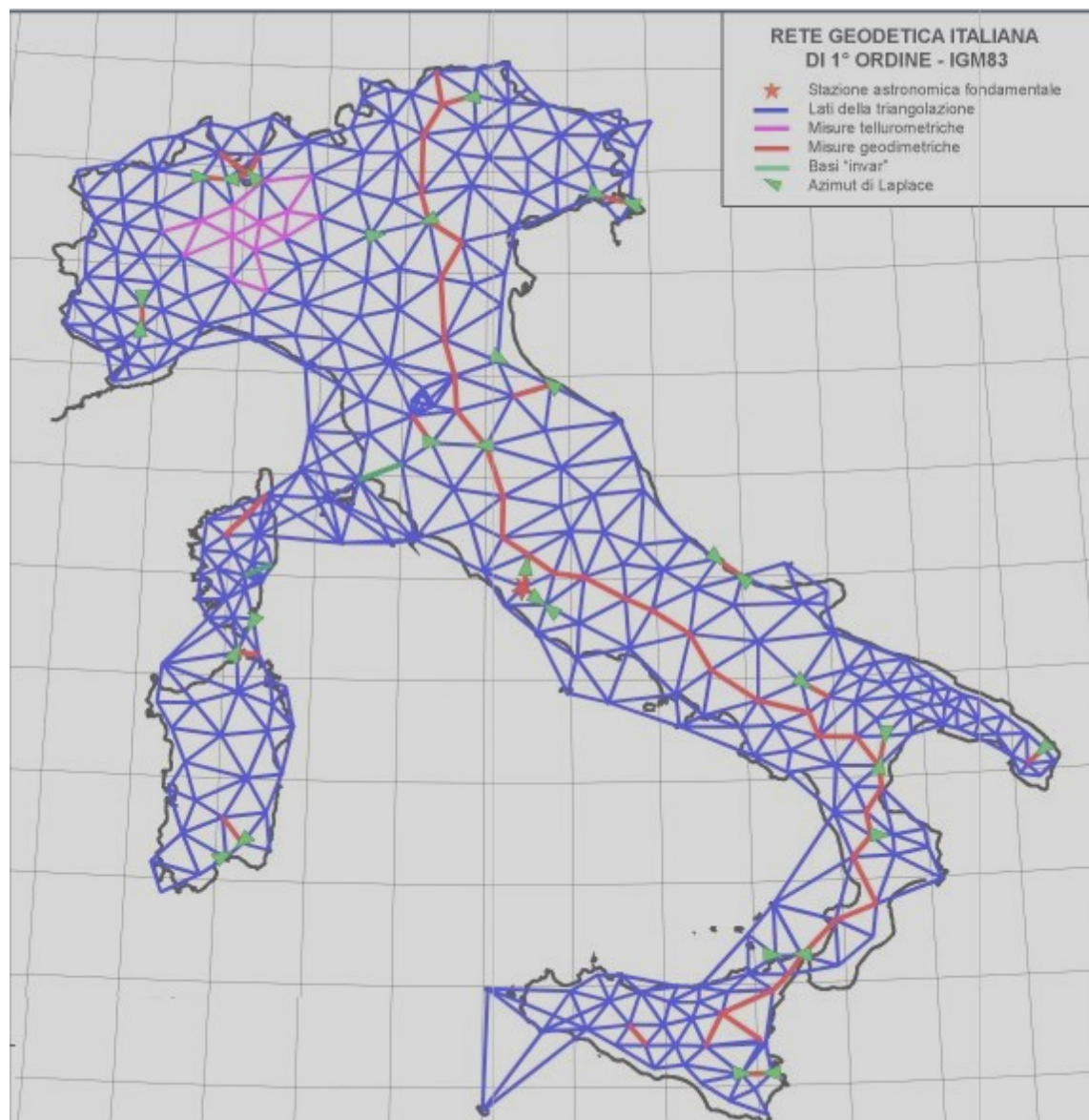
Cartografia nazionale

- **Organi cartografici dello Stato** (legge n.68 del 2-2-1960)
 - Istituto Geografico Militare (**IGM**)
 - Istituto Idrografico della Marina (**IIM**)
 - Sezione Fotocartografica dello Stato Maggiore dell'Aeronautica (ora Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche **CIGA**)
 - Amministrazione del **Catasto** e dei Servizi Tecnici Erariali (ora "Direzione centrale Catasto, Cartografia e Pubblicità Immobiliare - Settore Servizi Cartografici" dell'Agenzia delle Entrate)
 - Servizio Geologico Nazionale (**SGN**) confluito nell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) come "Dipartimento Servizio Geologico d'Italia"
- **Regioni, Province e Comuni**
- Più una miriade di enti: ISTAT, Protezione Civile, Centro Interregionale, Corpo Forestale, ENEA, ASI

Cartografia nazionale - reti geodetiche

- **Rete IGM Trigonometrica Classica**
- **Rete Catastale**
- **Rete IGM95** (materializzazione ETRF89)
- **Rete IGM95 nuova** (materializzazione ETRF2000)
- **Rete IGM di livellazione di alta precisione**

Rete Trigonometrica Classica: circa 20.000 vertici trigonometrici con interdistanza media di circa 5 km. Da essa (nei primi impianti) è derivata la rete del Catasto



Ultimo aggiornamento db: 21/01/2014, scheda generata il 01/12/2014.

0025#_D02_001# Roma - Monte Mario (Trigonometrico)

Coordinate:

Trigonometrico

ROMA40	ETRF2000
φ : 41° 55' 25"	φ : 41° 55' 27"
λ : 00° 00' 00"	λ : 12° 27' 07"

Località e Cartografia:

Comune: Roma	Serie 100: 149 Cerveteri
Provincia: Roma	Serie 50: 374 Roma
Regione: Lazio	Serie 25: 374 sez IV Roma Nord-Ovest
Nazione: Italia	Serie 25V: 149 I-NE Monte Mario

Quote (m):

Attenzione: Le quote sono espresse in metri e troncate al metro

	A:	B:	C:	
●			138	(CSO) Chiodo infisso sulla base in cemento del pilastro astronomico posto nelle vicinanze della torretta del segnale geodetico.
■			140	(CSV) Piastrina nella parete della torretta, a destra della porta d'ingresso.
●			138	(CSO') Disco di zinco impiombato sullo zoccolo del fabbricato, fronte verso la città, all'estremo sinistro, tra i due pilastri.

Prog. Chilometrica:

Non disponibile

Ultima ricognizione:

2001

Collegam. IGM95:

I149801
[MONTE MARIO](#)
[MONTE MARIO](#)
 (Osservatorio Astronomico - Ass. n.2)
[MONTE MARIO](#)
 (Osservatorio Astronomico - GPS EUREF - Ass. n.1)

Immagini:



Monografia

Foto 1

Foto 2

(Clicca sulle immagini per ingrandire)

Rete Catastale

La rete di riferimento catastale è costituita da determinazioni e raffittimenti effettuati in epoche diverse e con diverso livello di precisione, alcuni punti della rete coincidono con i punti della rete trigonometrica IGM

L'insieme dei punti di riferimento - circa 1.700 - costituisce la banca dati dei **Punti Fiduciali (PF)**.

Per alcuni punti il Catasto utilizza coordinate diverse da quelle corrispondenti ricavabili della determinazioni effettuate e registrate dall'IGM.



- Zone riferite a sistemi di riferimento di PICCOLA estensione
- Zone riferite a sistemi di riferimento di GRANDE estensione
- Zone riferite al Sistema Geodetico Nazionale di GAUSS-BOAGA
- Zone riferite ai sistemi di riferimento di PICCOLA estensione e rappresentate in proiezione SANSON-FLAMSTEED
- Province il cui territorio è stato parzialmente interessato, negli anni novanta del XX secolo, dalla formazione di nuova cartografia catastale

www.agenziaentrate.gov.it

**Punto
Fiduciale**

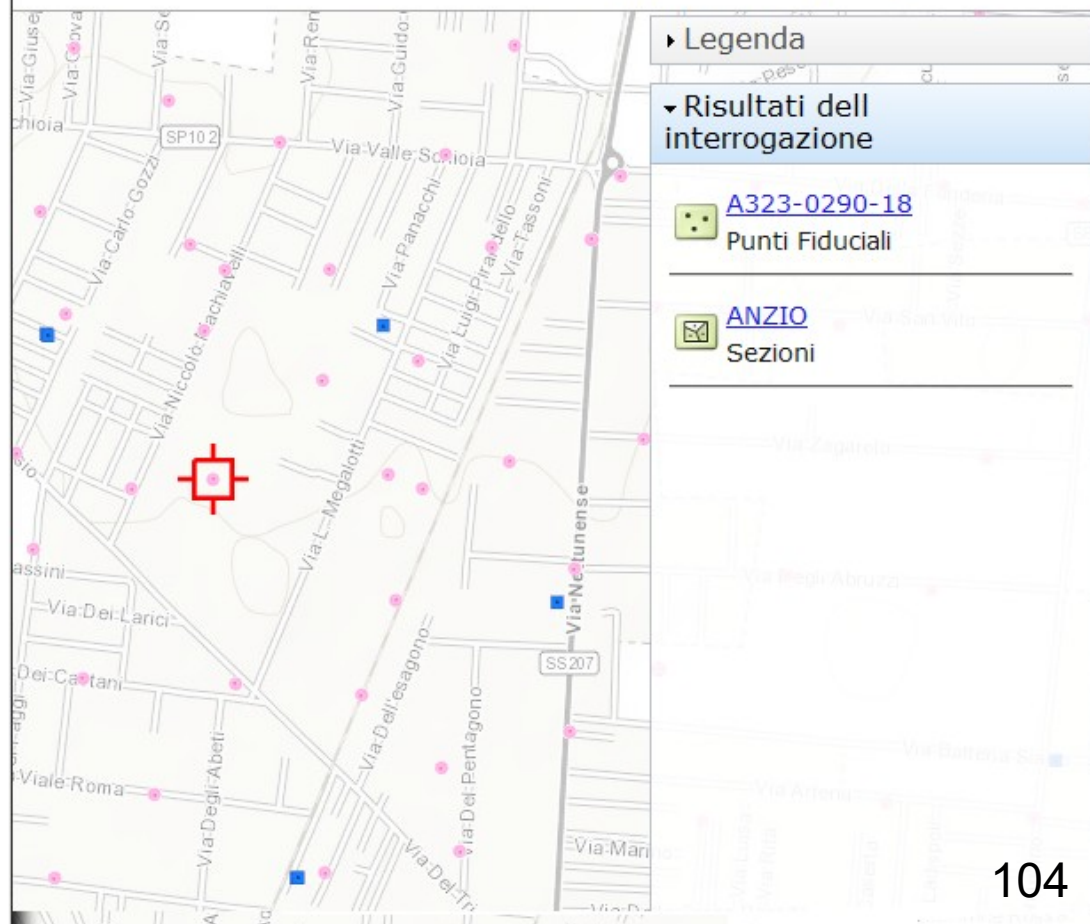
www.globogis.it/fiduciali.it

Punto Fiduciale		18/0290/A323	
Comune: ANZIO	Foglio: 029	Allegato: 0	
Sezione:	Particella/e: 1129,1115		
Coordinate quote	Cassini-Soldner	Gauss-Boaga	Quota s.l.m
	X: -47709.500	Nord:	UTM-WGS84
	Y: 13749.500	Est:	9999.000
	Origine:	Fuso:	Est:
	Attendibilità: 12	Attendibilità: 4	Q. elliss.:

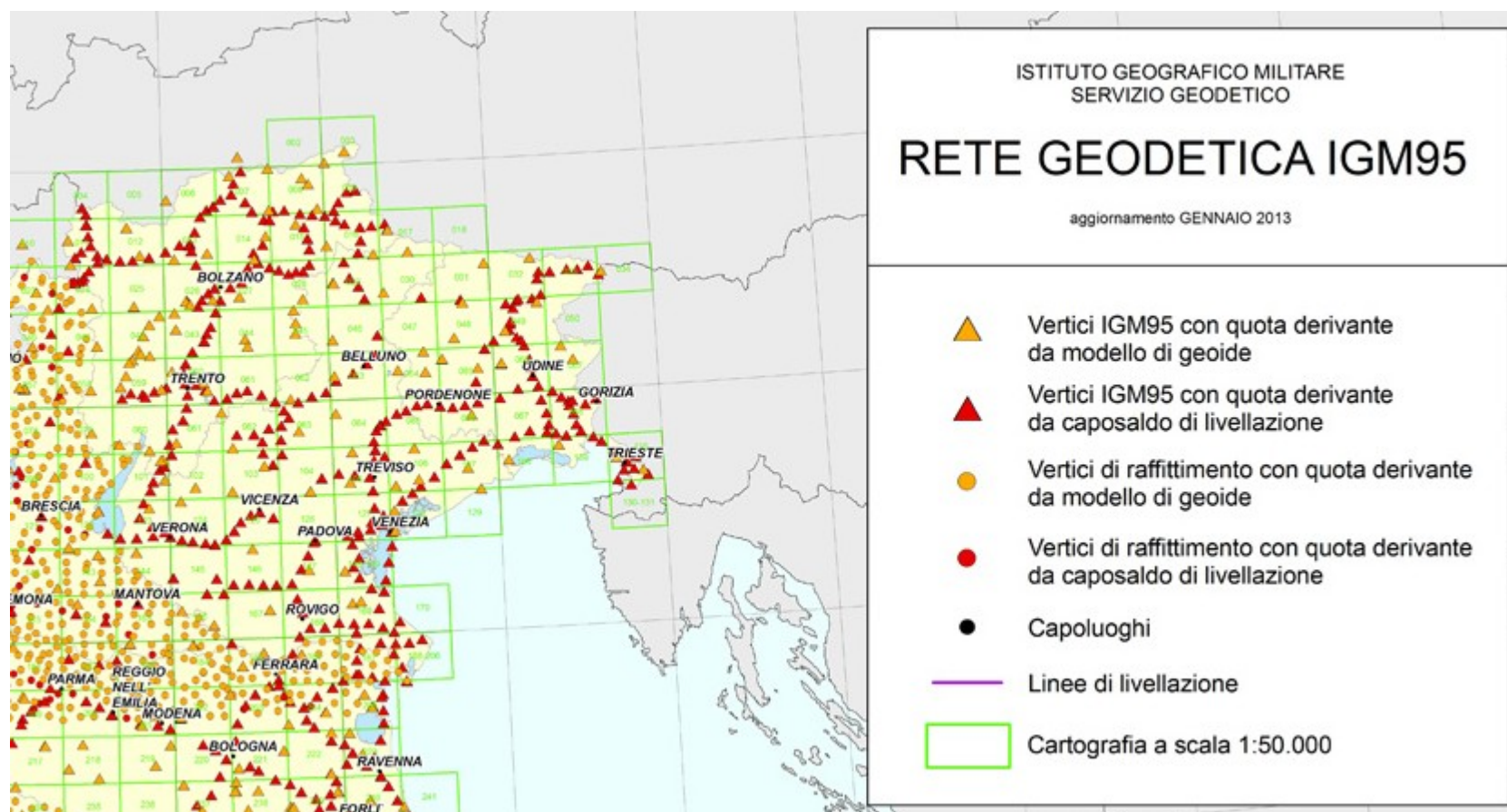
A323-0290-18

Codice catastale	A323
Sezione	29
Foglio	18
Allegato	1129,1115
Fiduciale	SPIGOLO RECINZIONE MURATURA P.LLE 1115, 1129,
Particella	50
Monografia	-47719.859
Attendibilità	13746.697
Nord	29
Est	18
Foglio origine	20090818
Allegato origine	20091163455
Fiduciale origine	QUOTA STRADA
Data aggiornamento	4
Causale	49.768
aggiornamento	4596420.67
Monografia altimetrica	2321071.48
Attendibilità altimetrica	4596412.44
Quota	301065.87
GB Nord	33
GB Est	41.494651
UTM Nord	12.616774
UTM Est	Mostra
UTM Fuso	12
Latitudine WGS84	
Longitudine WGS84	
territorio	

Mappa topografica



Rete IGM95: determinata con impiego di tecniche GNSS, inquadrata prima nel sistema ETRF89 ora nel sistema ETRF2000. Circa 2.000 punti con interdistanza di 20 km. In corso di raffittimento in collaborazione con le Regioni (densità di un punto ogni 7 km)



Rete IGM95

www.igmi.org/geodetica/

Sistema di Rif. Globale: Latitudine Longitudine

Limiti amm.: Regione: Provincia: Comune:

Elem. cartografico: Cartografia: Foglio:

Codice punto: Numero: (solo IGM95)

Punti Geodetici

SERVIZIO GEODETICO

- Trigonometrici
- Capisaldi (misurati dopo il 1996)
- Capisaldi
- IGM95
- IGM95 quotato da liv.
- IGM95 raffittimento
- IGM95 raffittimento quot. da liv.

Punti geodetici presenti nell'intorno del punto cliccato

- (150768) Monte Mario
- Torre Solare Fcs
- (149068) Monte Mario



Monte Mario (Osservatorio Astronomico - GPS EUREF - Ass. n.1)

149801

374 sez IV, 150 IVNO

Nazione: Italia Regione: Lazio
 Provincia: Roma
 Comune: Roma
 Carabinieri: Roma - Belsito

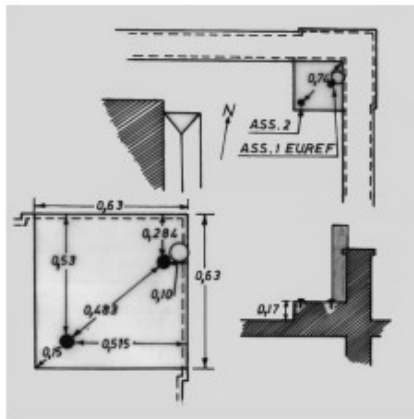
Rete primaria di inquadramento (IGM95)
 Con quota derivata da caposaldo di livellazione (Rete Fond.)
 Produttore: IGM

Materializzazione:
 Centrino GPS EUREF fissato sopra un rialzo in cemento presso lo spigolo nord - est della terrazza di copertura dell'Osservatorio Astronomico di Roma - Monte Mario.

Roma40	Piane (Gauss-Boaga)	ETRF2000	Piane (UTM-ETRF2000)
ϕ 41° 55' 19"	ϕ N:	ϕ 41° 55' 21"	ϕ N:
λ 00° 00' 02"	λ E:	λ 12° 27' 08"	λ E:
	F. E: N: 4 644 320	F.33 F.32	N: 4 644 310
	F. E: 2 308 770		E: 288 750
Quota s.l.m.: 150	Quota ell.: 200	Coord. determinate nel 2004	

Vertici collegati:
 R 0025# D02 001# Piastrina metallica DH = -12,982

Accesso:



Informazioni:
 Il vertice appartiene alla rete EUREF con il n. IT08. Richiedere preventivamente l'autorizzazione all'accesso presso il responsabile dell'Area Tecnica dell'osservatorio.



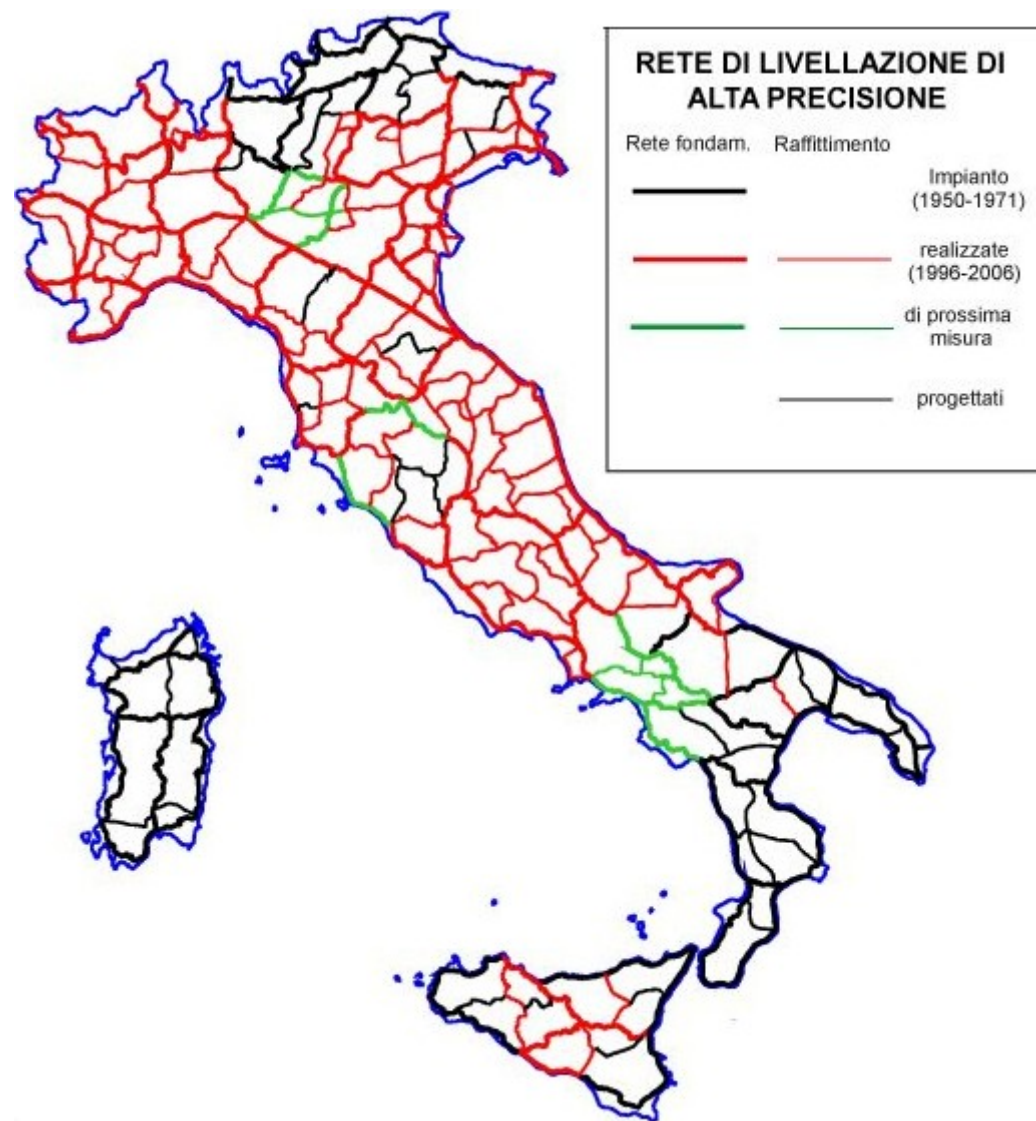
Attenzione: le coordinate geografiche sono approssimate al secondo. Le coordinate piane e le quote hanno cifre significative fino al decimetro

Señalizzato: 10/03/1995

ione: 04/04/2007



Rete di livellazione di alta precisione: realizzata tra il 1950 ed il 1971 con 13.000 capisaldi (altimetrici) localizzati lungo assi viari. In fase di svolgimento la rimisura completa delle linee esistenti e raffittimento per complessivi 20.000 capisaldi



Scheda Monografica Caposaldo di Livellazione

Ultimo aggiornamento db: 21/01/2014, scheda generata il 01/12/2014.

Caposaldo Livellazione

0026#_###_108# Montalto Di Castro, Via Dei Cimini (<i>Sottopasso pedonale</i>)			
Coordinate:	ROMA40 φ: 42° 20' 54" λ: -00° 50' 27"	ETRF2000 φ: 42° 20' 57" λ: 11° 36' 40"	
Località e Cartografia:	Comune: Montalto Di Castro Provincia: Viterbo Regione: Lazio Nazione: Italia	Serie 100: 136 Toscana Serie 50: 353 Montalto di Castro Serie 25: 353 sez I Montalto di Castro Serie 25V: 136 IIISE Montalto di Castro	
Quote (m):	Attenzione. <i>Le quote sono espresse in metri e troncate al metro</i>		
	A:	B:	C:
	⊕		35 (CSO) - Bullone infisso nel muro faccia rivolta alla rampa del sottovia pedonale, in via dei Cimini.
	⊖		35 (CSO') - Centrino universale infisso sulla trave tra scalinata e rampa del sottovia pedonale in via dei Cimini.
Prog. Chilometrica:	Km 115,335 dal Nodale N044# ### ####		
Ultima ricognizione:	2008		
Collegam. IGM95:	Non Collegato		
Immagini:			
	<i>Monografia</i> <i>Foto 1</i> <i>Foto 2</i> (Clicca sulle immagini per ingrandire)		

Per dati esatti occorre acquistare la scheda

Rete Dinamica Nazionale (RDN)

- L'aumento di accuratezza delle misurazioni ottenibili dai sistemi GNSS ha richiesto il miglioramento della rete IGM95 ETRF89 con realizzazione italiana del nuovo sistema basato su ETRF2000 (misurazioni 2008)
- Il nuovo sistema è materializzato dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN), composta da stazioni permanenti GNSS di diversa tipologia



Punto RDN



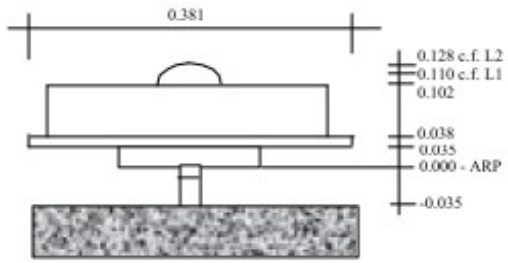
Coord.Roma40
GAUSS-BOAGA

Traslazione UTM-ED50

Coord.UTM-WGS84
ITRF94

Coord.UTM-WGS84
ETRF89 (IGM95)

Coord.IGM

	POLITECNICO DI TORINO Dipartimento di Georisorse e Territorio	TORI	1
			NUMERO 12724M002 NUMERO EUREF
E = 1394631.43 $\lambda = -4^{\circ}47'26.292''$ N = 4990879.67 $\phi = 45^{\circ}3'45.717''$ H = 261.840 p.p. sommità centrino	E_{UTM} = E - 999946 N_{UTM} = N + 180	Traslazioni UTM ED50 (F56 IGM 1:100.000)	
X = 4472544.443 $\lambda = 7^{\circ}39'40.6046''$ Y = 601634.179 $\phi = 45^{\circ}3'48.1186''$ Z = 4492545.074 h = 310.700 p.p. sommità centrino	X = 4472544.527 $\lambda = 7^{\circ}39'40.6046''$ Y = 601634.191 $\phi = 45^{\circ}3'48.1186''$ Z = 4492545.158 h = 310.819 p.p. c.fase	Sistema WGS84 – ITRF94	
Est = 394604.682 Nord = 4990861.523 Sistema WGS84 – Coordinate UTM WGS84 – ITRF94			
X = 4472544.590 $\lambda = 7^{\circ}39'40.5968''$ Y = 601634.027 $\phi = 45^{\circ}3'48.1137''$ Z = 4492544.987 h = 310.726 p.p. sommità centrino	X = 4472544.674 $\lambda = 7^{\circ}39'40.5968''$ Y = 601634.038 $\phi = 45^{\circ}3'48.1137''$ Z = 4492545.070 h = 310.845 p.p. c.fase	Sistema WGS84 – ETRF89 (IGM95)	
Est = 394604.509 Nord = 4990861.174 Sistema WGS84 – Coordinate UTM WGS84 – ETRF89 (IGM95)			
Descrizione: Stazione permanente GPS			
Ubicazione: L'antenna è posta su di un centrino murato sul parapetto del terrazzo piano del Dipartimento di Fisica.			
		Documentazione fotografica	
Note: L'antenna choke-ring "DORNE MARGOLIN TRIMBLE" ha sostituito l'antenna precedente (Compact L1 L2 W G/P) in data 13/7/1998			
L'IGM fornisce per la stazione le coordinate: $\phi = 45^{\circ}3'48.113''$ $\lambda = 7^{\circ}39'40.598''$, h = 310.700 sommità parapetto, (h = 310.735 sommità centrino)			
I dati sono reperibili al sito ftp://gps.polito.it . La stazione trasmette una correzione differenziale con: radiomodem, modem (al numero 011-5647684) e via internet IP.			

IGM - Principale produzione cartografica

- Serie **25/V**: scala 1:25 000 terminata
- serie **25**: scala 1:25 000 terminata
- serie **25 DB**: scala 1:25 000 in produzione
- serie **50** e **50/L**: scala 1:50 000 in produzione
- serie **50/S**: scala 1:50 000
- Serie **100/V** e **100/L**: scala 1:100 000 terminata
- serie **250/G**: scala 1:250 000 terminata ma con aggiornamenti periodici per informazioni aereonautiche

dove:

- "L" = cartografia con limiti amministrativi, evidenziati in viola
- "G" = cartografia contenente informazioni areonautiche
- "S" = cartografia elaborata da immagini da satellite
- "V" = cartografia vecchio taglio
- "DB" = cartografia nuova produzione

Vecchio taglio cartografia IGM

Serie **100/V** e **100/L** scala 1:100.000
30' longitudine x **20'** latitudine

Serie **25/V** scala 1:25.000 **TAVOLETTE**
7'30" longitudine x **5'** latitudine
 (quadrante 1:50.000 non prodotta)

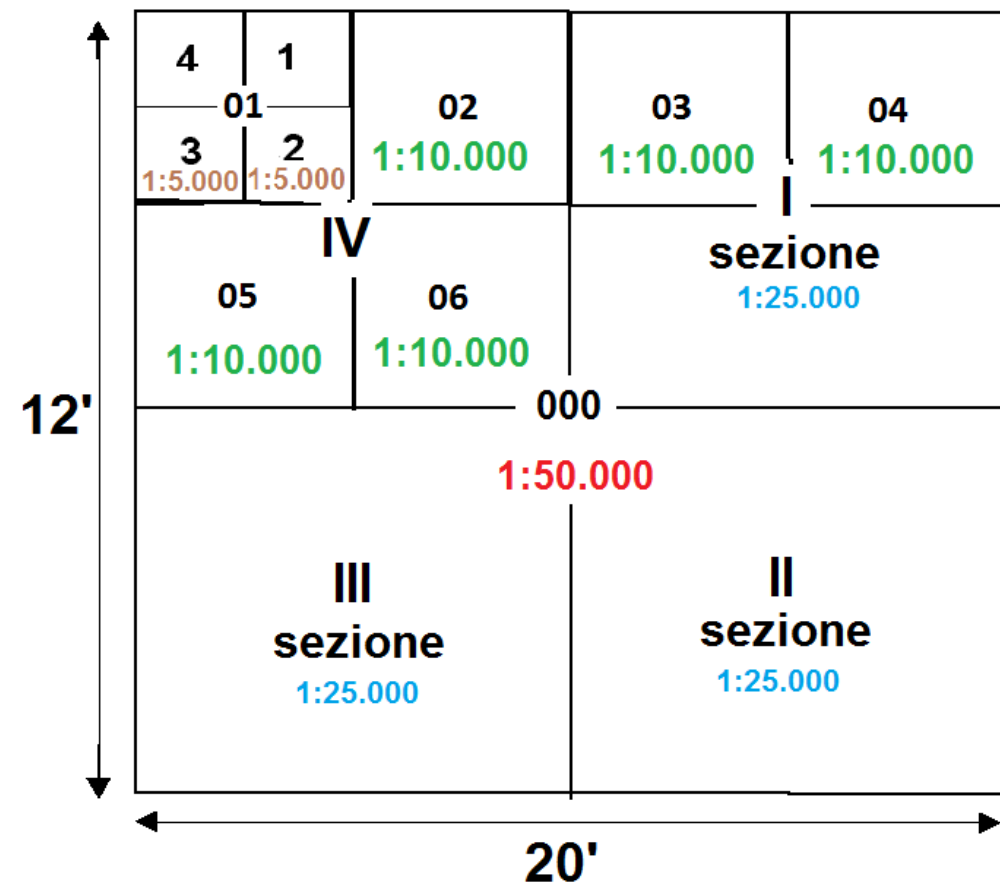
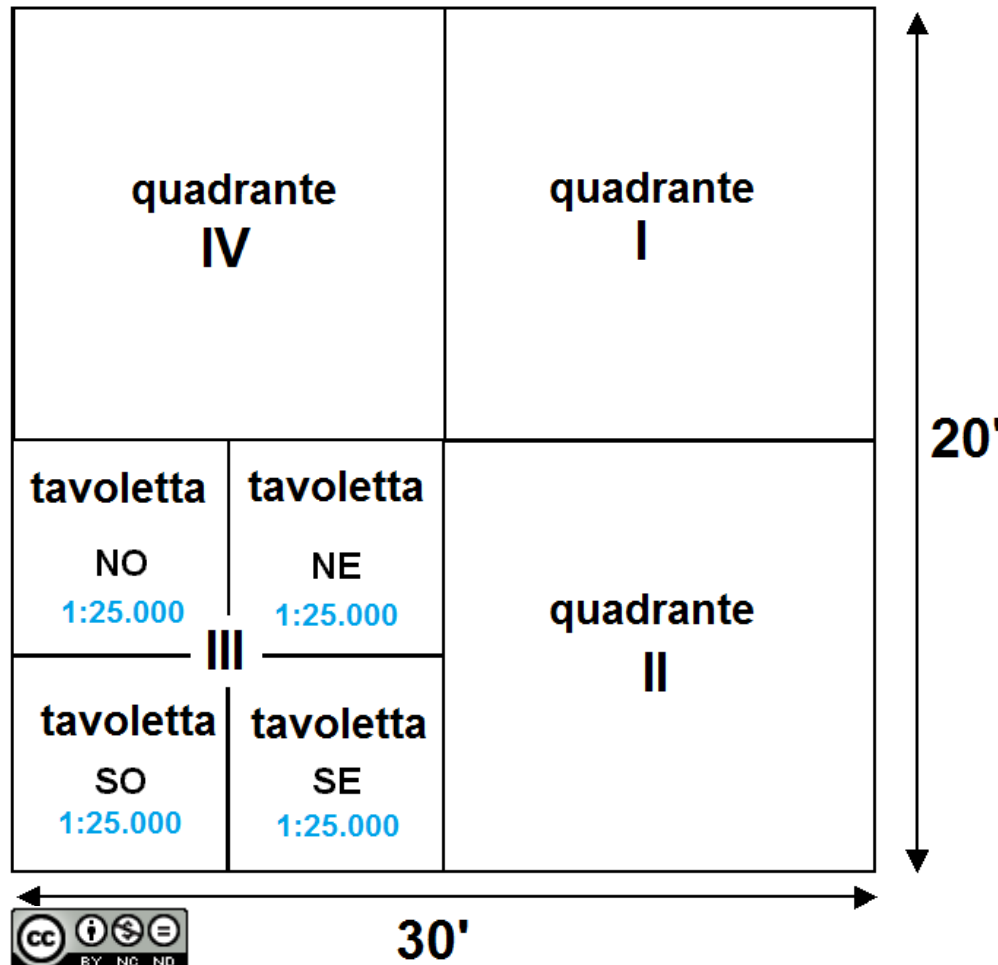
FOGLIO 1:100.000

Nuovo taglio cartografia IGM

Serie **50**, **50/L** e **50/S** scala 1:50.000
20' longitudine x **12'** latitudine

Serie **25** scala 1:25.000 **SEZIONI**
10' longitudine x **6'** latitudine
 (scale minori: CTR, comunali)

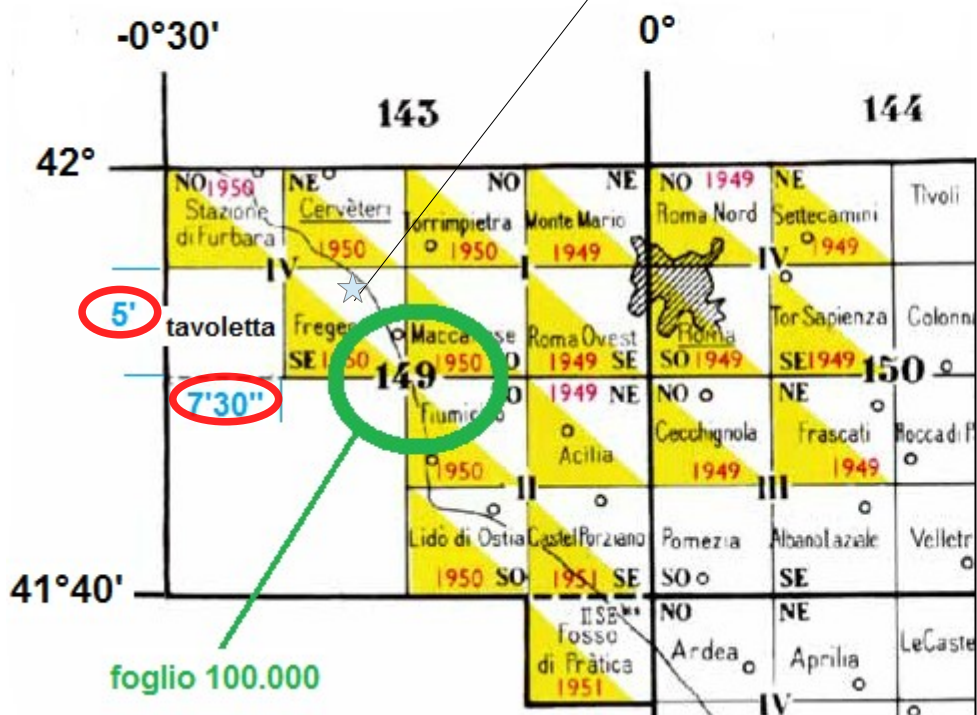
FOGLIO 1:50.000



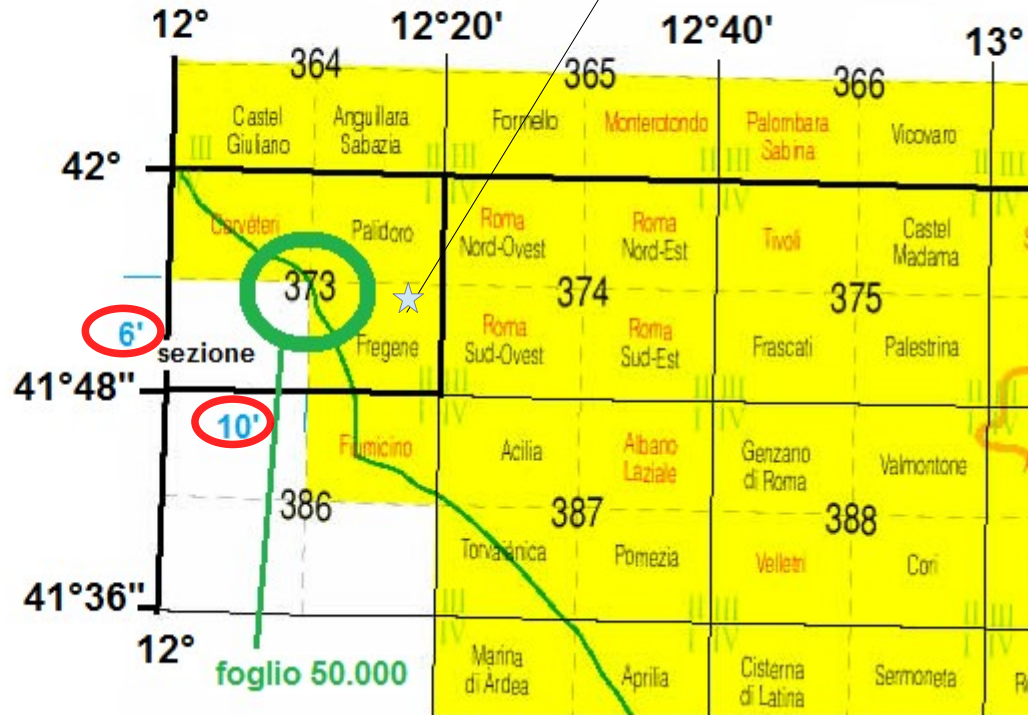
Tavoletta "FREGENE"
F149 – IV – SE - Fregene
 Foglio al 100.000 n.149
 quadrante IV
 Sud-Est

Sezione "FREGENE"
F373 – II - Fregene
 Foglio 1:50.000 n.373
 quadrante II

Serie 25/V



Serie 25



Carta topografica d'Italia - scala 1:100.000

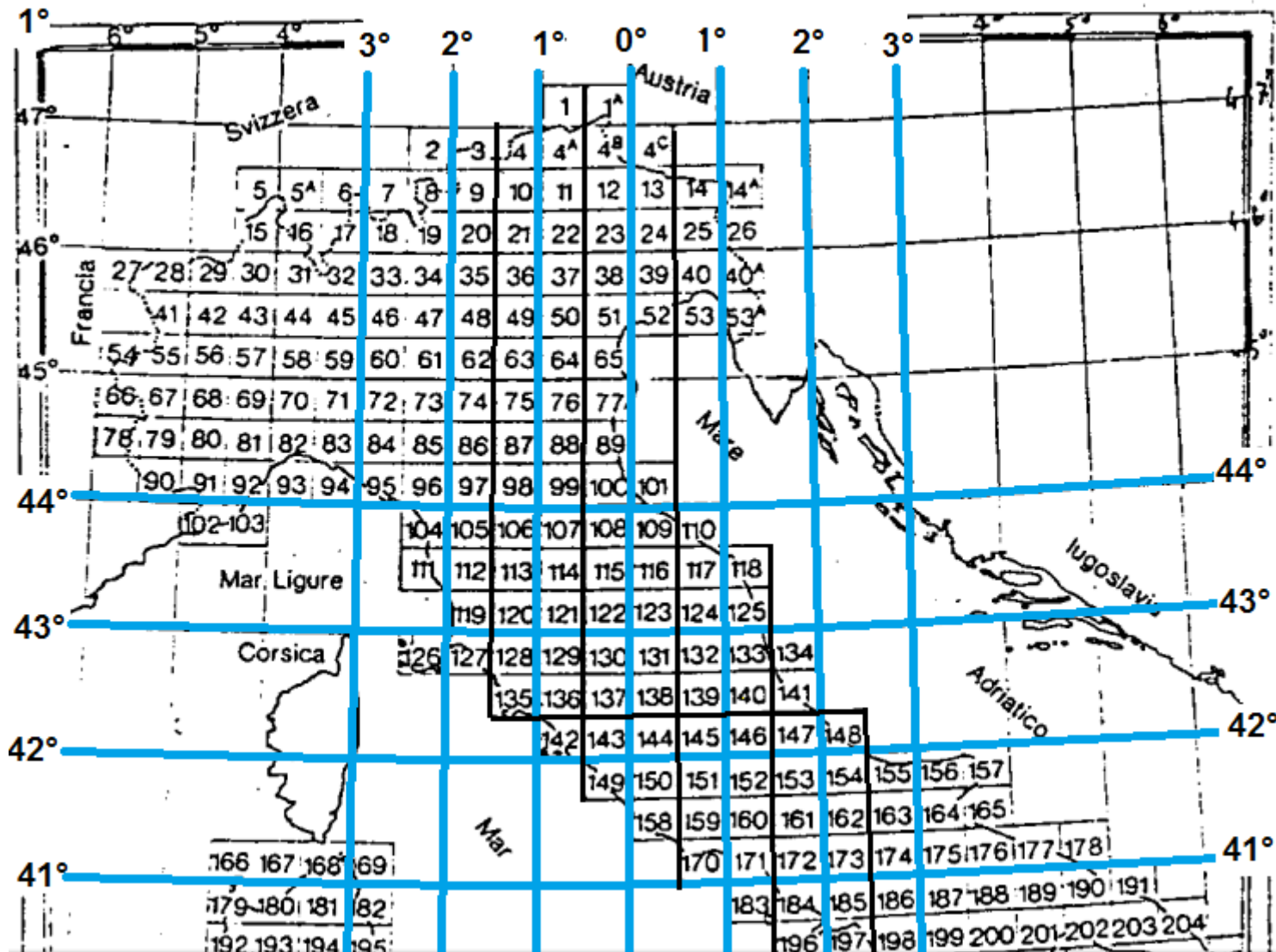
Diverse versioni, la prima terminata nel 1903 con **ellissoide di Bessel** e **3 diversi orientamenti**

poi **ellissoide internazionale**
orientamento unico

Prima rappresentazione
Sanson Flamsteed

poi sistema **Gauss**

Produzione attuale in 2 serie: **100/V** e **100/L**



Carta topografica d'Italia - serie 100V e 100L

Le due serie (complete) si compongono di **278** carte topografiche alla scala **1:100.000**, denominati "**fogli**", che hanno le dimensioni di **30' in longitudine** e **20' in latitudine**

Rappresentazione conforme di **Gauss-Boaga**, sistema geodetico nazionale (**ellissoide internazionale** con orientamento **Roma M.Mario - 1940**) con reticolato chilometrico UTM riferito al sistema geodetico europeo (ED50) e con inviti per il chilometrico Gauss-Boaga

Fogli derivati dai rilievi alla scala 1:25.000



Carta topografica d'Italia - serie 100V e 100L



Serie 100/V

Serie 100V

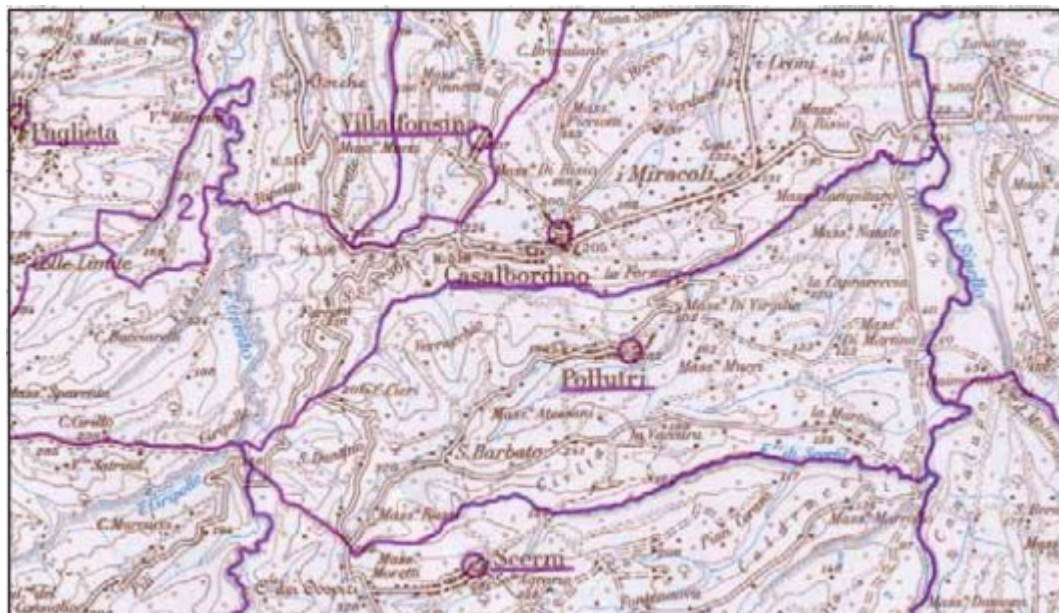
a 5 colori o, per alcuni fogli, a 7 colori, con l'orografia a sfumo e curve di livello



Serie 100/L

Serie 100L

a 3 colori, con i limiti amministrativi e l'ubicazione delle sedi comunali in viola



© Istituto Geografico Militare

Carta topografica d'Italia - serie 25V

- **3.545** elementi denominati **tavolette** di dimensioni **7'30"** in longitudine e **5'** in latitudine
- rappresentazione conforme di Gauss-Boaga, nel sistema geodetico nazionale (ellissoide internazionale con orientamento Roma M.Mario-1940) con reticolato chilometrico UTM riferito al sistema geodetico europeo (ED50)
- interrotta con l'avvio della serie 25



© Istituto Geografico Militare

Carta topografica d'Italia - serie 50 e 50/L

- **636 fogli** di dimensioni **20' di longitudine** e **12' di latitudine**
- rappresentazione **conforme UTM-ED50** (sistema geodetico europeo ED50)
- **derivata** da rilievi alla scala 1:25000
- la 50/L ha i limiti amministrativi in viola



© Istituto Geografico Militare

Carta topografica d'Italia - serie 25

- Rappresentazione conforme UTM, nel sistema geodetico europeo ED50
- previsti 2298 (terminati 840) elementi denominati sezioni di dimensioni 10' di longitudine e 6' di latitudine
- Ricopre una superficie di circa 150 kmq contro i 100 delle tavolette 25.000 vecchia serie. Le sezioni sono ottenute mediante stereorestituzione numerica o derivate dalla cartografia tecnica regionale numerica; reticolato chilometrico nella proiezione conforme UTM
- La serie 25 DB sostituisce e prosegue la serie 25



© Istituto Geografico Militare

Carta topografica d'Italia - serie 50/S

- Realizzata proiettando immagini da satellite (SPOT 5 con risoluzione di 5 metri) su una superficie di riferimento geodetica con coordinate piane
- Taglio cartografico 20'x12'
- Rappresentazione UTM/ED50



IGM DBSN - DATABASE DI SINTESI NAZIONALE



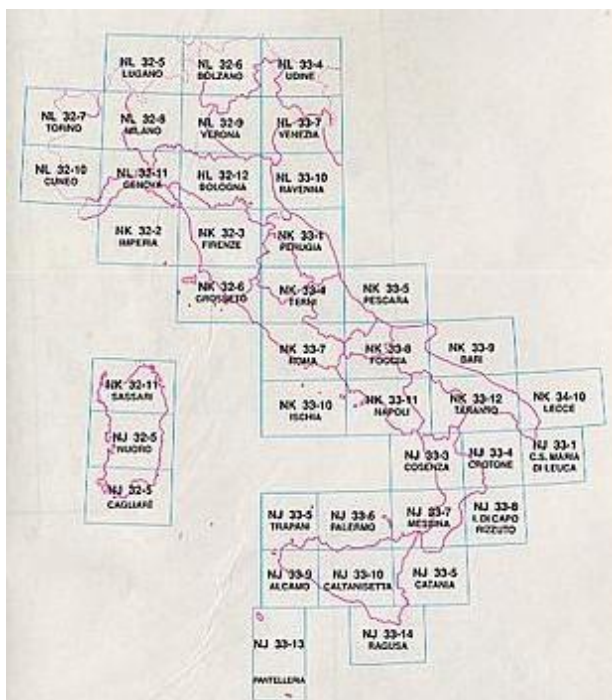
L'IGM ha recentemente realizzato il DBSN (DataBase di Sintesi Nazionale): una banca dati geografica in formato digitale contenente le informazioni territoriali più significative per effettuare analisi tematiche e rappresentazioni in ambito nazionale.

Il DBSN ha come fonte primaria di informazione i dati geotopografici regionali. Altre fonti di integrazione sono i dati di Enti pubblici nazionali, ad esempio le mappe catastali dell'Agenzia delle Entrate, i dati dell'Istat e i dati di altri Ministeri, considerando anche altre informazioni disponibili su web come i dati di Open Street Map (OSM).

Il database DBSN (DataBase di Sintesi Nazionale) dell'Istituto Geografico Militare è reso disponibile sotto la Licenza Open Data Commons Open Database License (ODbL)

Carta topografica d'Italia - serie 250/G

- Si compone, per la parte di competenza italiana, di 39 fogli alla scala 1:250.000
- Inquadrata nella rappresentazione conforme UTM nel sistema geodetico europeo ED50
- Informazioni aeronautiche, in viola, a cura del CIGA (Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche)



Istituto Idrografico della Marina

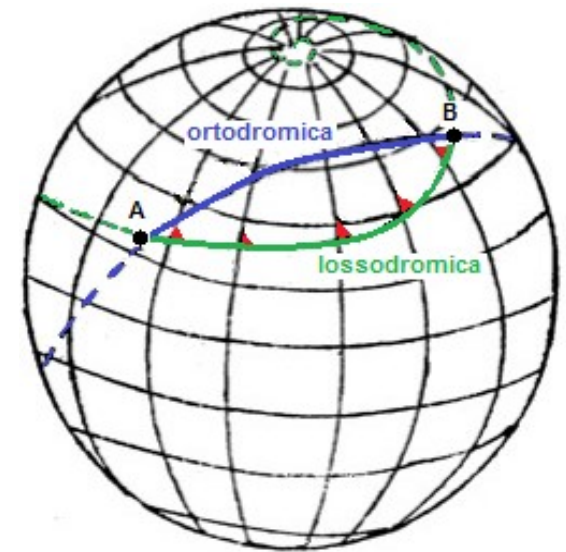
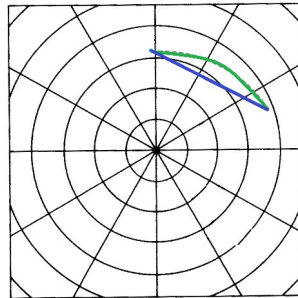
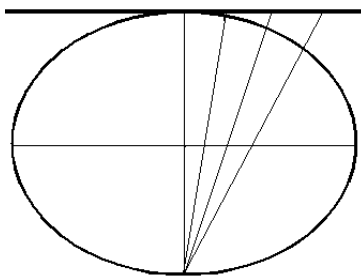
La produzione cartografica ufficiale dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM) è costituita da:

- carte generali (scala 1:1.000.000)
- carte costiere (scale 1:250.000 - 1:100.000)
- carte dei litorali (1:100.000- 1:40.000)
- carte dei porti e delle rade (1:10.000- 1:5.000)
- carte dei laghi, carte batimetriche e carte tematiche
- carte didattiche, elenco dei fari e pubblicazioni nautiche diverse

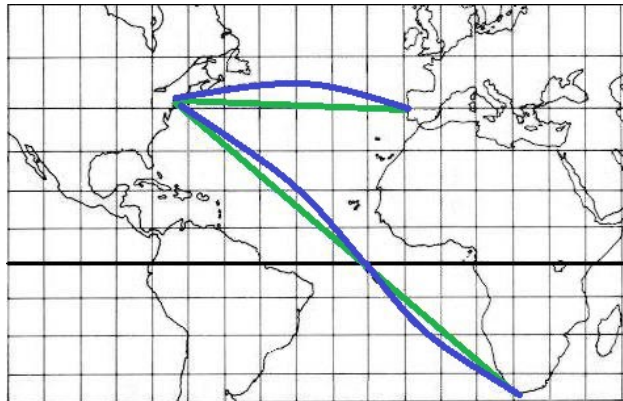
Istituto Idrografico della Marina

Le carte nautiche sono generalmente realizzate in modo da facilitare la rotta *più breve* cioè il percorso **ortodromico** o la rotta a *direzione costante* cioè il percorso **lossodromico**:

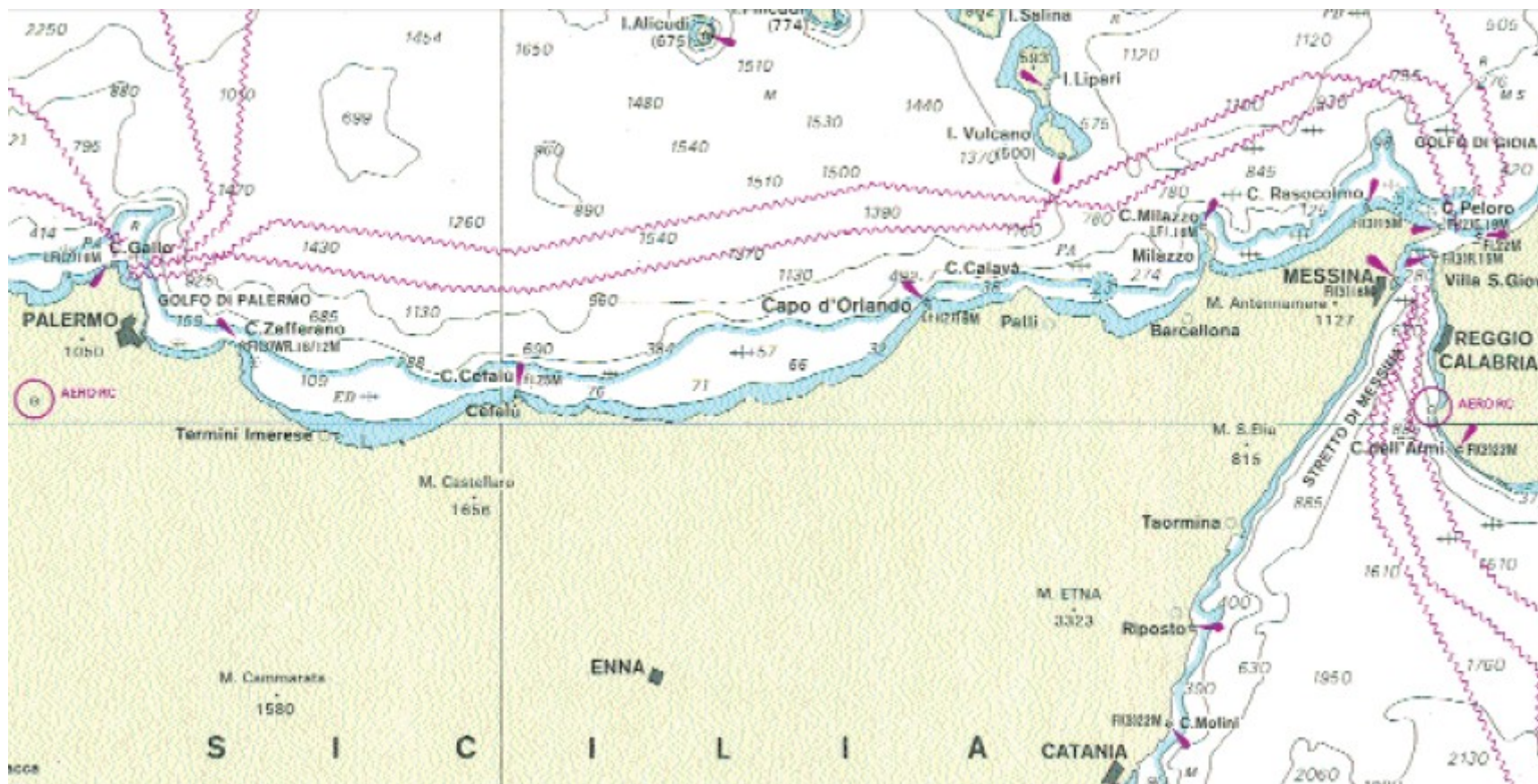
- carte in proiezione gnomonica o centrografica polare (Proiezione pura)



- carte in rappresentazione conforme di Mercatore (analitica)

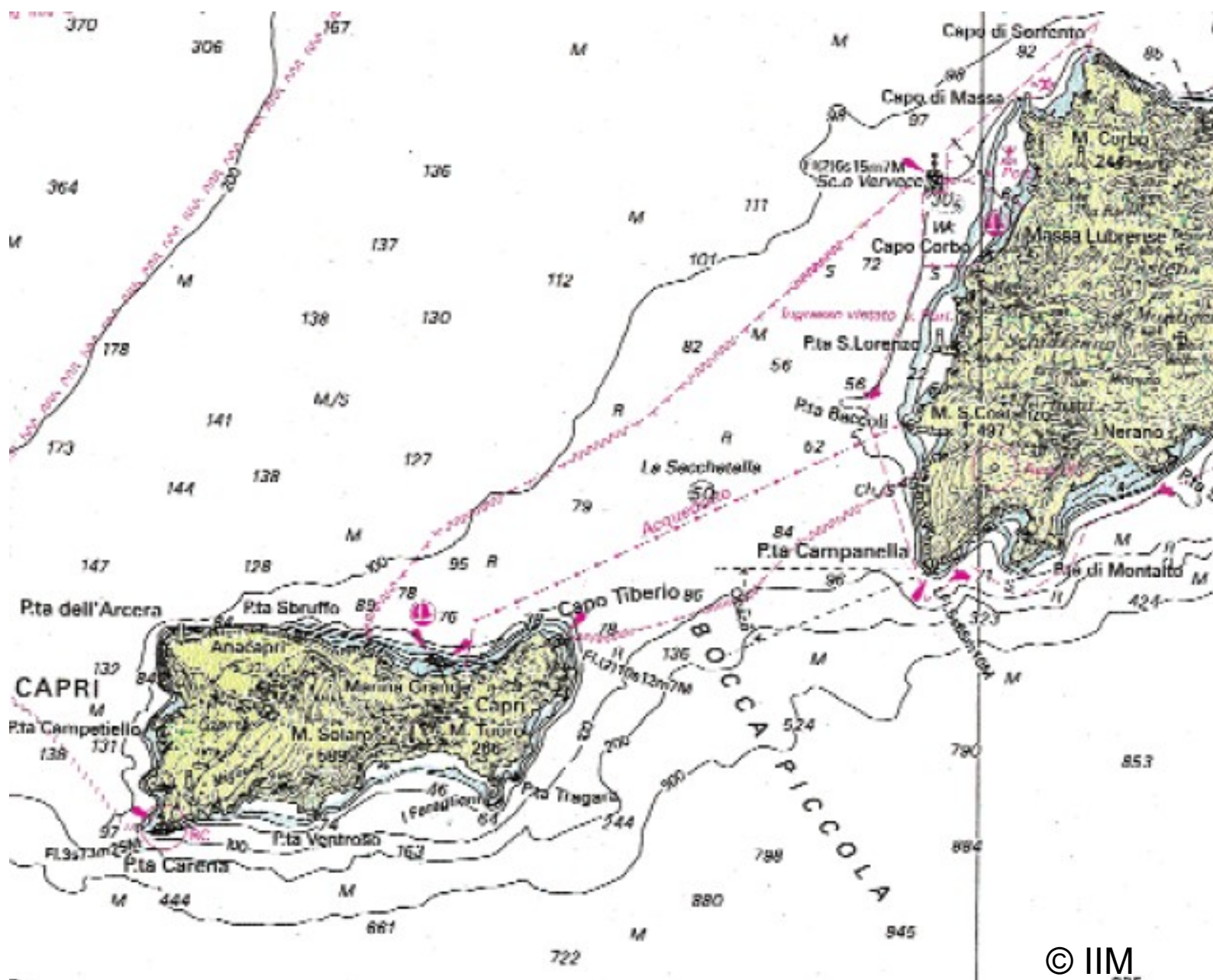


Esempi di cartografie IIM tratte da pubblicazione “Cartografia ufficiale Istituto Idrografico della Marina” di PIERPAOLO CAGNETTI consultabile sul link http://www.igmi.org/pubblicazioni/atlante_tipi_geografici/consulta_atlante.php

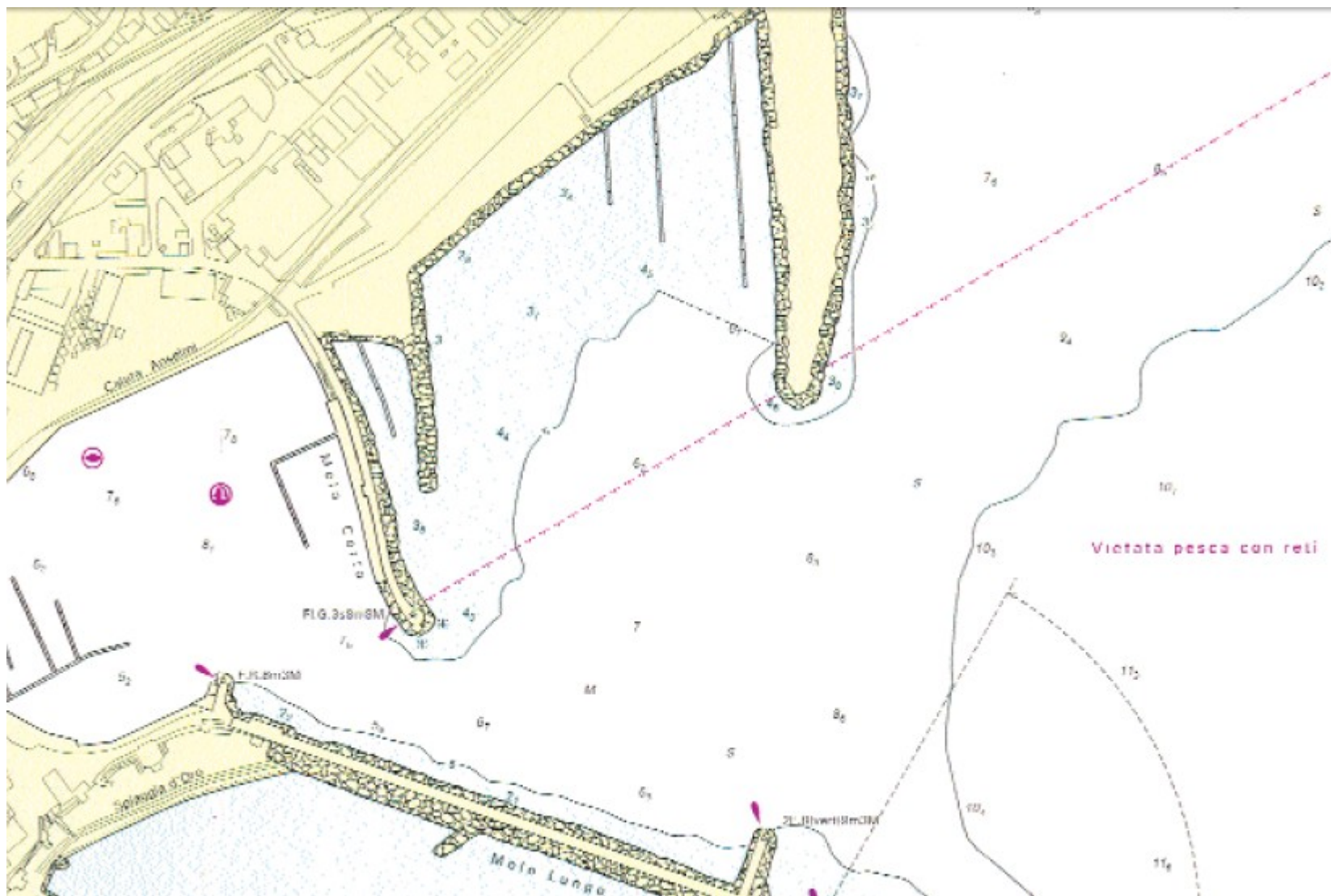


© IIM

Stralcio Carta “Da Piombino a Fiumicino e costa orientale della Corsica - scala 1:250.000



Stralcio Carta "Da Capri a punta Campanella" - scala 1:100.000



© IIM

Stralcio Carta "Porto di Imperia" - scala 1:5.000

CIGA

Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche

Le carte aeronautiche **CIGA** devono gestire tre livelli informativi: **base geografica - ostacoli alla navigazione - informazioni aeronautiche**. Tali informazioni sono organizzate in un GIS specialistico che viene costantemente aggiornato (in specie per i due ultimi strati informativi).

Esiste anche una produzione cartografica tradizionale principalmente costituita da:

- **Carta topografica d'Italia IGM serie 250/G**
- "**Carta Aeronautica d'Italia**" in scala **1:500.000**, carta aeronautica ufficiale dello Stato per il volo a vista civile
- "**Carta di Navigazione a Bassa e Bassissima Quota**" in scala **1:500.000** per la navigazione a vista e l'attività tattica e di addestramento militare
- "**Radio Navigazione**" in scala **1:1.600.000** per la navigazione strumentale per gli equipaggi di volo di velivoli militari

Cartografia Catastale - Agenzia del Territorio

La cartografia catastale è organizzata per **giurisdizioni amministrative comunali**, suddivise in **sezioni censuarie** ed è composta da **circa 300.000 “fogli di mappa”**, ogni foglio di mappa si riferisce al massimo ad un comune; comuni grandi sono rappresentati con più fogli di mappa

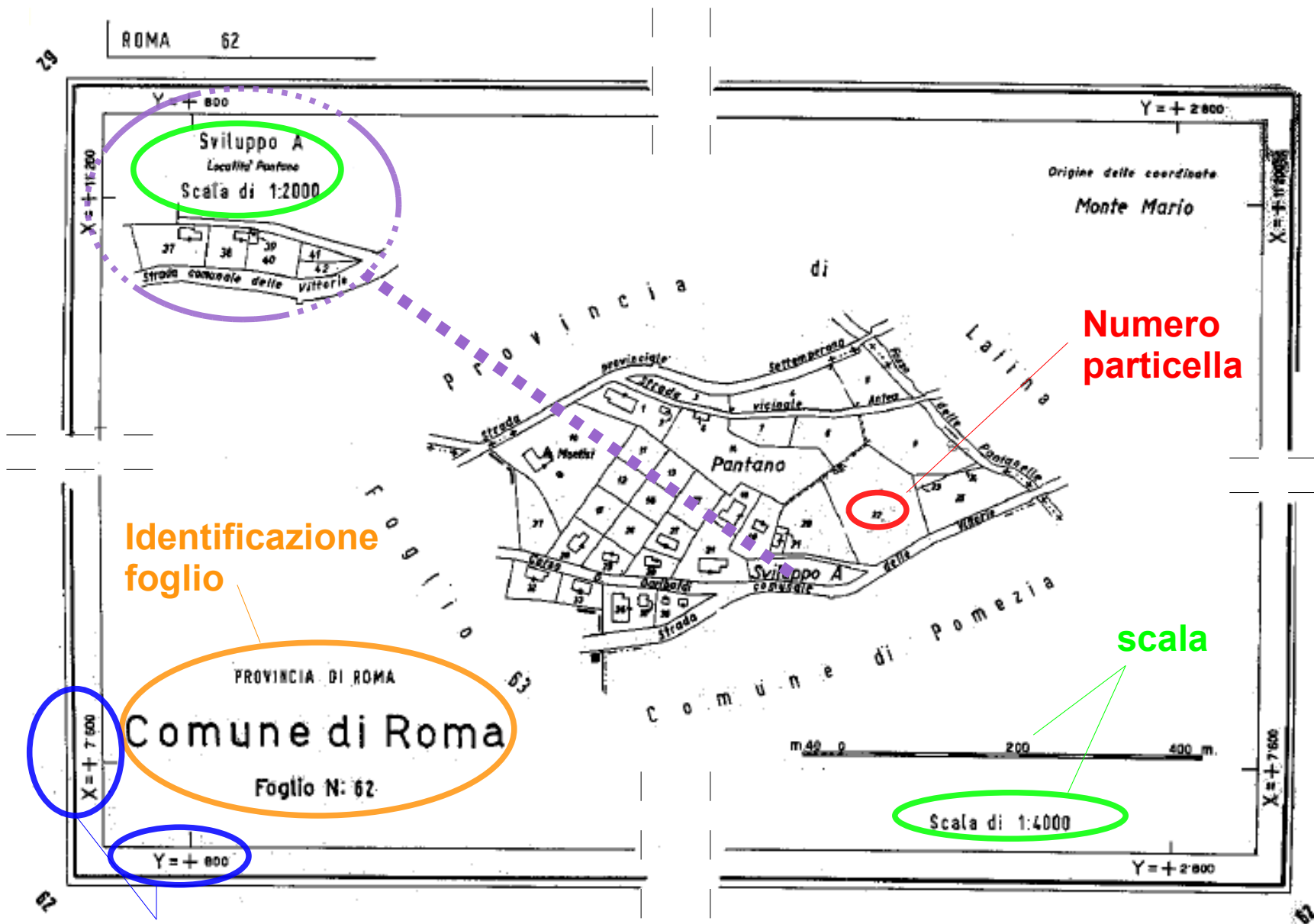
Le mappe sono **prevalentemente in scala 1:2.000** (circa l'80%), nelle zone in cui la proprietà è poco frazionata in scala 1:4.000, in zone urbane anche in scala 1:1.000, in casi particolari si arriva a scala 1:500

Il **taglio cartografico è ad “isola”**: un intero comune o, se il comune è grande, una sezione censuaria di un comune comprendente un insieme di particelle contigue

Nelle mappe catastali oltre ai limiti di sezioni e fogli sono rappresentati:

- le singole particelle
- viabilità, idrografia e altri particolari topografici di interesse
- confini amministrativi comunali, provinciali, regionali e statali
- punti trigonometrici
- curve di livello e punti quotati solo nelle mappe recenti o aggiornate

Scritture interne ed esterne del foglio di mappa



Coordinate x,y : distanze da origine in metri (nb: asse x verso il nord)

Al fine di contenere al minimo le alterazioni areali si sono utilizzati molteplici sistemi locali con coordinate indipendenti generalmente riferite all'**ellissoide di Bessel ma con diversi orientamenti** (orientato a Genova per l'Italia centro-settentrionale, a Roma Monte Mario per l'Italia centrale e a Castanea delle Furie per l'Italia centro-meridionale).

I sistemi locali di coordinate hanno **31 grandi origini** e **849 piccole origini** degli assi.

Le carte catastali utilizzano la **rappresentazione di Cassini-Soldner** che pur essendo afillattica risulta essere **praticamente equivalente** visto che la più grande zona rappresentata si estende per circa 70 km dal meridiano centrale e 100 km dal parallelo centrale.

La materializzazione del sistema di riferimento è costituita da circa **1.700** punti trigonometrici (**Punti Fiduciali**).

A partire dal 1942 è iniziata la conversione del sistema catastale nella rappresentazione di Gauss-Boaga (ellissoide internazionale) per renderla compatibile con la cartografia IGM.

Servizio Geologico

Principali produzioni sono:

- la **Carta Geologica d'Italia “storica”** costituita da 277 fogli alla scala **1:100.000**: i lavori di rilevamento delle informazioni geologiche ebbero inizio nel 1877 e furono completati nel 1976, i fogli hanno le informazioni geologiche sovrapposte alle corrispondenti carte IGM
- la **nuova carta geologica “progetto CARG”** basata sul nuovo inquadramento IGM, tutt'ora in corso di realizzazione; sarà composta da 652 fogli alla scala **1:50.000** per la copertura dell'intero territorio nazionale; è realizzata come generalizzazione delle carte geologiche regionali a grande scala (1:10.000, 1:25.000)

Servizio Geologico - estratto carta "storica"



SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA
ORGANO CARTOGRAFICO DELLO STATO
(Legge 9 - 2 - 1960, n. 68)

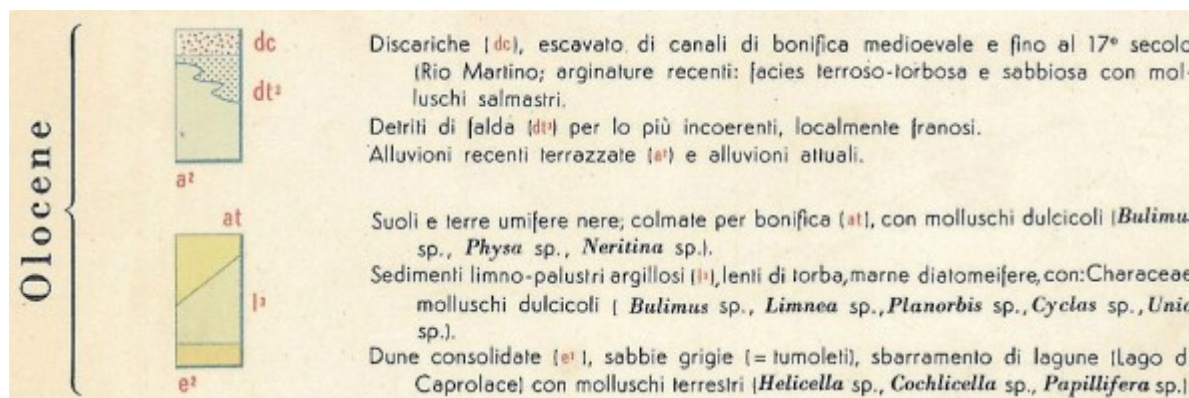
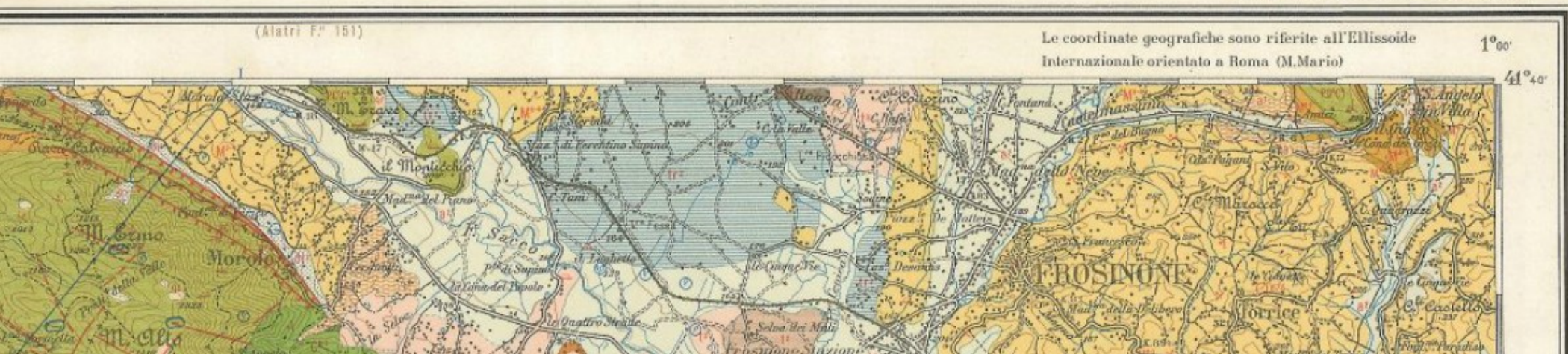
Scala 1:100.000

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Dal rilevamento geologico 1:25.000

FOGLIO 159

della Carta 1 : 100.000 dell' I. G. M.



Servizio Geologico - estratto carta da Progetto CARG



ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

Organo Cartografico dello Stato (legge n° 48 del 22.10.1950)

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Dai rilevamenti geologici 1:10000 e 1:25000

Scala 1:50.000

SALSOMAGGIORE TERME

FOLGIO 180

della Carta 1:50000 dell'I.G.M.

Piacenza F0162

10°00'00"

45°00'00"



RESPONSABILE DEL PROGETTO CARG PER LA REGIONE EMILIA-ROMAGNA: R. Pignone¹

COORDINAMENTO SCIENTIFICO: G. Di Dio¹

REDAZIONE SCIENTIFICA: L. Calabrese¹, G. Di Dio¹, S. Segadelli¹

ANALISI DI LABORATORIO: BIOSTRATIGRAFIA: R. Catanzariti², E. Fornaciari³

PETROGRAFIA: A. Di Giulio²

RADIOCRONOLOGIA: ENEA (Bologna), E.T.H. (Zurigo)

CONTRIBUTI TEMATICI: F. Molinari¹, A. Martini¹, L. Martelli¹, S. Rogledi², M. Roveri²

BANCHE DATI ED ELABORAZIONI INFORMATICHE: M. Grandi², A. Pignini¹

ASSISTENZA DI CANTIERE PER LE INDAGINI GEOGNOSTICHE: Sondaggi: G. Davoli², A. Piccini¹, S. Segadelli¹

Prove Penetrometriche: E. Peroni¹

1 - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna; 2 - AGIP, San Donato Milanese (MI); 3 - Dip. di Scienze della Terra, Università di Pisa;
4 - Dip. di Scienze della Terra, Università di Padova; 5 - Dip. di Scienze della Terra, Università di Pavia; 6 - Dip. di Scienze della Terra, Università di Parma.

SUDDIVISIONE DEI RILEVAMENTI GEOLOGICI ALLA SCALA 1:10 000

RILEVATORI: (b) A. Piccini, (c) A. Martini, (d) M. Roveri (AGIP, 1998)

SUDDIVISIONE DEI RILEVAMENTI GEOLOGICI ALLA SCALA 1:25 000

RILEVATORI: (a) D. Preti, S. Segadelli

Rilevamenti eseguiti negli anni 1992-1999



FORMAZIONE DI VERNASCA

SVN

Unità costituita da livelli argiloso-siltosi bioturbati, arenili grossolani e arenili siltose da medie a fini di color ocra, organizzate in strati gradati medi e spessi, spesso amalgamati o con rare intercalazioni di livelli argillosi; localmente livelli di paraconglomerati a grana media in matrice sabbiosa ed ortoconglomerati. Depositi alluvionali e marno-marginali. Contatto discordante sul substrato figure e su KAM. Spessore massimo 80 m.
MESSINIANO SOMMITALE - PLIOCENE INF.



FGS1

Membro arenaceo di Varano Marchesi
Areniti in letti da medi a spessi a stratificazione poco associata ad areniti e peili siltose in strati medio-sottili. L. variabile da 200 a 800 m.
SERRAVALLIANO

Da sito ISPRA http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/180_SALSOMAGGIORE/Foglio.html

Cartografie Tecniche Regionali (CTR)

- **carte di base** in scala **1:10.000** o **1:5.000** costruite con tecniche inizialmente topografiche ora fotogrammetriche, che rappresentano la planimetria (corsi d'acqua, strade, ferrovie, ponti, case, ecc.) e l'altimetria composta da punti quotati e curve di livello (a 10m se in scala 1:10.000 e a 5m se in scala 1:5.000)
- **taglio cartografico ED50** derivato da Carta d'Italia 1:50.000
- **rappresentazione di Gauss-Boaga**, sistema nazionale **Roma40**, su coordinate dei vertici trigonometrici IGM definite nell'ultima compensazione disponibile (ultimamente si sono realizzate CTR nel sistema UTM WGS84 - ETFS89)
- le Regioni aggiornano le CTR ogni 2-3 anni

IGM 1:25.000



- Tolleranza planimetrica posizione di un punto 10,00 m
- Grado risoluzione (dimensione lineare più piccola) 5 m
- Tolleranza altimetrica punti quotati 5 m
- Tolleranza altimetrica curve di livello 12 m
- Equidistanza curve livello 25 m

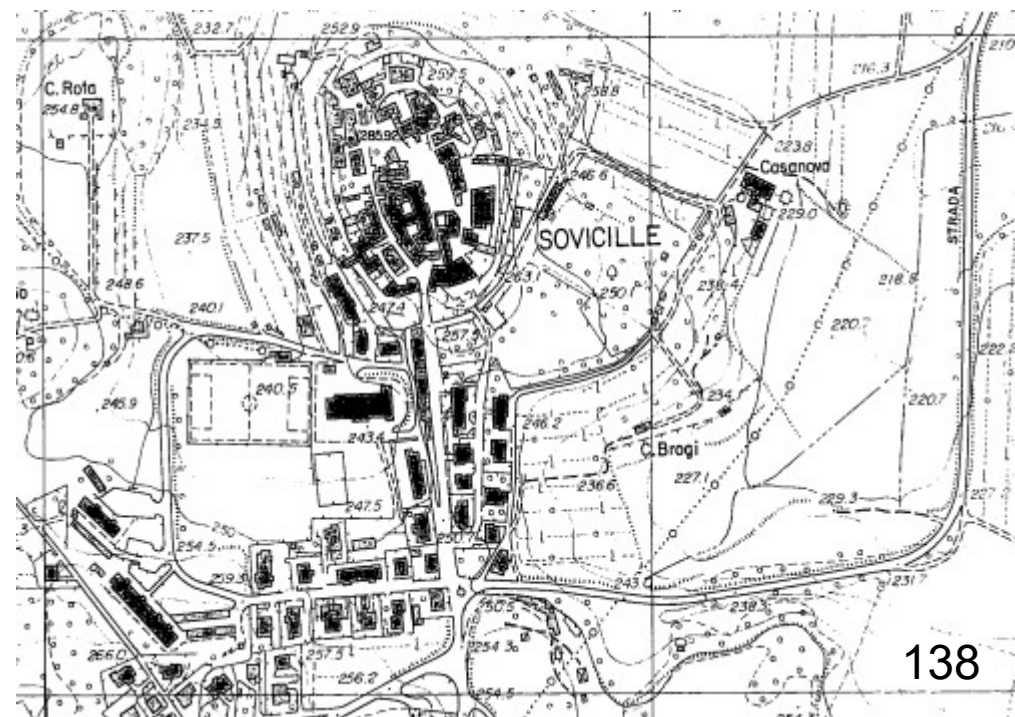
CTR 1:10.000



- Tolleranza planimetrica posizione di un punto 4,00 m
- Grado risoluzione (dimensione lineare più piccola) 2 m
- Tolleranza altimetrica punti quotati 1,80 m
- Tolleranza altimetrica curve di livello 3,50 m
- Equidistanza curve livello 10 m

CTR 1:5.000

- Tolleranza planimetrica posizione di un punto 2,00 m
- Grado risoluzione (dimensione lineare più piccola) 1 m
- Tolleranza altimetrica punti quotati 1,20 m
- Tolleranza altimetrica curve di livello 2.20 m
- Equidistanza curve livello 5 m



Da www.centrointerregionale-gis.it/Rivista/Arretrati/26_1992/26_L3.pdf

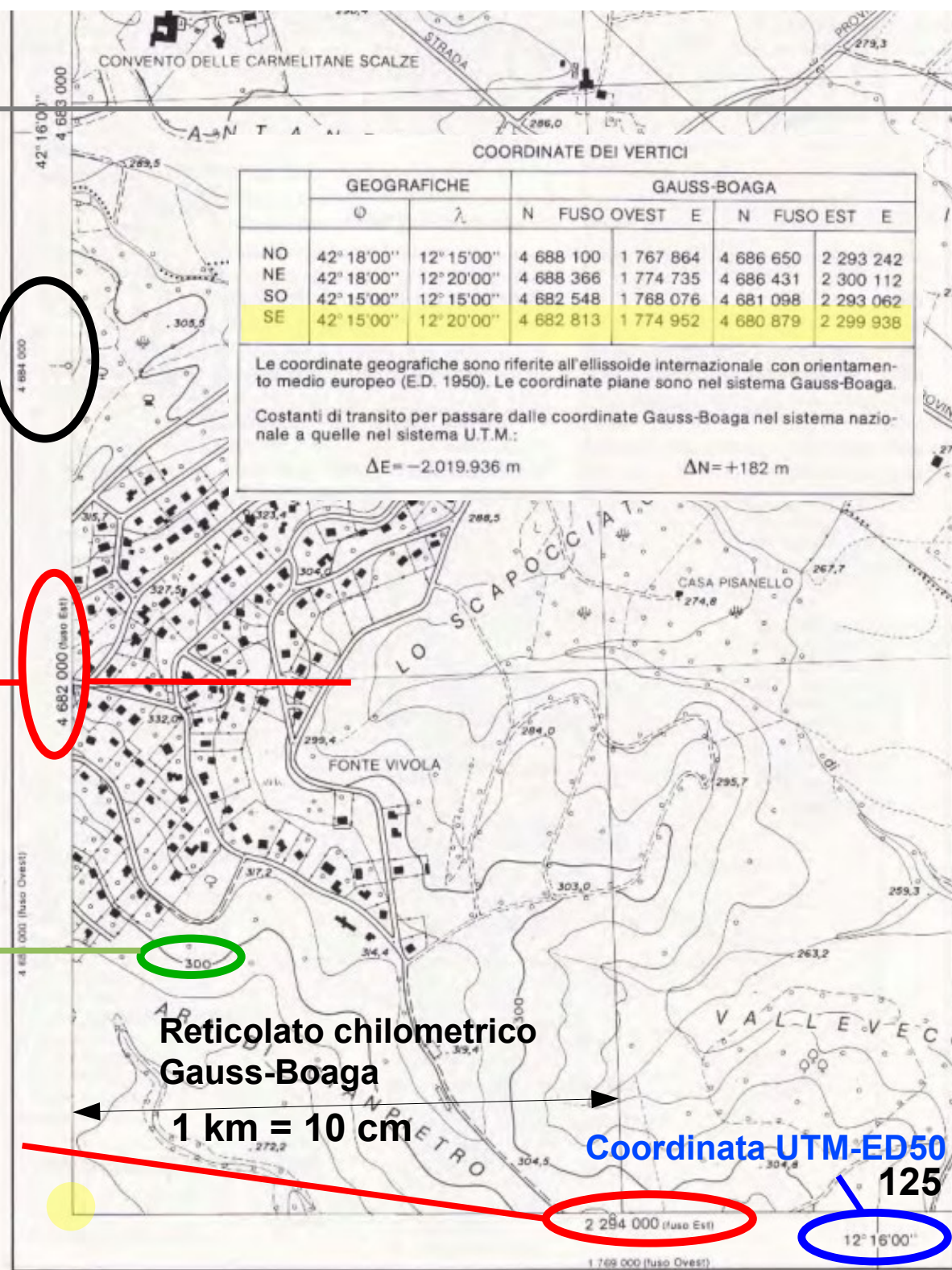
NB CTR nella fascia di ricopertura dei fusi EST -OVEST

distanza in metri dall'equatore fuso Ovest Gauss-Boaga Roma 40 (4.684.000 mt)

distanza in metri dall'equatore fuso Est Gauss-Boaga Roma 40 (4.682.000 mt)

Curve di livello (50-10 metri)

distanza in metri da meridiano 15° fuso Est
 $2.520.000 - 2.294.000 = 226.000$ metri



Conversione e Trasformazione di Coordinate Cartografiche

Le coordinate di un punto sono diverse in funzione del Datum adottato e/o del sistema di coordinate utilizzato

Si distinguono due tipologie di operazioni sulle coordinate:

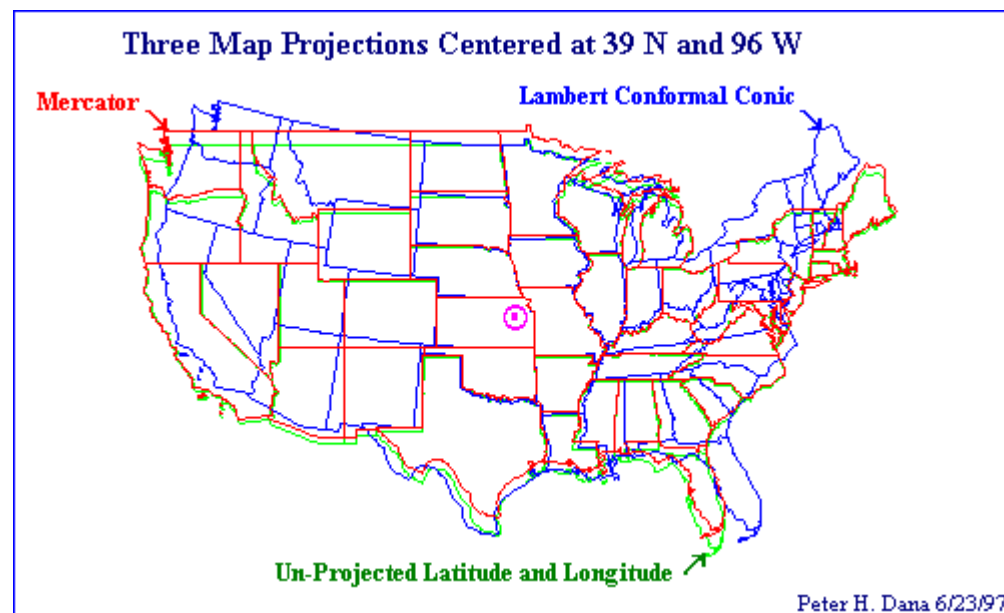
- **Conversione di Coordinate:** consiste nel cambio di coordinate da un sistema di coordinate ad un altro a parità di datum (**stesso Datum**)
- **Trasformazione di Coordinate:** consiste nel passaggio da un sistema di coordinate in uno specifico Datum ad un sistema di coordinate (equivalente o diverso) in un altro Datum (**Datum diversi**)

Conversione di Coordinate

Cambio di coordinate da un sistema di coordinate ad un altro mantenendo lo stesso datum

- Avviene tramite **operazioni matematiche analitiche** ben definite che in genere non comportano perdita di accuratezza dei dati
- Significa applicare “proiezioni” diverse allo stesso datum

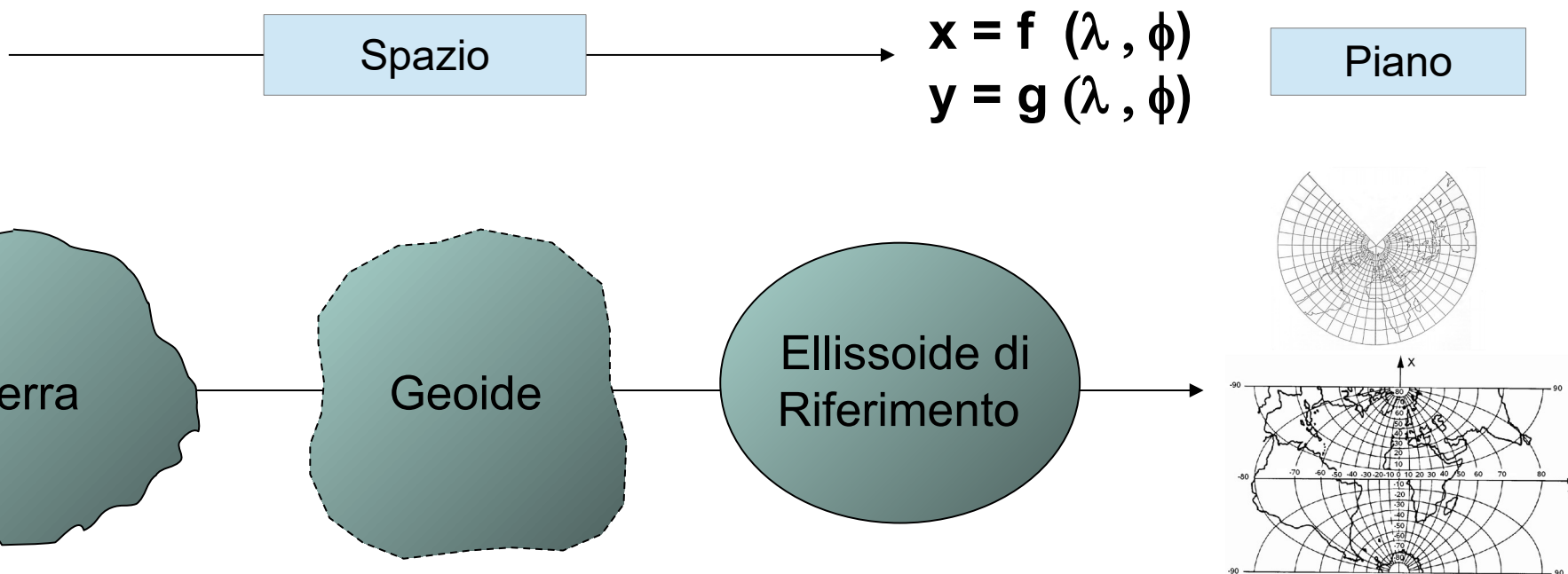
Ad esempio pur adottando per la rappresentazione in piano stesso datum, stessa scala e stesso centro di proiezione ma “proiezioni” diverse si hanno coordinate diverse e quindi mappe non sovrapponibili:



Conversione di Coordinate

Cambio di coordinate da un sistema di coordinate ad un altro mantenendo lo stesso datum

Anche il passaggio da coordinate su supporto curvo (coordinate geografiche) a coordinate piane (coordinate cartografiche) - se a parità di datum - è un processo di conversione di coordinate



Trasformazione di Coordinate

Passaggio da un sistema di coordinate in uno specifico Datum ad un sistema di coordinate (equivalente o diverso) in un altro Datum (Datum diversi)

La trasformazione di coordinate **non può essere fatta solo con formule matematiche** in quanto il passaggio da un datum ad un altro e alle relative reti di materializzazioni effettuate in epoche diverse, con metodologie diverse, con precisioni ed errori diversi obbliga ad **utilizzare parametri di trasformazione da applicare a punti vicini per i quali le coordinate sono note nei due diversi Datum**

Il processo comporta approssimazioni che possono essere limitate al minimo se si utilizza il sw VERTO (sito IGM, sw su licenza e a pagamento) da applicare ai grigliati IGM (pure a pagamento)

Trasformazione di Coordinate

Passaggio da un sistema di coordinate in uno specifico Datum ad un sistema di coordinate (equivalente o diverso) in un altro Datum (Datum diversi)

Utilizzando l'ultima versione di VERTO e i migliori grigliati (modello di geoide ITALGEO2005 realizzato da IGM in collaborazione con il Politecnico di Milano) si arriva ad accuratezze planimetriche minime (millimetriche) e delle quote pari a pochi centimetri.

I SW GIS effettuano trasformazioni ma con accuratezze meno buone: si riporta una analisi che compara al 2004 l'accuratezza planimetrica tra alcuni SW GIS (attualmente i sw GIS hanno migliorato l'accuratezza):

Da articolo su www.sisef.it/forest@ di Davide Travaglini - geoLAB - Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali Forestali, Università degli Studi di Firenze

Software	Residuo max (m)	Residuo medio (m)	Deviazione Standard (m)
Traspunto (vers. 1.2.2)	0.728	0.123	0.144
CartLab1 (vers. 2.5.2)	2.690	1.670	0.473
CartLab2 (vers. 4.1)	1.020	0.858	0.125
Tn-ShArc (vers. 3.1.1)	15.748	5.211	4.165
Idrisi (vers. 14.02)	13.399	6.179	2.588
ArcGis (vers. 8.1)	13.408	6.174	2.587

Elementi metrici e di posizionamento

I principali elementi inerenti la lettura delle rappresentazioni cartografiche sono:

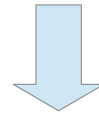
- ente che ha prodotto il documento cartografico, numero e/o sigla di riferimento; denominazione della località emergente, tipo di rilievo (topografico, aereofotogrammetrico) e anno del rilievo e dell'aggiornamento
- sistema geodetico e inquadramento, coordinate dei vertici, coordinate curvilinee, coordinate piane, coordinate MGRS, reticolati chilometrici
- orientamento e declinazione magnetica
- scala
- toponomastica, punti quotati, curve di livello, elementi rappresentati (fiumi, laghi,.. strade, zone abitate, colture...)
- abbreviazioni
- segni convenzionali e simboli

Approfondiamo **scala - curve di livello - posizione di un punto**

La scala

Premesso che una rappresentazione cartografica ha tre tipologie di contenuti:

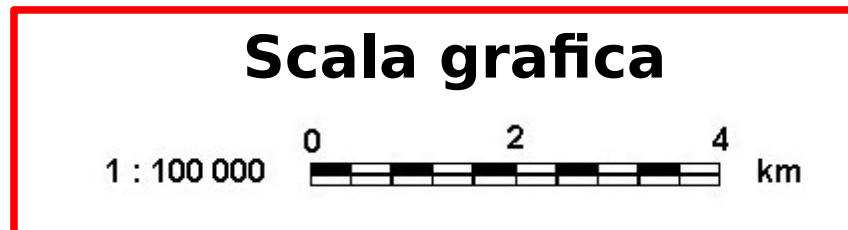
- contenuto metrico - geometrico relativo alla dimensione, forma, posizione degli oggetti rappresentati e all'incertezza di queste caratteristiche (errori di rilievo, errori della carta, errori di graficismo)
- contenuto semantico relativo alla quantità e qualità di oggetti e segni presenti nel disegno
- contenuto simbolico relativo alla presenza di simboli presenti nel disegno



la scala di rappresentazione condiziona i contenuti ma a monte è condizionata dalla precisione del rilievo e dall'ampiezza del territorio rappresentato (per garantire l'affidabilità delle letture)

La **scala di una carta** definisce il grado di riduzione delle dimensioni lineari di una carta rispetto alla realtà. **La scala non è costante su tutta la superficie della carta.**

La scala di una carta può essere espressa in due modi: scala grafica e scala numerica:



Scala numerica

**viene evidenziata come RAPPORTO DI SCALA
ossia con una frazione con il numeratore uguale a 1**

ad esempio 1: 1.000 significa che 1 centimetro misurato sulla carta corrisponde a 1.000 centimetri nella realtà, quindi a 10 metri

NB: il tutto a meno delle deformazioni sulla carta in genere contenute entro l'intervallo massimo 0,9996-1,0004 e dell'errore di graficismo pari a 0,2 mm di lettura sulla carta

Il concetto di scala sembrerebbe superato in cartografia numerica in quanto è possibile visualizzare/stampare con qualunque ingrandimento, dato che le coordinate sono assolute.

Ma in realtà le coordinate assolute sono conseguenza del processo di acquisizione e proiezione che ne condiziona la precisione e l'affidabilità.

La conseguenza è che nei GIS oltre ai concetti di scala di rappresentazione va tenuto presente il concetto di **scala nominale**: ***rapporto di scala che avrebbe una carta tradizionale di corrispondente precisione metrica e qualitativa.***

Quindi una elaborazione GIS che ha scala nominale 1:N vuol significare che ha contenuto metrico e semantico di un corrispondente disegno su carta di pari scala

Esempi scala e misure di distanze

- Esempio per cartografia in scala 1:25.000: misura effettuata sulla carta della distanza tra due punti pari a 3 cm, calcolo della distanza tra i due punti nel mondo reale:

$$1 : 25.000 = 3 : d$$

$$(1 \times d) = (25.000 \times 3)$$

$$d = 25.000 \times 3 = 75.000 \text{ cm} = 750 \text{ m}$$

- Distanza reale tra due punti di 2,5 km: calcolo della lunghezza del segmento che unisce i due punti su una carta in scala 1:100.000

$$1 : 100.000 = d : 2,5$$

$$(1 \times 2,5) = (100.000 \times d)$$

$$d = 2,5 : 100.000 = 0,000025 \text{ Km} = 25 \text{ mm}$$

Esempi scala e misure di aree

- Cartografia in scala 1:10.000 con evidenziata una area quadrata di 1 ettaro (100 x 100 metri reali = 10.000 m²)
calcolare il lato del quadrato sulla carta

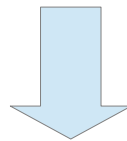
$$100 : 10.000 = 0,01 = 10 \text{ mm sulla carta}$$

il lato è pari a 10 mm, l'area è pari a 100 mm²

- Calcolare di quanto si riduce la stessa area di 1 ettaro su una carta in scala 1:20.000

$$100 : 20.000 = 0,005 = 5 \text{ mm sulla carta}$$

il lato è pari a 5 mm, l'area è pari a 25 mm²



al dimezzarsi del rapporto di scala le lunghezze si dimezzano mentre le aree si riducono di un fattore pari a 4

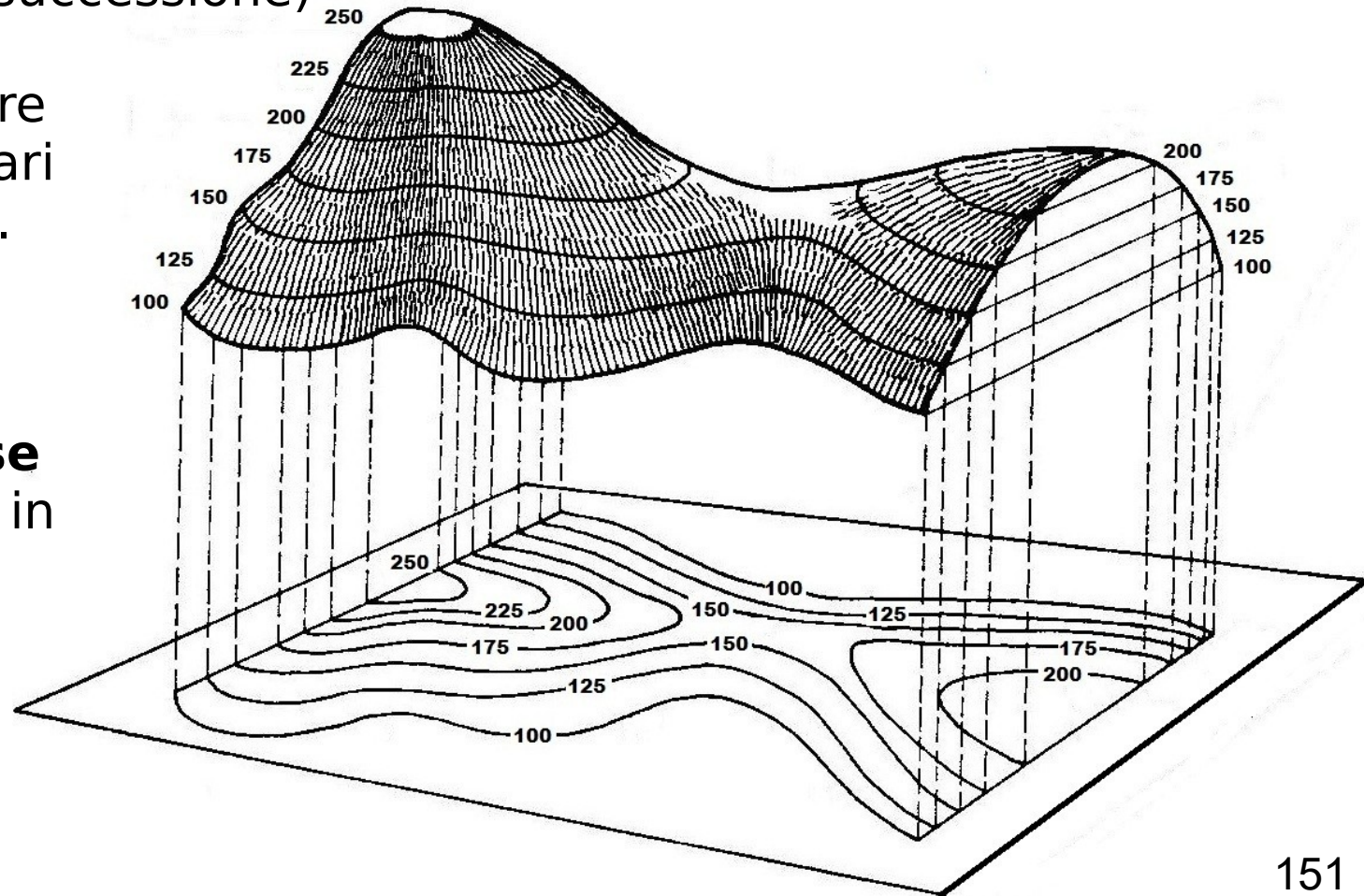
Le curve di livello

Le **curve di livello** o **isoipse** nelle cartografie evidenziano l'andamento altimetrico del terreno con linee continue che collegano punti alla stessa quota.

Le isoipse rispettano il principio di **equidistanza** (differenza di quota costante tra linee in successione)

Generalmente il valore dell'equidistanza è pari a **1.000 della scala**.

Generalmente nella equidistanza si distinguono le **isoipse direttrici** (stampate in grassetto) con quote "tonde" e **isoipse intermedie** (ove necessario raffittite con isoipse ausiliarie)



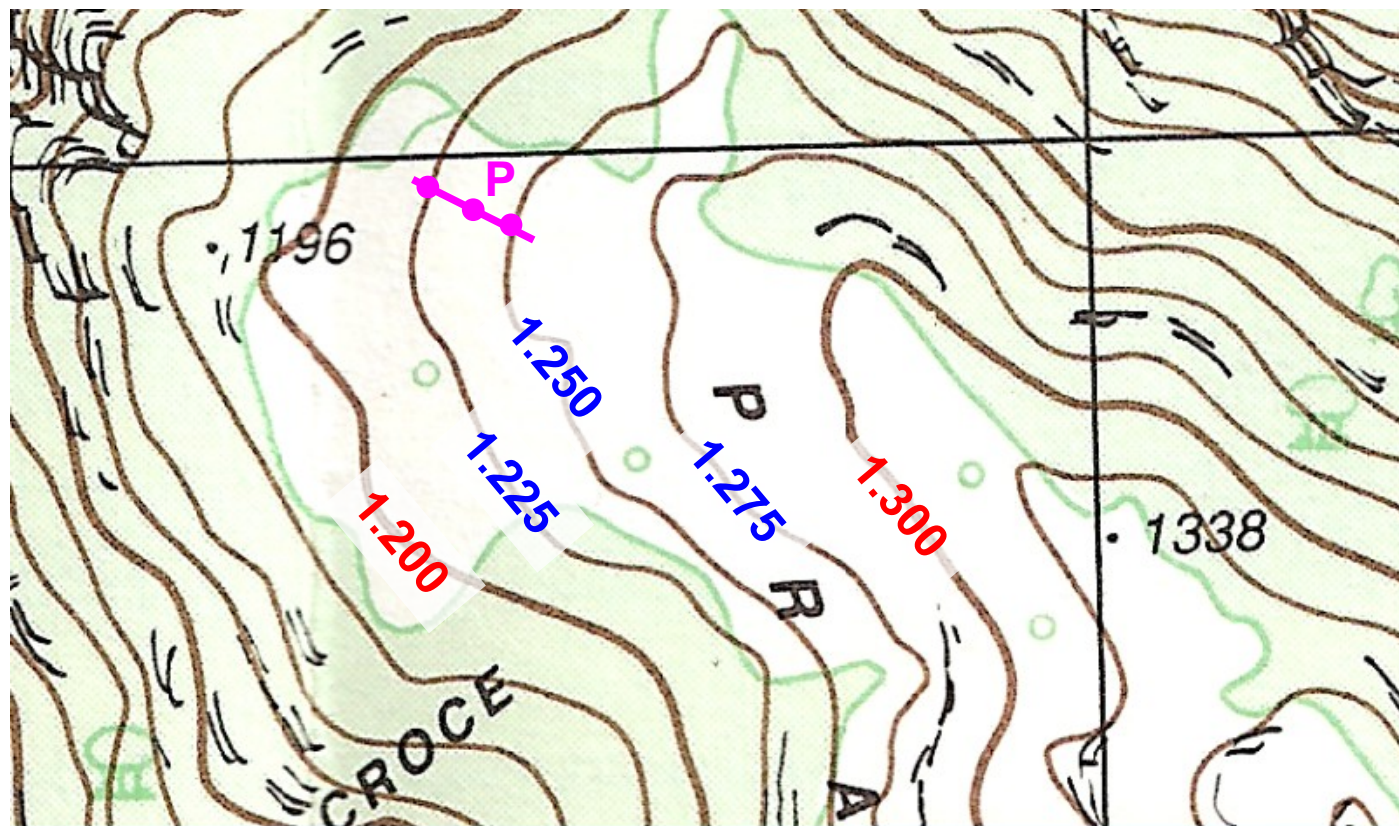
Lettura curve di livello

Carta scala 1:25.000

Equidistanza 25 m

Isoipse direttrici
100m - 200m - ...
1.200m - 1.300m..

Isoipse intermedie
25m - 50m - 75m ...
1.225m - 1.250m -
1.275m - ..

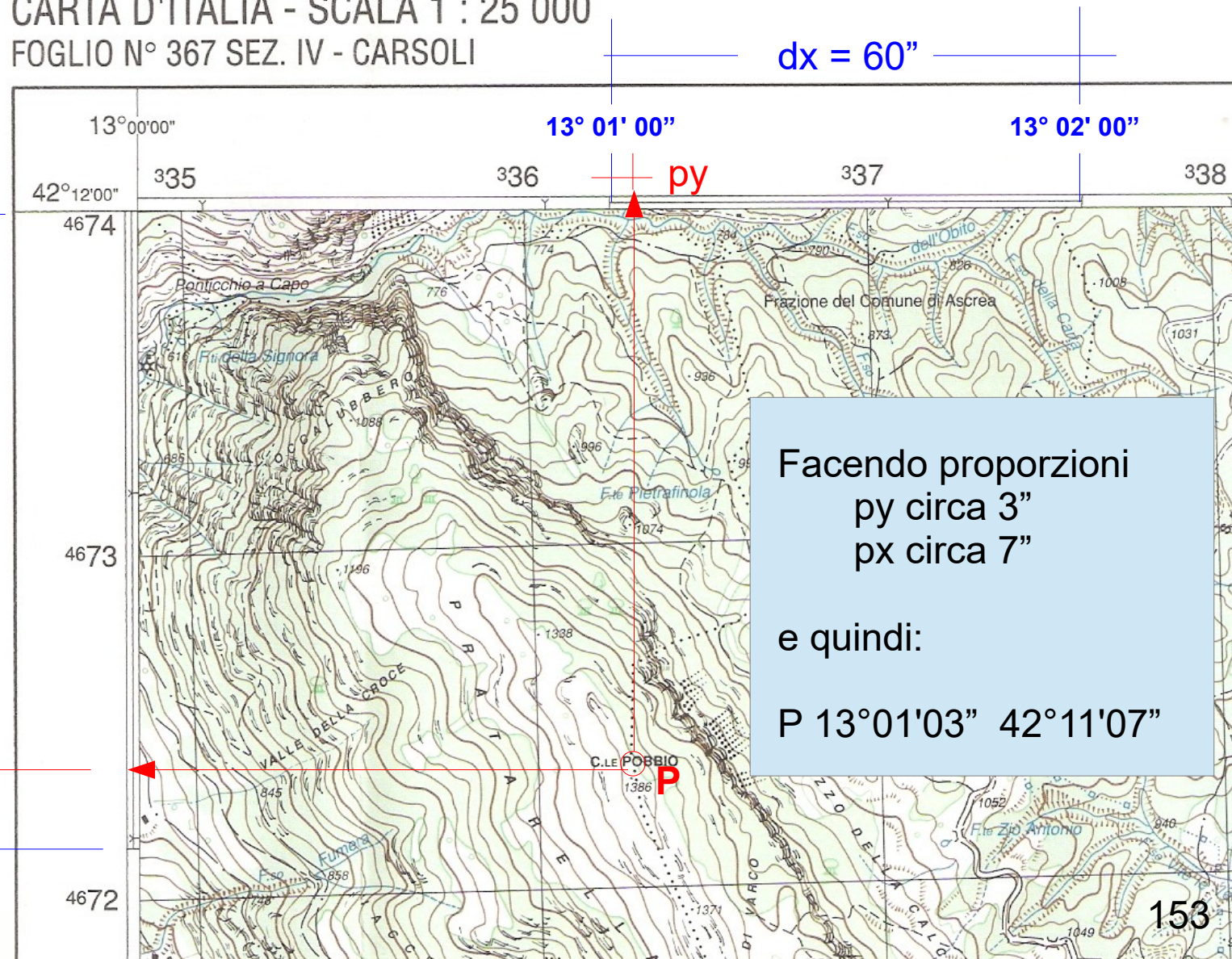


La quota di P può ricavarsi per interpolazione, (nell'esempio circa 1.240 m) però è da tenere presente che le curve di livello rappresentano le quote con una approssimazione che per norma può arrivare fino alla metà dell'equidistanza (nel caso in esempio di equidistanza 25 metri l'approssimazione è pari a 12,5 metri).

Posizione di un punto coordinate curvilinee

Coordinate geografiche dei vertici in ED50: $13^{\circ}00'00''$ $42^{\circ}12'00''$ - $13^{\circ}10'00''$ $42^{\circ}12'00''$
 $13^{\circ}00'00''$ $42^{\circ}06'00''$ - $13^{\circ}10'00''$ $42^{\circ}06'00''$

CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
 FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI



Nota: da P partono segmenti verticali e orizzontali

$dy = 60''$

Facendo proporzioni
 py circa $3''$
 px circa $7''$

e quindi:

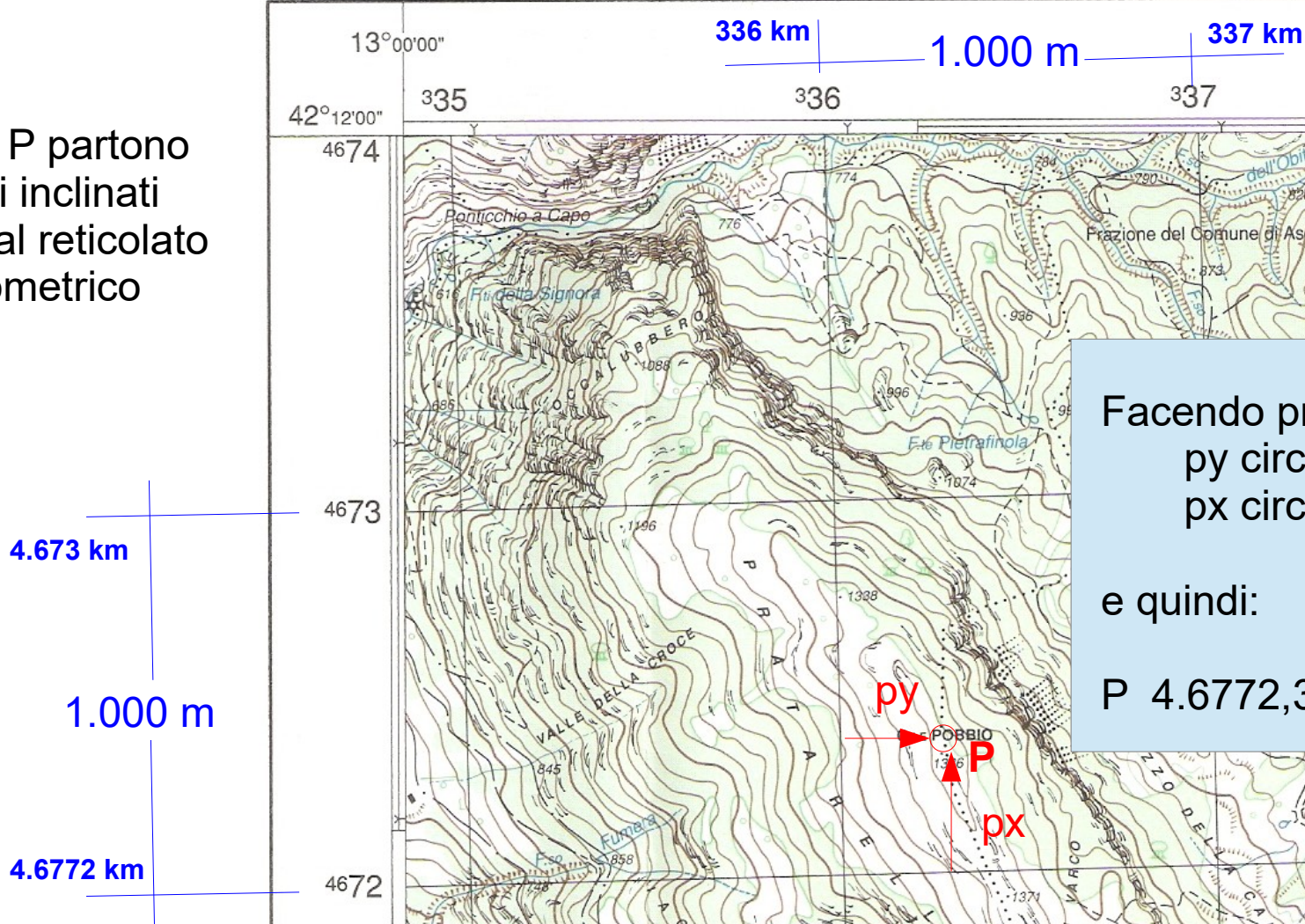
P $13^{\circ}01'03''$ $42^{\circ}11'07''$

Posizione di un punto coordinate piane

Coordinate piane in ED50: riferimento reticolato kilometrico (leggermente sghembo)

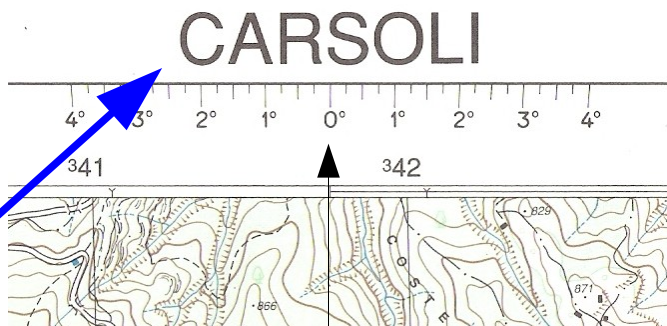
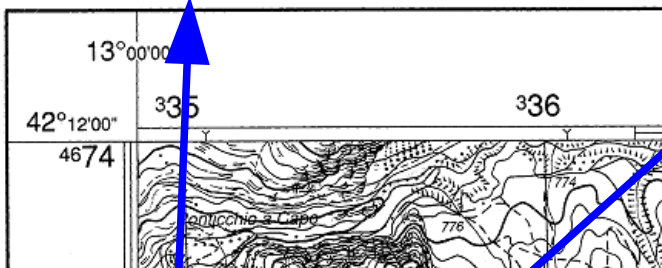
CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI

Nota: da P partono segmenti inclinati paralleli al reticolato centokilometrico



Facendo proporzioni
py circa 280 m
px circa 340 m
e quindi:
P 4.6772,34 336,28

CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI



**NOME-SEZIONE CARTA
ORIENTAMENTO
SCALA GRAFICA**



DATI DI ORIENTAMENTO PER IL CENTRO DELLA CARTA

FUSO 33

$\gamma = \begin{cases} 1^{\circ}17' \\ 22^{\circ},8 \end{cases}$

N = Nord geografico
 Nm = Nord magnetico
 Nq = Nord quadrettatura
 δ = Declinazione magnetica
 γ = Convergenza

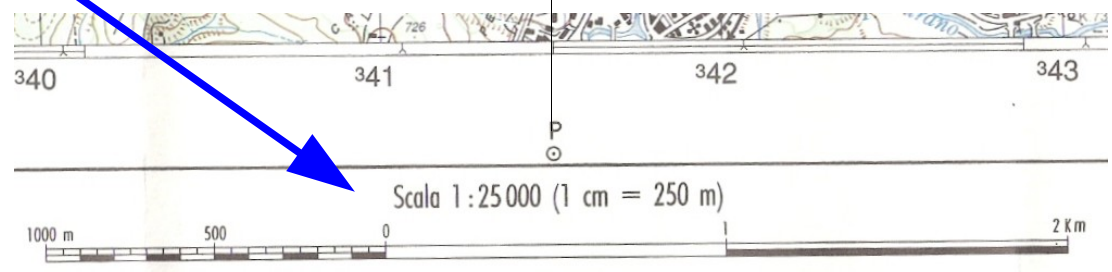
Nel grafico sono tracciate le linee di egual declinazione intervallate di 5'; le eventuali zone di anomalia magnetica sono rappresentate con tratteggio.

Declinazione magnetica nel centro della carta al 1° gennaio 1985 : $\delta = + 0^{\circ}12' = + 3^{\circ},6$

Il valore della declinazione varia annualmente di circa $+ 6' 00'' = + 1^{\circ},8$

Per determinare la direzione del Nord magnetico si unisca il punto "P" al centro del lato sud della carta con il tratto graduato, ubicato sul lato nord, corrispondente al valore della declinazione magnetica precedentemente calcolato.

Nord geografico



COORDINATE ED50 RETICOLATI CHILOMETRICI

PROIEZIONE CONFORME UNIVERSALE TRASVERSA
DI MERCATORE (U T M)

LE COORDINATE GEOGRAFICHE SONO RIFERITE ALL'ELLISSOIDE
INTERNAZIONALE CON ORIENTAMENTO MEDIO EUROPEO (ED 1950)

LONGITUDINE DI ROMA (M. MARIO), DA GREENWICH : 12°27'10",93
LATITUDINE DI ROMA (M. MARIO) : 41°55'31",49

CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI

Coordinate
geografiche ED50

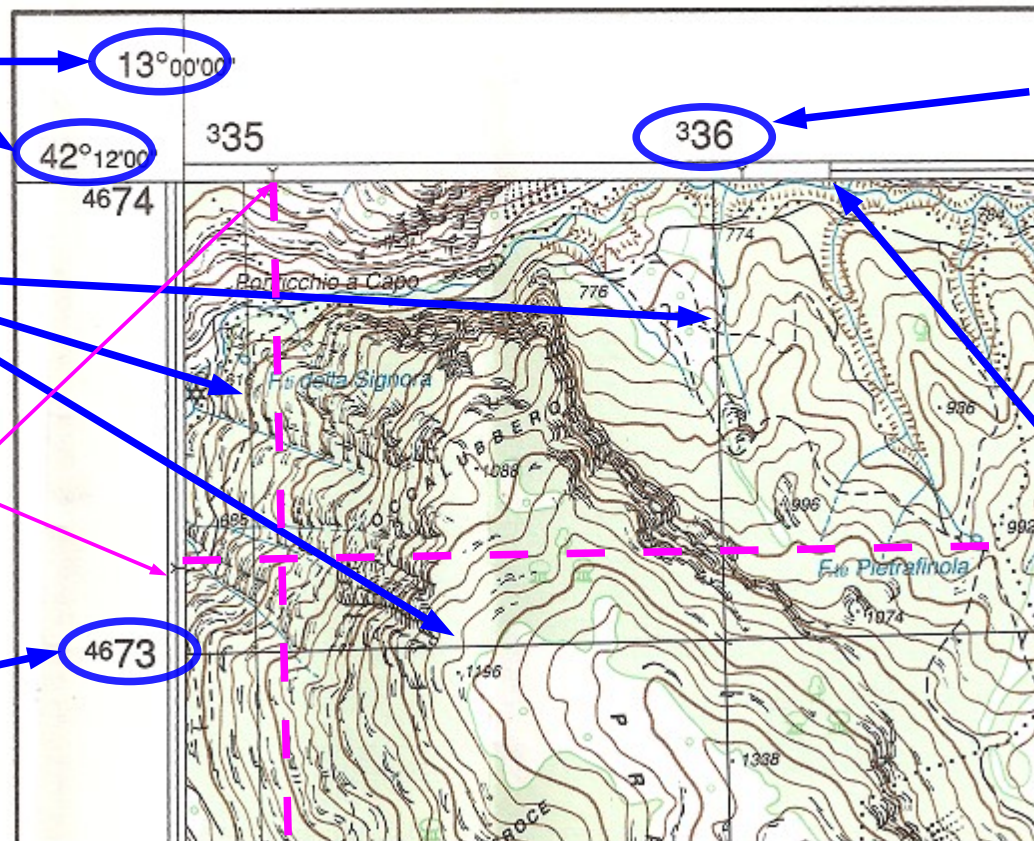
Reticolato
chilometrico UTM
ED50 (1 Km = 4 cm)

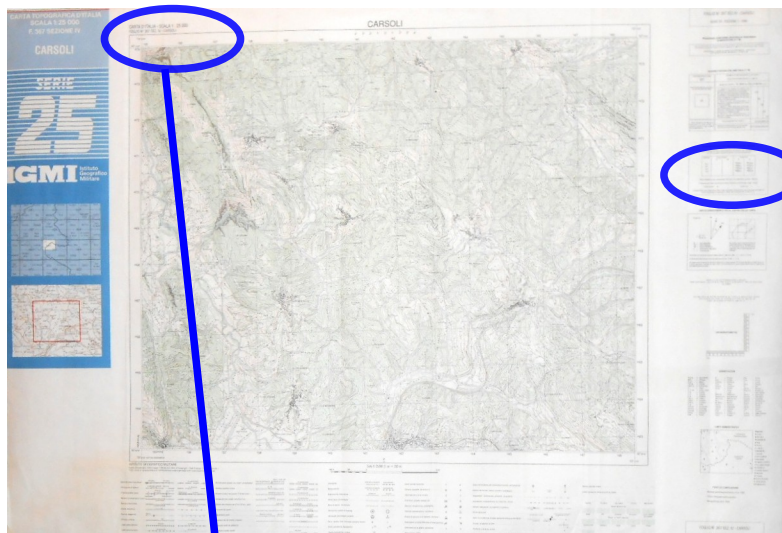
Reticolato
chilometrico
Gauss-Boaga

Coordinata piana verticale
ED50 (Distanza dall'equatore
4.673 km)

Coordinata piana
orizzontale ED50
(336 km riferiti al fuso
33 che parte da +500
km quindi a 164 km a
ovest dal meridiano
15° ED50)

13° 01' 00"
Longitudine ED50





QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

VALORI IN METRI DELLE COORDINATE DEI VERTICI DELL'ELEMENTO:
(Le cifre più grandi indicano le decine e le unità chilometriche)

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E	N	E	N
N.O.			2354811	4673819
N.E.			2368572	4673510
S.O.			2354550	4662715
S.E.			2368333	4662405

TRACCIAMENTO DELLA QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

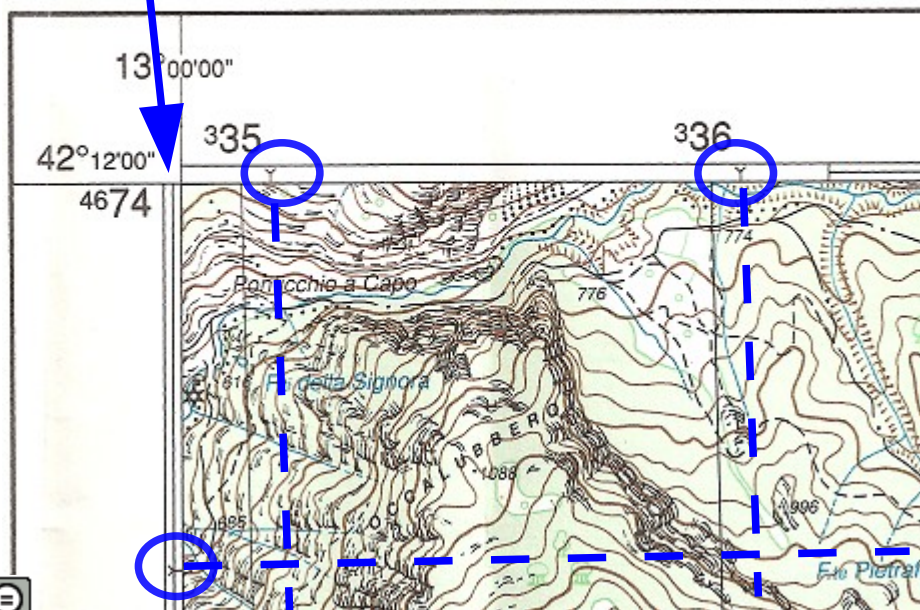
In base ai valori delle coordinate dei vertici, attribuire ai contrassegni lungo i margini

FUSO OVEST →

FUSO EST ←

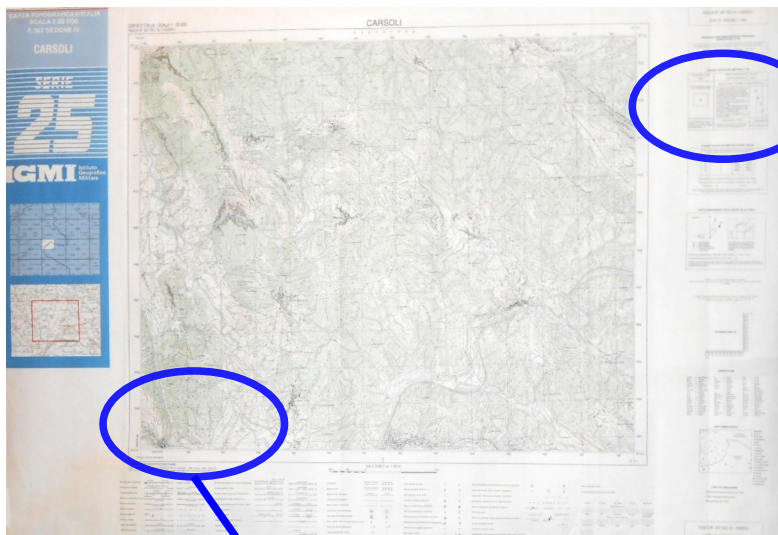
i corrispondenti valori chilometrici interi (i valori aumentano da sud verso nord e da ovest verso est) ed unire i contrassegni di ugual tipo e valore sia in direzione S - N che O - E.

CARTA D'ITALIA - SCALA 1 : 25 000
FOGLIO N° 367 SEZ. IV - CARSOLI



COORDINATE PIANE GAUSS-BOAGA
RETICOLATO GAUSS-BOAGA

QUADRETTATURA CHILOMETRICA U T M

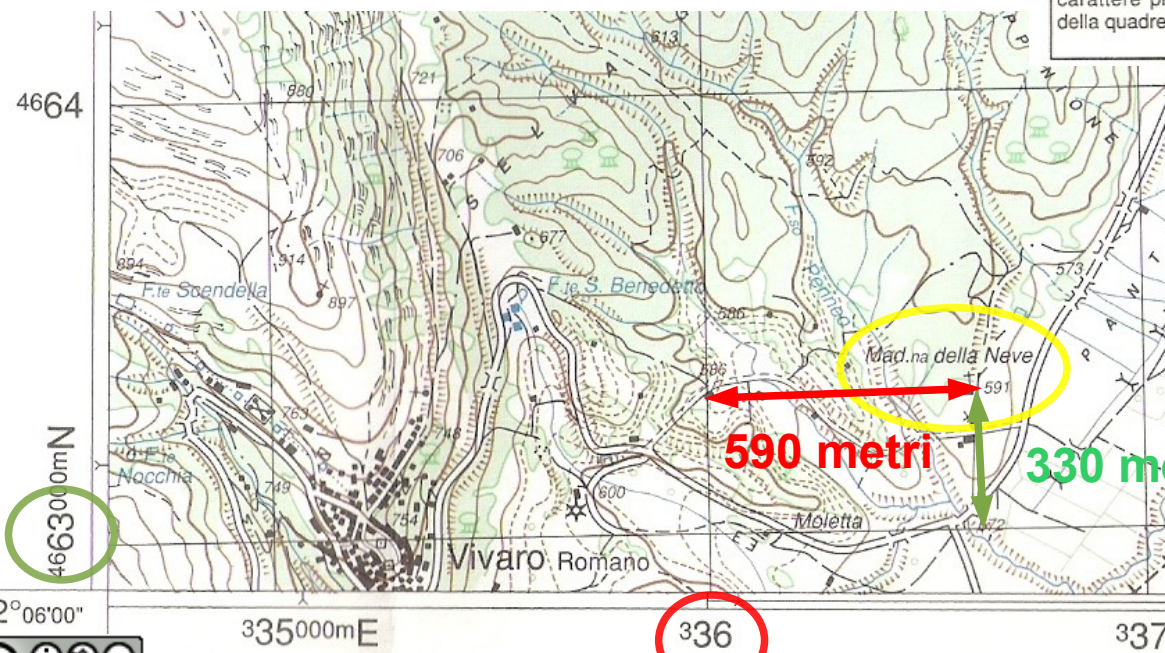


DESIGNAZIONE DI ZONA
33T

IDENTIFICAZIONE DEL QUADRATO DI 100 CHILOMETRI DI LATO:
UG

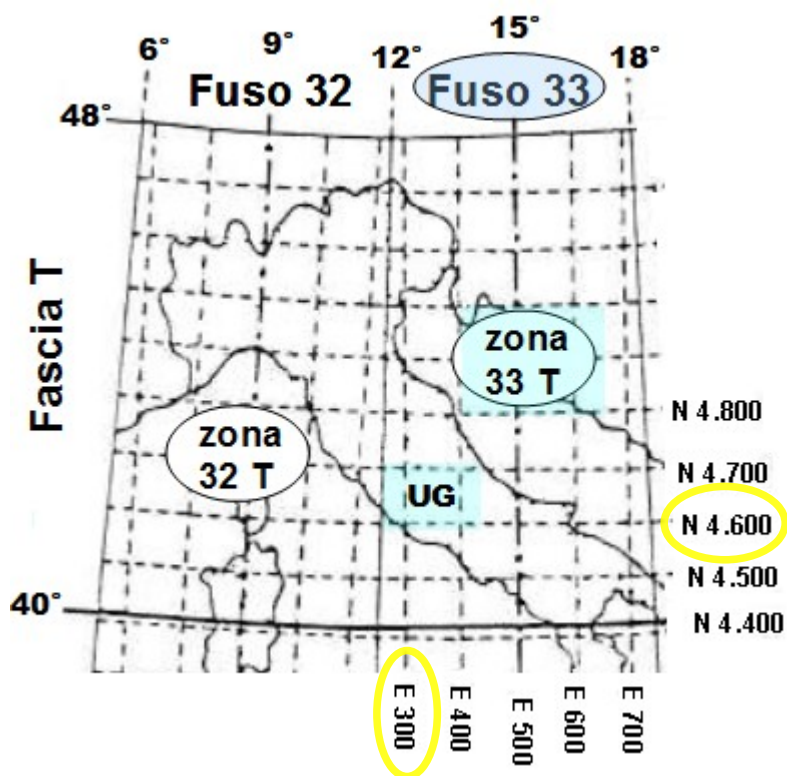
Nella designazione del punto trascurare le cifre scritte in carattere piccolo di ogni numero della quadrettatura.

ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 10 METRI						
NOME DEL PUNTO † MAD.NA DELLA NEVE q. 591						
1) Leggere la coppia di lettere che identificano il quadrato di 100 chilometri di lato nel quale si trova il punto considerato:	<table border="1"> <tr><td>UG</td></tr> <tr><td>36</td></tr> <tr><td>59</td></tr> <tr><td>63</td></tr> <tr><td>33</td></tr> </table>	UG	36	59	63	33
UG						
36						
59						
63						
33						
2) Leggere il valore della linea verticale della quadrettatura immediatamente ad Ovest del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande:						
3) Misurare col coordinatometro in decimetri e registrare la distanza tra il punto e la linea suddetta:						
4) Leggere il valore della linea orizzontale della quadrettatura immediatamente a Sud del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande:						
5) Misurare col coordinatometro in decimetri e registrare la distanza tra il punto e la linea suddetta:						
DESIGNAZIONE DEL PUNTO	UG36596333					
Anteporre la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già nota.	33TUG36596333					



**COORDINATE MGRS UTM-ED50
(Military Grid Reference System)**

COORDINATE MGRS UTM-ED50 (Military Grid Reference System)

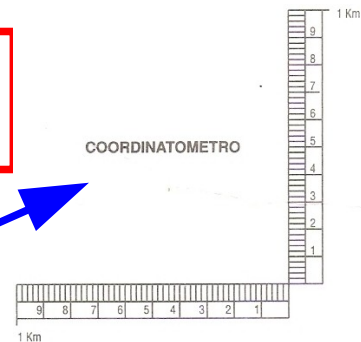
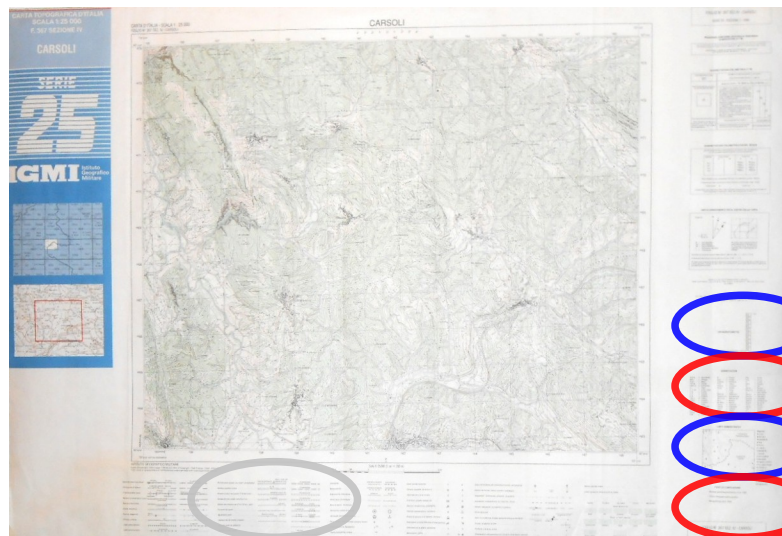


QUADRETTATURA CHILOMETRICA U T M

DESIGNAZIONE DI ZONA 33T	ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 10 METRI																
IDENTIFICAZIONE DEL QUADRATO DI 100 CHILOMETRI DI LATO: UG	NOME DEL PUNTO \dagger MAD.NA DELLA NEVE q. 591																
<p>Nella designazione del punto trascurare le cifre scritte in carattere piccolo di ogni numero della quadrettatura.</p>	<p>1) Leggere la coppia di lettere che identificano il quadrato di 100 chilometri di lato nel quale si trova il punto considerato: 2) Leggere il valore della linea verticale della quadrettatura immediatamente ad Ovest del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: 3) Misurare col coordinatometro in decimetri e registrare la distanza tra il punto e la linea suddetta: 4) Leggere il valore della linea orizzontale della quadrettatura immediatamente a Sud del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: 5) Misurare col coordinatometro in decimetri e registrare la distanza tra il punto e la linea suddetta:</p>	<table border="1"> <tr><td>UG</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td>36</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>59</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>63</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>33</td></tr> </table>	UG				36				59			63			33
	UG																
	36																
		59															
		63															
		33															
DESIGNAZIONE DEL PUNTO	UG36596333																
Anteporre la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già nota.	33TUG36596333																

Si trascurano il 3 di 300 Km Est e il 46 di 4.600 Km Nord in quanto tutte le y-x di UG hanno coordinate E3yy e N46xx

COORDINAMOMETRO - ABBREVIAZIONI - LIMITI AMMINISTRATIVI FONTI DI COMPILAZIONE - SIMBOLI

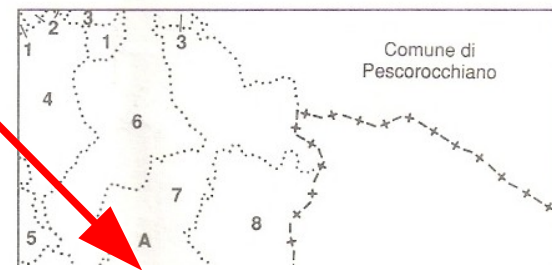


Acq.to	=	Acquedotto
Alb.o	=	Albergo
B.ani	=	Bagni
Can.le	=	Canale
Cant.ra	=	Cantoniera
C.	=	Capo
C. C.se	=	Casa, Case
C.le	=	Casale
C.lo	=	Casello
C.ta	=	Casetta
Cas.o	=	Casino
Cast.o	=	Castello
Cim.ro	=	Cimitero
Col.le	=	Colle
Com.le	=	Comunale
Contra	=	Contrada
Conv.to	=	Convento
Fatt.a	=	Fattoria
F.do	=	Feudo

ABBREVIAZIONI

F.	=	Fiume	P.te	=	Ponte
F.te	=	Fonte	P.zo	=	Pozzo
Fort.za	=	Fortezza	P.	=	Punta
F.so	=	Fosso	Rif.o	=	Rifugio
Fraz.e	=	Frazione	R.	=	Rio
Gr.ta	=	Grotta	Rov.a	=	Rovina
I.	=	Isola	Rud.o (i)	=	Rudero (i)
L.	=	Lago	S.	=	San, Santo
Mad.na	=	Madonna	Sant.o	=	Santuario
Mass.a (e)	=	Masseria (e)	Serb.io	=	Serbatoio
Min.a (e)	=	Miniera (e)	Sorg.te	=	Sorgente
M.o	=	Molino	Stab.to	=	Stabilimento
M. M.te	=	Monte	Staz.e	=	Stazione
Orat.o	=	Oratorio	St.zo	=	Stazzo
Osp.le	=	Ospedale	Ten.ta	=	Tenuta
Ost.a	=	Osteria	T.re	=	Torre
P.so	=	Passo	T.	=	Torrente
Pod.e (i)	=	Podere (i)	V. V.ne	=	Valle, Vallone
P.gio	=	Poggio	V.la (e)	=	Villa (e)

LIMITI AMMINISTRATIVI



- Regione:**
A Lazio
B Abruzzo
- Provincia di:**
a Rieti
b Roma
c L'Àquila
- Comune di:**
1 Ascrerà

FONTI DI COMPILAZIONE

- Ripresa aerofotogrammetrica anno 1985
- Rilievo fotogrammetrico grafico
- Ricognizione anno 1990

Autostrada e strada con caratt. autostradali ...		Area di parcheggio	Staz.e riforn. ed assistenza auto		in costruzione
Strada a quattro corsie		K. 75			in costruzione
Strada a due o tre corsie (7 m ed oltre)		pendenze oltre il 12%			in costruzione
Strada ad una corsia (tra 3,5 e 7 m)		in galleria			in costruzione
Strada secondaria (tra 2,5 e 3,5 m); ponti		con muri			in muratura in ferro
Carrareccia; ponti		con muri			in muratura in ferro
Mulattiera; ponti		Passo o valico	con muri		in legno di barche
Sentiero facile; ponte sospeso					
Sentiero difficile; pedanca					
di					per carri
					per pedoni o quadrupedi

Modulo 1

Sezione 1.4

Qualità dei dati

Qualità dei dati

- La qualità dei dati è fondamentale per le applicazioni GIS (dati alfanumerici + dati geografici o di georeferenziazione)
- Da essa dipende la qualità dei risultati delle analisi effettuate sui dati stessi; specialmente quando il GIS è utilizzato come strumento di supporto decisionale, la qualità dei dati è particolarmente rilevante al fine di ottenere risultati oggettivi e consistenti a supporto della presa di decisioni
- La qualità di un dato non è definibile in modo astratto ed assoluto, dipende dallo scopo per il quale il dato serve
- **Gli aspetti principali sulla qualità dei dati sono contenuti nei METADATI**

Qualità dei dati

- Lo standard **ISO 8402** (*Quality management and quality assurance - Vocabulary*) definisce la qualità, in termini generici, come *“Il possesso della totalità delle caratteristiche che portano al soddisfacimento delle esigenze, esplicite o implicite, dell’utente”*
- Lo standard **ISO 19113** (*Geographic Information Quality Principles*) stabilisce i principi per la descrizione della qualità dei dati geografici e definisce i componenti per documentare le informazioni relative alla qualità

La qualità non è una caratteristica intrinseca dei dati, ma **dipende dai processi di produzione e distribuzione** degli stessi e anche dallo scopo per cui sono stati rilevati

Qualità dei dati: elementi

L'attività di standardizzazione a livello internazionale ha individuato, come comune denominatore, i seguenti cinque elementi per caratterizzare la qualità dei dati:

- ***Lineage* (genealogia)**
- **Accuratezza posizionale**
- **Accuratezza tematica**
- **Completezza**
- **Consistenza logica**

Qualità dei dati: *lineage*

Lineage (genealogia): descrive il ciclo di vita dei dati, dall'acquisizione alla distribuzione, in relazione alla fonte dalla quale vengono derivati, al metodo di derivazione e trasformazione necessari alla realizzazione del prodotto finale, indica i responsabili tecnici di riferimento

Qualità dei dati: accuratezza posizionale

Accuratezza posizionale: definita generalmente in uno standard o norma tecnica di riferimento, esprime il grado di conformità di un rilievo, quindi della misurazione della posizione di un punto o un insieme di punti costituenti un'entità geografica, rispetto ad una realtà "oggettiva"

Qualità dei dati: accuratezza tematica

Accuratezza tematica: esprime il grado di conformità degli attributi di un'entità geografica rispetto alla realtà "oggettiva"

Qualità dei dati: completezza

Completezza: è espressa in termini di presenza o meno di entità geografiche di interesse, dei loro attributi e delle relazioni spaziali tra di esse

Qualità dei dati: consistenza logica

Consistenza logica: esprime il grado di conformità dei dati rispetto a regole logiche relative alla struttura dei dati stessi

Lo standard ISO 19113 (*Geographic Information Quality Principles*) evidenzia come fondamentale **un ulteriore elemento per la qualità dei dati:**

Qualità dei dati: accuratezza temporale

Accuratezza Temporale: esprime l'accuratezza degli attributi e delle relazioni temporali delle entità geografiche; include informazioni circa la data del rilievo, i tipi di aggiornamenti (creazione, modifica, eliminazione, ...), la validità temporale dei dati

Come si riporta la qualità dei dati?

A livello internazionale:

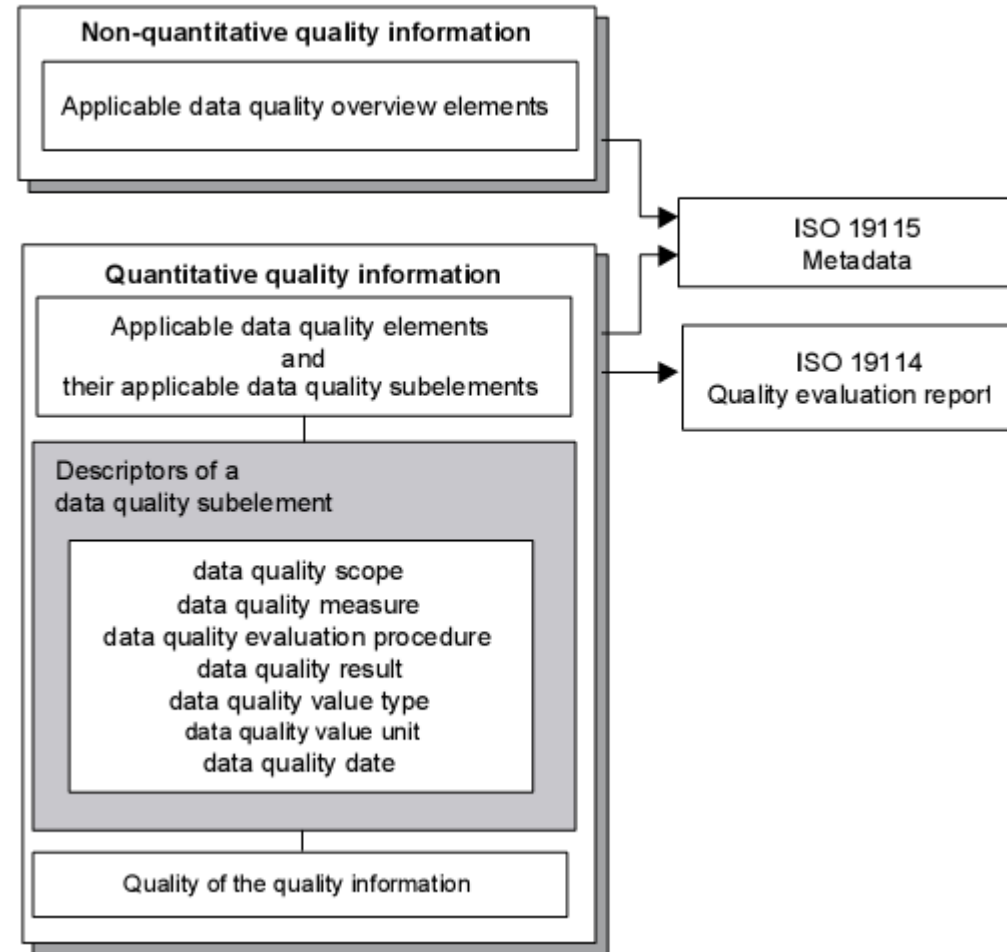
- Standard Comitato Tecnico dell'International Organization for Standardization **TC211-ISO**

ISO 19113 - Geographic Information - **Quality Principles**

ISO 19114 - Geographic Information - **Quality evaluation procedures**

ISO 19115 - Geographic Information - **Metadata**

- Dublin Core**



A livello nazionale:

- **In generale sono recepiti gli aspetti principali degli standard internazionali** (le norme ISO diventano UNI-EN-ISO)
- Norme e direttive nazionali specifiche (si citano solo alcune):
 - Norme Commissione Geodetica Italiana per la formazione di carte tecniche alle scale 1:5 000 e 1:10 000
 - norme IGM per le triangolazioni, norme IGM per i segni convenzionali per le cartografie alle diverse scale
 - Norme catastali
 - Normative recenti:
 - 2011-11-10 DM - Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e di aggiornamento dello stesso
 - 2011-11-10 DM - Regole tecniche per la formazione, la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10.000
 - 2011-11-10 DM - Adozione del Sistema di riferimento geodetico nazionale
 - 2015-12-15 AGID - Specifiche di contenuto per i DB Geotopografici
 - 2016-08-26 Dlgs n.179 - Modifiche ed integrazioni al Codice dell'amministrazione digitale, di cui al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82
 - 2017-04-27 AGID - Specifiche di contenuto di riferimento per i DataBase delle Reti di sottoservizi e per il SINFI
 - 2021-05-14 AGID - Linee Guida per la definizione e l'aggiornamento del contenuto del Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali
 - 2022-01-30 IGM - Nuova nota per il corretto utilizzo dei sistemi geodetici di riferimento all'interno di sw GIS

Cosa sono i Metadati ?

I metadati sono “**i dati sui dati**” descrivono cioè le caratteristiche e la qualità dei dati e servono all'utente finale per individuare i dati di proprio interesse ed utilizzarli in modo appropriato

Metadati - livelli:

- Discovery metadata: per rispondere alla domanda *“quale organizzazione, quale insieme di dati possiede le informazioni di cui ho bisogno?”*
- Exploration metadata: per rispondere alla domanda *“l'insieme di dati individuati contiene informazioni sufficienti al mio scopo?”*
- Exploitation metadata: per rispondere alla domanda *“quali sono le modalità di acquisizione ed utilizzo dei dati di mio interesse?”*

Metadati livello di scoperta:

- Cosa – titolo e descrizione
- Perché – scopo per cui il dato è stato creato
- Quando – data di creazione
- Chi – realizzatore, fornitore del dato
- Dove – estensione geografica del dato
- Come – processo di creazione del dato

Metadati livello di valutazione:

- Valutare i dati
- Analizzare l'adeguatezza dei dati ad un proprio scopo (fitness of use)

Metadati livello di utilizzo:

- Per capire come ottenere i dati
- Modalità di utilizzo (licenze d'uso, ...)

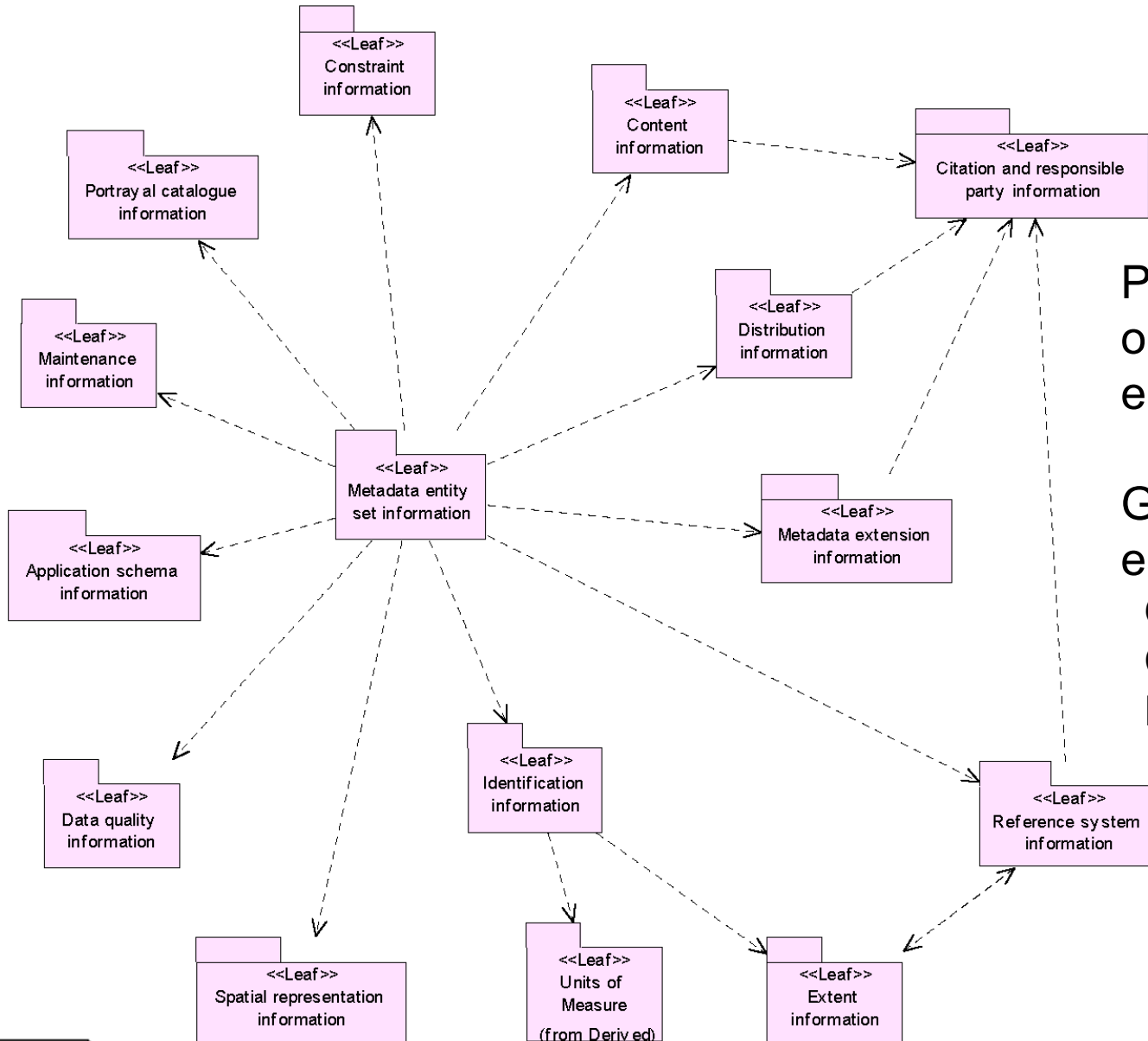
Standard per metadati: ISO 19115

ISO 19115 – Metadata: adatto per tutti i livelli di metadati di dati geografici

- in Italia UNI-ENISO-19115: *Linee Guida per l'applicazione dello standard ISO 19115 Geographic Information-Metadata*
- descrive le informazioni geografiche e i servizi in termini di identificazione, estensione, qualità, schema temporale e spaziale, riferimento spaziale, distribuzione
- fornisce una visuale astratta, indipendente dalla codifica dei metadati per l'informazione geografica

ISO 19139:2007 è invece uno standard tecnico (ST) che fornisce uno schema specifico per l'implementazione XML (eXtensible Markup Language) dell'ISO 19115 usato per descrivere, validare e scambiare i file di metadati geospaziali codificati in XML

Standard per metadati: ISO 19115



Più di 300 elementi organizzati in pacchetti di elementi

Gli elementi possono essere:

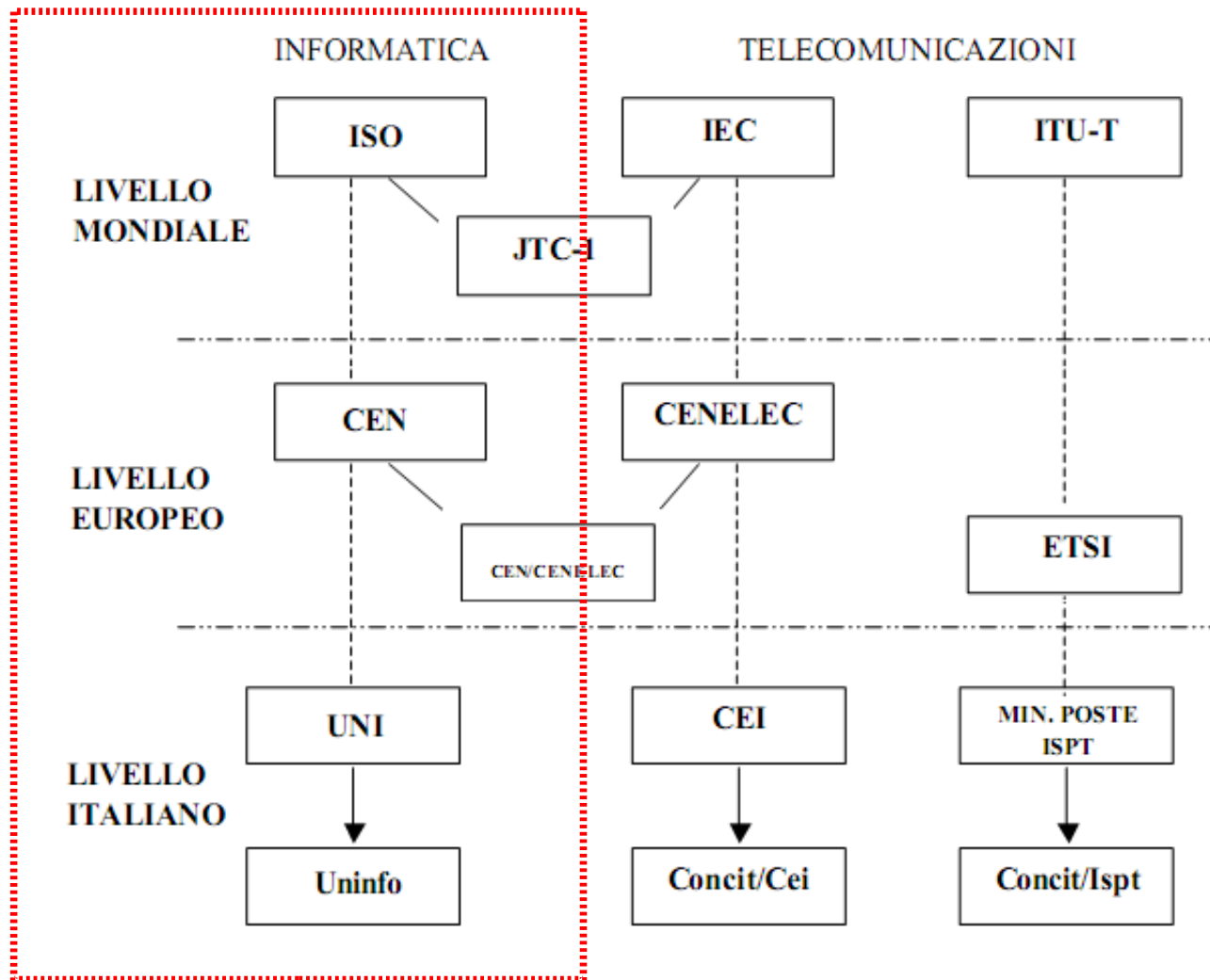
- Obbligatori: Mandatory (M)
- Condizionali: Conditional (C)
- Facoltativi: Optional (O)

Standard per metadati: ISO 19115 CORE

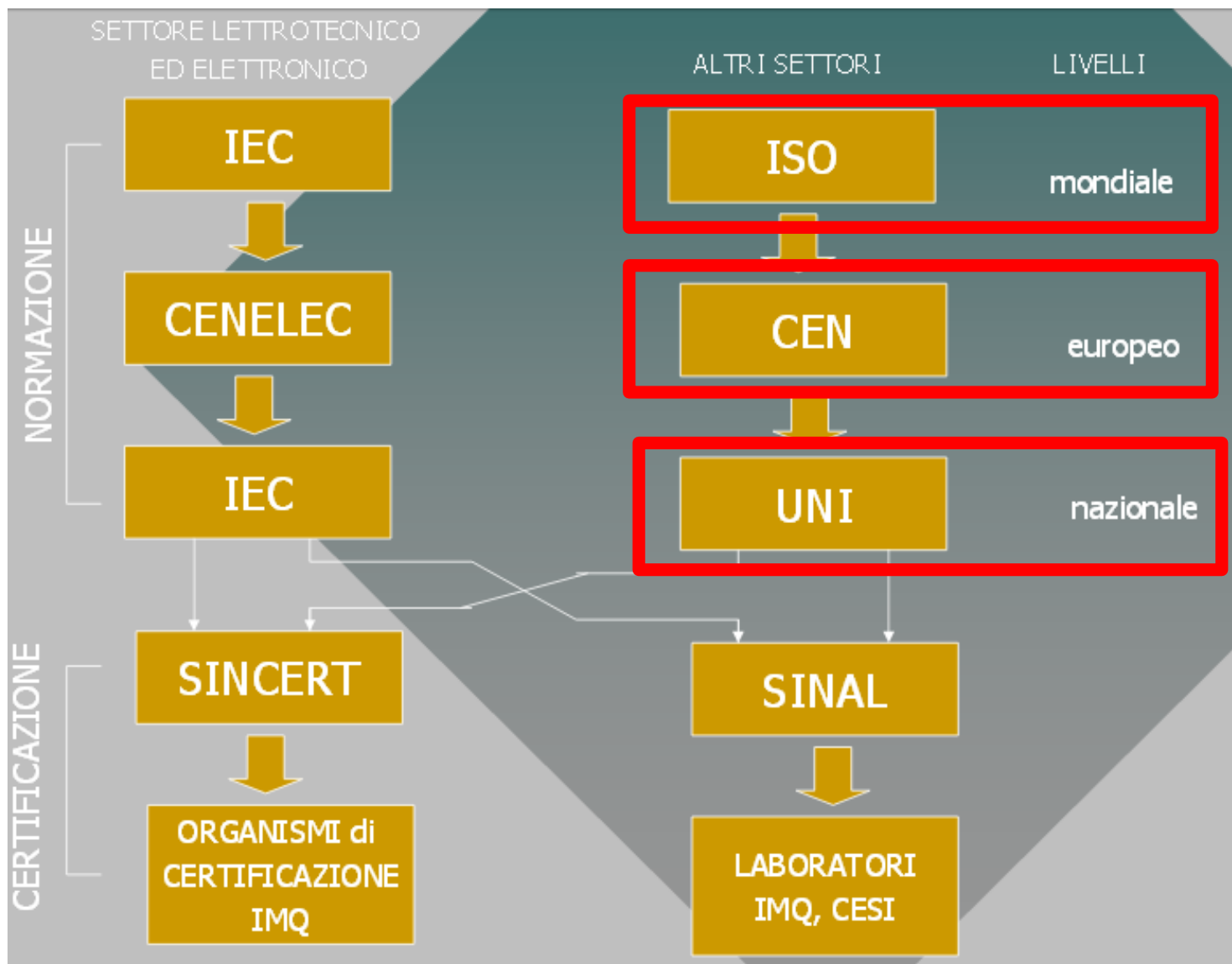
Element	Obligation
Dataset title	(M)
Dataset topic category	(M)
Abstract describing the dataset	(M)
Dataset reference date	(M)
Dataset language	(M)
Metadata point of contact	(M)
Metadata date stamp	(M)
Dataset character set	(C)
Geographic location of the dataset (by four coordinates or by geographic identifier)	(C)
Metadata language	(C)
Metadata character set	(C)
Dataset responsible party	(O)
Additional extent information for the dataset (vertical and temporal)	(O)
Spatial resolution of the dataset	(O)
Spatial representation type	(O)
Reference system	(O)
Lineage	(O)
Distribution format	(O)
On-line resource	(O)
Metadata file identifier	(O)
Metadata standard name	(O)
Metadata standard version	(O)

Metadati principali per documentare un dataset territoriale

- titolo del dataset
- descrizione in linguaggio naturale del dataset
- soggetto che ha prodotto il dataset (Spesso coincide con il soggetto che pubblica il dataset)
- soggetto che pubblica il dataset (spesso, ma non sempre, coincide con il soggetto che ha prodotto il dataset)
- scopo per il quale è stato creato il dataset e suoi utilizzatori
- soggetto o organizzazione che detiene e gestisce i diritti sul dataset
- soggetto o riferimenti per contattare chi detiene il dataset e modalità di acquisizione
- lingua nella quale sono espressi i dati e la documentazione
- riferimento spaziale e sistema di coordinate
- estensione spaziale
- validità temporale dei dati (data di ultimo aggiornamento, frequenza di aggiornamento dei dati)
- entità, attributi, scala nominale, accuratezza e completezza dei dati garantita
- parole chiave, separate da virgole, che descrivono il dataset
- licenza utilizzata



Da documento CNIPA



Da documento Collegio periti industriali di Bari

Modulo 1

Sezione 1.1

Modelli Digitali di Elevazione

Modelli digitali di elevazione

Nelle rappresentazioni cartografiche la **quota ortometrica** (s.l.m.) viene generalmente evidenziata tramite **curve di livello** (e singoli punti quotati).

Nei GIS per rappresentare la terza dimensione, qui intesa come quota s.l.m., si utilizzano dati digitali - **Modelli Digitali di Elevazione (DEM)** - con rappresentazioni a:

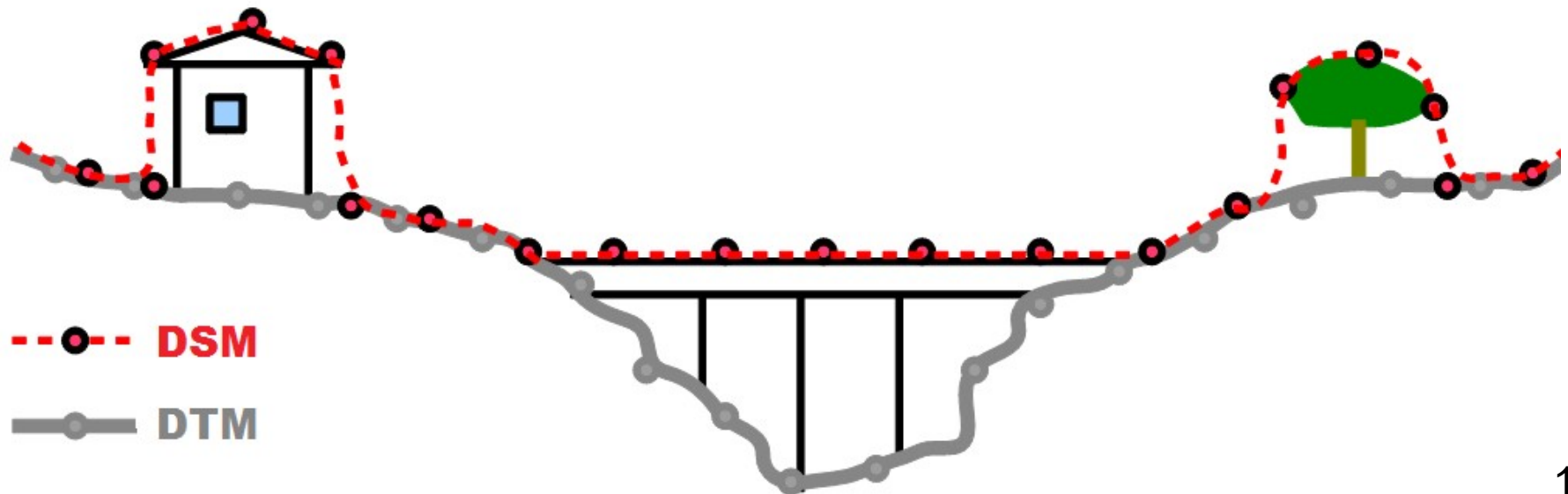
- **Curve di livello o isolinee:** linee che passano per punti XY (planimetrici) alla stessa quota Z (altimetrica)
- **DTM (Digital Terrain Model)** che possono essere con:
 - modellazione a maglia regolare del terreno di punti campione o derivati con coordinate XY (planimetriche) e Z (altimetrica): modello **a griglia, GRID** (*modello raster*)
 - modellazione a maglia triangolare irregolare del terreno di punti campione opportunamente scelti con coordinate XY (planimetriche) e Z (altimetrica): modello **TIN (Triangulated Irregular Network)** (*modello vector*)
- **DSM (Digital Surface Model)** un caso particolare dei DEM a griglia per rappresentare la superficie “esterna” del terreno comprendente i manufatti, la vegetazione, etc.

DTM e DSM

I DEM (Digital Elevation Model) intesi come griglia regolare di punti per la rappresentazione della quota possono essere:

DTM: modello per rappresentare la superficie morfologica del terreno, la stessa che normalmente è rappresentata nella cartografia tradizionale con curve di livello e punti quotati, cioè la terra nuda priva di manufatti e vegetazione

DSM: modello per rappresentare superficie “complessivamente esterna” (terra nuda + vegetazione + edificato) o diversa (terra nuda + solo vegetazione o solo edificato,...)



DEM in generale

Nelle analisi spaziali GIS la terza dimensione - oltre alla quota ortometrica - può essere la misura dell'inquinamento, la quantità di acqua piovana, etc. cioè tutti gli indicatori variabili e misurabili sulla superficie terrestre

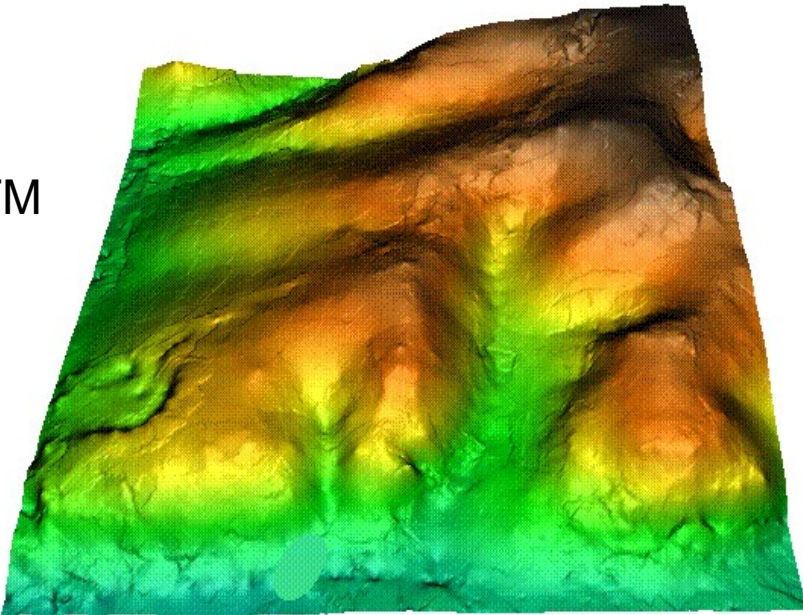
Quindi:

- DTM
- TIN
- Curve di livello o isolinee

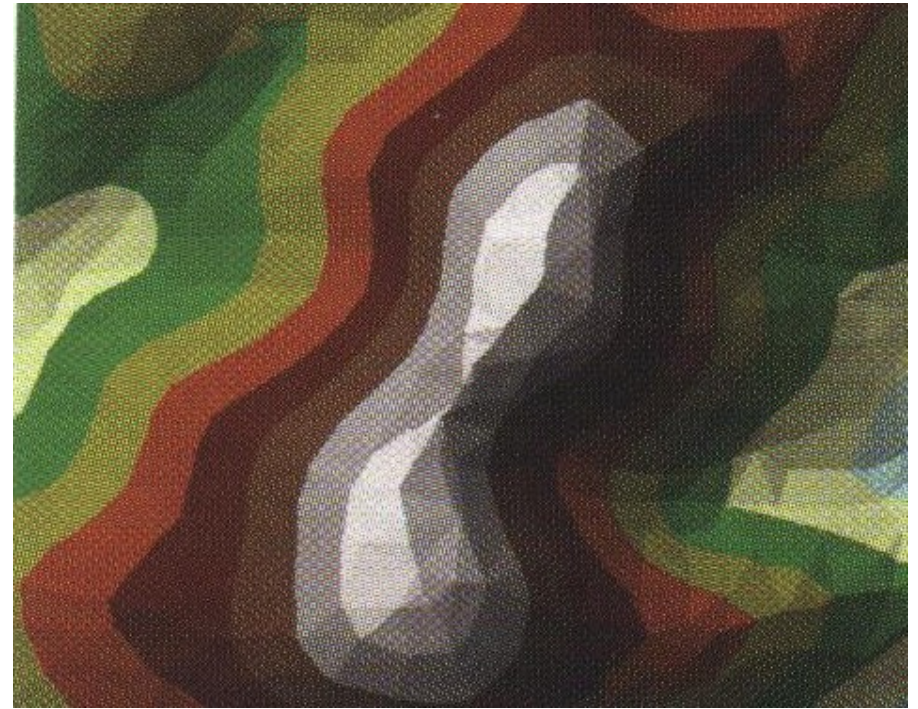
servono a rappresentare la distribuzione su superficie piana terrestre di valori qualsiasi misurabili e misurati in punti variamente distribuiti e campionati sulla stessa

DTM - TIN - Curve di livello

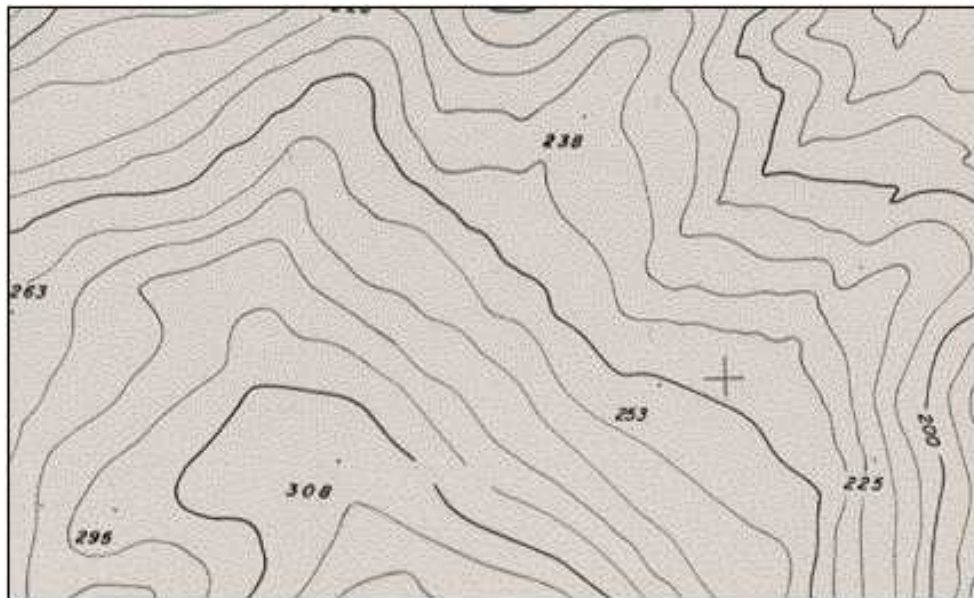
DTM



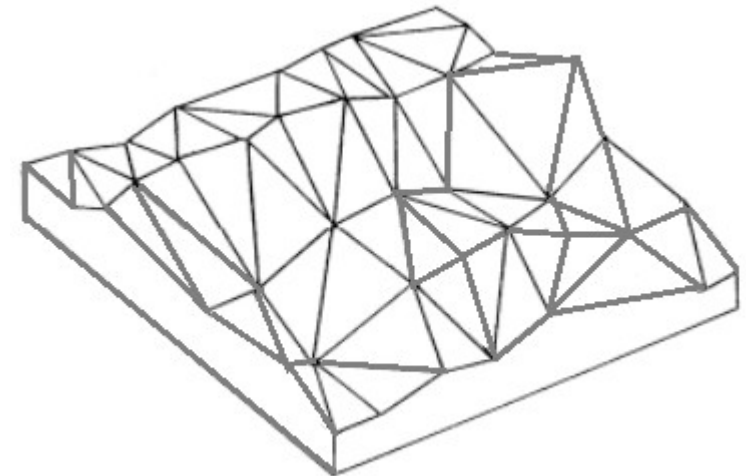
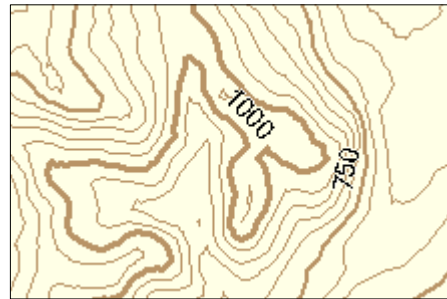
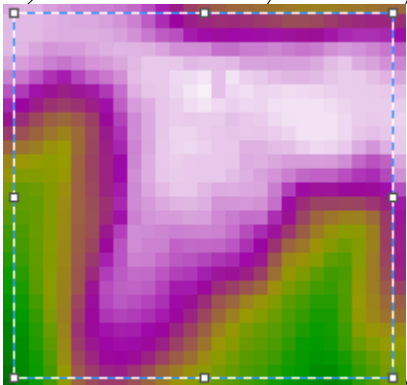
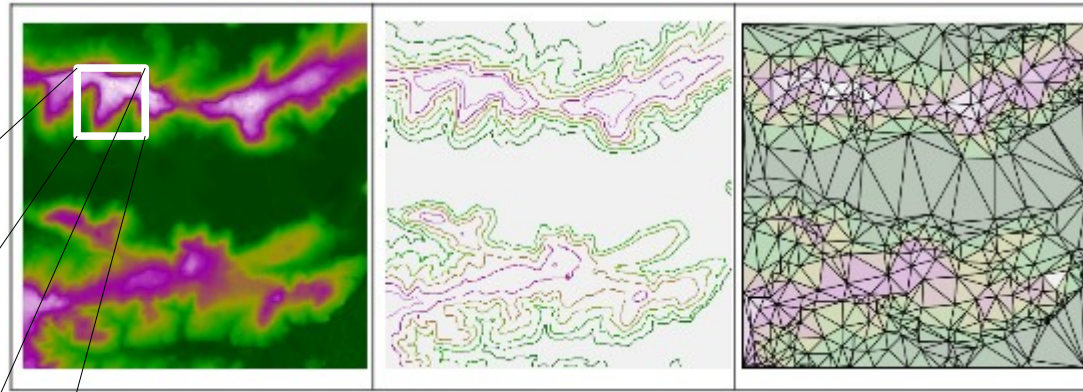
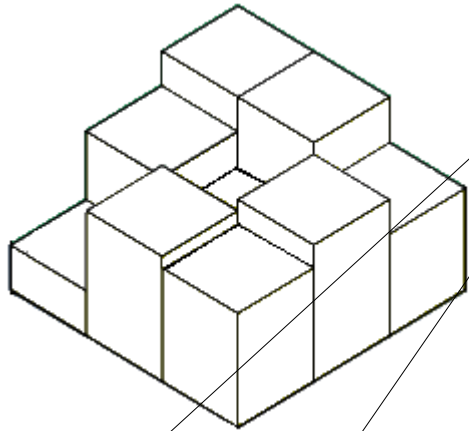
TIN



Curve di livello



DTM - Curve di livello - TIN

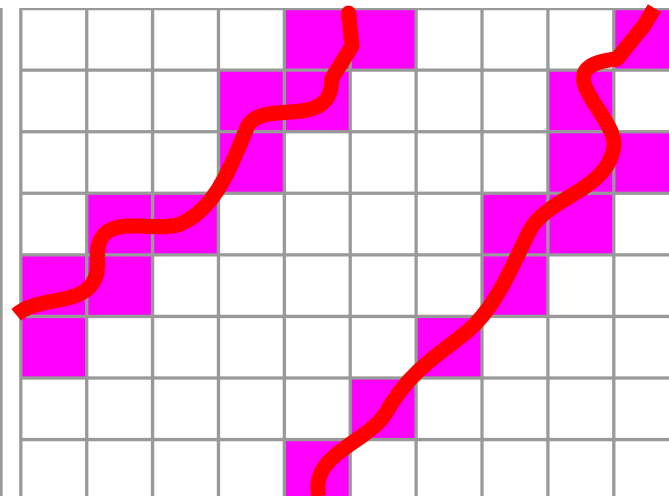


DTM - Curve di livello

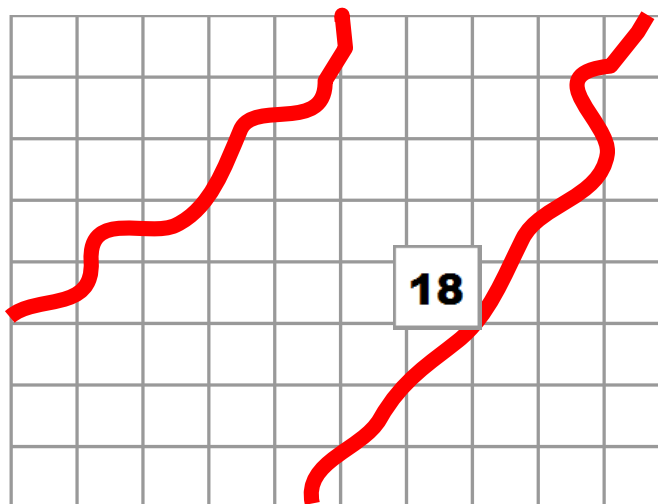
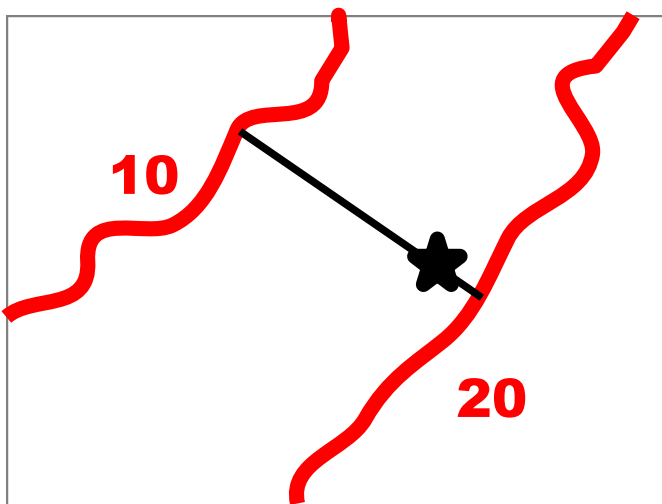
Da grigliato regolare di quote a CURVE DI LIVELLO

9	8	9	9	10	10	13	15	18	20
8	8	9	10	10	13	15	18	20	21
7	8	9	10	12	14	17	19	20	20
8	10	10	12	14	16	18	20	20	22
10	10	11	12	13	15	18	20	21	22
10	12	14	14	16	17	20	20	21	23
12	13	15	17	19	20	22	24	26	28
14	16	18	19	20	21	23	24	26	28

9	8	9	9	10	10	13	15	18	20
8	8	9	10	10	13	15	18	20	21
7	8	9	10	12	14	17	19	20	20
8	10	10	12	14	16	18	20	20	22
10	10	11	12	13	15	18	20	21	22
10	12	14	14	16	17	20	20	21	23
12	13	15	17	19	20	22	24	26	28
14	16	18	19	20	21	23	24	26	28



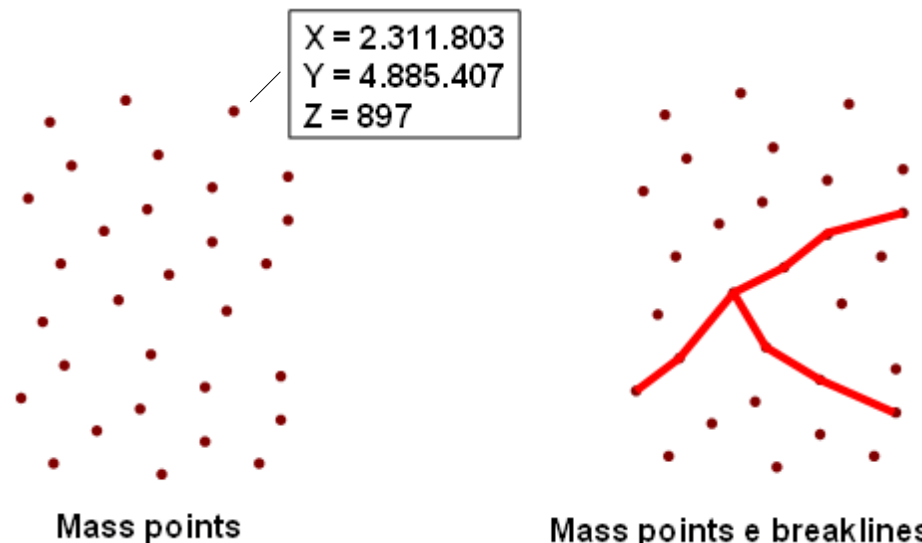
Da CURVE DI LIVELLO a grigliato regolare di quote (interpolazione)



9	8	9	9	10	10	13	15	18	20
8	8	9	10	10	13	15	18	20	21
7	8	9	10	12	14	17	19	20	20
8	10	10	12	14	16	18	20	20	22
10	10	11	12	13	15	18	20	21	22
10	12	14	14	16	17	20	20	21	23
12	13	15	17	19	20	22	24	26	28
14	16	18	19	20	21	23	24	26	28

DTM, Curve di livello e TIN da punti sparsi e breaklines

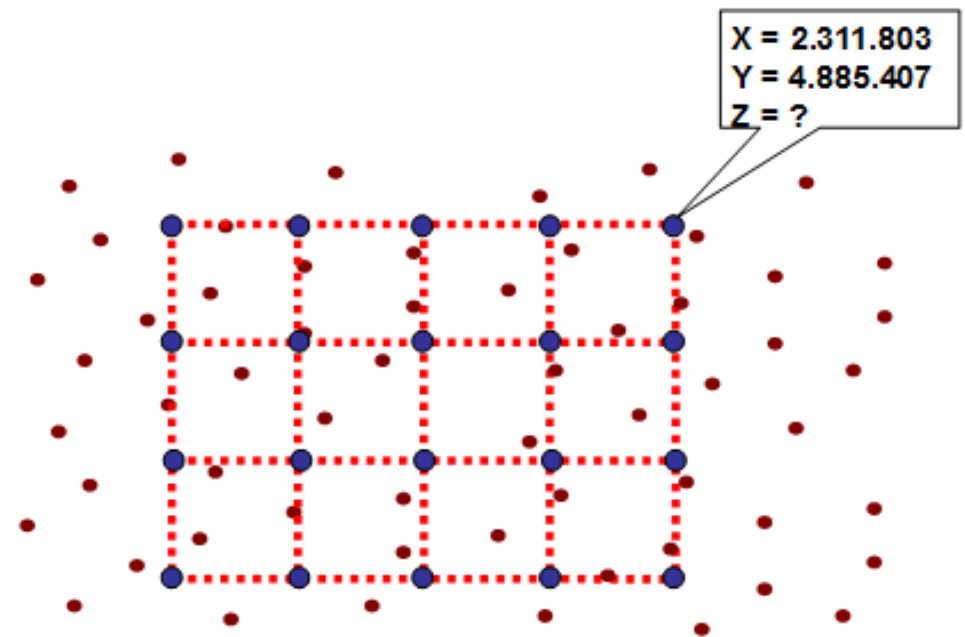
- **Mass Points:** insieme di punti campione, distribuiti generalmente in maniera irregolare sul territorio, di cui sono disponibili le coordinate XY ed una coordinata Z che riporta un valore di quota (ma può essere anche un altro valore, es: livello di rumore)
- **Breaklines:** linee che si riferiscono ad un'interruzione significativa della pendenza, con una valore di quota (non sempre costante) riportato lungo le linee stesse. Esempi di linee di interruzione sono: fiumi, strade, ecc.



DTM

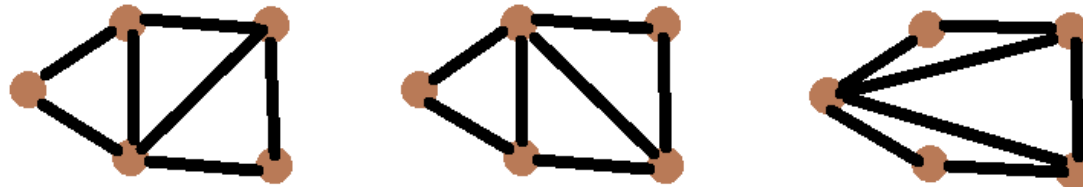
Scelta la maglia i valori per la singola cella sono ricavati per interpolazione spaziale: stima dei valori di una proprietà (quota, inquinamento,...) di punti non campionati in un'area coperta da punti campionati

Il metodo più utilizzato per l'interpolazione è quello dell'inverso della distanza noto come IDW (Inverse Distance Weighting) con diversi algoritmi tra cui facendo la media pesata dei punti all'interno della cella



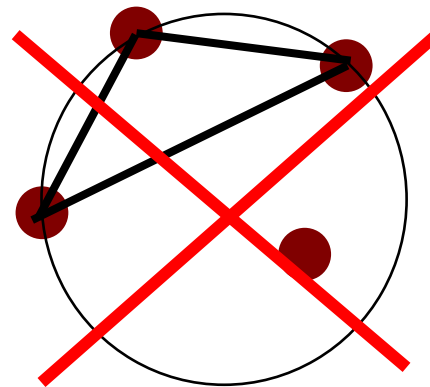
TIN

Si sceglie come collegare i vari mass points e le linee di interruzione a formare i triangoli del TIN:

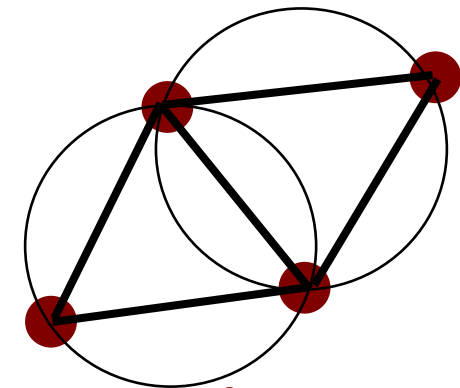


Si creano triangoli possibilmente equilateri tramite:

- Triangolazione di Delaunay: il cerchio circoscritto ad ogni triangolo non deve contenere altri punti

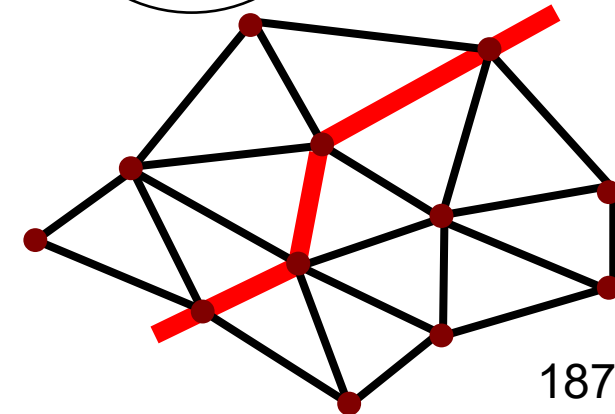


NO



SI

- Ogni segmento di una linea di interruzione deve essere usato come lato di un triangolo di Delaunay



Confronto DTM-TIN

Modello DTM o raster per celle di dimensione costante

- valore o quota costante in ogni cella
- spesso frutto di interpolazioni su punti dispersi, curve di livello, profili
- di semplice elaborazione
- occorre fare attenzione alla ricerca del passo ottimale della griglia
- nel caso di fenomeno o terreno poco variabile i dati possono rivelarsi ridondanti (o viceversa le maglie troppo fitte)

Modello TIN per aree

- sequenza di aree triangolari con vertici in punti di valore o quota nota
- inclinazione del piano costante per ogni triangolo
- l'insieme delle osservazioni originali fa parte dei dati, la densità dei punti corrisponde ai dati originariamente osservati
- struttura dati non semplice e complessità degli algoritmi di triangolazione
- densità maglia triangolare inversa a variabilità del fenomeno o del terreno

Modulo 1

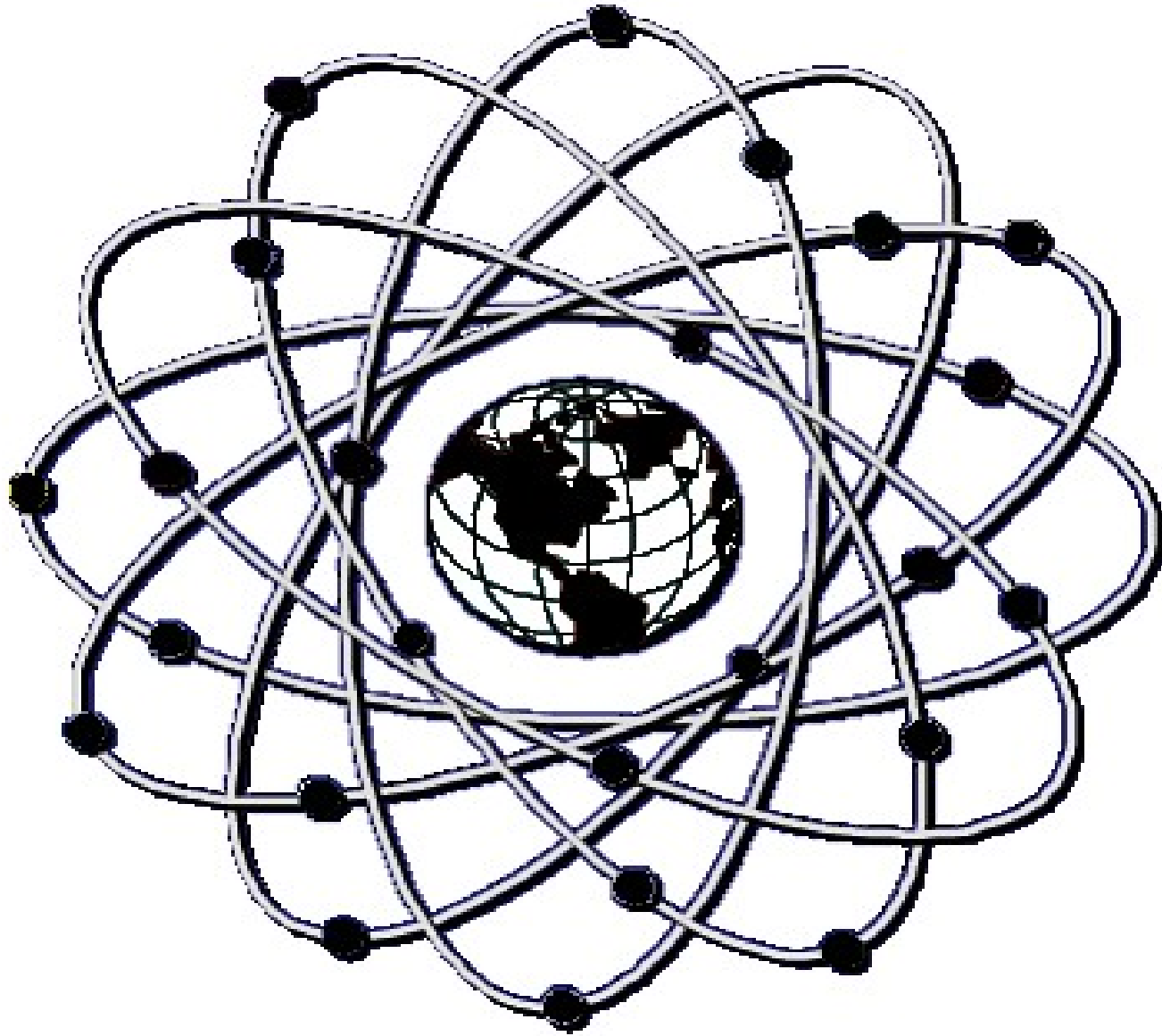
Sezione 1.6

GPS

Global Positioning System

- **GPS** = Global Positioning System
è una abbreviazione di NAVSTAR GPS (NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System)
- usa il **datum WGS84** (ellissoide WGS84 geocentrico)
- costellazione di 24 (+ 3 non attivi) satelliti rotanti ad una quota di circa 20.000 km e distribuiti su 6 orbite diversamente inclinate in modo tale da permettere sempre la visibilità di almeno 4 satelliti da ogni punto della terra

Global Positioning System



- le orbite dei satelliti sono continuamente monitorate e corrette da stazioni a terra (stazioni permanenti GPS)
- i satelliti hanno a bordo orologi di altissima precisione tra loro sincronizzati
- la distanza tra un ricevitore ed un satellite viene calcolata in funzione del ritardo di ricezione del segnale inviato dal satellite (300.000 km al secondo)
- per determinare la posizione di un punto (**coordinate in WGS84**) servono almeno 4 satelliti:
 - 3 per determinare la posizione nello spazio
 - 1 per “fasare” il ricevitore (che non contiene un orologio ad altissima precisione) sul tempo del sistema

- l'accuratezza del posizionamento varia da **decine di metri a meno di un centimetro**, dipende da:
 - qualità del ricevitore
 - disturbi ed alterazioni casuali o “volute” (la degradazione del segnale è stata disabilitata dal 2000, mettendo così a disposizione per rilevamenti ordinari la precisione attuale di circa 10-20 m)
 - per avere precisioni centimetriche si ricorre alle procedure differenziali (DGPS: Differential Global Positioning System): è necessario dotarsi di due ricevitori di elevata tecnologia (in grado di rilevare tutte le frequenze trasmesse dai satelliti), posizionare un ricevitore sul punto per il quale si vuole determinare la posizione e l'altro ricevitore su un punto di coordinate WGS84 note non troppo distante, tale tecnica va estesa per un arco di tempo di stazionamento congruo

Altri “Global Navigation Satellite System” (GNSS)

Il GPS non è l'unico sistema di posizionamento satellitare esistente:

- sistema Russo: **GLONASS** (GLObal NAvigation Satellite System) in funzione dagli anni '80
- sistema Europeo **GALILEO**
- Cina ed India hanno altri sistemi GNSS