

PREMESSA

Il file seguente dal titolo “CORSO di TOPOGRAFIA” è stato preparato per tenere lezioni ai ragazzi che frequentavano alcune classi del Liceo Cavalleri di Parabiago, svolte in occasione di una iniziativa della Circoscrizione Regionale “Lombardia” a favore dei ragazzi che frequentavano le Scuole Secondarie Superiori.

Sono stati solamente aggiornati alcuni dati, ma essi mantengono la struttura di illustrazione delle lezioni, svolte in aula e anche sul campo annesso alla scuola.



Unione Nazionale Ufficiali in Congedo d'Italia



Sezione di Legnano

**PERCORSO FORMATIVO PER I GIOVANI STUDENTI DELLE
SCUOLE SECONDARIE SUPERIORI DELLA LOMBARDIA**

Topografia e Orientamento



Topografia e Orientamento - 2

- **Sistemi di riferimento**
- **Reticolato U.T.M. e italiano**
- **Coordinatometro e suo uso**
- **Modo corretto per indicare le coordinate**
- **Misure angolari (sistemi usati)**
- **Azimut reciproco**
- **Relazione tra azimut geografico, rete e magnetico**



SISTEMI di RIFERIMENTO

Consideriamo la Terra come ambiente in cui muoverci.

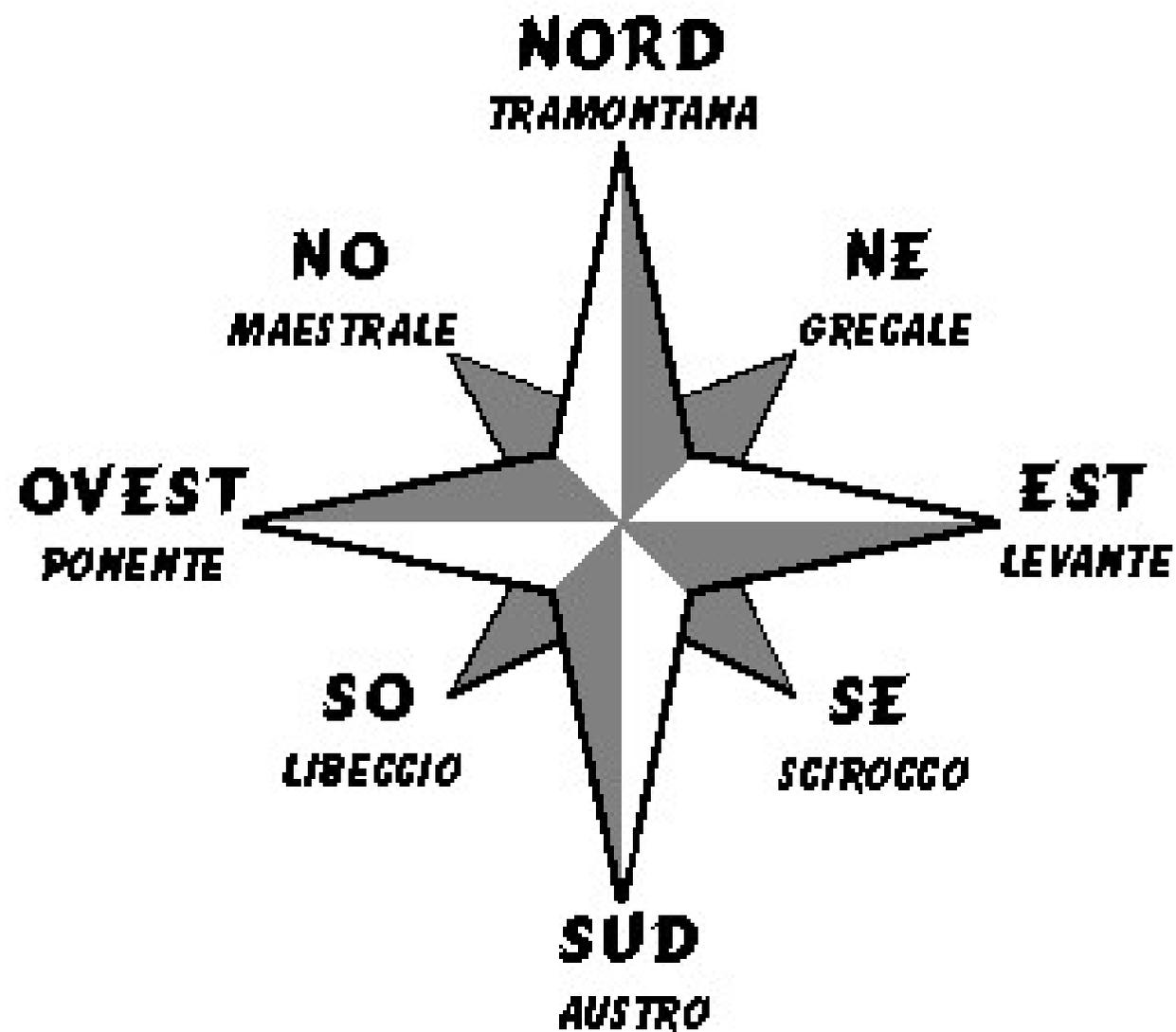
La prima osservazione che possiamo fare è che la posizione di un oggetto sulla Terra è sempre relativa ad un punto di riferimento.

Scegliamo ad esempio il Sole: il punto approssimativo in cui sorge, in qualunque luogo della Terra, è lo stesso ed è chiamato EST, indicato con **E**, mentre quello in cui tramonta si chiama OVEST e viene indicato con **W**.

Se uniamo questi due punti con una linea e tracciamo la linea perpendicolare a questa, avremmo la linea che congiunge il punto NORD, indicato con **N**, con il punto SUD, indicato con **S**.

Questi quattro punti sono detti **punti cardinali** perché fanno da cardine all'orientamento.





Indicare la posizione di un punto nello spazio significa individuare i rapporti che il punto ha con elementi reali o convenzionali dello spazio stesso. Gli elementi cui ci si riferisce costituiscono appunto il sistema di riferimento.

Per i nostri fini è sufficiente individuare la posizione planimetrica dei punti poiché, giacendo essi sul terreno, resta nota anche la coordinata altimetrica che coincide con la quota di questi.

I sistemi di riferimento che si usano in orientamento sono:

COORDINATE POLARI

COORDINATE CARTESIANE

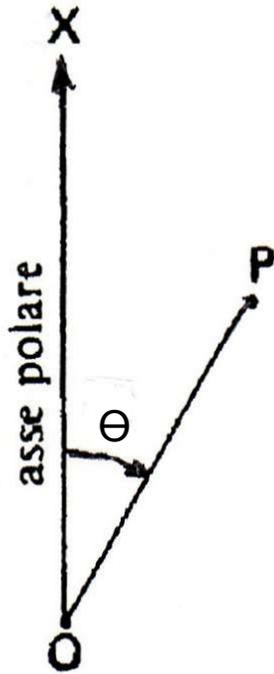


Geografiche (utilizzano il reticolo geografico)

Chilometriche (utilizzano il reticolo chilometrico)

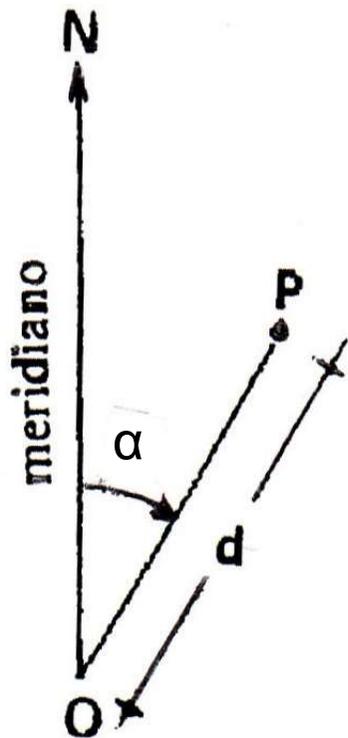


COORDINATE POLARI



Come risulta dalla figura a fianco riportata, il sistema di riferimento è costituito da una semiretta orientata **OX** (asse polare) e dal suo punto d'origine **O** (polo).

La posizione di ogni punto "**P**" del piano viene definita dall'angolo Θ (anomalia) che la direzione **O-P** forma con l'asse polare, e dalla sua distanza da **O** (raggio vettore = **OP**).



In orientamento il polo **O** è costituito di volta in volta dalla posizione dell'orientista, della lanterna (riferimento artificiale posto sul terreno) o da un particolare topografico notevole;

l'asse polare coincide con il meridiano geografico passante per **O**, con quello del reticolo chilometrico o con quello magnetico.

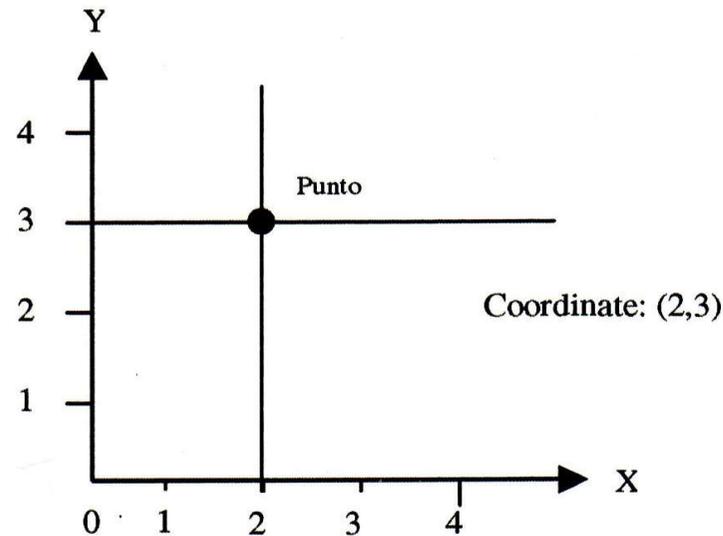
L'angolo **α** , che in orientamento prende il nome di **AZIMUT**, viene determinato con la bussola, ed è sempre misurato in senso orario, mentre la distanza **OP** viene misurata col sistema dei doppi passi, con una cordicella metrica o con qualcuna delle altre metodiche di cui si tratterà in seguito.

Conclusione:

La coordinata polare non serve per determinare un punto sulla carta, ma per individuarne uno quando è noto il punto d'origine.



COORDINATE CARTESIANE



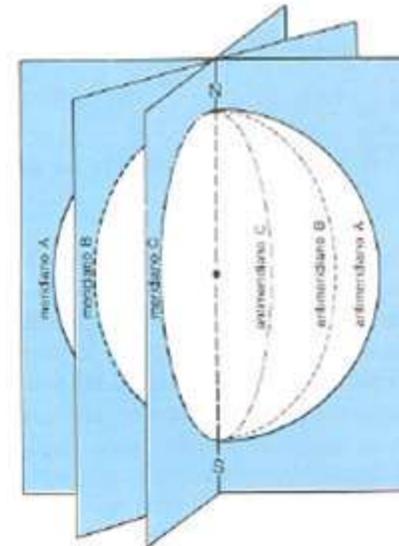
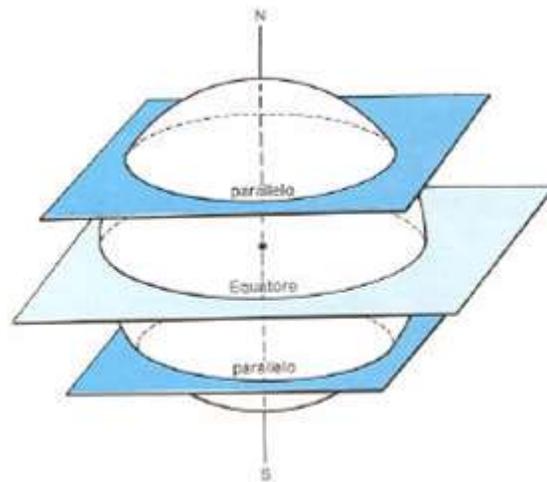
Il sistema di riferimento è costituito da due assi orientati e perpendicolari tra loro.

La posizione di un punto è indicata da due numeri, il primo dei quali (ascissa) esprime la distanza del punto dall'asse verticale, il secondo (ordinata) la distanza dall'asse orizzontale.

Possedere entrambe le coordinate significa avere l'esatta posizione del punto.

Coordinate geografiche

In questo caso i due assi di riferimento sono costituiti da un parallelo e da un meridiano.



Pertanto in questo caso, per definire in modo univoco il punto “P”, dovremo indicarne le coordinate a partire da un meridiano e da un parallelo di riferimento.

Se la scelta del riferimento per i paralleli è stata facilmente identificabile con l' **Equatore** (parallelo di maggior superficie), per i meridiani (tutti di ugual superficie) occorre ricorrere ad un accordo per stabilire quale di essi fosse quello di riferimento.

Nell'ottobre del 1884 a Washington alla presenza del Presidente degli Stati Uniti d'America e di 41 delegati provenienti da 25 paesi, riuniti per la Conferenza Internazionale dei Meridiani, fu stabilito che il **meridiano passante attraverso l'Osservatorio Astronomico di Greenwich**, vicino a Londra, fosse considerato quello di riferimento, per convenzione.



La scelta fu necessaria al fine di ottimizzare le pratiche della navigazione, cercando di ottenere una sincronizzazione degli orologi di tutto il mondo: fu creato il cosiddetto UTC (tempo coordinato universale) basato sull'ora solare media del meridiano di Greenwich.

Infatti, se usando un «orologio di Greenwich» il luogo ove siamo segna le 15, questo significa che siamo in luogo che si trova ad Ovest rispetto a Greenwich (cioè a Greenwich era mezzogiorno tre ore prima) e che quindi la sua longitudine è di 45° Ovest. ($15^\circ/\text{ora per } 3 \text{ ore} = 45^\circ$).



In realtà, oggi, il meridiano **0** è leggermente spostato rispetto a quello che possiamo vedere riportato sul terreno davanti al Royal Astronomical Observatory a Londra.

Infatti nel 2015 un gruppo di scienziati dello US Naval Observatory della National Geospatial Intelligence Agency (USA) e dell'Università della Virginia(USA), in uno studio riportato sulla rivista «Journal of Geodesy» ha spiegato così la valutazione dello spostamento di **334 piedi verso Est** (pari a **101,80 metri**) del Meridiano di Greenwich: «Con i progressi della tecnologia, la variazione della posizione del meridiano era inevitabile».

La posizione del meridiano, infatti, dipende dalla direzione della verticale che a sua volta dipende dalla gravità e dal metodo di osservazione usato.

I metodi tradizionali per misurare la Longitudine, risentono delle condizioni locali del terreno e quindi delle variazioni dell'attrazione gravitazionale.



I metodi basati sulle rilevazioni effettuate con il sistema di posizionamento globale GPS, che utilizza i satelliti per effettuare una accurata misurazione di precisione delle coordinate di griglia di qualsiasi punto sulla superficie della Terra, hanno evidenziato una leggera flessione nella direzione naturale della gravità come responsabile dello spostamento del Meridiano di Greenwich.

Infatti le rilevazioni che i satelliti forniscono, sono una misura che dallo spazio taglia in linea retta la Terra fino al suo centro.

Inoltre il modello matematico della Terra che viene utilizzato dai satelliti del sistema globale GPS per restituire all'utente le coordinate di un punto, è basato su un modello adottato a livello internazionale, chiamato WGS84, che considera la terra come un geoide, figura geometrica solida che differisce sia dalla sfera che dall'ellissoide.



Vediamo ora visibilmente come si è modificata la posizione del Meridiano di Greenwich: la **linea bianca tratteggiata** rappresenta il «vecchio» meridiano che passa per lo storico telescopio Airy Transit Circle del Reale Osservatorio di Greenwich, mentre **la linea bianca continua** rappresenta la **nuova posizione del Meridiano 0**



In realtà, per gli usi che solitamente facciamo delle coordinate topografiche, questo piccolo spostamento ha un impatto praticamente insignificante.

Infatti su una carta 1:25000, lo scostamento del punto di riferimento provoca una incertezza nel punto di stazione pari a 4 millimetri. Come vedremo più avanti, la nostra localizzazione viene calcolata con una precisione ai 10 metri, quindi 4 millimetri sono insignificanti.



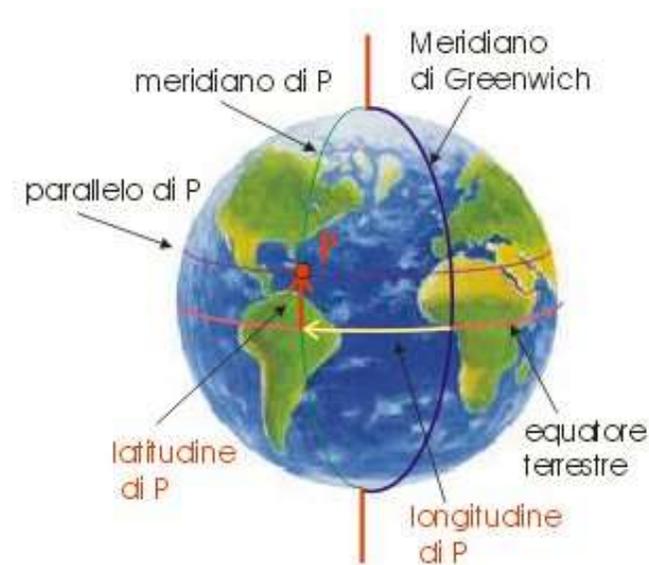
Possiamo ora definire:

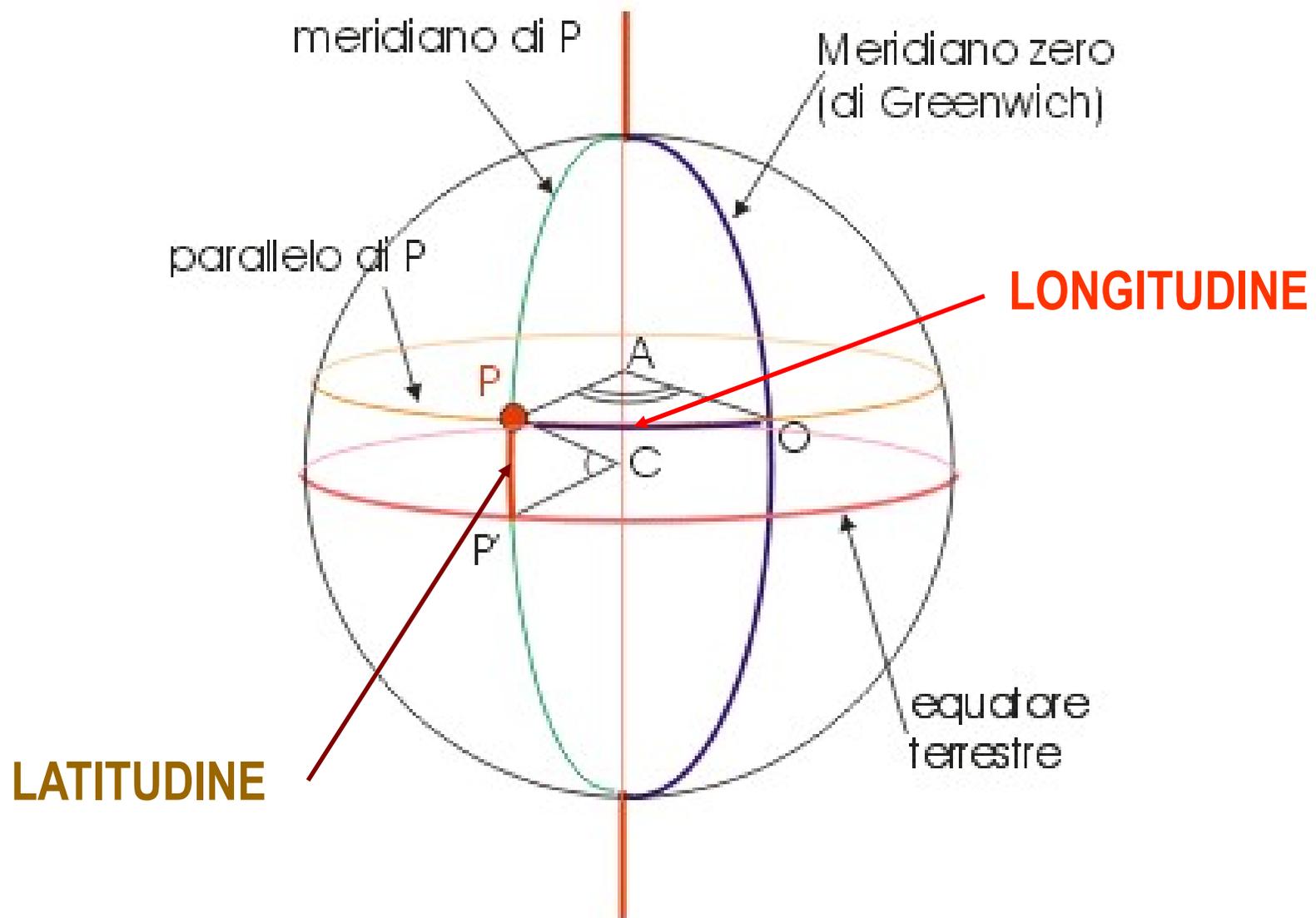
LONGITUDINE la distanza angolare di un punto dal meridiano fondamentale (meridiano di Greenwich) misurata sull'arco di parallelo che passa per quel punto.

Può essere **E (Est)** o **W (Ovest)** e misurare al massimo **180°**

LATITUDINE la distanza angolare di un punto dall'Equatore misurata lungo il meridiano che passa per quel punto.

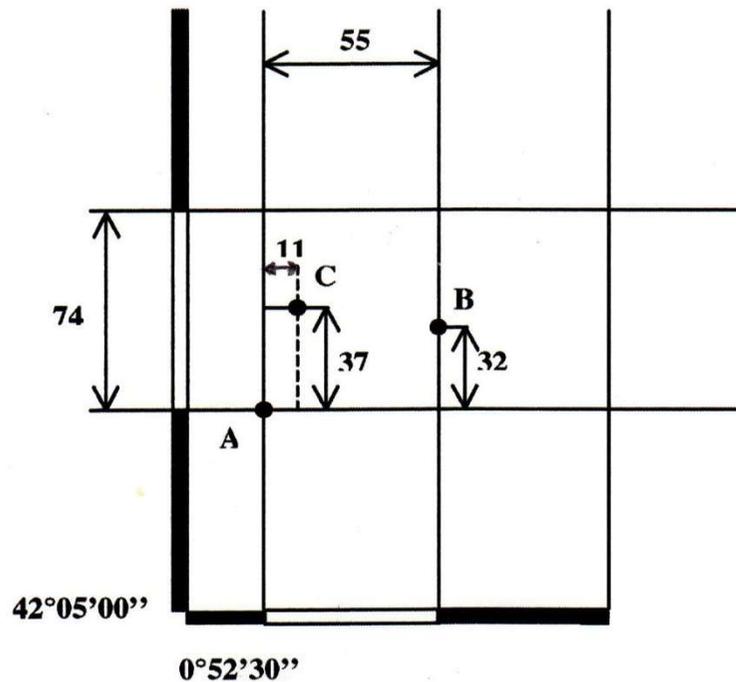
Può essere **N (Nord)** o **S (Sud)** e misurare al massimo **90°**.





Le coordinate geografiche del punto "P" pertanto saranno espresse con il valore in gradi della longitudine e della latitudine.

Si riportano di seguito gli esempi di calcolo delle coordinate geografiche dei punti A, B, C.



Coordinate geografiche di A:

$$0^{\circ} 52' 30'' + 0^{\circ} 30'' = 0^{\circ} 53' 00'' \text{ longitudine Est}$$

$$42^{\circ} 05' 00'' + 1' 00'' = 42^{\circ} 06' 00'' \text{ latitudine Nord}$$

Coordinate geografiche di B:

Il punto B è tra il parallelo di $42^{\circ} 06' 00''$ e di $42^{\circ} 07' 00''$; poiché la sua distanza dal primo è di 32 mm, mentre quella fra i due paralleli è di 74 mm, i minuti secondi da aggiungere al valore del primo parallelo, si ricavano dalla seguente proporzione:

$$74 : 60'' = 32 : X$$

da cui

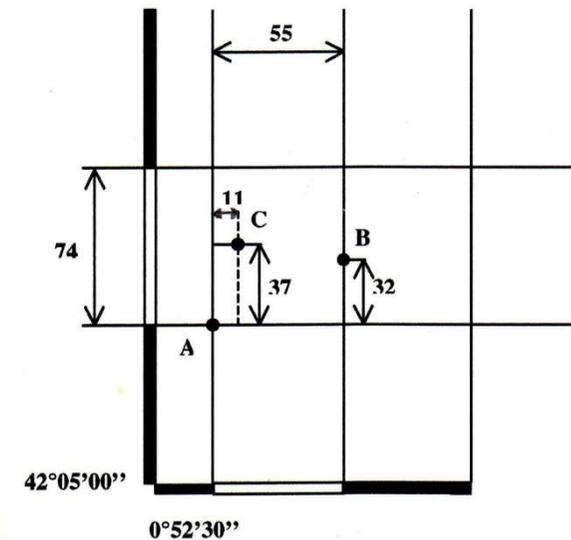
$$X = \frac{32 \times 60}{74} = 26''$$

quindi la latitudine di B è: $42^{\circ} 06' 00'' + 26'' = 42^{\circ} 06' 26''$, mentre la longitudine è quella del meridiano sul quale si trova: $0^{\circ} 54' 00''$ Est.

Pertanto le coordinate di B sono:

$0^{\circ} 54' 00''$ longitudine Est

$42^{\circ} 06' 26''$ latitudine Nord



Coordinate geografiche di C:

Il punto C è compreso tra i meridiani di $0^{\circ} 53' 00''$ e di $0^{\circ} 54' 00''$ e fra i paralleli di $42^{\circ} 06' 00''$ e di $42^{\circ} 07' 00''$.

Il procedimento di calcolo è il seguente:

da cui

$$55 : 11 = 60'' : X$$

$$X = \frac{11 \times 60}{55} = 12''$$

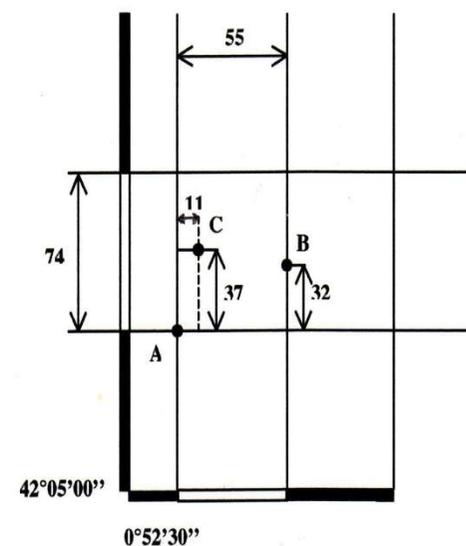
quindi $0^{\circ} 53' 00'' + 12'' = 0^{\circ} 53' 12''$ longitudine Est

analogamente:

$$74 : 37 = 60'' : X$$

$$X = \frac{37 \times 60}{74} = 30''$$

quindi $42^{\circ} 06' 00'' + 30'' = 42^{\circ} 06' 30''$ latitudine Nord



Viceversa, date le coordinate $0^{\circ} 53' 12''$ longitudine Est e $42^{\circ} 06' 30''$ latitudine Nord, individuare il punto:

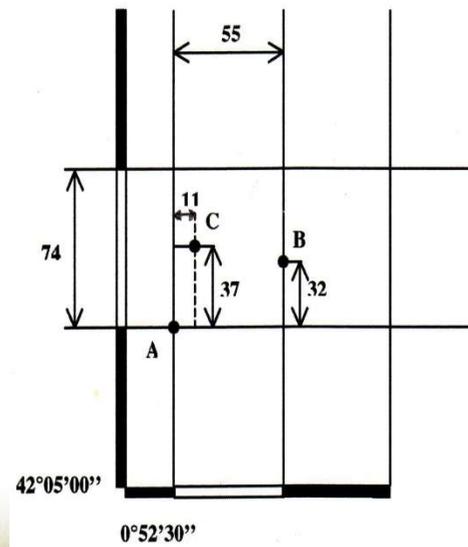
date le seguenti proporzioni : $55 : X = 60'' : 12''$

$74 : X = 60'' : 30''$

si ricava:

$$\frac{12''}{60''} \times 55 \text{ mm} = 11 \text{ mm alla destra del meridiano } 0^{\circ} 53' 00''$$

$$\frac{30''}{60''} \times 74 \text{ mm} = 37 \text{ mm a Nord del parallelo } 42^{\circ} 06' 00''$$



Coordinate chilometriche

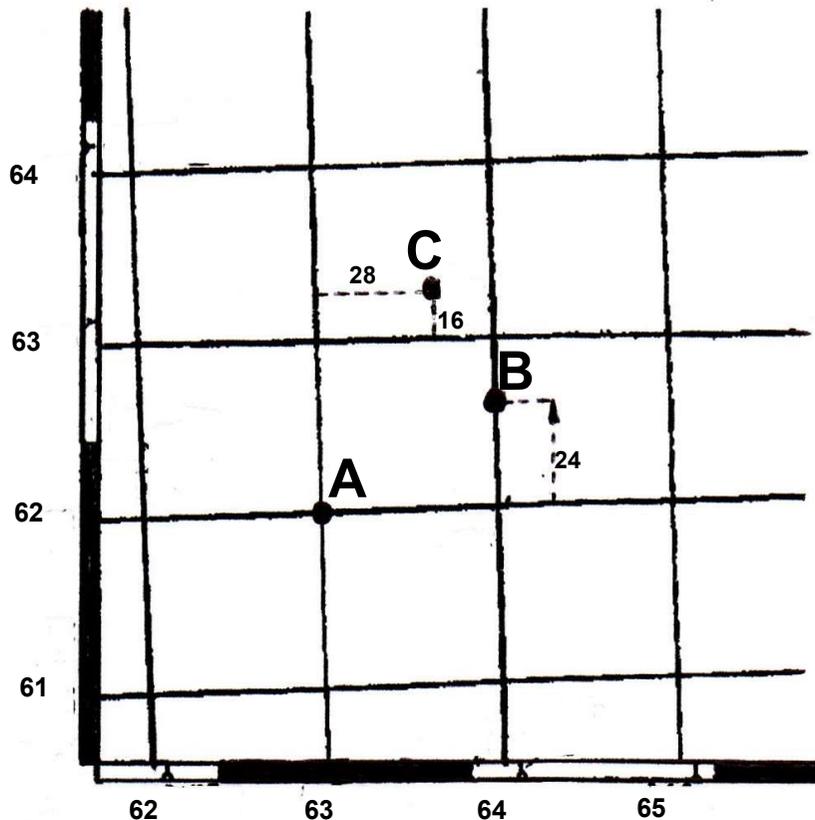
In questo caso i due assi per definire il punto “**P**” sono due rette, verticali ed orizzontali, che fanno parte del reticolo chilometrico.

Le tavolette dell’ I.G.M. (Istituto Geografico Militare) **1:25.000** sono fornite generalmente con un reticolato di linee verticali ed orizzontali, che si intersecano ad angolo retto, distanziate di **4** centimetri (corrispondenti ad un chilometro sul terreno).

Ai due estremi di ognuna di tali linee, sul bordo della carta, ne è indicato il valore in Km. che rappresenta la distanza dall’Equatore e da un particolare meridiano.



Anche qui si riportano di seguito tre esempi di calcolo delle coordinate chilometriche dei punti A, B, C.

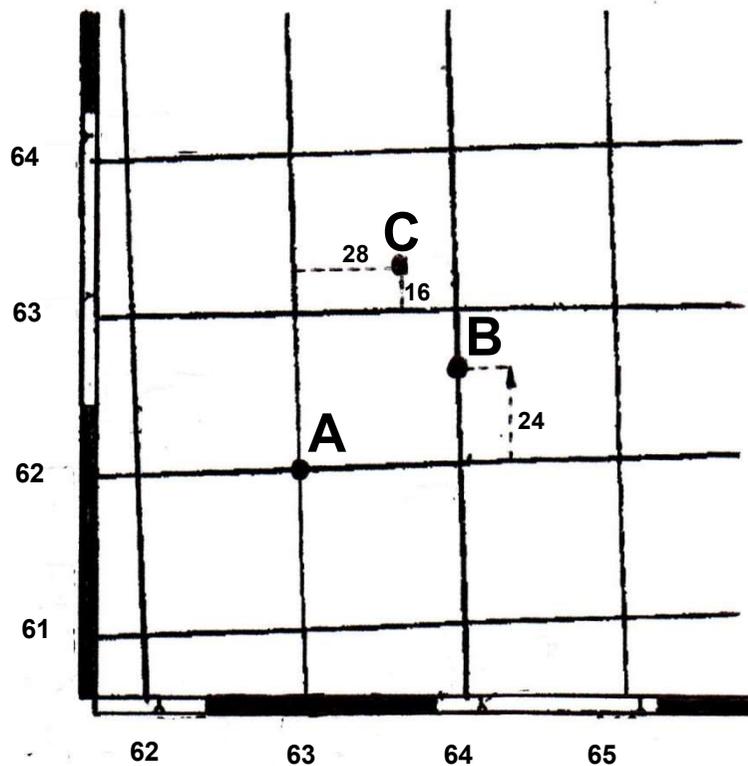


Coordinate chilometriche di A:

Le coordinate sono quelle delle rette del reticolato che lo attraversano. Poiché occorre giungere ai decimetri, si aggiungono due zeri alla loro destra.

Risultato: **6300 6200**





Coordinate chilometriche di B

Il punto ha come:

- ascissa = **6400**
- ordinata = (parallelo 62 Km + 24 mm, in scala 1:25000 equivalenti a 60 decimetri) = **6260**

Coordinate chilometriche di C

- ascissa = (meridiano 63 Km + 28 mm, pari a 70 dam) = **6370**
- ordinata = (parallelo 63 Km + 16 mm, pari a 40 dam) = **6340**

Vi sarete sicuramente chiesti per quale motivo, parlando di misure su una carta in scala 1:25000, abbiamo usato il decametro come unità più piccola.

La spiegazione di questo sta nel fatto che esiste il cosiddetto “errore di graficismo”: cioè l’occhio umano non riesce ad apprezzare, alla distanza di visione, intervalli superiori ad 1/5 di millimetro.

Ciò vuol dire che la valutazione della posizione di un punto su una carta può risultare 0,2 mm. lontana dalla reale posizione:

0,2 mm. in una scala 1:25000 corrispondono a 5 metri

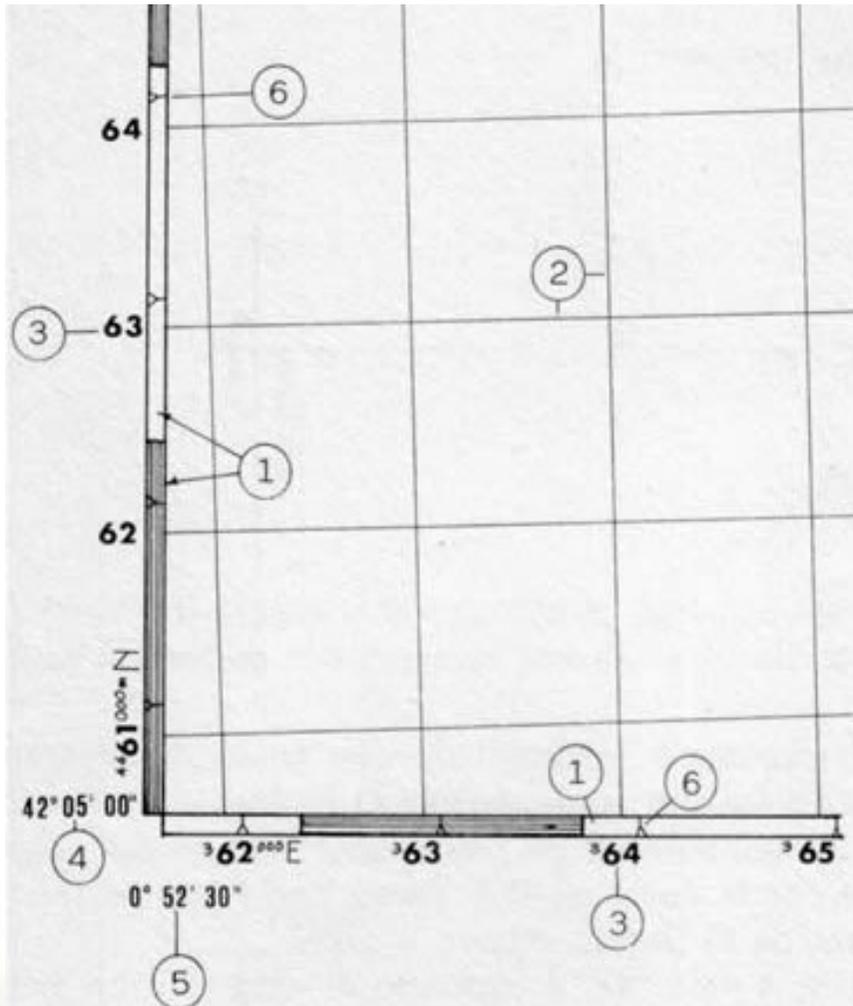
quindi è inutile volersi spingere ad una approssimazione inferiore ad un decametro (10 metri).



Si parla inoltre di “**errore di graficismo**” anche riferendosi al fatto che, per quanto appuntita sia la matita che usiamo per segnare il punto sulla carta (o su una striscia di carta con la quale riportare la misura su un righello), il “tratto” che facciamo ha uno spessore di circa **0,2 mm.**, il che ci riporta ancora a non ricercare una approssimazione inferiore al decametro.



PRESENZA dei SISTEMI di RIFERIMENTO sulle CARTE I.G.M.



- 1 - reticolo geografico
- 2 - reticolo chilometrico
- 3 - valori reticolo chilometrico
- 4 - latitudine vertice SO della carta
- 5 - longitudine vertice SO della carta
- 6 - reticolato italiano (Gauss-Boaga)

fuso est ← fuso ovest →

ATTENZIONE

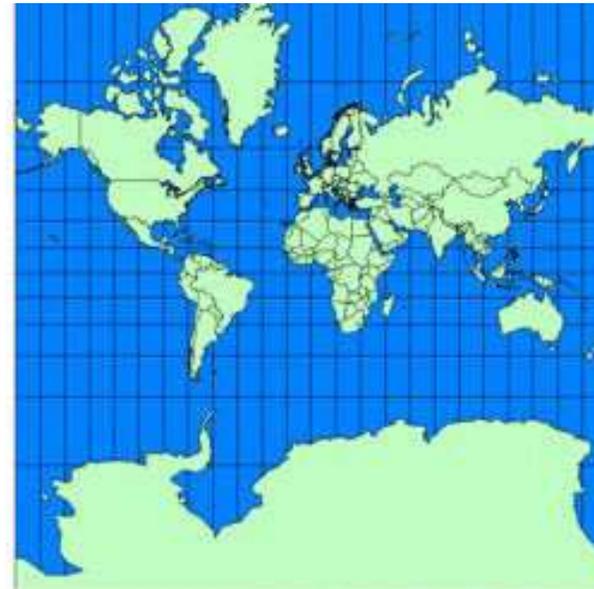
Nelle carte dell' I.G.M. (Istituto Geografico Militare) oltre al riferimento al meridiano fondamentale può essere indicato anche quello al meridiano di **ROMA – Monte Mario**, che dista da Greenwich

12° 27' 10",93 EST

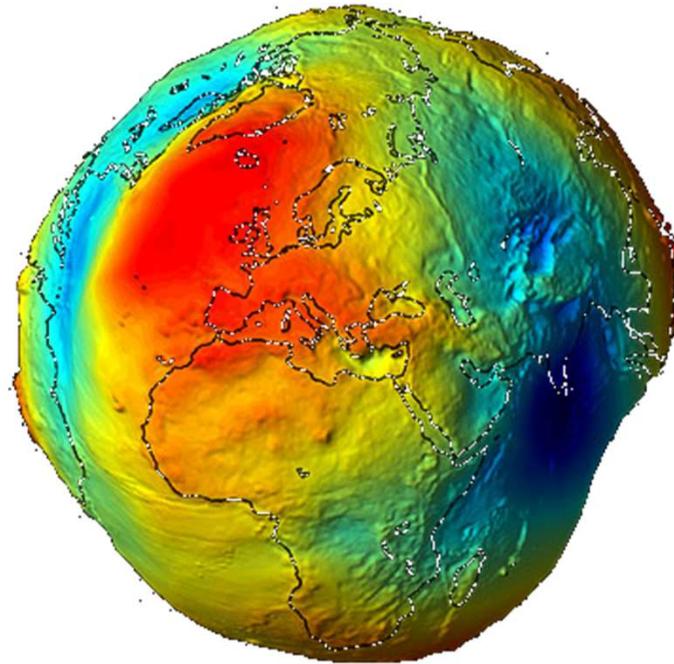


RETICOLATO U.T.M. e ITALIANO

Il passaggio dalla superficie curva della terra alla sua rappresentazione su di un piano, presenta notevoli problemi che alcuni studiosi hanno risolto in maniere diverse.

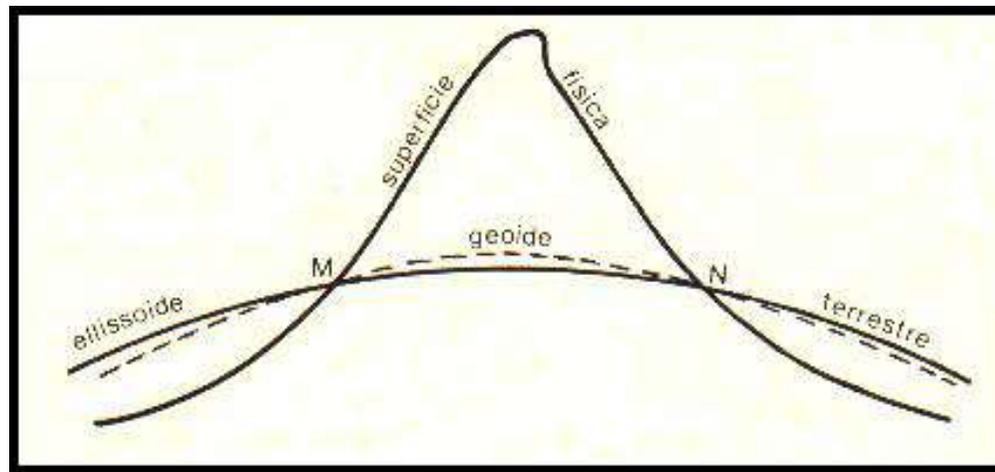


La forma della Terra deriva da molteplici forze (di attrazione gravitazionale, legate ai movimenti di rotazione e di traslazione, ecc.), che agiscono sulle sue masse sia solide che fluide.



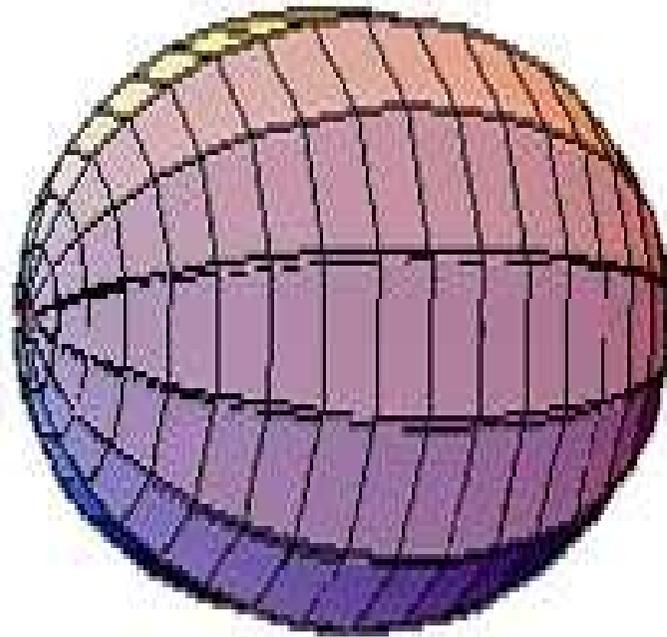
Geoide

Queste forze rendono la superficie fisica del nostro pianeta assai **irregolare**, corrugata da montagne e da abissi marini, che però sono ben piccola cosa in confronto alle sue dimensioni: **basti pensare che l'Everest (8844 metri), la più alta montagna della Terra, è poco più di un millesimo del raggio terrestre (6371000 metri).**



Allora possiamo dire che non commettiamo un grande errore se consideriamo **come riferimento** il livello medio del mare **uguale** per ogni punto della terra.

ELLISSOIDE



In realtà fare una proiezione cartografica vuol dire eseguire una trasformazione matematica che trasforma le coordinate geografiche sferiche nelle coordinate di un piano.

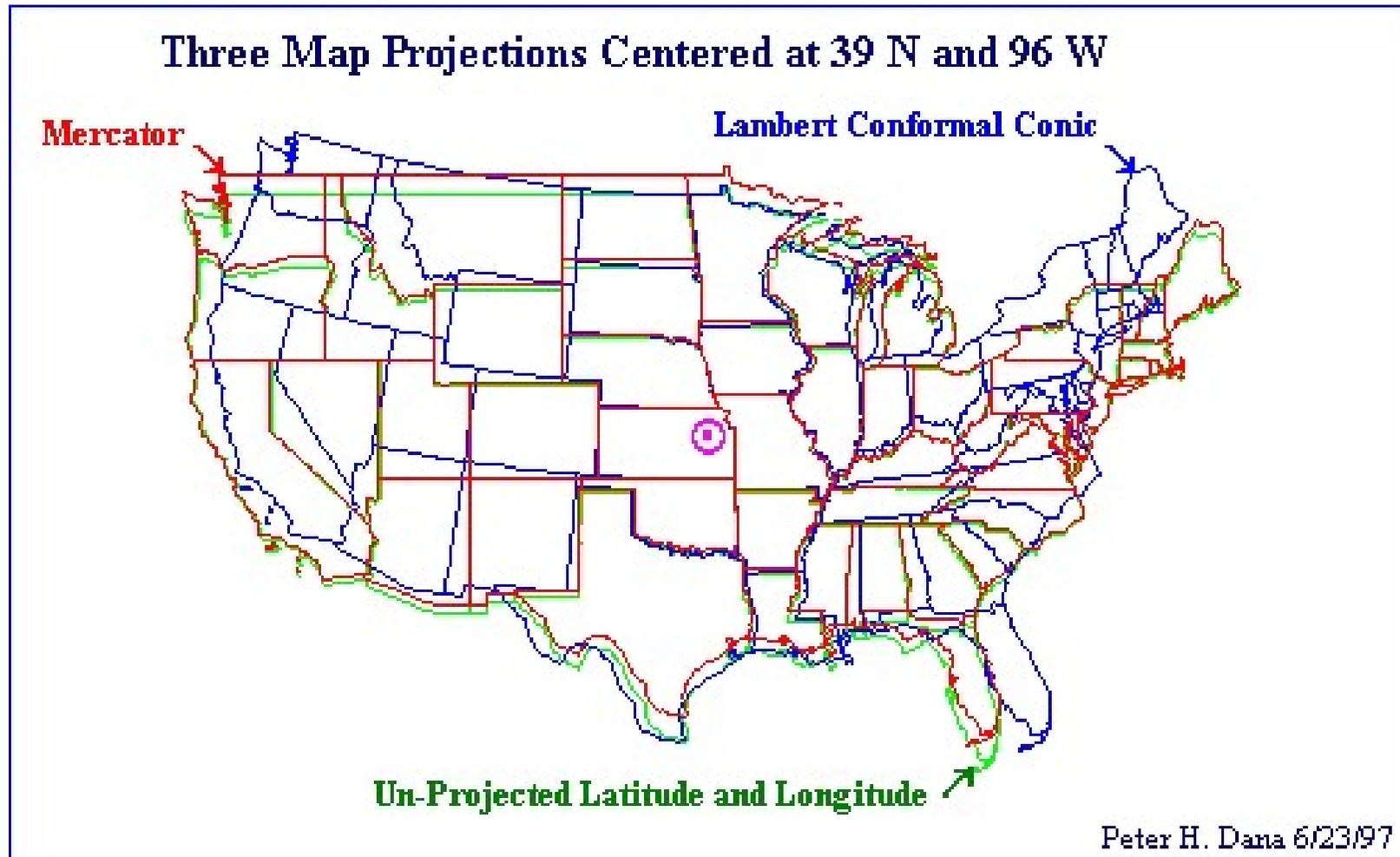
Nessuna proiezione riesce a riprodurre il reticolato geografico mantenendo sia gli stessi angoli, sia le stesse distanze e le stesse superfici così come sono nella realtà, ma ognuna comporta l'introduzione di distorsioni.

Caratterizzeremo tre tipi di proiezioni:

- **ISOGONE** quelle che mantengono l'uguaglianza degli angoli tra le linee reali e quelle rappresentate;
- **EQUIVALENTI** quelle che mantengono l'uguaglianza tra le aree grafiche e di quelle rappresentate;
- **EQUIDISTANTI** quelle che mantengono l'uguaglianza del rapporto tra le distanze grafiche e quelle rappresentate.



Questo è un esempio di come può variare la rappresentazione di una zona terrestre al variare del sistema di proiezione:

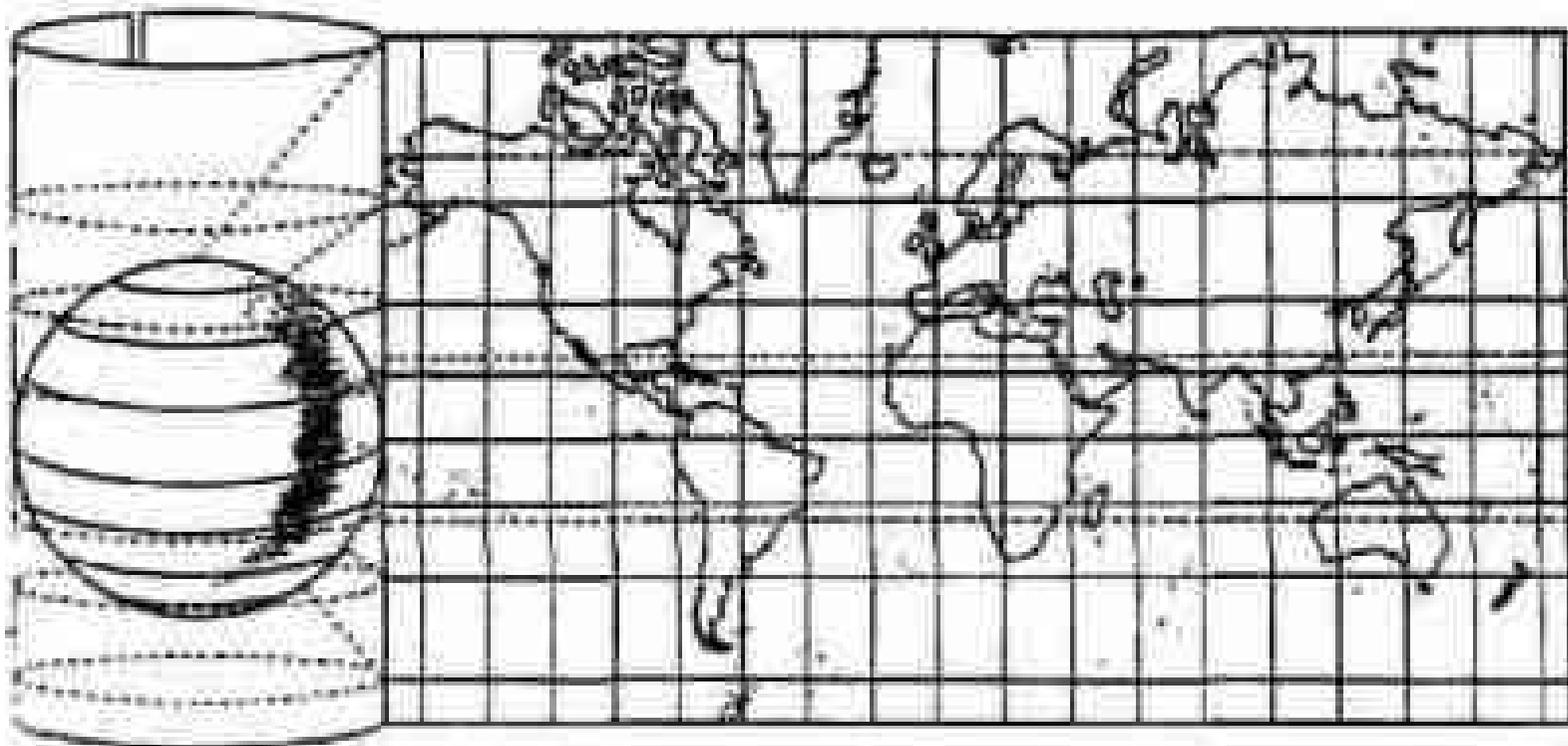


Sarebbe troppo lungo e non attinente allo scopo di questa lezione descrivere in dettaglio pregi e difetti di ogni singolo tipo di proiezione.

Esamineremo un po' più da vicino le proiezioni **ISOGONE** perché sono quelle più usate nella pratica topografica.

Vediamo come si può descrivere graficamente una proiezione isogona.





Proiezione CILINDRICA DIRETTA



Con questo tipo di proiezione si ottiene un reticolato geografico che conserva inalterati gli angoli di intersezione tra paralleli e meridiani (proiezione **conforme**).

Questo è importante per la navigazione perché quando si traccia la rotta tra due punti, si considerano le cosiddette *lossodromie* (cioè le linee ad angolo costante con il Nord), che in questo caso sono delle rette: questo significa che la rotta da seguire può essere semplicemente determinata unendo sulla carta con un segmento rettilineo il punto di partenza con il punto d'arrivo.

Tuttavia questo tipo di proiezione crea delle distorsioni che vanno aumentando dirigendosi verso i poli.

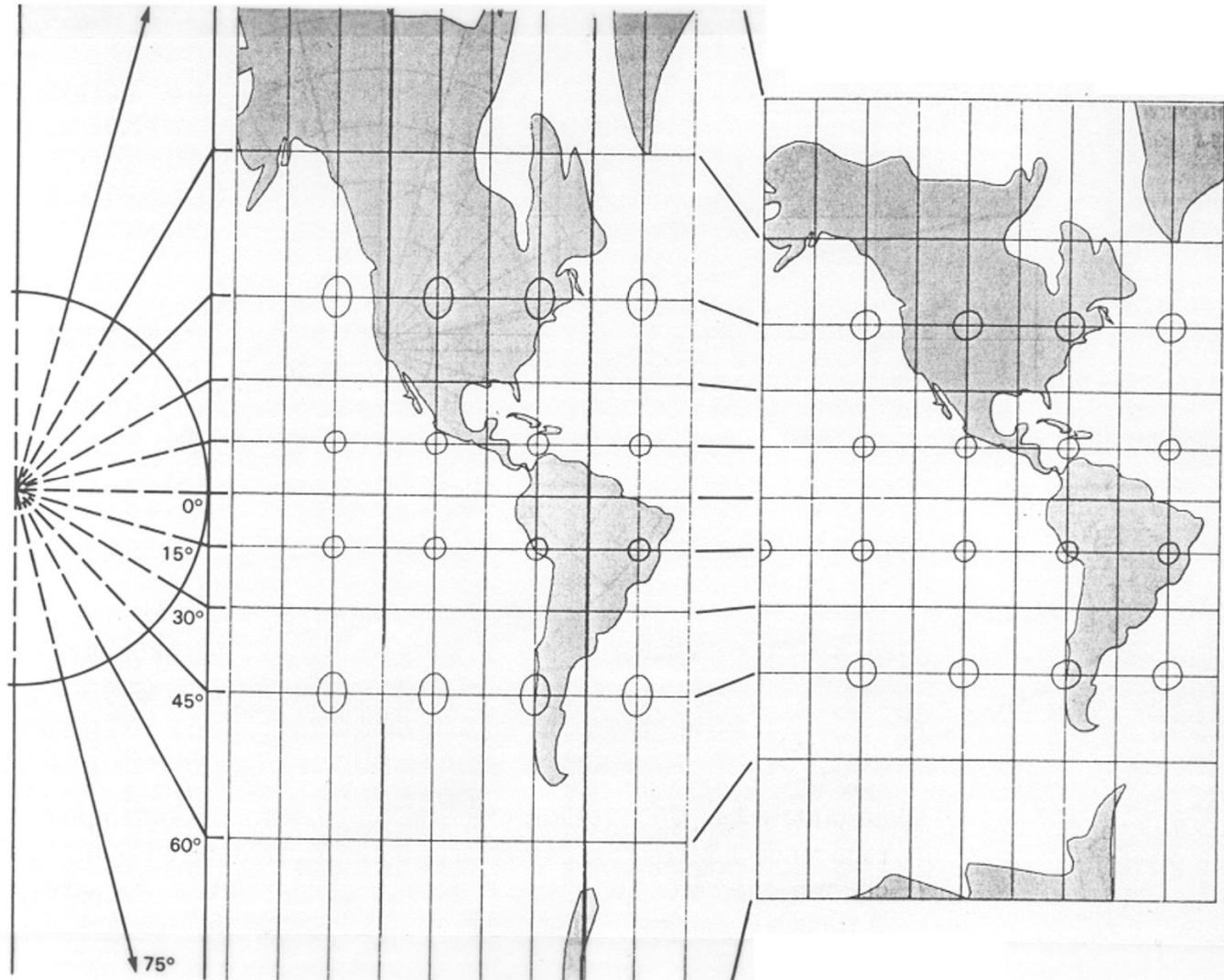




Gerardo Mercatore, matematico, astronomo e cartografo olandese del 16° secolo, inventò un sistema che correggeva i risultati di questo tipo di proiezioni.

Le sue osservazioni furono così importanti che la carta ottenuta fu detta **Carta di Mercatore**.

Ancora oggi, come vedremo, questa carta costituisce la base dell'intero sistema cartografico.

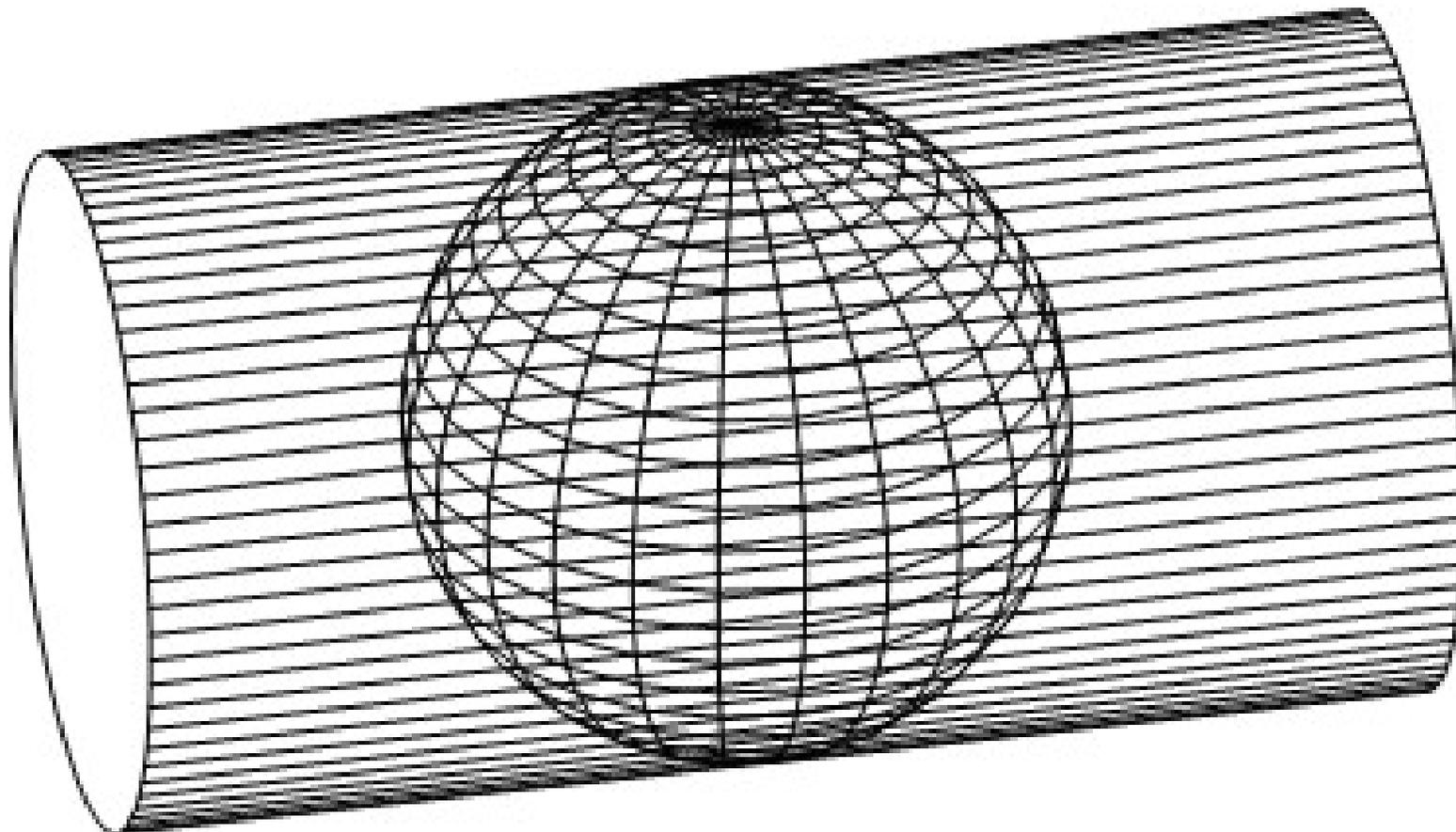


In realtà questa carta, come si vede dalla diapositiva precedente, aveva diminuito le distorsioni, ma le distanze tra i paralleli erano diverse, crescevano allontanandosi dall' Equatore.

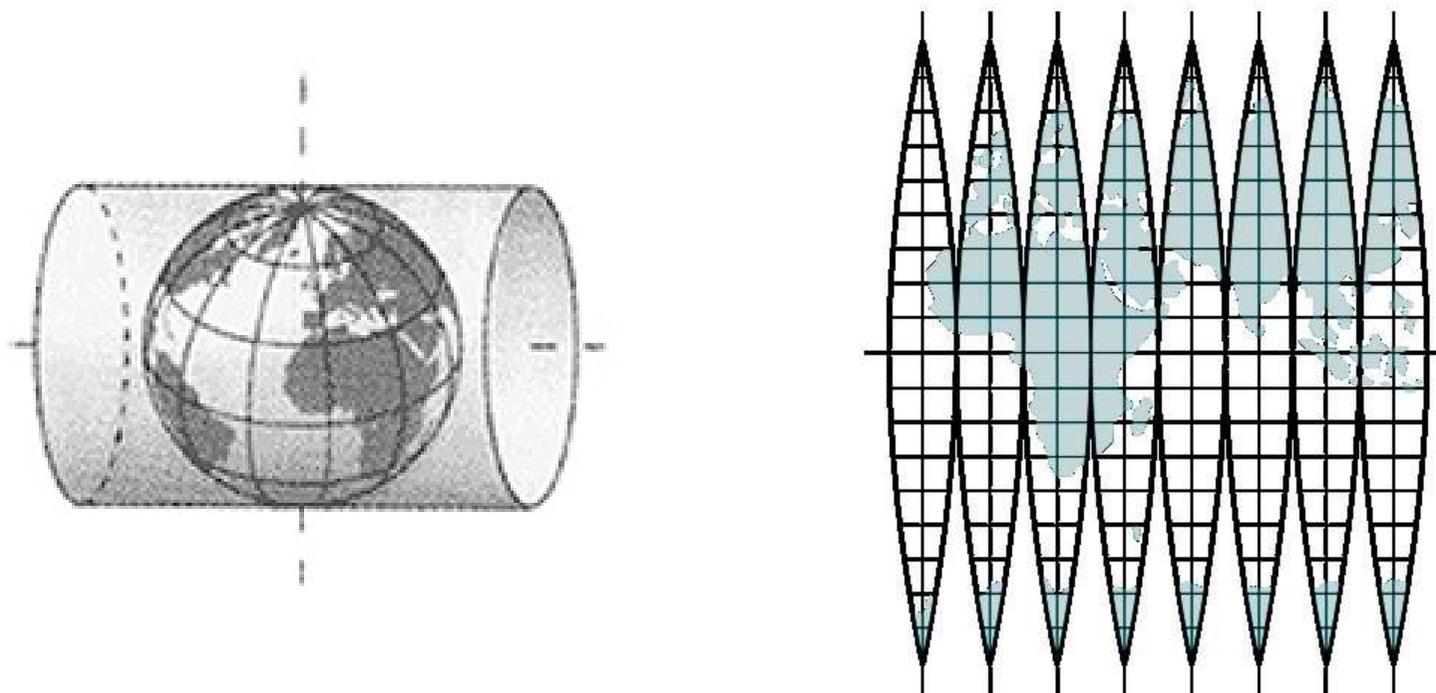
Si è allora applicato un altro tipo di proiezione, che correggesse questo, e si è passati ad una proiezione dove l'asse del cilindro fosse perpendicolare all'asse terrestre.

Questa proiezione, detta **Universale Trasversa di Mercatore (UTM) o di Gauss**, dal nome del matematico che la studiò, rappresenta la intera superficie terrestre per i territori compresi tra **84° NORD e 80° SUD** di latitudine.

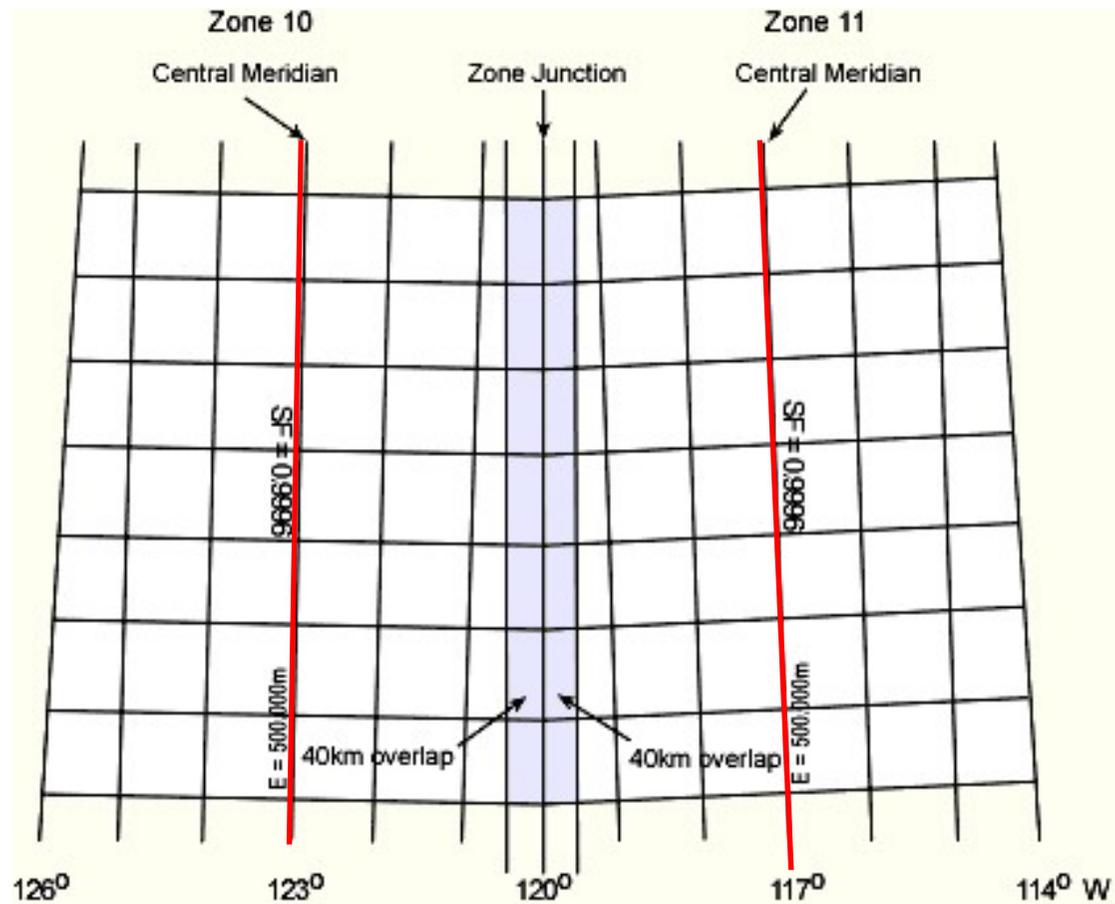




Inoltre, allo scopo di ottimizzare il più possibile l'esattezza della proiezione, la stessa fu eseguita singolarmente per fusi di **6°** di ampiezza di longitudine (**proiezione policilindrica**)



Inoltre, sempre allo scopo di migliorare l'esattezza della proiezione, i fusi di 6° di ampiezza di longitudine, hanno una sovrapposizione di $30'$ uno con l'altro.



Si sono così ottenuti **60 Fusi** che sono stati numerati da 1 a 60 partendo dal meridiano 180° (quello opposto a Greenwich), procedendo verso Est. Il meridiano di Greenwich risulta quindi essere il confine tra la zona **30** e la zona **31**.

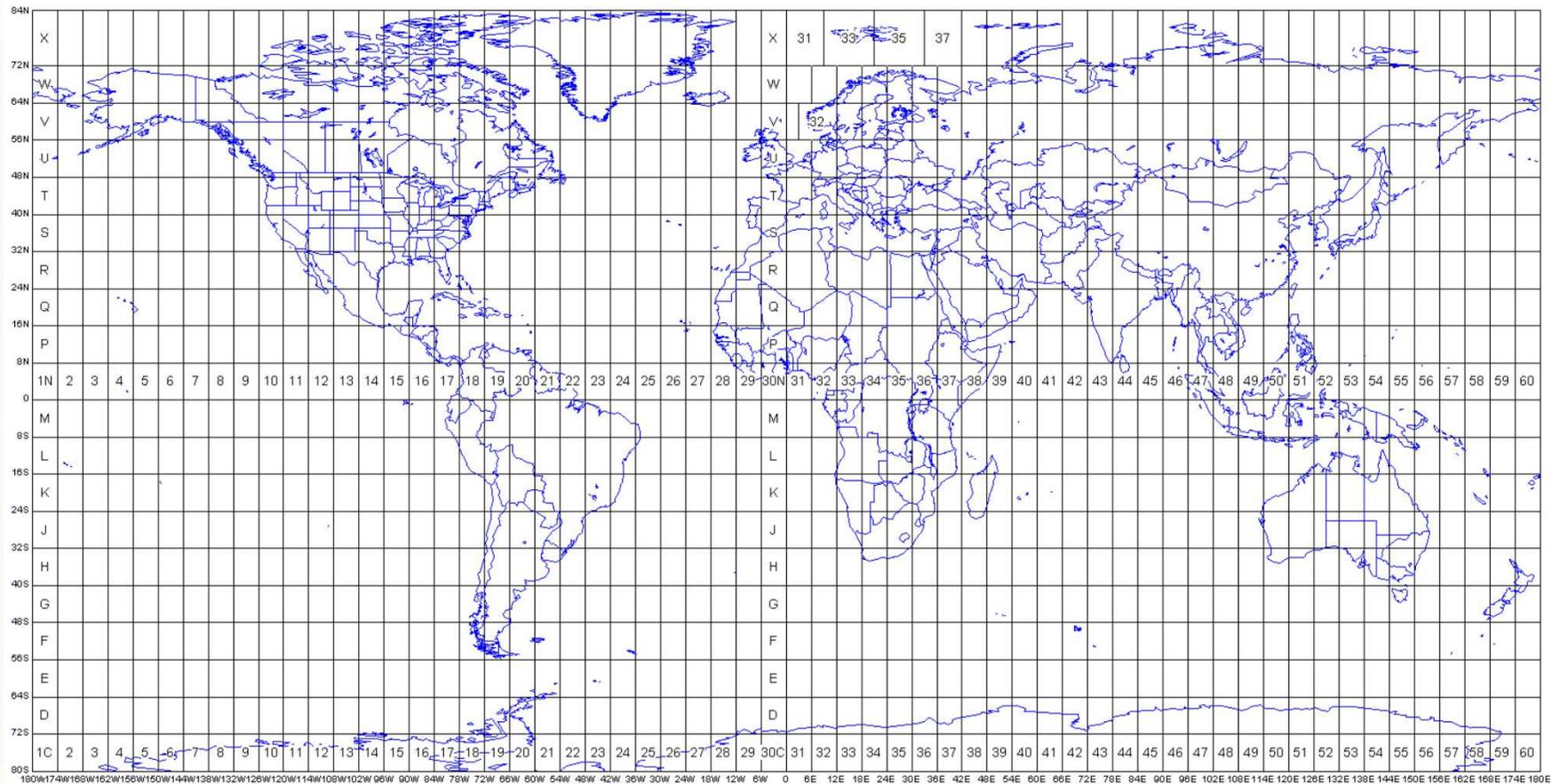
Sono poi state tracciate **20 Fasce** di ampiezza 8° di latitudine che sono state indicate con lettere dell'alfabeto da C a X.

Nel **Sistema UTM** le coordinate di un punto sono misurate in metri, rispettivamente la **Longitudine** dal meridiano centrale di ciascun fuso e la **Latitudine** dall'Equatore.

Si parla in questo caso di **coordinate chilometriche**.

Allo scopo di eliminare l'uso dei numeri negativi per i punti posti ad Ovest dei rispettivi meridiani centrali, si è stabilita una falsa origine attribuendo ai punti sul meridiano centrale di ogni fuso un valore convenzionale di longitudine pari a 500 km.





Si è così creata una griglia “sovrapponibile” alla intera superficie terrestre, che permette di definire la posizione di un punto entro una **Zona**, intersezione tra un fuso e una fascia.

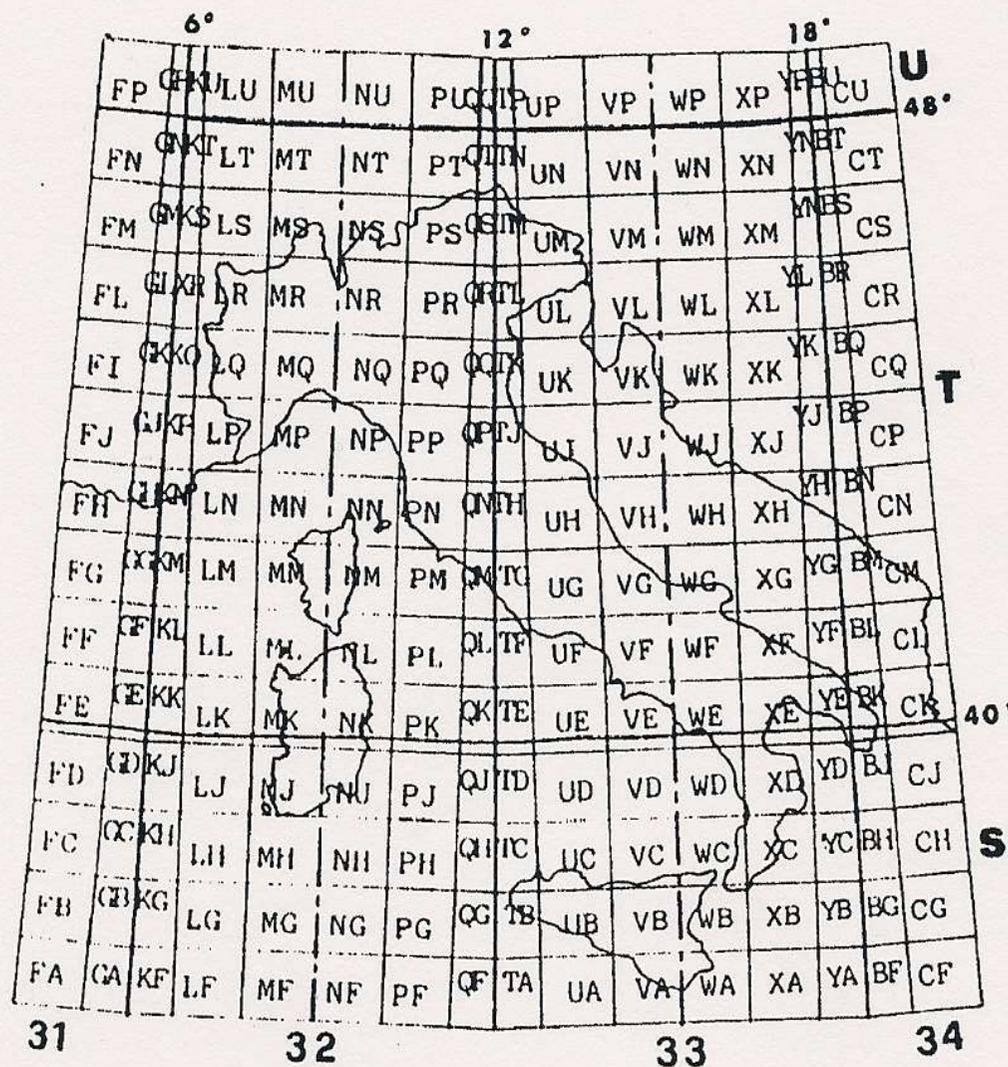
Le zone sono designate col **numero del fuso** seguito dalla **lettera della fascia**.

Le zone che “coprono” l’Italia sono identificate come:

32S, 32T, 33S, 33T, 34T .

Le zone però sono troppo estese per poter essere utilmente usate per la definizione esatta di un punto al loro interno: per questo motivo ogni zona è stata divisa in **Quadrati (centochilometrici)** di 100 Km. di lato, definiti da due lettere, delle quali la prima indica la colonna e la seconda la riga di appartenenza.

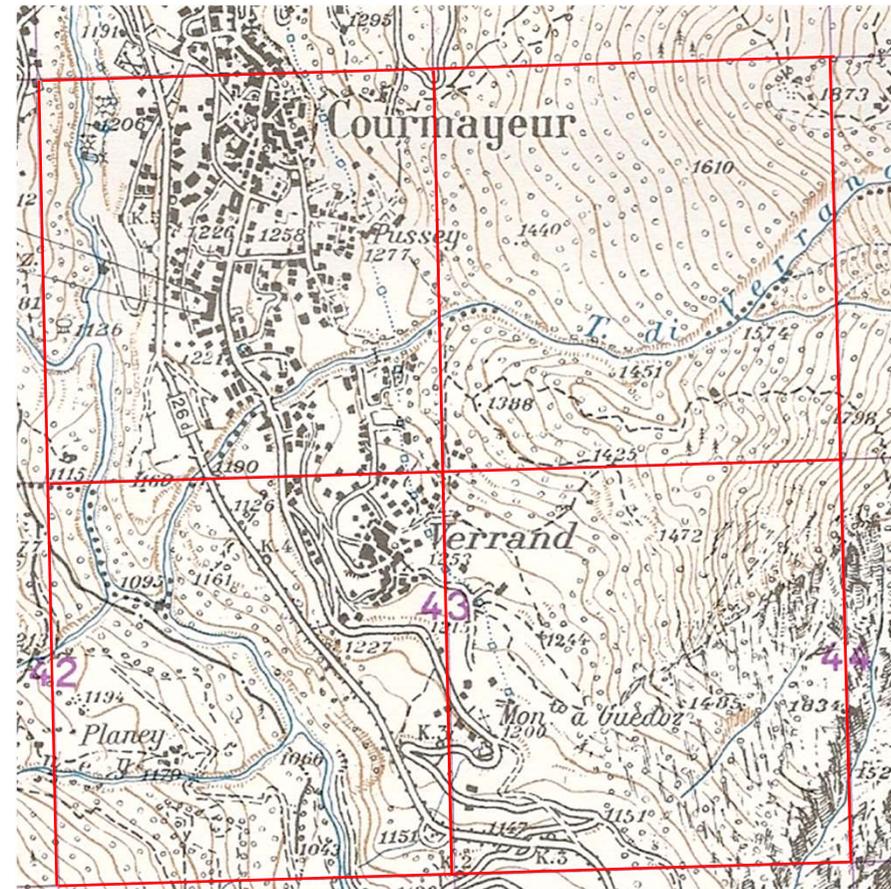




RAPPRESENTAZIONE U.T.M. - Divisione in zone e quadrati di 100 km



Un ulteriore suddivisione dei **Quadrati centochilometrici** in un reticolo di quadrati di 1 Km. consente di ottenere il **reticolato chilometrico** o **quadrettatura chilometrica** che vediamo riportata sulle carte in uso.

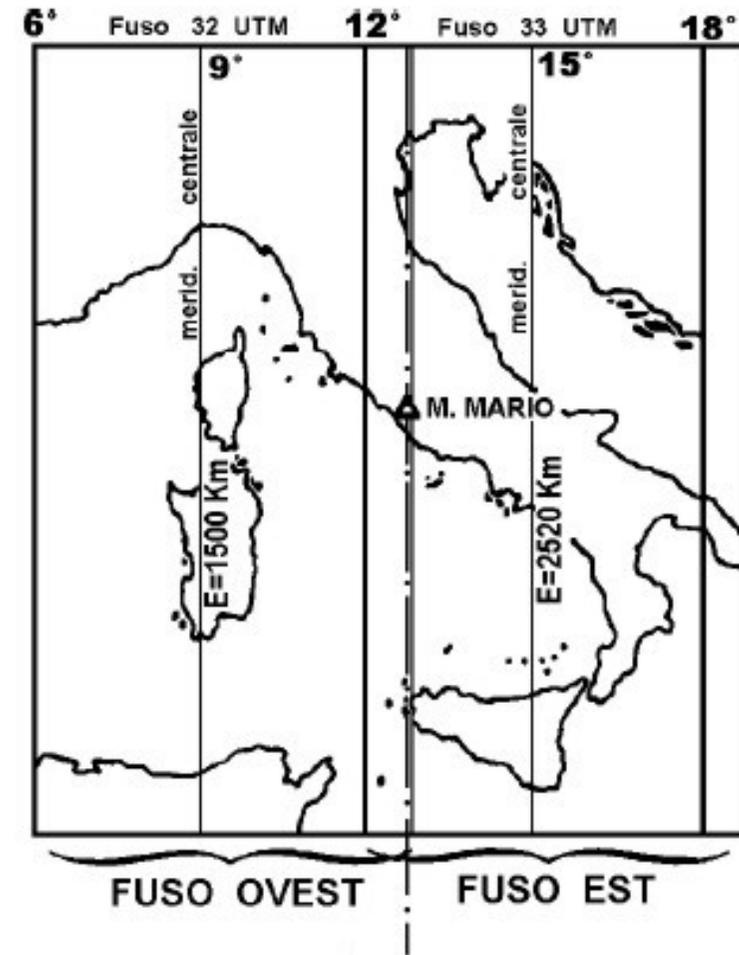


Un cenno va fatto anche al **reticolato italiano**, ottenuto dalle **proiezioni Gauss-Boaga**.

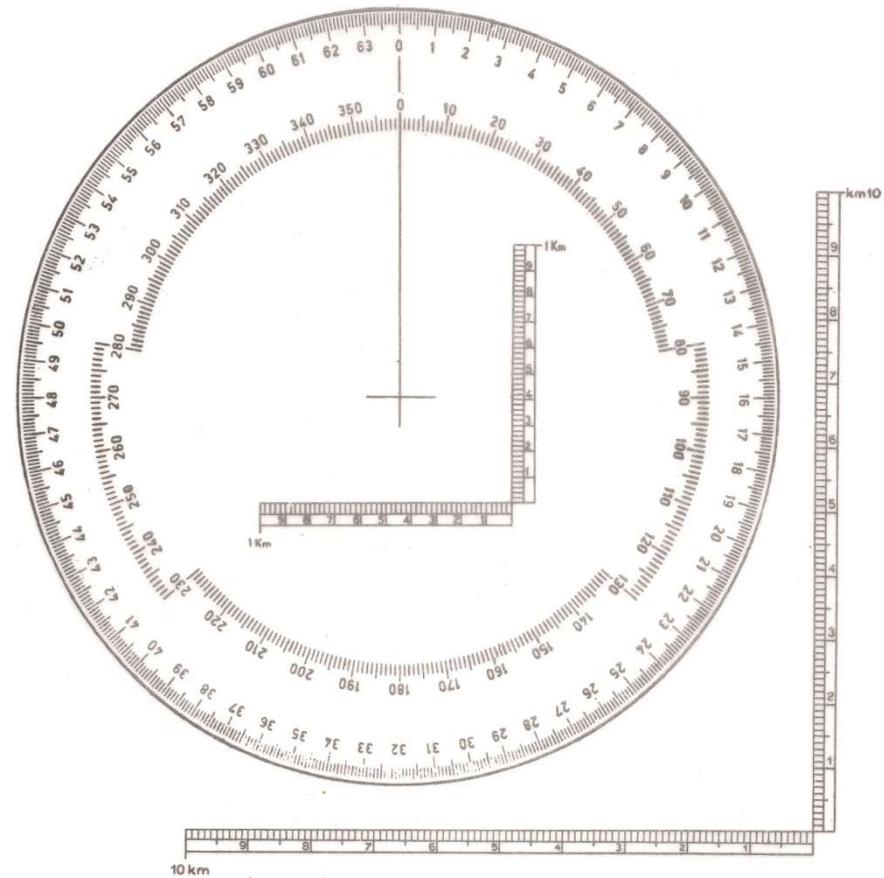
Si discosta di poco dal reticolato U.T.M. ed il valore dei paralleli e meridiani può ricavarsi facilmente dalle coordinate dei vertici della carta, sempre indicate fuori dalla cornice, in un apposito riquadro.

Il reticolo chilometrico può essere tracciato partendo dai riferimenti posti sul bordo della carta.

Per il calcolo delle coordinate chilometriche di un punto ci si comporta come in presenza del reticolato U.T.M.



COORDINATOMETRO e suo USO

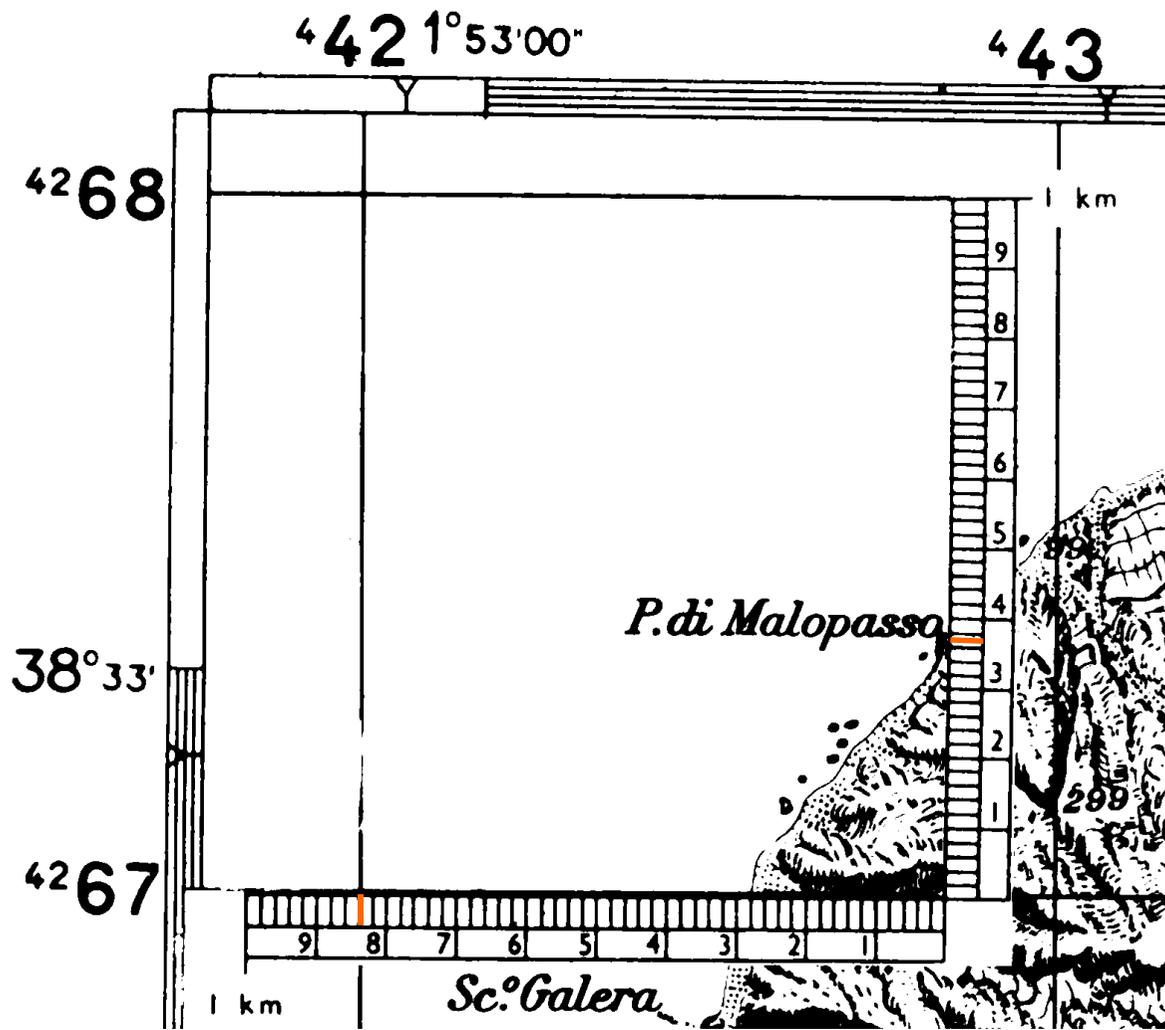


Il **coordinatometro**, abitualmente riprodotto su un supporto trasparente, viene posto sulla carta in modo da trovarsi con **il braccio orizzontale allineato con la base** del quadrato del **RETICOLATO CHILOMETRICO** in cui si trova il punto di cui dobbiamo trovare le coordinate e con **il braccio verticale tangente** al punto stesso.

Così facendo è possibile leggere direttamente sul coordinatometro le centinaia e le decine di metri del punto. [ricordate che le decine e le unità di chilometro sono riportate sui bordi della tavoletta].

Vediamo praticamente come si fa, cercando di valutare le coordinate di **“Punta di Malopasso”**:

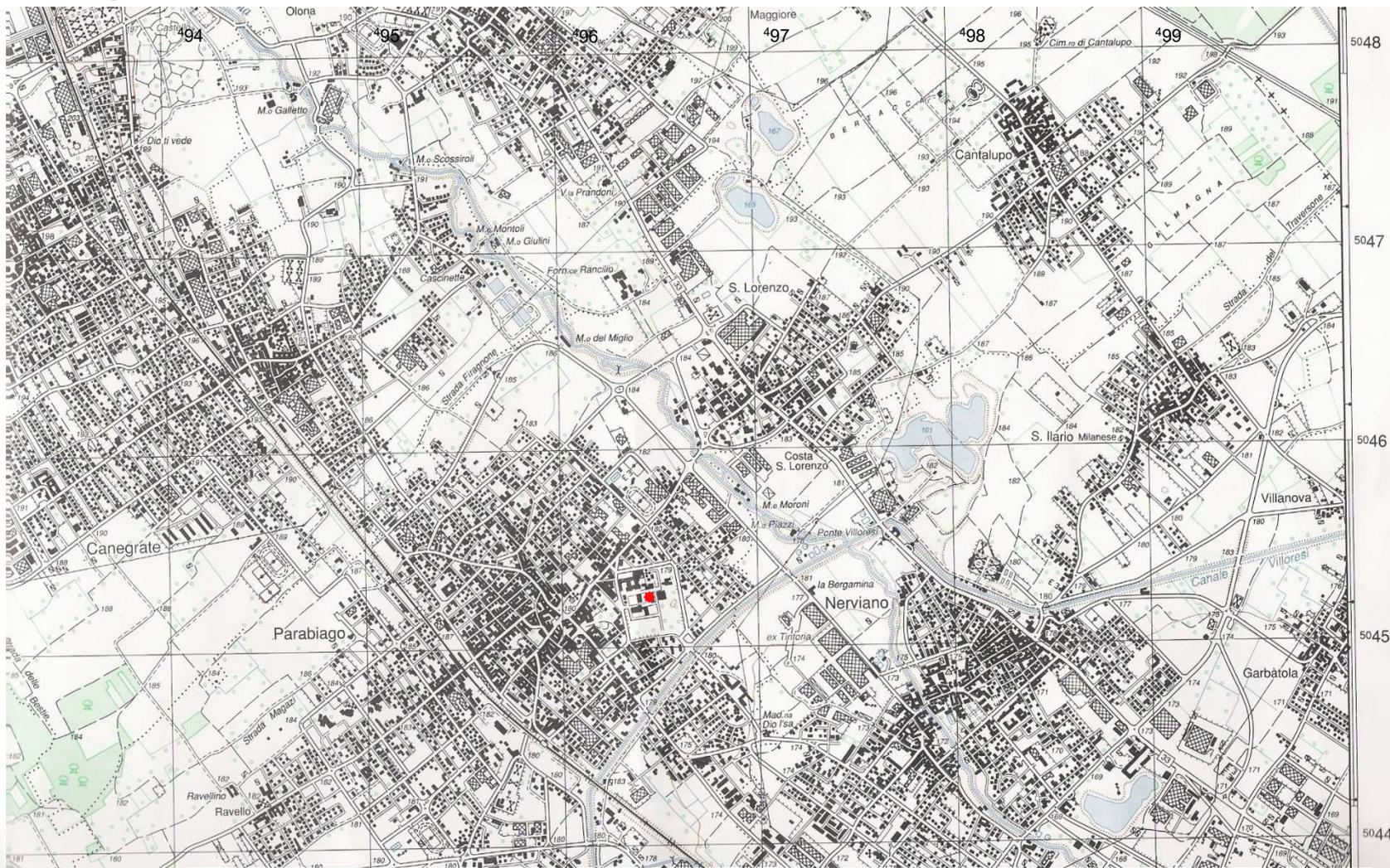




Leggiamo i seguenti valori: Longitudine: 4284 Latitudine: 6737



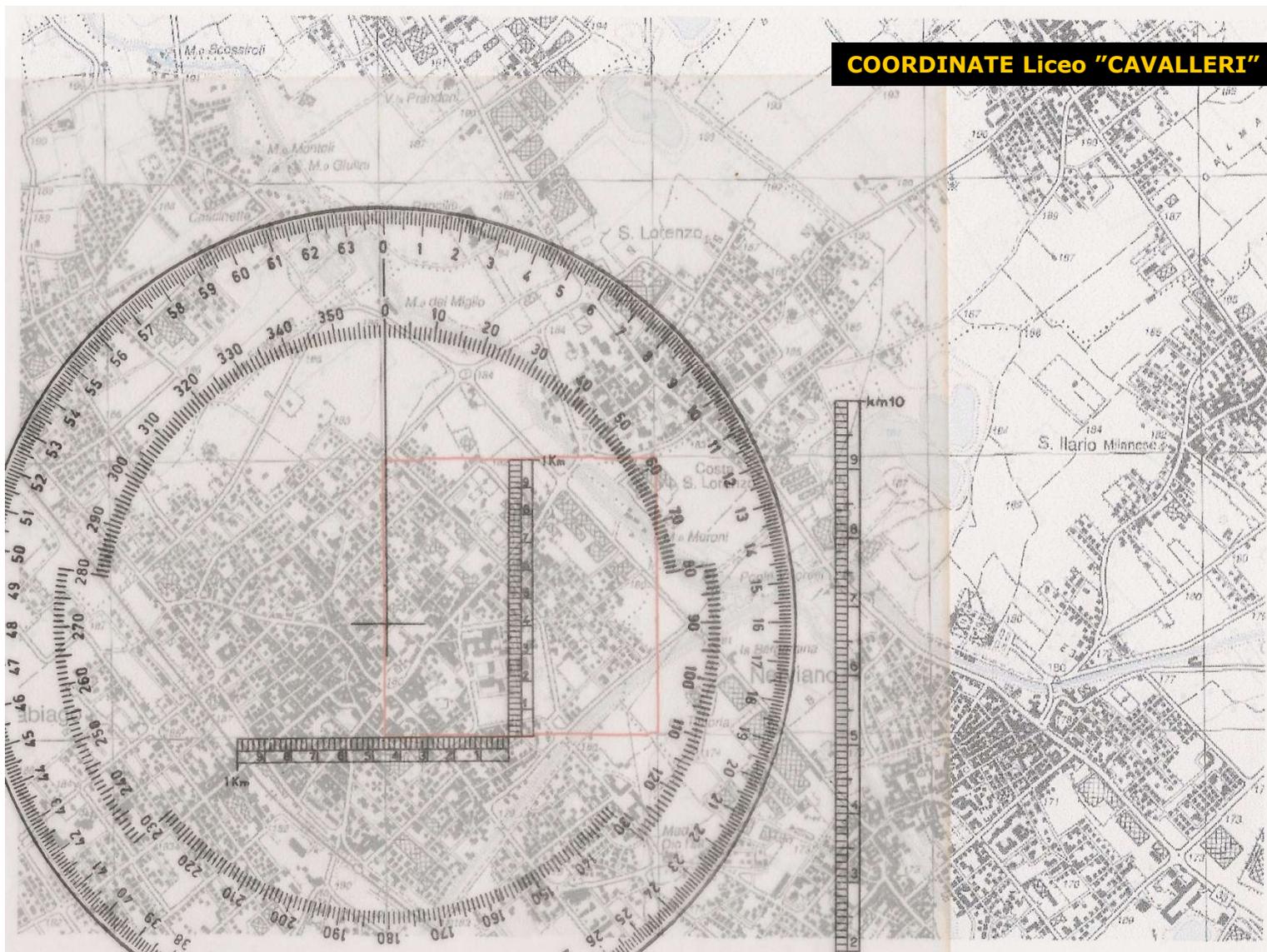
A questo punto vediamo di designare in maniera corretta la posizione della vostra scuola, usando il coordinatometro.



Istituto Geografico Militare – Carta Topografica d’ Italia 1:25000 – Foglio n. 117 - Sezione I - Legnano



COORDINATE Liceo "CAVALLERI"



Le coordinate chilometriche che leggiamo sono:

9645 4525

La scrittura corretta per designare il **Liceo CAVALLERI** sarà:

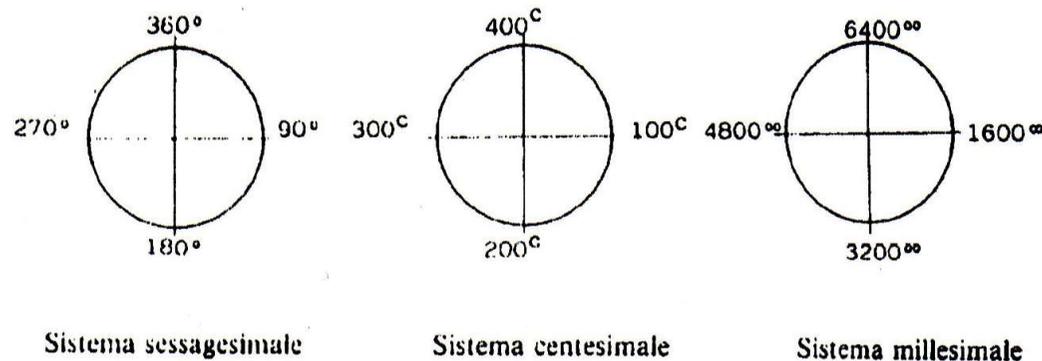
32 T MR 96454525

Quota (ricavata dalla misura riportata sulla carta) = **179 metri**.



MISURE ANGOLARI

Il sistema più noto ed usato è il **Sessagesimale**, che vede l'angolo giro suddiviso in 360° (gradi), ogni grado in $60'$ (primi) e ogni primo in $60''$ (secondi).



Nel sistema **Centesimale** l'angolo giro è suddiviso in 400^g gradi centesimali, ogni grado in $100'$ (primi centesimali) e ogni primo in $100''$ (secondi centesimali).

Altro sistema è quello **Millesimale**, in cui l'angolo giro è suddiviso in $6400^{''}$ (millesimi).

Per passare dall' uno all' altro sistema, si usano le seguenti formule:

$$\alpha^{\circ} = \frac{360}{400} \cdot \alpha^{\text{c}}$$

oppure

$$\alpha^{\circ} = \frac{360}{6400} \cdot \alpha^{\infty}$$

$$\alpha^{\text{c}} = \frac{400}{360} \cdot \alpha^{\circ}$$

oppure

$$\alpha^{\text{c}} = \frac{400}{6400} \cdot \alpha^{\infty}$$

$$\alpha^{\infty} = \frac{6400}{360} \cdot \alpha^{\circ}$$

oppure

$$\alpha^{\infty} = \frac{6400}{400} \cdot \alpha^{\text{c}}$$



L' utilità del sistema **Millesimale** sta nel fatto che **1°** è l' **angolo sotto il quale è “visto” 1 m. (metro) alla distanza di 1 Km. (Chilometro).**

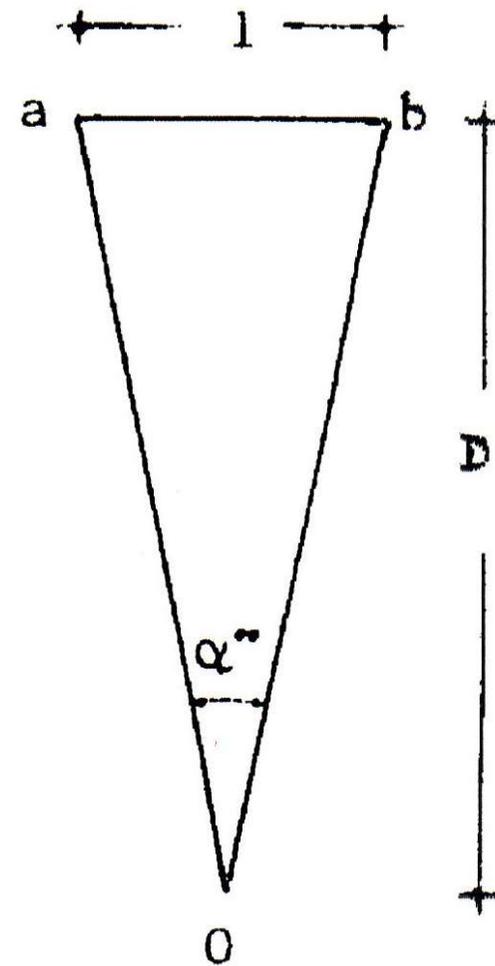
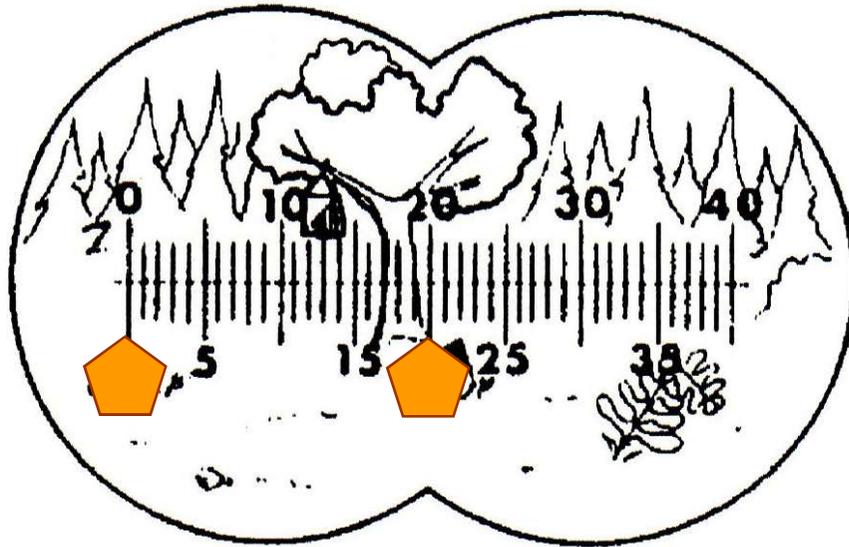
Per angoli non troppo ampi (**fino a 200°**) vale la relazione:

$$D = \frac{l}{\alpha^{''}}$$

cioè la **D**istanza è data dal rapporto tra la **l**unghezza dell'elemento che osservo e l' **α**ngolo in millesimi che sottende lo stesso elemento.

Vediamo un esempio.





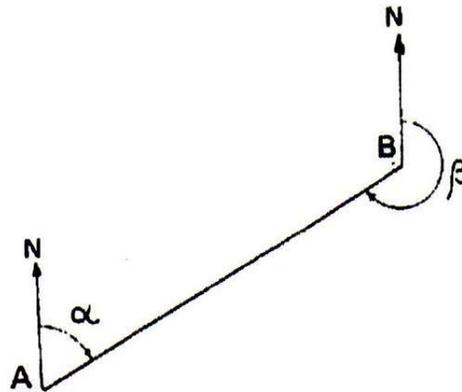
Nell'esempio riportato, sapendo che la distanza (**I**) tra le due pietre è uguale a **5 metri**, che la posizione di osservazione (mediante l'uso di un cannocchiale panoramico con reticolo sovrapposto al campo visivo) è perpendicolare a (**I**), che sul reticolo del cannocchiale l'angolo (**α°**) sotteso dalle due pietre è di **22°**, la distanza (**D**) risulta:

$$D = \frac{5m}{22^{\circ}} = 0,227 \text{ Km} = 227 \text{ m}$$



AZIMUT RECIPROCO

E' un elemento di fondamentale importanza in orientamento ed è alla base di molte tecniche.



Se α è l'azimut con cui da **A** è visto **B**, l'azimut reciproco di α è l'azimut con cui da **B** è visto **A**, cioè β .

In altre parole, se ci troviamo nel punto **A** e, traguardando a **B**, leggiamo sulla bussola un **azimut di 60°**, portandoci poi in **B** e traguardando ad **A**, leggeremo un angolo di **240°**, che è l'azimut reciproco del primo.

Ciò che è interessante, è che non è necessario portarsi in B per conoscere il valore dell'azimut reciproco, essendo sufficiente un semplice calcolo.

Se l'angolo α è **maggiore di 180°**, l'azimut reciproco si calcola **sottraendo da α 180°** ($\beta = \alpha - 180^\circ$).

Se α è **minore di 180°**, occorre **aggiungere 180°** ($\beta = \alpha + 180^\circ$).



RELAZIONE fra AZIMUT GEOGRAFICO, AZIMUT RETE e AZIMUT MAGNETICO

La misura degli azimut sulla carta viene effettuata in riferimento ai meridiani geografici o ai meridiani rete. Sul terreno, la bussola ci fornisce degli azimut magnetici, riferiti cioè ai meridiani magnetici.

Eccetto rarissime eccezioni, limitate nel tempo e nello spazio, meridiani geografici, rete e magnetici hanno direzioni diverse, quindi diverso sarà il valore dell'azimut di uno stesso punto, a seconda dell'asse polare considerato.



I MERIDIANI GEOGRAFICI convergono, nel nostro emisfero, tutti verso il Polo Nord Geografico, che è il punto d'intersezione fra asse di rotazione e superficie terrestre.

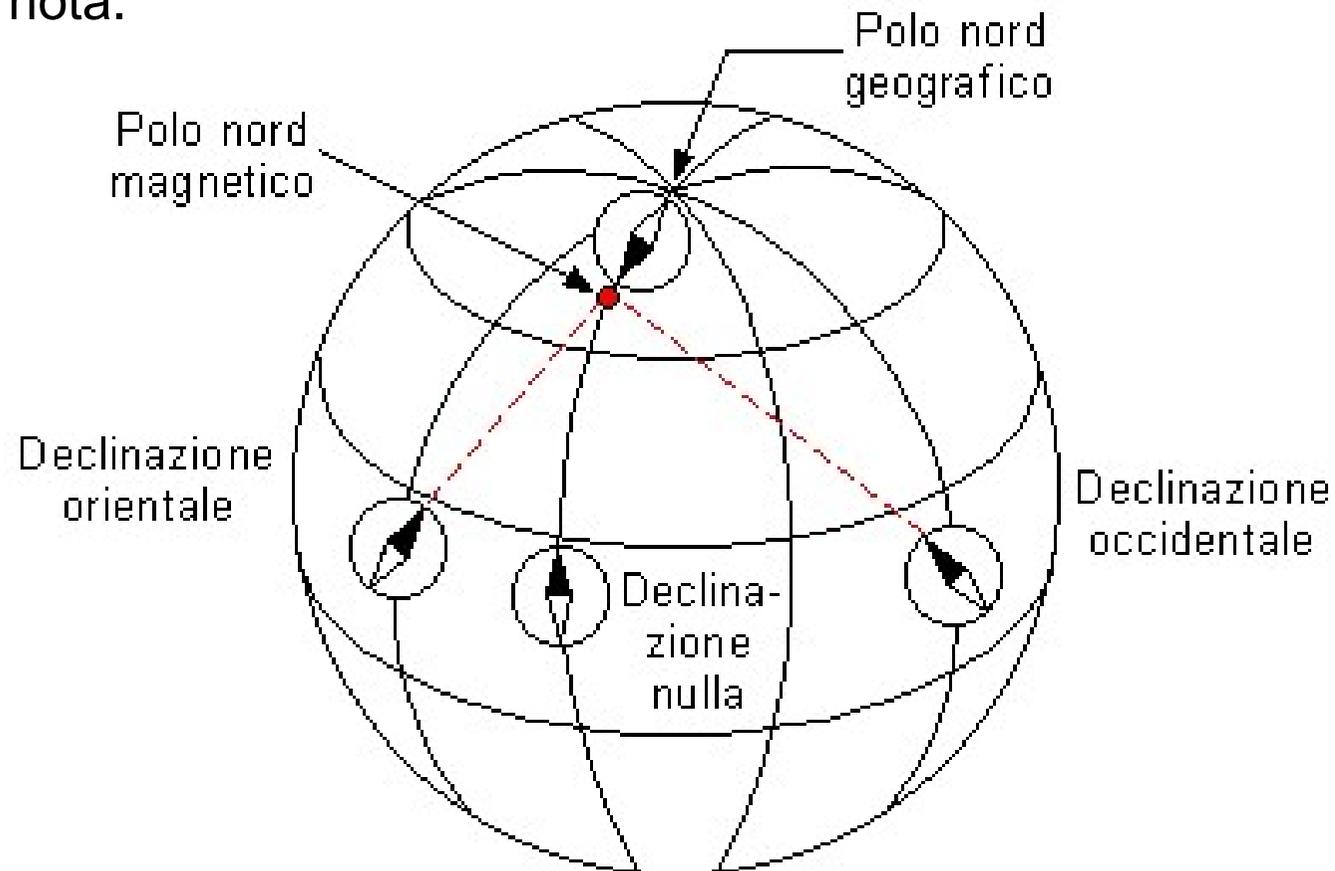
I MERIDIANI RETE sono tutti perfettamente paralleli fra loro (il Nord rete è quindi all'infinito) e ad un meridiano geografico particolare (il meridiano centrale del Fuso).

Mano a mano che i meridiani si allontanano da quest'ultimo, aumenta l'angolo che misura la differenza di direzione, il non parallelismo, fra meridiano geografico e meridiano rete.

Tale angolo prende il nome di CONVERGENZA RETE e si indica con γ (gamma).



I MERIDIANI MAGNETICI, rispetto a quelli geografici e rete che hanno una natura geometrico-convenzionale, hanno natura fisica e coincidono con le linee di forza del campo magnetico terrestre. Convergono verso il Polo Nord magnetico, la cui posizione varia con legge nota.



La differenza tra le direzioni dei meridiani geografici e magnetici si definisce DECLINAZIONE MAGNETICA e si indica con δ (delta).

I valori di CONVERGENZA RETE e di DECLINAZIONE MAGNETICA sono riportati sul bordo destro delle carte I.G.M. Mentre la Convergenza rete è immutabile nel tempo, la Declinazione magnetica va aggiornata in base al numero di anni trascorso dal rilevamento indicato sulla carta.

Noti i valori di correzione, sarà facile passare al confronto tra i valori rilevati sul terreno e quelli sulla carta.

Sulla carta I.G.M. sono indicate anche le **zone di anomalia magnetica**: se presenti, sono rappresentate con tratteggio nel grafico sul lato destro della carta.

In tali zone **le letture fatte con la bussola non sono attendibili.**



FINE 2^a Parte

