

# ***2-Elementi di Cartografia***

## Premessa

Le **Carte** all'inizio nascono come prodotto "grafico"; la Carta cioè è il tentativo di indicare con un disegno come l'Uomo vede e sente l'Ambiente/Territorio attorno a se stesso. Ma già allora si sentiva l'esigenza di staccarsi dal punto di osservazione a terra ed alzarsi per vedere un po' di più, con le carte ad esempio a "volo di uccello". E poi le "carte" diventano per necessità sempre più "allargate" e fanno vedere ad esempio tutta l'Italia o sue parti, tutta l'Europa, le terre emerse, ecc. Nascono quindi grossi problemi di congruenze nella rappresentazione e di omogeneizzazione, a seconda di chi le costruisce, degli scopi e degli interessi che cerca di difendere o di affermare, ecc. Si arriva presto al nodo principale che se la Terra è sferica, non può essere rappresentata, trasportata, per grosse superfici, sul piano della carta (la superficie sferica non è sviluppabile!) e nascono quindi le prime proiezioni geometriche e le equazioni delle carte (trattamento analitico) e cioè si possono creare carte senza deformazioni angolari o areali o con minime deformazioni lineari- Si creano collegamenti necessari con la Geodesia. L'Italia arriva tardi a creare la sua cartografia unitaria oggettiva (si parte dopo le guerre per l'Unità-1861) rispetto ad esempio alle altre nazioni europee e per tutta la fine del secolo XIX e gli inizi del XX viene fatto il grande sforzo della formazione della cartografia nazionale a scala principale 1:25.000 da parte dell'**IGMI**, con scopi dapprima militari ma poi essenzialmente civili. Anzi in questi ultimi decenni diventa sempre più necessario disporre di carte a grande scala: nascono così le carte tecniche regionali a scale 1:10.000 e 1: 5.000. Si ricorda che esistevano già le **carte catastali**, nate per motivi economici -fiscali su iniziative dei poteri locali (regno lombardo -veneto, regno delle due Sicilie, ecc), già a fine del settecento.. Anche per queste è stata fatta un'azione di unificazione e di omogeneizzazione da parte del Catasto italiano.

Esistono anche carte speciali quali ad esempio quelle dell'Istituto Idrografico della Marina che interessano tutte le zone delle coste e quelle dell'Istituto Nazionale Geologico, per la descrizione anche a scale 1:100.000 della natura del territorio., ecc. La Fotogrammetria ha svolto un ruolo molto importante nella costruzione della cartografia recente. Le carte quindi da prodotto iniziale grafico diventano sempre più ricche di significati qualitativi e quantitativi, sino a giungere alla così detta "cartografia numerica", con l'avvento dei calcolatori elettronici che ne gestiscono quasi tutto il processo (carte = archivi numerici).

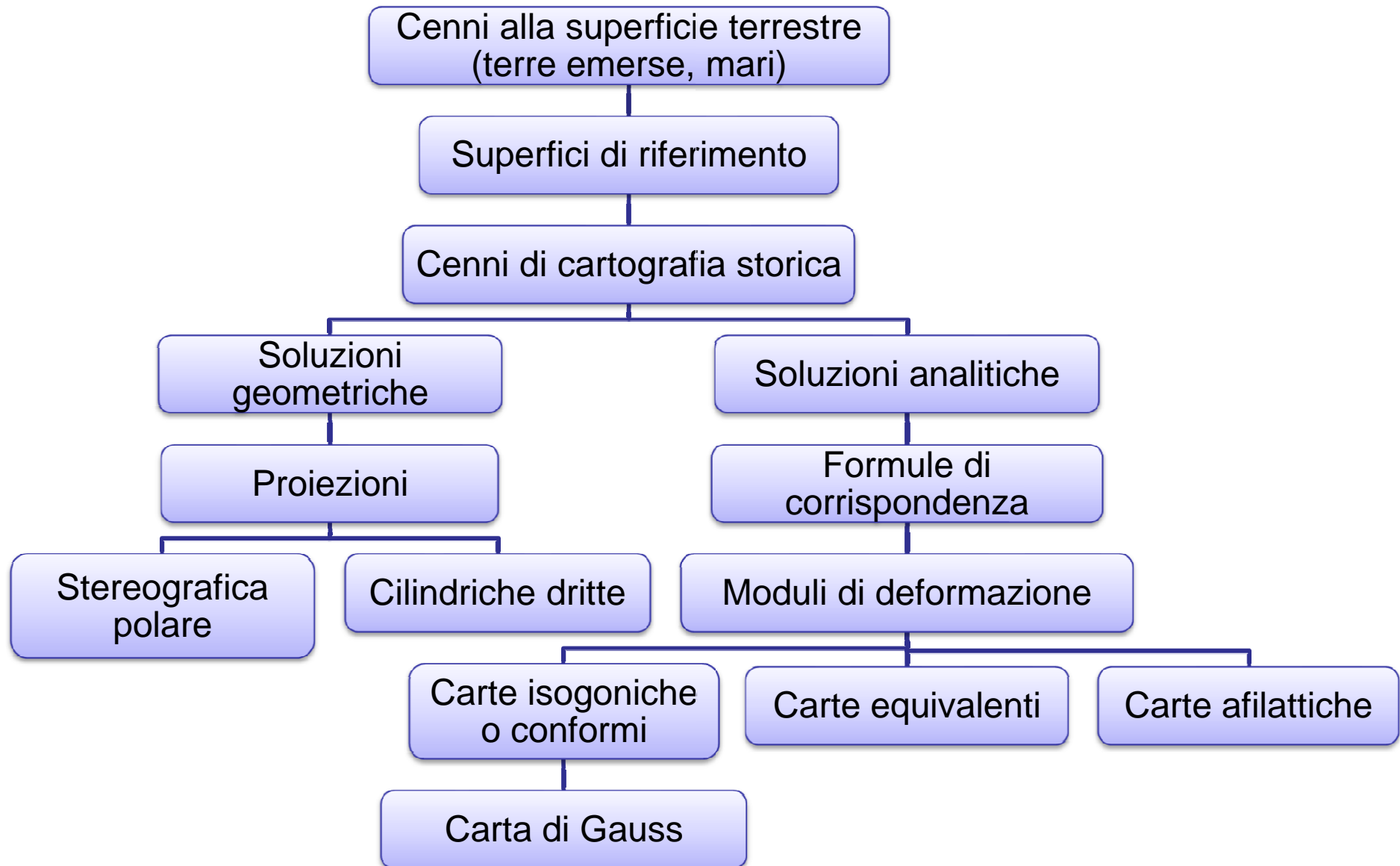
Vengono qui trattati i seguenti argomenti:

- Classificazioni ed utilizzi; Proiezioni e cartografia analitica
- Moduli di deformazione ed equazioni delle carte ; Carta di Gauss e cartografia ufficiale italiana
- Sistemi di riferimento; coordinate geografiche, Gauss-Boaga e U. T. M.; Sistema di riferimento catastale
- Cenni di cartografia numerica

## 2- Indice CARTOGRAFIA

1. Schemi introduttivi	4
2. Pianeta Terra	6
3. Classificazioni	8
4. Utilizzo	12
5. Classificazione Proiezioni	14
6. Proiezione stereografica polare	17
7. Proiezione cilindrica dritta	19
8. Cartografia analitica	21
9. Moduli di deformazione	22
10. Equazioni delle Carte	28
11. Carta di Gauss e calcoli geodetici nel piano di Gauss	35
12. Ellissoidi	42
13. Cartografia ufficiale italiana	45
14. Proiezione di Mercatore	46
15. Proiezione conforme di Gauss per l' Italia	50
16. Sistemi di riferimento	54
17. Cartografia I. G. M. I.	55
18. Coordinate geografiche e Gauss-Boaga	73
19. Reticolato chilometrico U T M	77
20. Sistema di riferimento catastale	83
21. Cenni di Cartografia Numerica	91

# CARTOGRAFIA



## CARTOGRAFIA UFFICIALE ITALIANA I.G.M.I

- +(Cartografie tematiche e Cartografia catastale)

1875

- proiezione di Flamsteed equivalente

- Proiezione di Bonne

1940

- Carta conforme di Gauss

- Fusi (ovest- est) 6°

1946

- Rappresentazione U.T.M.

1980

- Carte tecniche regionali

- Concetti di cartografia numerica

# PIANETA TERRA

## **Superficie totale**

510000000 km<sup>2</sup>

## **Superficie terre emerse**

149450000 km<sup>2</sup>

## **Superficie Europa**

10396839 km<sup>2</sup>

## **Superficie Asia**

44443738 km<sup>2</sup>

## **Superficie America (sett.+cent.)**

24227189 km<sup>2</sup>

## **Superficie America meridionale**

17833382 km<sup>2</sup>

## **Superficie Australia**

8939562 km<sup>2</sup>

## **Superficie Antartide**

13176727 km<sup>2</sup>

## **Superficie Italia**

324000 km<sup>2</sup>

- Le aree incolte e improduttive sono variabili e possono giungere in alcuni casi al 50% del totale.

- In Europa rimangono ancora (~ 2000÷2002 ) più di 500.000 km<sup>2</sup> con CARTOGRAFIA a scala minore di 1:250.000

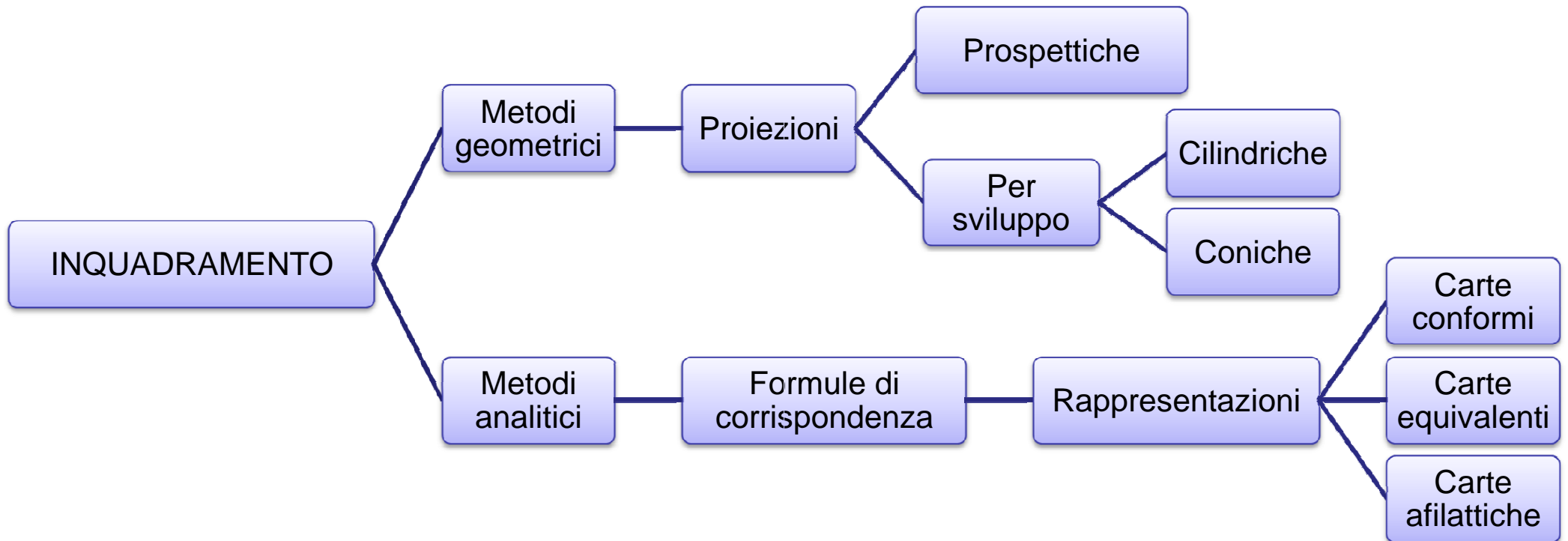
# UTILIZZO CARTE

Strumenti di comunicazione  
per fornire informazioni su  
come certi fenomeni sono  
distribuiti sul territorio.

Strumenti per la registrazione  
e la trasmissione  
di informazioni su fenomeni  
fisici e sociali.

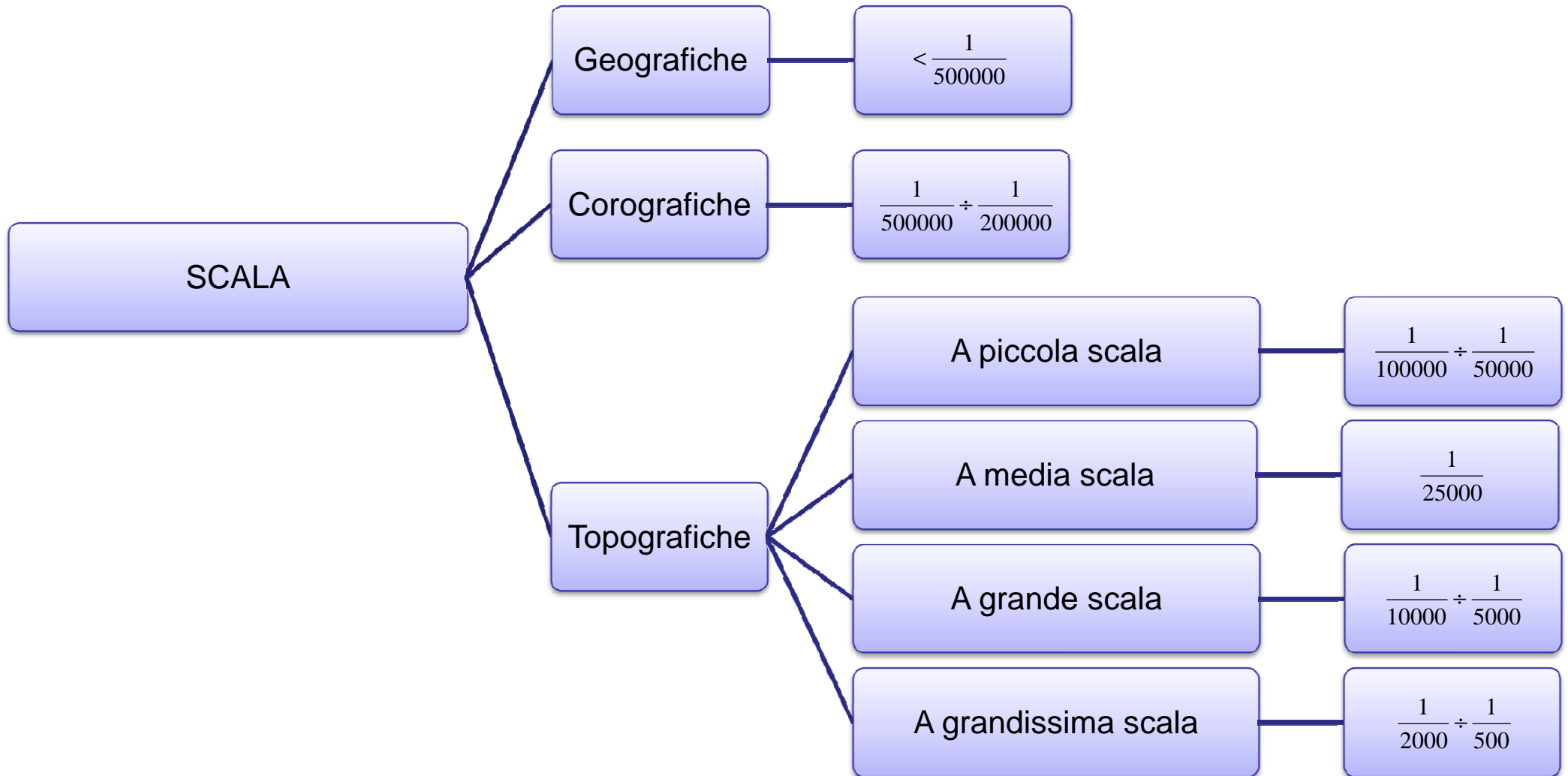
“Banca dati”  
sistema di recupero di  
informazioni spaziali.

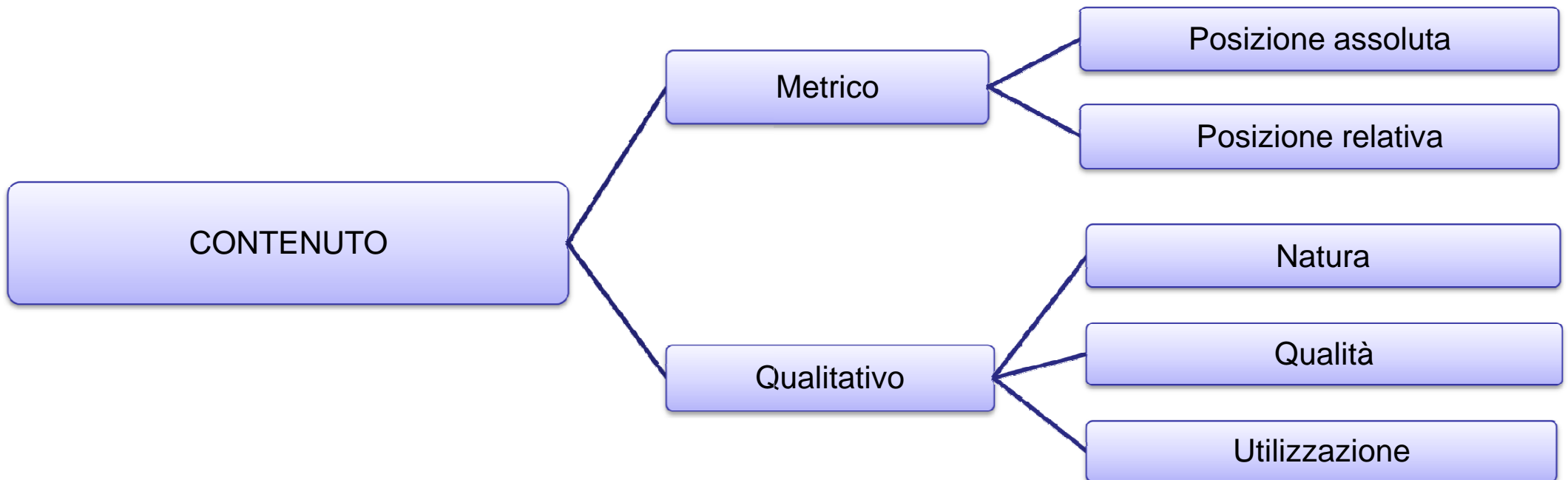
# CLASSIFICAZIONE delle CARTE

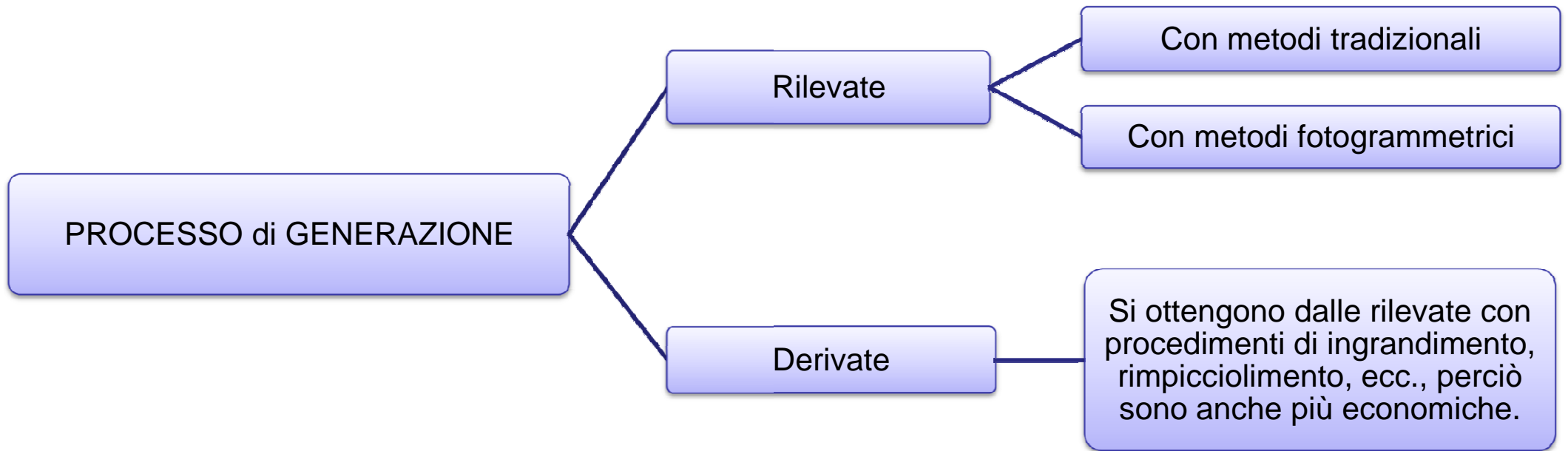




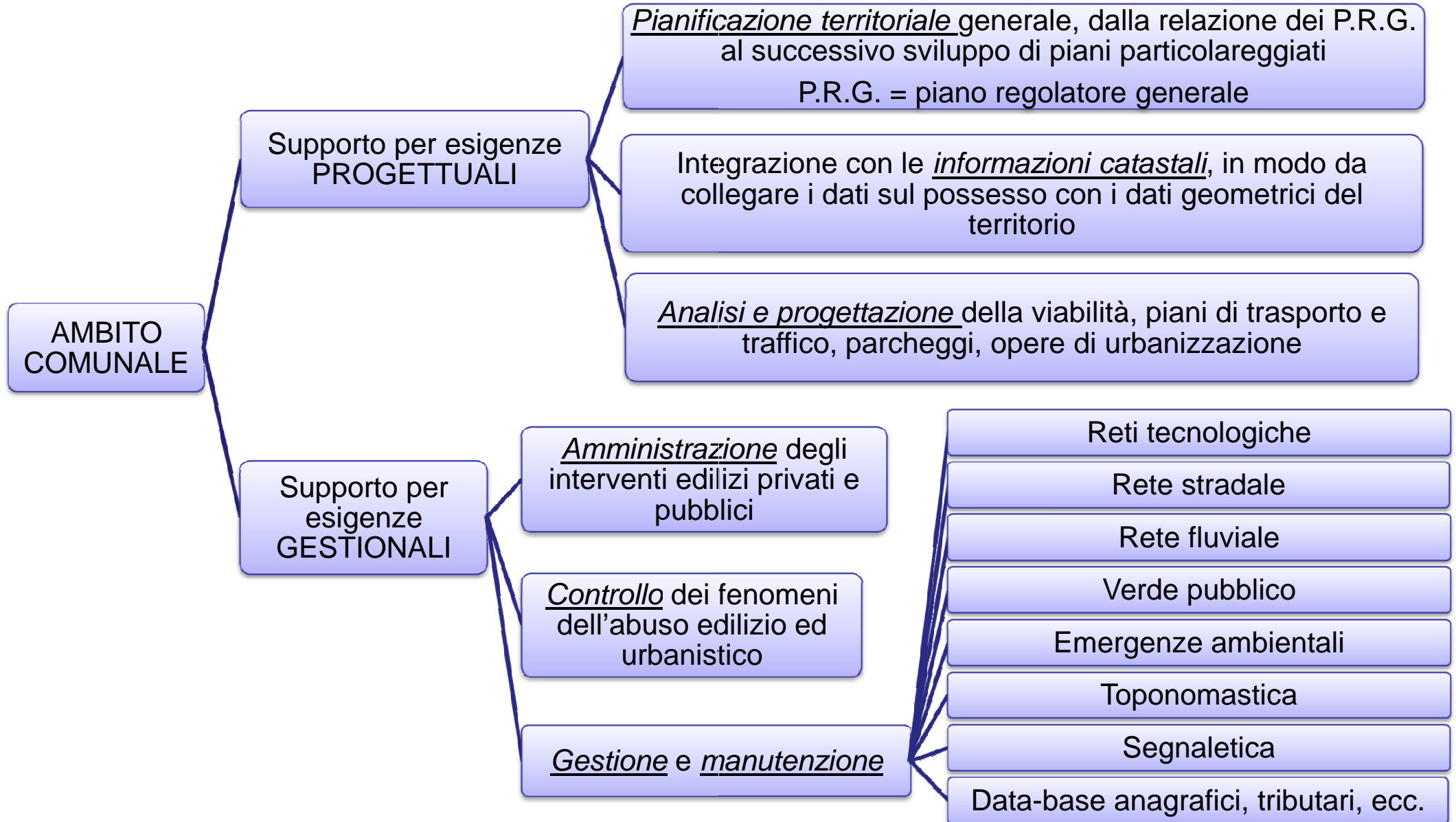
# CLASSIFICAZIONE delle CARTE

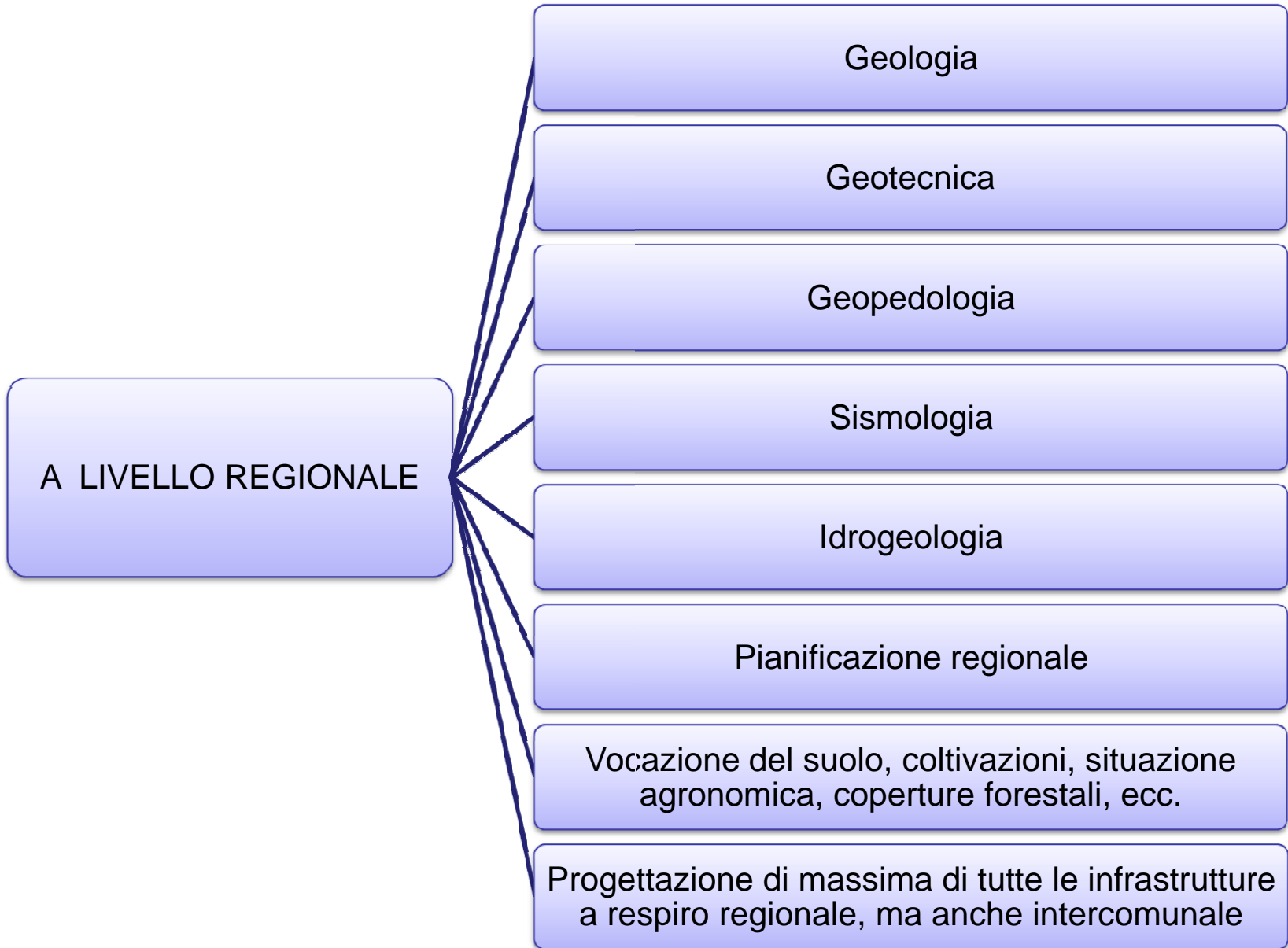




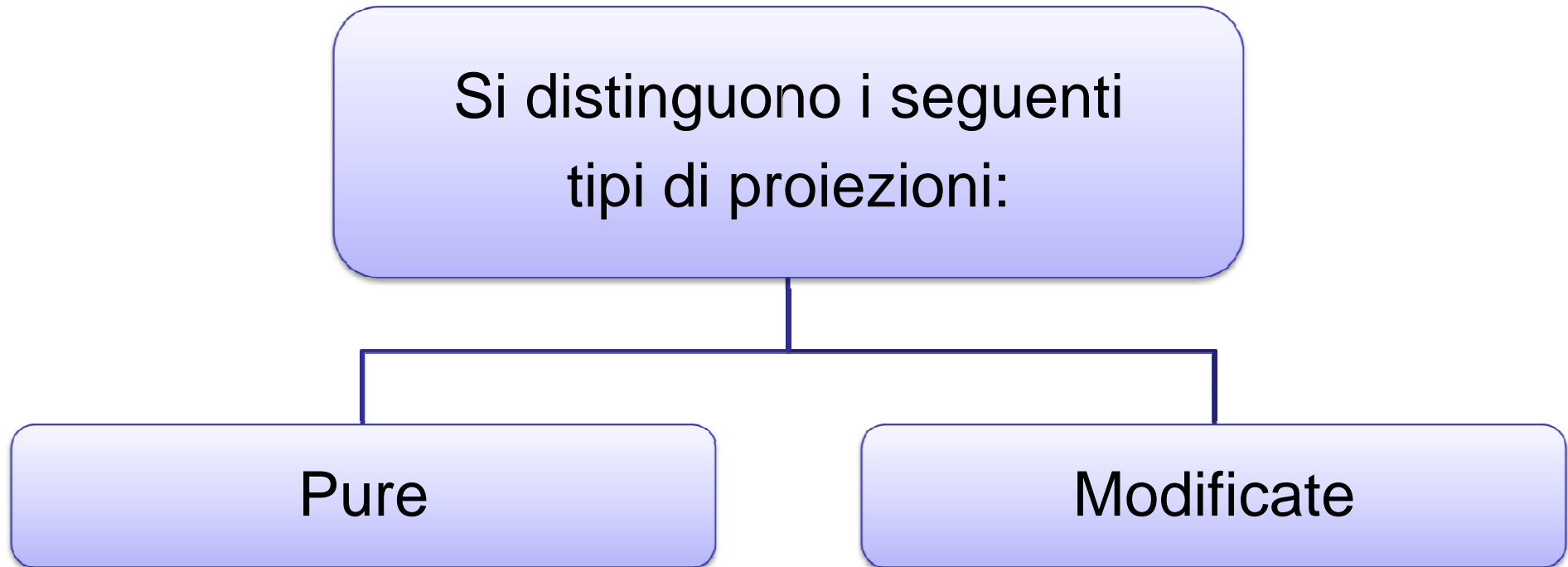


# UTILIZZO delle CARTE





# CLASSIFICAZIONE delle PROIEZIONI



## TAVOLA DELLE PROIEZIONI PROSPETTICHE PURE

### In riferimento alla posizione del PUNTO di PROIEZIONE

#### CENTROGRAFICHE o GNOMONICHE

- Punto nel centro

#### STEREOGRAFICHE

- Punto sulla sfera

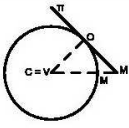
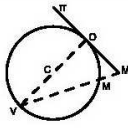
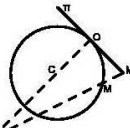
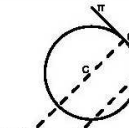
#### SCENOGRAFICHE

- Punto fuori dalla sfera

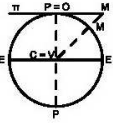
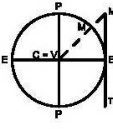
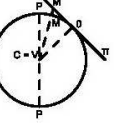
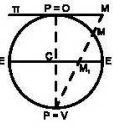
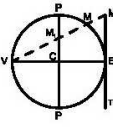
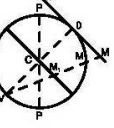
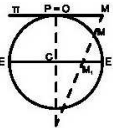
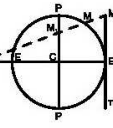
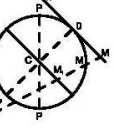
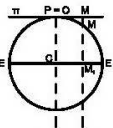
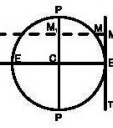
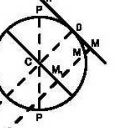
#### ORTOGRAFICHE

- Punto all'infinito

Secondo la posizione del punto di vista

			
gnomonica	stereografica	scenografica	ortografica

Secondo la posizione del punto di vista

polari	meridiane	azimutali
		
		
		
		

C = centro della Terra  
V = punto di vista  
TT = traccia del quadro  
O = centro della proiezione

M = punto generico obiettivo  
MM = rappresentazione subiettiva di M  
PP = asse polare  
EE = equatore

### In riferimento alla posizione del QUADRO

#### POLARE

- Quadro tangente ad un polo

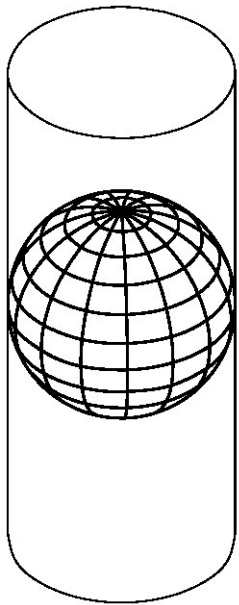
#### EQUATORIALE

- Quadro tangente all'equatore

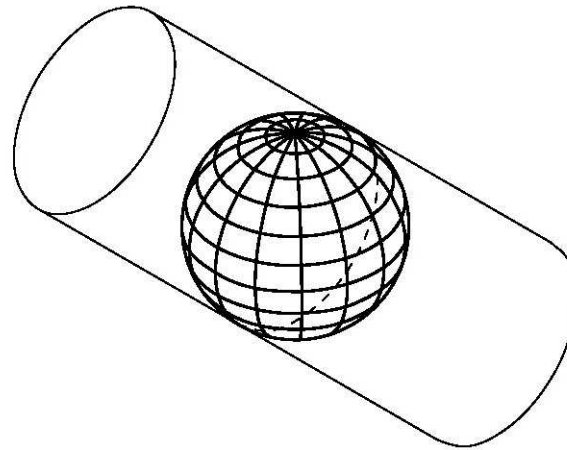
#### OBLIQUA

- Quadro tangente alla sfera in punto qualunque

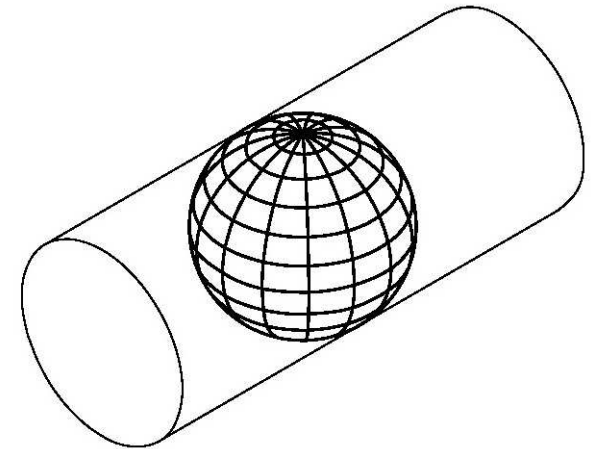
# Modelli proiettivi



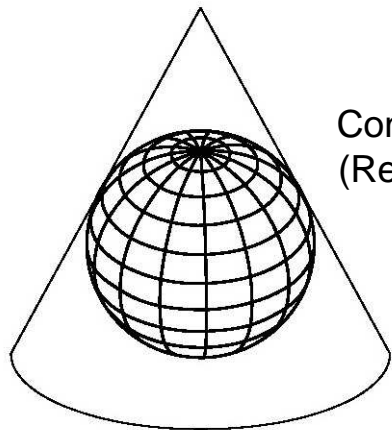
Cilindrica Regolare  
(Regular Cylindrical)



Cilindrica Trasversale  
(Transverse Cylindrical)

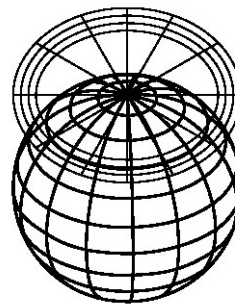


Cilindrica Obliqua  
(Oblique Cylindrical)

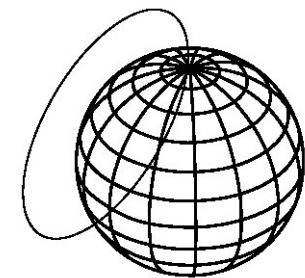


Conica regolare  
(Regular Conic)

FIG.1



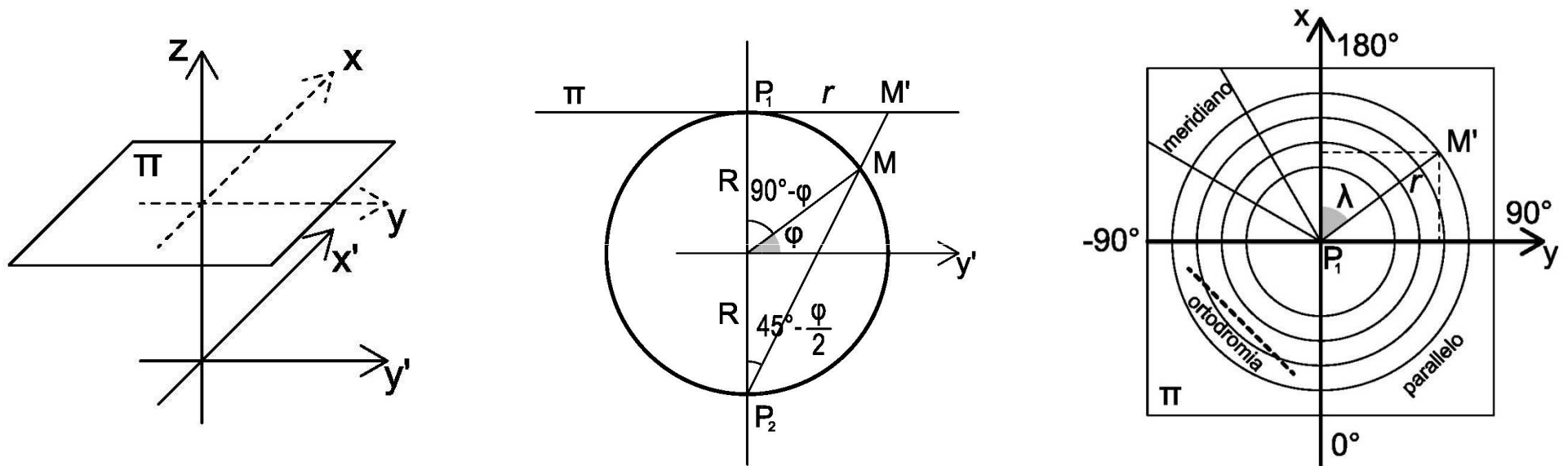
Polare azimutale piana  
(Transverse Conic)



Obliqua azimutale piana  
(Oblique Conic)



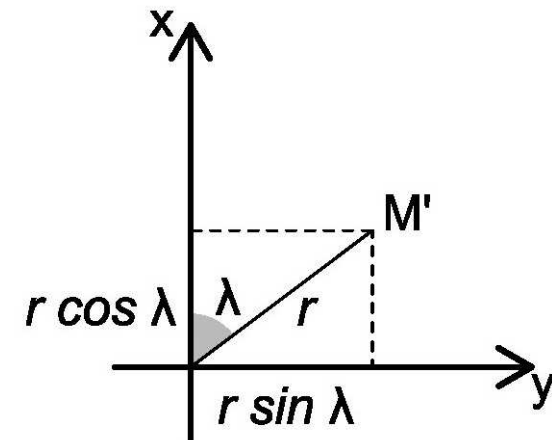
# Proiezione stereografica polare (prospettica)



$$r = M'P_1 = 2R \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$\begin{cases} x = r \cos \lambda = 2R \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \cos \lambda \\ y = r \sin \lambda = 2R \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \sin \lambda \end{cases}$$

FIG. 2



Eliminando  $\lambda$  si hanno le equazioni dei **paralleli** ( $\varphi = \text{costante} \rightarrow$  sono circonferenze)

Eliminando  $\varphi$  si hanno le equazioni dei **meridiani** ( $\lambda = \text{costante} \rightarrow$  sono rette)

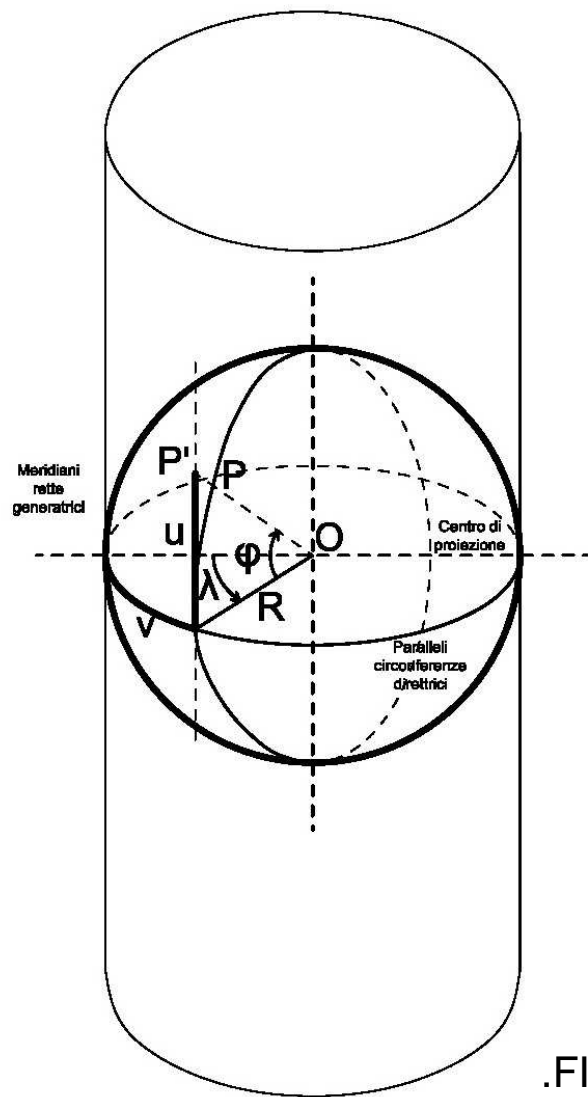
Questa proiezione conviene per rappresentare zone vicino ai poli.

E' usata principalmente:

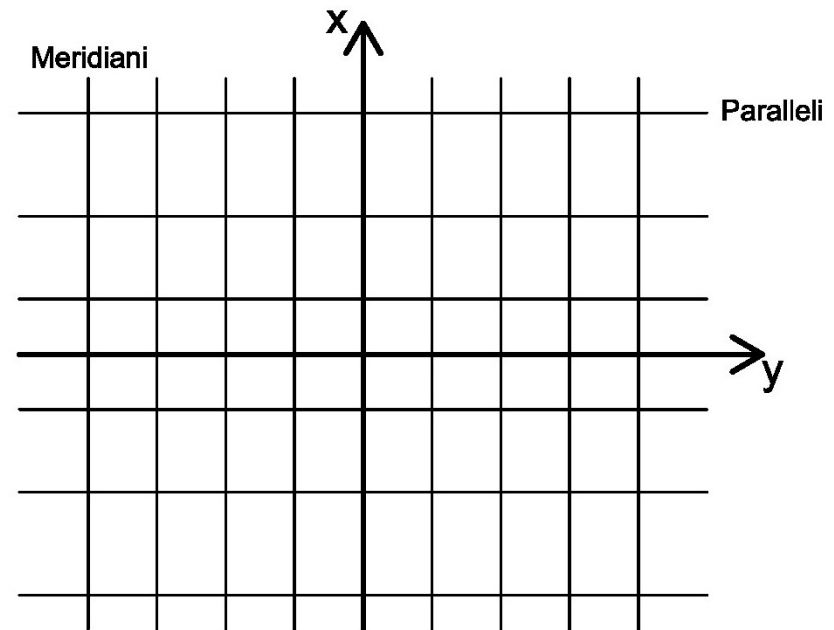
- Nelle carte internazionali del mondo 1:1.000.000
- Nella carta aeronautica del mondo OACI-WAC
- Nella carta U.P.S (analoga alla U.T.M per le calotte polari)

E' una proiezione **CONFORME**; in questa carta l' **ortodromia** (ossia la geodetica) si può considerare rettilinea nell' ambito di un foglio.

# Proiezione cilindrica dritta



.FIG.3

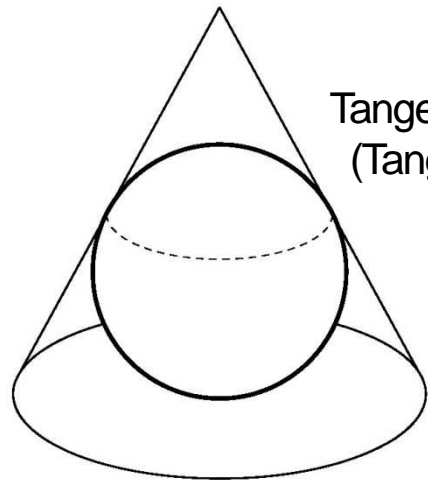


È una rappresentazione AFILATTICA

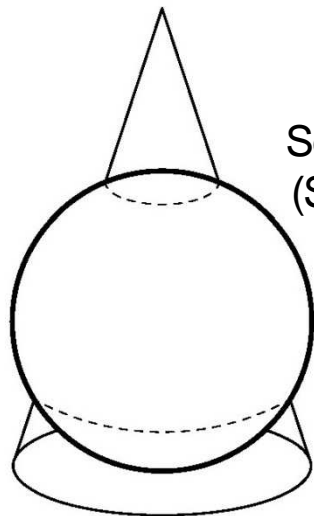
$$\begin{cases} y = R \cdot \lambda = v \\ x = R \cdot \operatorname{tg} \varphi = u \end{cases}$$

# Proiezione conica e proiezione cilindrica

## Coni tangenti e secanti

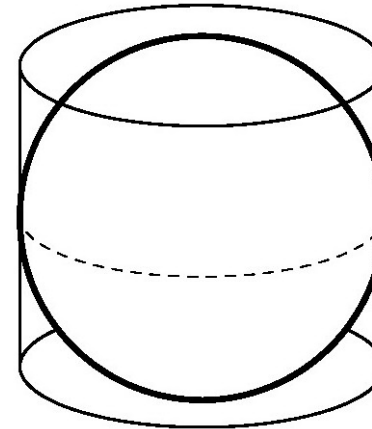


Tangente ad un parallelo standard  
(Tangent one standard parallel)

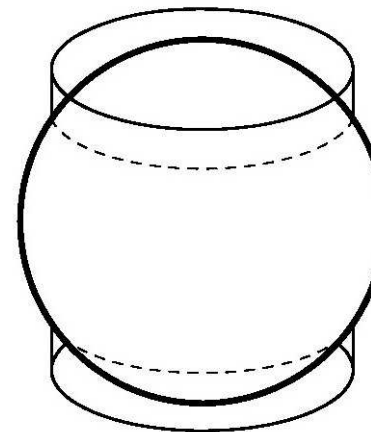


Secante a due paralleli standard  
(Secant two standard parallels)

## Cilindri tangenti e secanti



Tangente ad un parallelo standard  
(Tangent one standard parallel)



Secante a due paralleli standard  
(Secant two standard parallels)

FIG.4

# CARTOGRAFIA ANALITICA

E' possibile estrapolare la rappresentazione cartografica tramite metodi analitici.

Un punto P della superficie di riferimento viene individuato sul piano cartografico dall'intersezione delle trasformate del parallelo ( $\varphi = \text{cost.}$ ) e del meridiano ( $\lambda = \text{cost.}$ ) passanti per il punto reale.

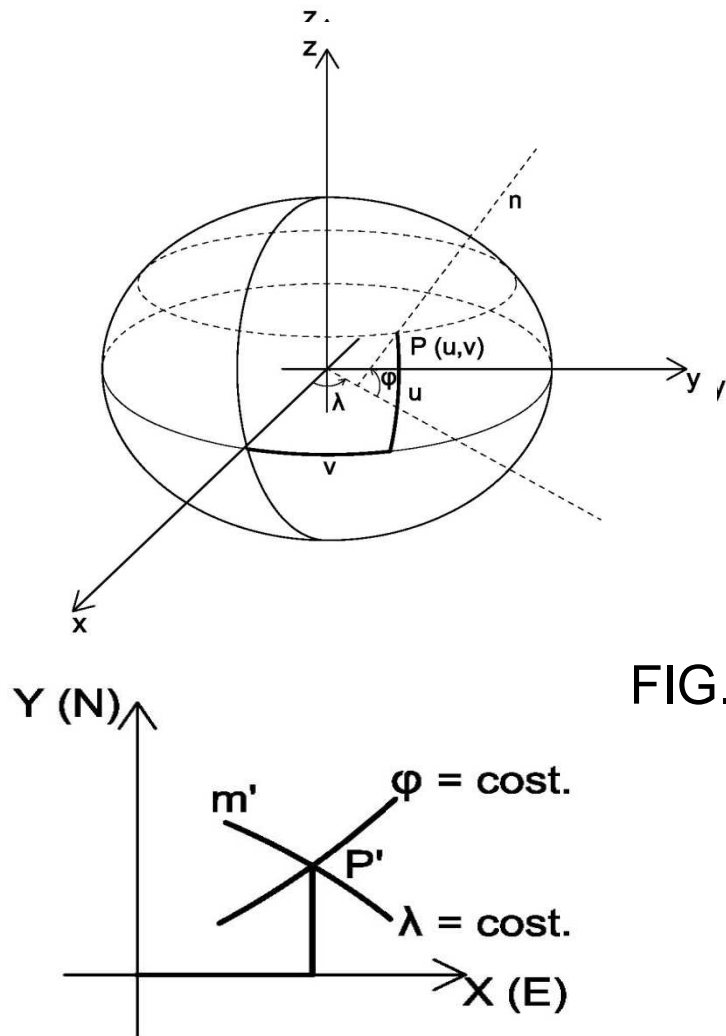


FIG.5

## FORMULE di CORRISPONDENZA

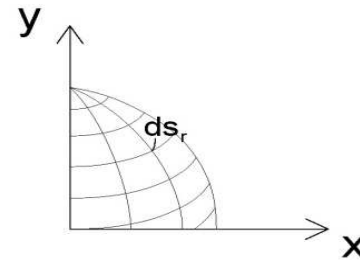
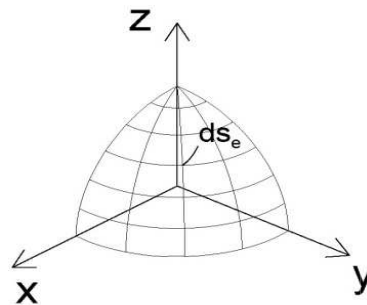
$$\begin{cases} x = x'(\varphi, \lambda) \\ y = y'(\varphi, \lambda) \end{cases} \quad \begin{cases} x = x(u, v) \\ y = y(u, v) \end{cases}$$

( $\lambda, \varphi$ ) rappresentano le coordinate ellissoidiche, mentre ( $u, v$ ) le coordinate curvilinee che precisano le distanze sulla superficie di riferimento.

# Moduli di deformazione

- **lineare**

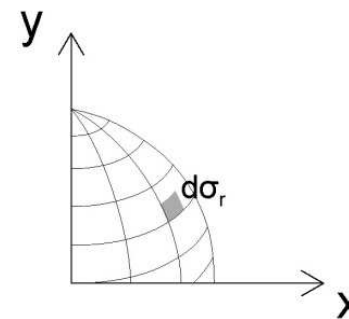
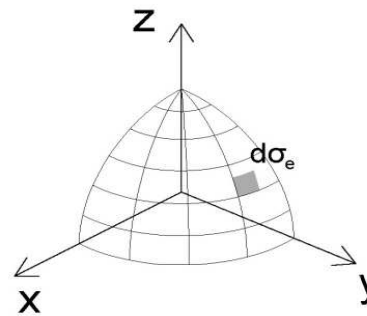
Rapporto tra la lunghezza dell'arco infinitesimo misurato sul piano cartografico e la lunghezza dello stesso arco sull'ellissoide.



$$m = \frac{ds_r}{ds_e}$$

- **areale**

Rapporto tra l'area infinitesima misurata sul piano cartografico e l'area corrispondente sull'ellissoide.

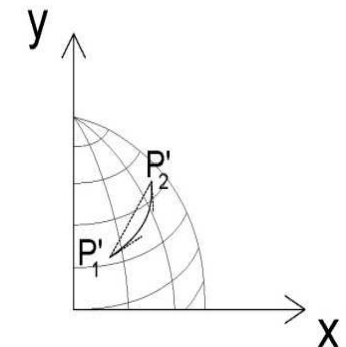
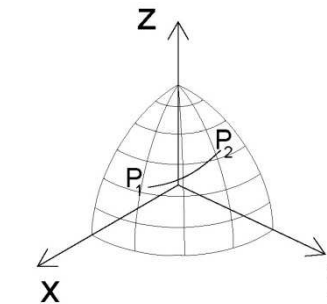
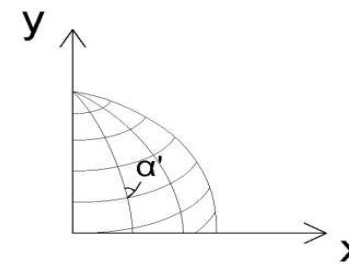
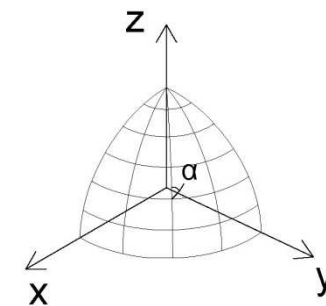


$$m_A = \frac{d\sigma_r}{d\sigma_e}$$

FIG.6

- **angolare**

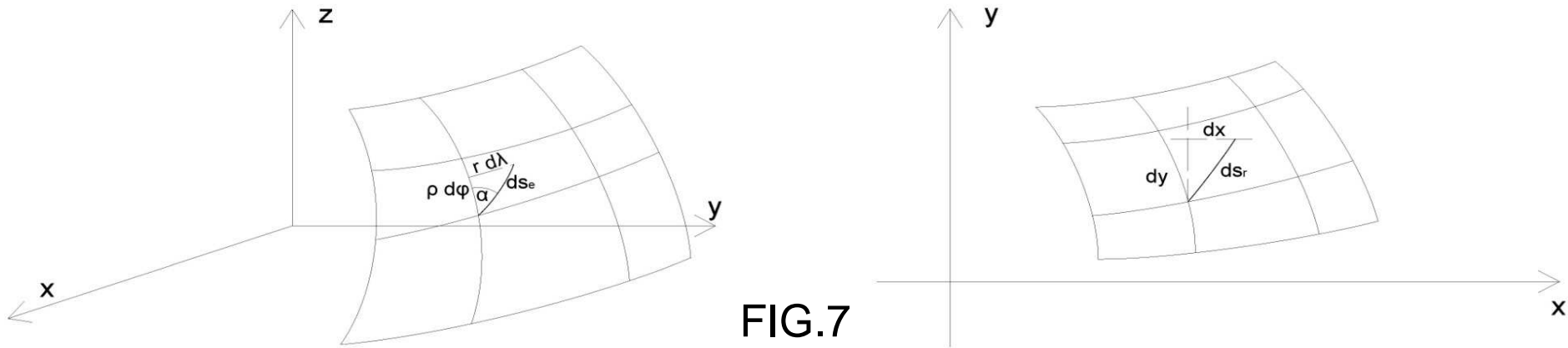
Differenza tra il valore di un angolo misurato sul piano cartografico, in riferimento alla trasformato di un arco di geodetica, ed il suo valore sulla superficie del geode, misurato in riferimento al medesimo arco di geodetica.



Trasformazione lineare di arco di geodetica

$$\delta = \alpha_r - \alpha_e = \alpha' - \alpha$$

# Modulo di deformazione LINEARE



Si consideri un elemento lineare di lunghezza infinitesima sull'ellissoide ( $ds_e$ ).  
In riferimento al triangolo infinitesimo costruito su di esso, sapendo che:

- l'arco infinitesimo di parallelo ha valore :  $r \cdot d\lambda$
- l'arco infinitesimo di meridiano ha valore:  $\rho \cdot d\varphi$

si applica il teorema di Pitagora:

$$(1) \quad ds_e^2 = r^2 \cdot d\lambda^2 + \rho^2 \cdot d\varphi^2$$

Sul piano cartografico XY, si ricavano le coordinate degli estremi dell'elemento lineare, la cui distanza infinitesima è data da:

$$(2) \quad ds_r^2 = dx^2 + dy^2$$

Riconsiderando le formule di corrispondenza:

$$\begin{cases} x = x'(\varphi, \lambda) \\ y = y'(\varphi, \lambda) \end{cases}$$

si ricavano gli incrementi infinitesimi di ascissa e di ordinata:

$$dx = \frac{\partial x}{\partial \varphi} \cdot d\varphi + \frac{\partial x}{\partial \lambda} \cdot d\lambda$$

$$dy = \frac{\partial y}{\partial \varphi} \cdot d\varphi + \frac{\partial y}{\partial \lambda} \cdot d\lambda$$

Sostituendo nella (2) si ottiene:

$$\begin{aligned} ds_r^2 &= \left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \varphi} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \varphi} \right)^2 \right] \cdot d\varphi^2 + 2 \left[ \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} + \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right] \cdot d\varphi d\lambda + \left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right] \cdot d\lambda^2 = \\ &= e \cdot d\varphi^2 + 2f \cdot d\varphi d\lambda + g \cdot d\lambda^2 \end{aligned}$$



Gli archi infinitesimi di meridiano e parallelo sono determinabili come:

$$\begin{aligned} \rho \cdot d\varphi &= ds_e \cdot \cos \alpha \\ r \cdot d\lambda &= ds_e \cdot \sin \alpha \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \begin{aligned} d\varphi &= \frac{ds_e}{\rho} \cos \alpha \\ d\lambda &= \frac{ds_e}{r} \sin \alpha \end{aligned}$$

Si calcola dunque il valore di modulo di deformazione lineare, ponendo:

$$m = \frac{ds_r}{ds_e}$$

Si ricava pertanto:

$$m^2 = \frac{e}{\rho^2} \cos^2 \alpha + \frac{2f}{r\rho} \sin \alpha \cos \alpha + \frac{g}{r^2} \sin^2 \alpha$$

o alternativamente:

$$m^2 = e^* \cos^2 \alpha + 2f^* \sin \alpha \cos \alpha + g^* \sin^2 \alpha$$

e si calcola la radice.

# Modulo di deformazione AREALE

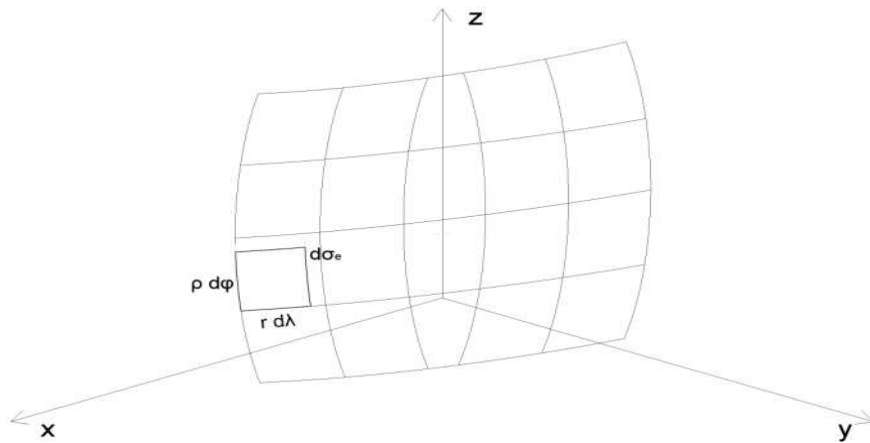
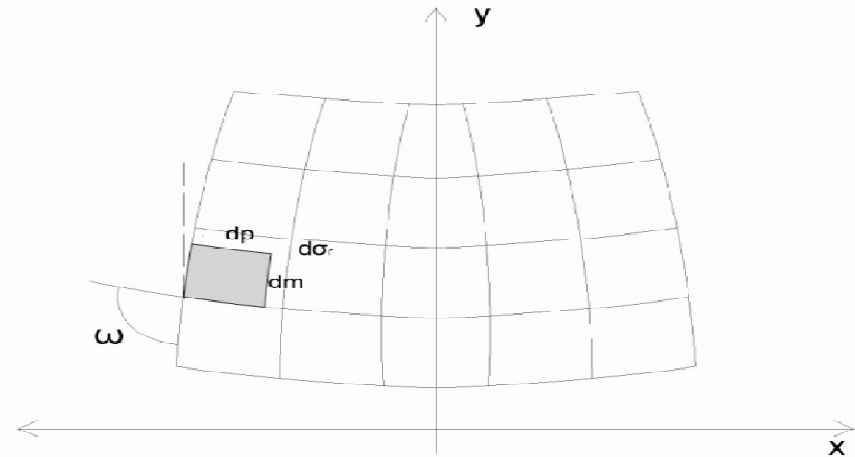


FIG.8



I valori assunti dall'area infinitesima rispettivamente sull'ellissoide e sulla carta sono:

$$d\sigma_e = \rho \cdot d\varphi \cdot r \cdot d\lambda$$

$$d\sigma_r = \rho \cdot d\varphi \cdot \sqrt{e^*} \cdot r \cdot d\lambda \cdot \sqrt{g^*} \cdot \text{sen}\omega$$

Dove :

$\omega$  = l'angolo formato tra la trasformata del parallelo e la trasformata del meridiano, che solitamente è diverso da  $\frac{\pi}{2}$ .

Dalla definizione di modulo di deformazione areale, si ricava il valore:

$$m_A = \frac{d\sigma_r}{d\sigma_e} = \sqrt{e^* \cdot g^*} \cdot \text{sen}\omega = \frac{\sqrt{e \cdot g}}{r \cdot \rho} \cdot \text{sen}\omega = \frac{1}{r\rho} \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)$$

# Moduli di deformazione: RIEPILOGO

- **MODULO di DEFORMAZIONE LINEARE**  $m^2 = e^* \cos^2 \alpha + 2f^* \sin \alpha \cos \alpha + g^* \sin^2 \alpha$

con:

$$e^* = \frac{e}{\rho^2} = \frac{\left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \varphi} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \varphi} \right)^2 \right]}{\rho^2} \quad f^* = \frac{f}{r\rho} = \frac{\left[ \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} + \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right]}{r\rho} \quad g^* = \frac{g}{r^2} = \frac{\left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right]}{r^2}$$

- **MODULO di DEFORMAZIONE AREALE**

$$m_A = \frac{1}{r\rho} \cdot \left( \frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)$$

- **MODULO di DEFORMAZIONE ANGOLARE**

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\left( \frac{\rho}{r} \sqrt{\frac{g}{e}} - 1 \right) \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\frac{\rho}{r} \sqrt{\frac{g}{e}} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

# EQUAZIONI DELLE CARTE

## • CARTE CONFORMI

Sono carte ISOGONE, ovvero l'angolo formato da due elementi infinitesimi sull'ellissoide (angolo tra le tangenti a due linee uscenti da un punto) è uguale all'angolo formato tra le tangenti alle trasformate di tali linee sulla piano cartografico della rappresentazione. Quindi nelle carte conformi la **deformazione angolare risulta nulla**:

$$m_{\alpha} = 0 \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{g}{e} \frac{\rho}{r}} - 1 = 0 \quad \Rightarrow \quad g = \frac{r^2}{\rho^2} e$$

Inoltre fissato un punto:  
 $m_l = \text{cost} \quad \forall \alpha_e$

$$m_l = \sqrt{\frac{e + 2f \frac{\rho}{r} \text{tg} \alpha_e + e \cdot \text{tg}^2 \alpha_e}{\rho^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha_e)}} = \sqrt{\frac{e(1 + \text{tg}^2 \alpha_e) + 2f \frac{\rho}{r} \text{tg} \alpha_e}{\rho^2 (1 + \text{tg}^2 \alpha_e)}}$$

Ponendo  $f = 0$  si ottiene:

$$m_l = \sqrt{\frac{e}{\rho^2}}$$

Le condizioni che caratterizzano le carte conformi sono, dunque:

$$\begin{cases} g = \frac{r^2}{\rho^2} e \\ f = 0 \end{cases}$$

Si introduce un parametro  $u$  (detto **latitudine ridotta o isometrica**) legato a  $\varphi$  dalla seguente relazione:

$$u = \int_0^{\varphi} \frac{\rho}{r} d\varphi = \ln \left\{ \left( \frac{1 - e \cdot \operatorname{sen} \varphi}{1 + e \cdot \operatorname{sen} \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right\}$$

Si può pertanto scrivere, a seguito di alcuni calcoli:

$$\begin{cases} \frac{\partial y}{\partial u} = \frac{\partial x}{\partial \lambda} \\ \frac{\partial x}{\partial u} = -\frac{\partial y}{\partial \lambda} \end{cases} \quad (1)$$

Le equazioni delle carte conformi possono anche essere scritte usando la seguente relazione:

$$x+i \cdot y = F(u+i \cdot \lambda)$$

Sviluppando, e separando la parte reale da quella immaginaria, si ottiene la forma definitiva delle equazioni delle carte conformi:

$$\begin{cases} x = F(u) - \frac{\lambda^2}{2} \cdot F''(u) + \dots \\ y = \lambda \cdot F'(u) - \frac{\lambda^3}{3} \cdot F'''(u) + \dots \end{cases}$$
$$x+i \cdot y = F(u) + i \cdot \lambda \cdot F'(u) - \frac{\lambda^2}{2} \cdot F''(u) - i \cdot \frac{\lambda^3}{3} \cdot F'''(u) + \dots$$

## • CARTE EQUIVALENTI

Nelle rappresentazioni equivalenti ***il modulo di deformazione superficiale è unitario su tutta la carta.***

$$m_A = 1$$

Le carte equivalenti devono dunque soddisfare:

$$\frac{\partial y}{\partial u} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial u} \frac{\partial y}{\partial \lambda} = r^2 \quad (2)$$

Oppure:

$$\frac{\partial y}{\partial \varphi} \frac{\partial x}{\partial \lambda} - \frac{\partial x}{\partial \varphi} \frac{\partial y}{\partial \lambda} = \rho r \quad (2)$$

### OSSERVAZIONE

Non è possibile che il sistema (1) e l'equazione differenziale (2) vengano soddisfatte contemporaneamente. Ne deriva che una carta può essere o ISOGONA o EQUIVALENTE, ma non può possedere entrambe le proprietà.

# EQUAZIONI delle CARTE CONFORMI

Si sono già ricavate le relazioni che devono essere soddisfatte da una carta conforme:

$$\begin{cases} Y = f^I(u) \cdot \lambda - \frac{1}{6} \cdot f^{III}(u) \cdot \lambda^3 + \frac{1}{120} f^V(u) \cdot \lambda^5 - \dots = a_1 \lambda + \frac{1}{6} a_3 \lambda^3 + \frac{1}{120} a_5 \lambda^5 + \dots \\ X = f(u) - \frac{1}{2} \cdot f^{II}(u) \cdot \lambda^2 + \frac{1}{24} f^{IV}(u) \cdot \lambda^4 - \dots = M - \frac{1}{2} a_2 \lambda^2 + \frac{1}{24} a_4 \lambda^4 - \dots \end{cases}$$

Il valore M che compare è dato da:

$$M = Y(\lambda = 0) = f(u) = \int_0^u r \cdot du = \int_0^\varphi \rho \cdot d\varphi = A\varphi - B \operatorname{sen}2\varphi + C \operatorname{sen}4\varphi - D \operatorname{sen}6\varphi + \dots$$

Dove:

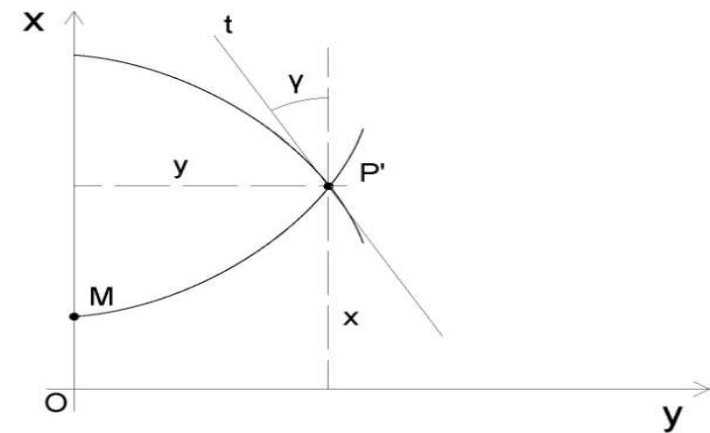
$$A = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \frac{45}{64}e^4 + \frac{175}{256}e^6 + \dots$$

$$B = \frac{3}{4}e^2 + \frac{15}{16}e^4 + \frac{525}{512}e^6 + \dots$$

$$C = \frac{15}{64}e^4 + \frac{105}{256}e^6 + \dots$$

$$D = \frac{35}{512}e^6 + \dots$$

FIG.9





- PER FUSI LIMITATI si può scrivere:

$$\begin{cases} x = \lambda N \cos \varphi + \frac{1}{6} \lambda^3 N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) + \frac{1}{200} \lambda^5 N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4 + 14\eta^2 - 58t^2\eta^2) \\ y = l\varphi + \frac{1}{2} \lambda^2 N \sin \varphi \cos \varphi + \frac{1}{24} \lambda^4 N \sin \varphi \cos^3 \varphi (5 - t^2 + 9\eta^2 + 4\eta^4) \end{cases}$$

Essendo:

$$t = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\eta^2 = \frac{N - \rho}{\rho} = \frac{a^2 - c^2}{c^2} \cos^2 \varphi$$

$l\varphi =$  *lunghezza arco di meridiano*

Si ha la precisione dell'ordine del centimetro per  $\lambda \leq 3^\circ$  e cioè per fusi di  $6^\circ$ .

FORMULE INVERSE:

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_1 + \frac{X^2}{2N_1^2}(1 - \eta_1^2)t_1 + \frac{X^4}{24N_1^4}t_1(5 - 3t_1^2 + 6\eta_1^2 - 6\eta_1^2t_1^2) \\ \lambda = \frac{X}{N_1 \cos \varphi_1} - \frac{X^3}{6N_1^3 \cos \varphi_1}(1 + 2t_1^2 + \eta_1^2) + \frac{X^5}{120N_1^5 \cos \varphi_1}(5 + 28t_1^2 + 24t_1^4 - 6\eta_1^2t_1^2 + 8\eta_1^2t_1^4) \end{cases}$$

Essendo:

$$t_1 = \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$\eta_1^2 = \left( \frac{N - \rho}{\rho} \right)_{\varphi = \varphi_1}$$

$l\varphi$  = lunghezza arco di meridiano

# CARTA di GAUSS

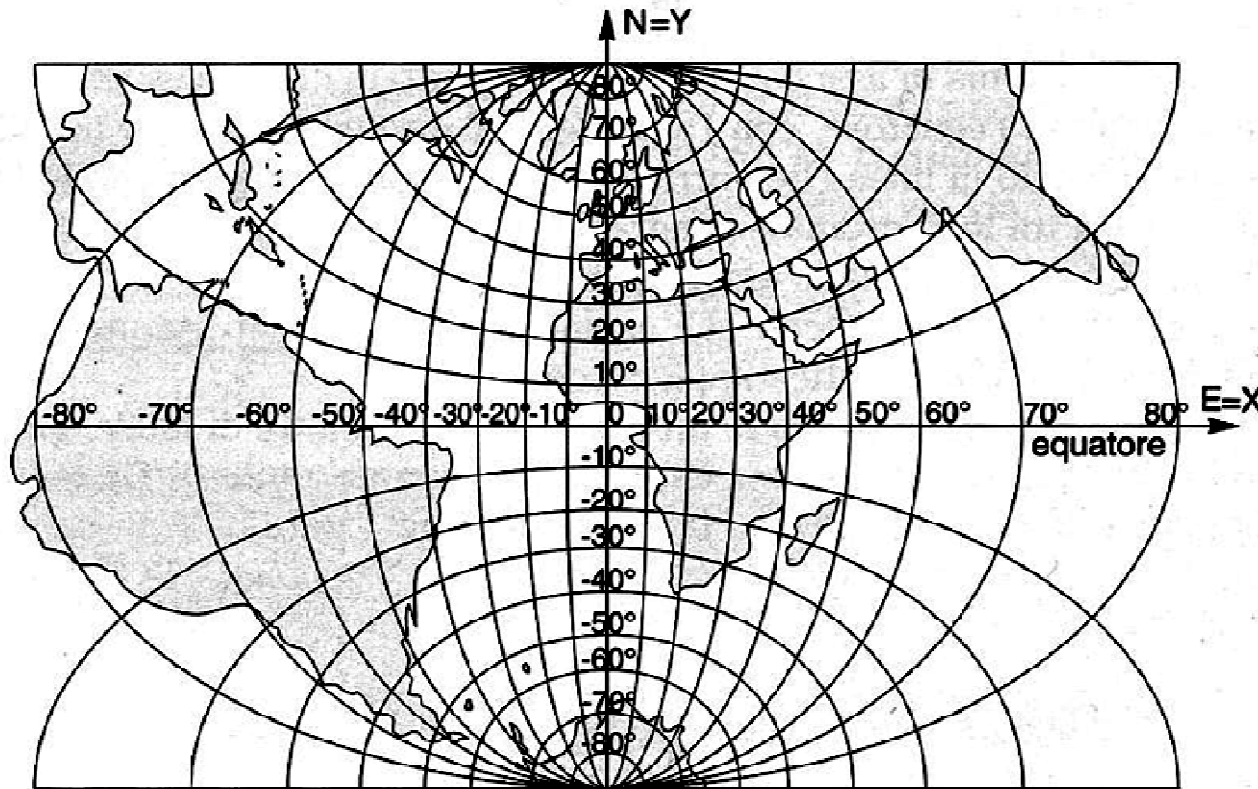


FIG.10

$$\left\{ \begin{array}{l} y = i\lambda F^I(u) - i\frac{\lambda}{3!} F^{III}(u) + \dots = \lambda N \cos \varphi + \frac{\lambda^3}{6} N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^3) + \dots \\ x = F(u) - \frac{1}{2} F^{II}(u) + \dots = \int_0^\varphi \rho d\varphi + \frac{\lambda^2}{2} N \sin \varphi \cos \varphi + \dots \end{array} \right.$$

## Rappresentazione conforme di Gauss

È caratterizzata dalle seguenti condizioni di base:

- il meridiano centrale della zona da cartografare e l'equatore si rappresentano come rette;
- le distanze siano conservate lungo il meridiano centrale;
- la carta è conforme.

È una carta pseudocilindrica inversa, e dà luogo a deformazioni lineari e superficiali assai ristrette. La deformazione lineare cresce col quadrato della distanza piana dal meridiano centrale e pertanto la rappresentazione ben si presta all'impiego su fusi meridiani (con fusi ad esempio di  $6^\circ$  di ampiezza).

Il sistema piano di Gauss serve come sostituto dei calcoli geodetici. Questi si riducono allora a semplici operazioni sul piano, con ricorso alla geometria analitica e alla trigonometria piana. I risultati vanno però sempre opportunamente corretti.

# Modulo di deformazione lineare nella rappresentazione conforme

- Lungo un parallelo ( $\alpha = 90^\circ$ ):

$$m_p^2 = g^* = \frac{1}{r^2} \left[ \left( \frac{\partial x}{\partial \lambda} \right)^2 + \left( \frac{\partial y}{\partial \lambda} \right)^2 \right]$$

$$m = \sqrt{1 + \lambda^2 \cos^2 \varphi} = 1 + \frac{1}{2} \lambda^2 \cos^2 \varphi = 1 + \frac{1}{2} \frac{x^2}{N^2}$$

- Lungo un segmento di retta che congiunge due punti  $P_1 = (x_1, y_1)$  e  $P_2 = (x_2, y_2)$ :

$$m_{12} = \frac{S_r}{S_e} = 1 + \frac{x_1^2 + x_1 x_2 + x_2^2}{6 \rho_m N_m}$$

- Per archi di pochi chilometri:

$$m = 1 + \frac{x_m^2}{2 \rho N}$$

- Per archi oltre i 60 km:

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{6} \left( \frac{1}{m_i} + \frac{4}{m_m} + \frac{1}{m_j} \right)$$

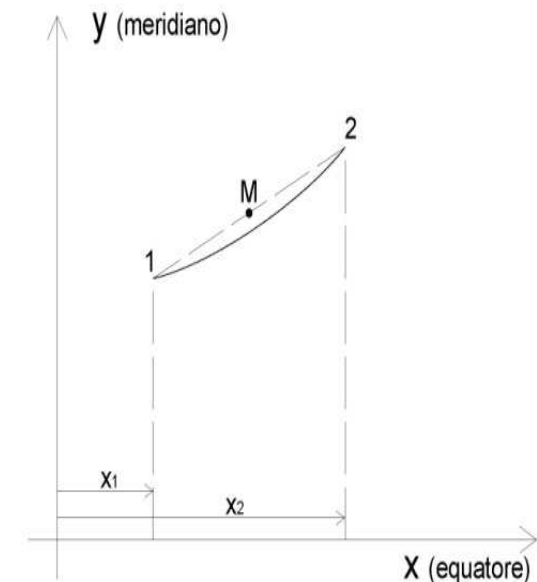
con:

$$m_i = 1 + \frac{x_i^2}{2 \rho N}$$

$$m_j = 1 + \frac{x_j^2}{2 \rho N}$$

$$m_m = 1 + \frac{x_m^2}{2 \rho N}$$

FIG.11



# Calcoli geodetici sul piano di Gauss

- RIDUZIONE ALLA CORDA

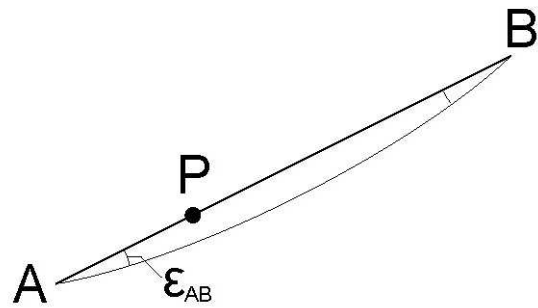


FIG.12

Essendo:

$X =$  *Coordinata Nord*

$Y =$  *Coordinata Est*

$y =$  *Coordinata Est – Falsa origine*

$\rho, N =$  *Raggi di curvatura di AB calcolati nel punto P, che dista  $\frac{AB}{3}$  da A*

$$\varepsilon_{AB} = \frac{(2Y_A + Y_B)(X_A - X_B)}{6\rho N(0,9996)^2}$$

$$\varepsilon = \varepsilon \cdot 636620$$

$$\varepsilon'' = \varepsilon \cdot 206265$$

- CONVERGENZA del MERIDIANO

$$\gamma = \arctg \left( V \cdot \operatorname{tg} \xi \cdot \operatorname{tg} h \cdot \frac{y}{c} 0,9996 \right)$$

$$\gamma_{app} = \Delta\lambda \cdot \sin \varphi$$

Essendo:

$$\xi = \arctg \left( \operatorname{tg} \frac{\varphi}{\cos(V_1 \cdot \Delta\lambda)} \right)$$

$\varphi$  = latitudine

$\lambda$  = longitudin e

$\Delta\lambda$  = differenza tra longit .del punto e longit .del meridiano centrale del fuso

$$V = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \xi}$$

$$V_1 = \sqrt{1 + e'^2 \cos^2 \xi}$$

# TRASFORMATE GEODETICHE sul PIANO

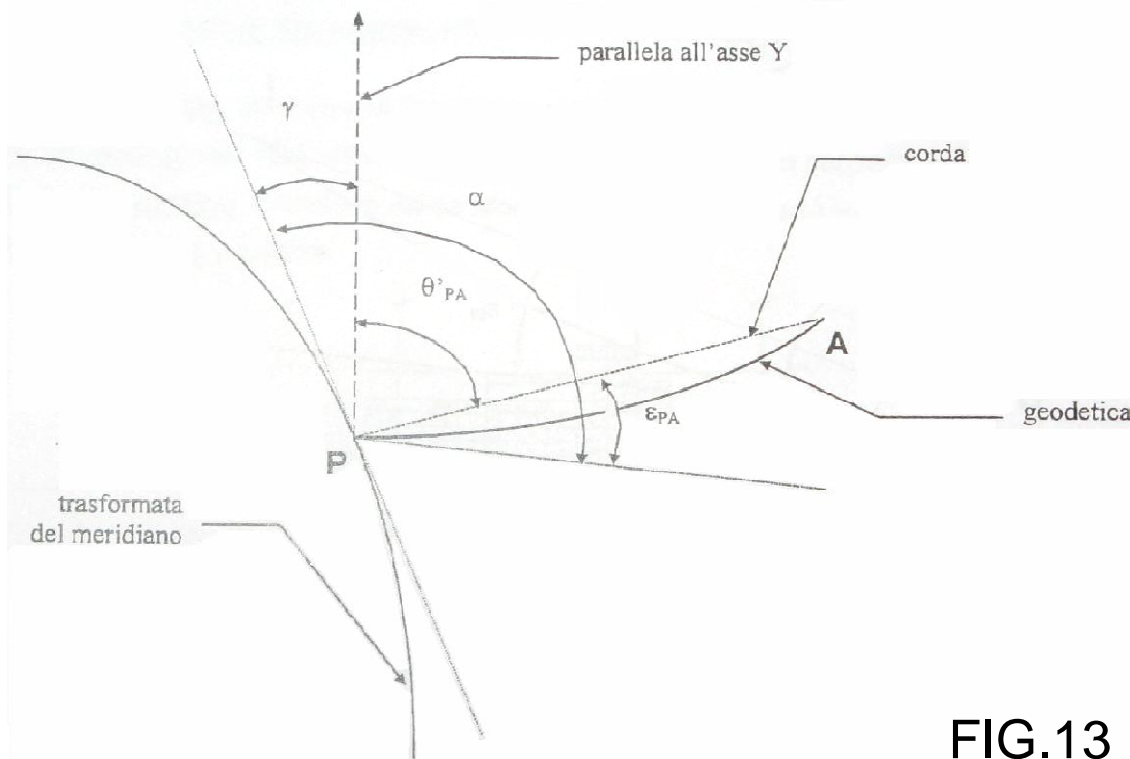


FIG.13

Conoscendo ad es. le coordinate cartografiche dei punti P e A, la relazione che permette il calcolo corretto dell'azimut è ( fig.13):

$$\alpha = \theta'_{PA} + \gamma - e_{PA}$$

$$\theta'_{PA} = \arctan [(E_A - E_P) / (N_A - N_P)]$$

$$e_{PA} = (Y_P - Y_A)(2X_P - X_A) / 6r_C N_C$$

-->  $r_C$  e  $N_C$  sono i raggi di curvatura principali calcolati in C sulla geodetica che dista 1/3 da P. Per distanze di 300 km possono essere calcolati alla latitudine media di PA.

Le coordinate del punto C si ricavano empiricamente:

$$X_C = (2X_P + X_A) / 3$$

$$Y_C = (2Y_P + Y_A) / 3$$

$\epsilon_{PA}$   $\square$  0 Quando la parte positiva dell'asse Y incontra prima la corda e poi la trasformata della geodetica ruotando in senso orario

$\epsilon_{PA}$   $\odot$  0 se ruotando in senso orario incontra prima la trasformata

$\epsilon_{PA} \neq \epsilon_{AP}$



- MODULO di DEFORMAZIONE LINEARE per ELEMENTI FINITI  $\bar{M}$

Distanza Gaussiana = Distanza Ellissoidica \*  $\bar{M}$

$\bar{M}$  si calcola con diverse formule:

- Per distanze di qualche centinaio di km
- Per distanze fino a 20 km
- Per distanze sino a 10 km

# ELLISSOIDI

BESSEL

locale

- $\alpha = 1 : 299,15281285 = 0,003342773181579$
- $a = 6'377'397,15500 \text{ m}$
- $b = 6'356'078,96325 \text{ m}$
- $e^2 = 0,006674372230614$

INTERNAZIONALE

di Hayford (1924) locale

- $\alpha = 1 : 297 = 0,003367003$
- $a = 6'378'388\text{m}$
- $b = 6'356'911,94613 \text{ m}$
- $e^2 = 0,006722670022333$
- eccentricità prima  $= e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = 8,199188998 \cdot 10^{-2}$
- eccentricità seconda  $= e' = \sqrt{\frac{e^2}{1 - e^2}} = 8,226888961 \cdot 10^{-2}$

# ELLISSOIDI

KRASSOWSKI

locale

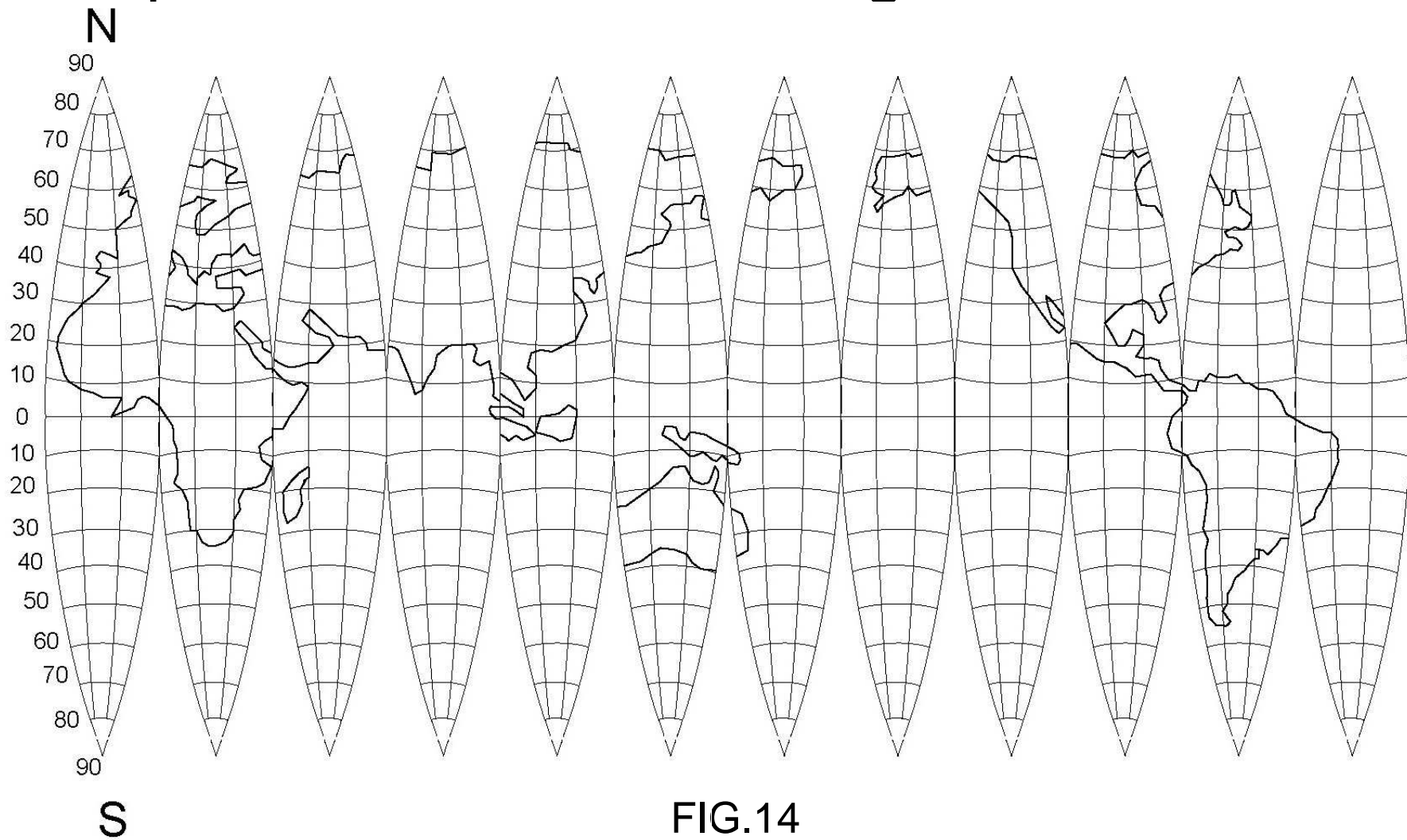
- $\alpha = 1 : 298,3 = 0,003352330$
- $a = 6'378'245 \text{ m}$
- $b = 6'356'863,0188 \text{ m}$
- $e^2 = 0,00669342162297$

WGS 84

Geocentrico

- $\alpha = 1 : 298,257223563 = 0,003352811$
- $a = 6'378'137 \text{ m}$
- $b = 6'356'752,314 \text{ m}$
- $e = 8,181919084 \cdot 10^{-2}$
- $e' = 8,209443795 \cdot 10^{-2}$

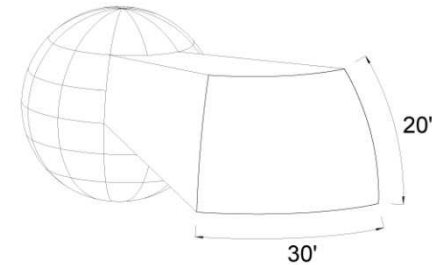
# Schema dei fusi sferici per la costruzione di un globo terrestre



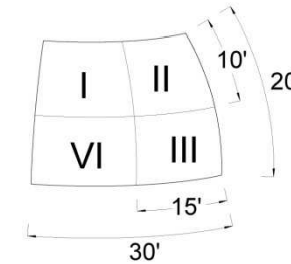
# CARTOGRAFIA UFFICIALE ITALIANA

1875

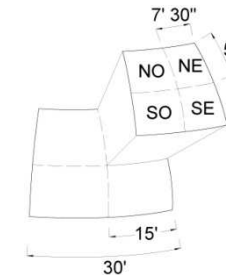
- Legge del 1875:
- **Proiezione equivalente di Flamsteed**
- Scala 1:100.000
- Dimensione fogli specificata a lato:



- **Proiezione di Bonne**
- Scala 1:50.000
- Foglio diviso in 4 quadranti



- Scala 1:25.000
- Quadrante diviso in 4 tavolette



1940

- **Proiezione conforme di Gauss**
- Fusi 6°

1946

- **Rappresentazione U.T.M. (Universal Transverse of Mercator Projection)**

# PROIEZIONE di MERCATORE (1569)

Appartiene alla famiglia degli SVILUPPI CILINDRICI ed è AUTOGONALE.  
La classica proiezione di Mercatore è uno sviluppo cilindrico diritto.

## Proiezione cilindrica DIRITTA

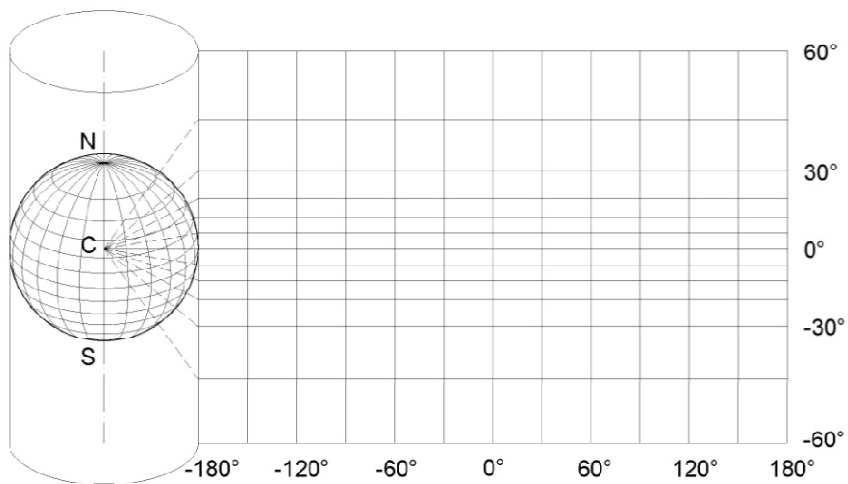
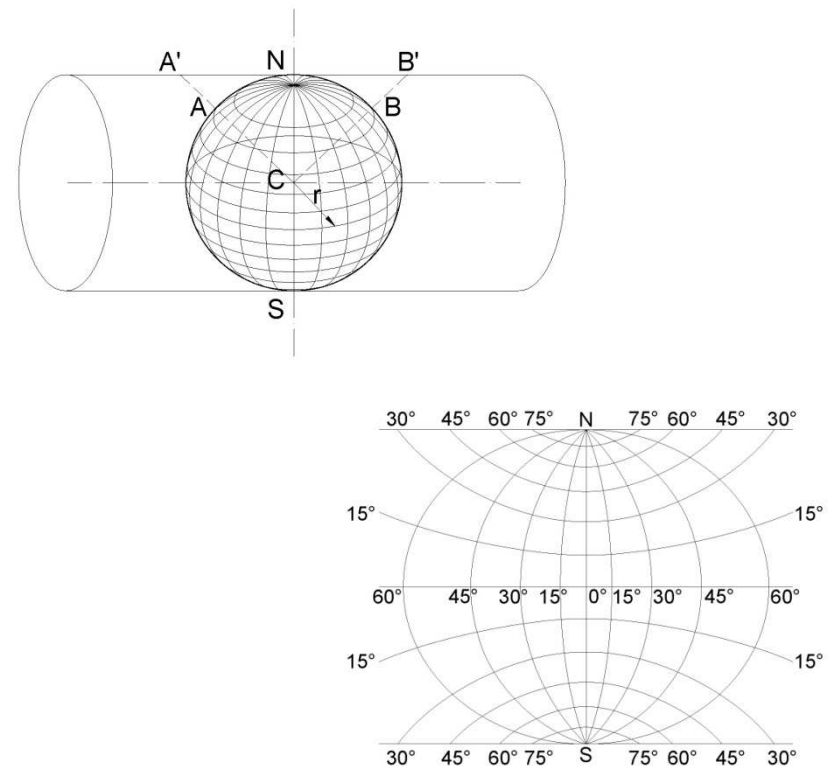


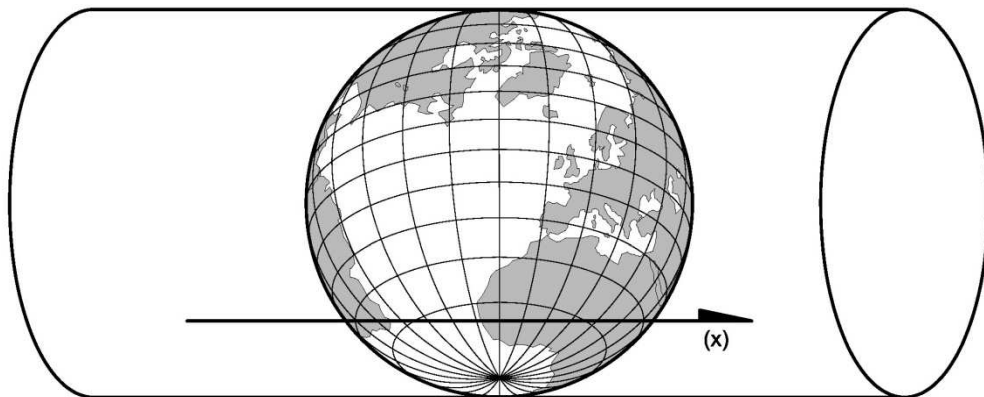
FIG.15

## Proiezione cilindrica TRASVERSA



# Proiezione universale trasversa di Mercatore (1569)

Vi è dimensione effettiva lungo il meridiano tangente



**Transverse Mercator Projection**

Se il cilindro risulta tangente alla superficie sferica (FIG. 16) si avrà nella carta una linea con  $m_{lin}=1$ .

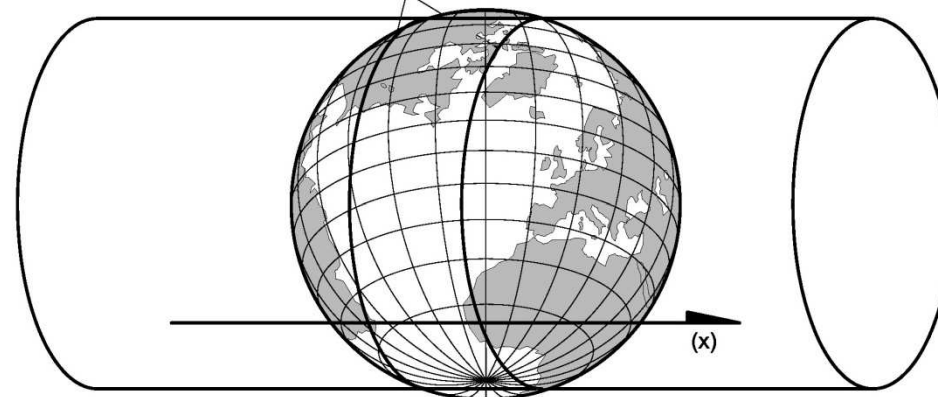
Nel caso invece di un cilindro secante si hanno due linee di intersezione tra le superfici (sempre con  $m_{lin}=1$ ) (FIG.17).

Questo accorgimento consente quindi di diminuire le deformazioni sul bordo della carta.

FIG.16

FIG.17

Archi formati dall'intersezione del cilindro con il globo, lungo i quali si ha dimensione effettiva



**Universal Transverse Mercator**

# RAPPRESENTAZIONE U.T.M. (Universal Transverse Mercator)

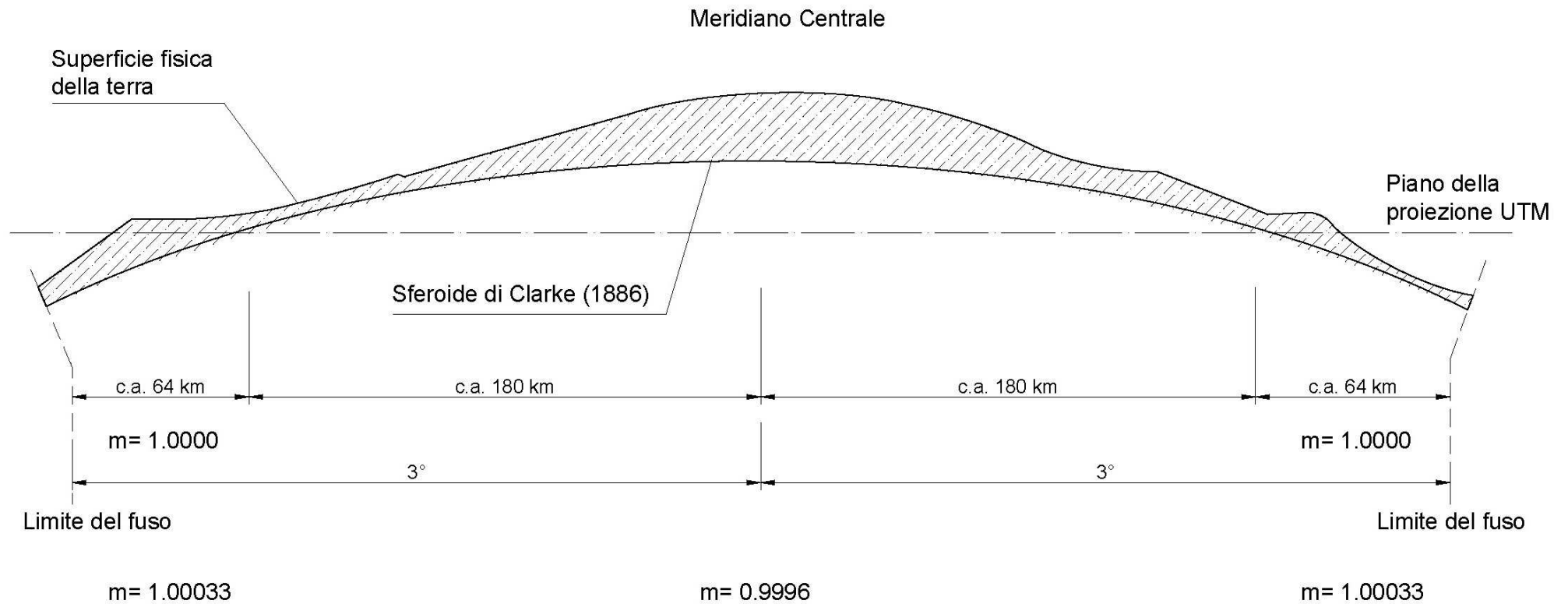


FIG.18

Sezione verticale di un fuso UTM da  $6^\circ$



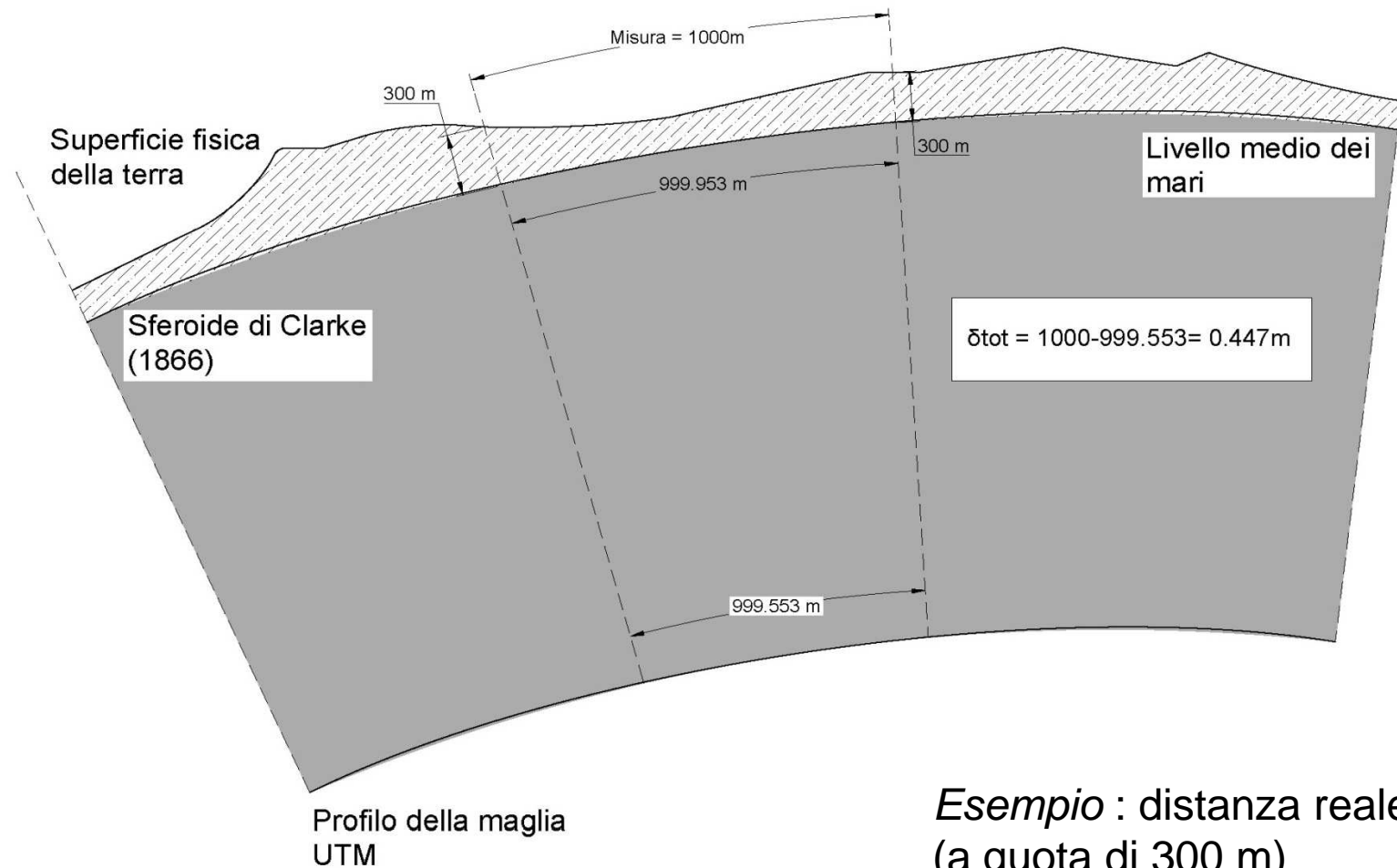


FIG.19

*Esempio* : distanza reale 1000 m  
 (a quota di 300 m)  
 Distanza ridotta s.r. = 999,953 m  
 Distanza cartografica = 999,553

Sezione che illustra la quotatura lungo il meridiano centrale di una zona UTM

# PROIEZIONE CONFORME di GAUSS: Italia

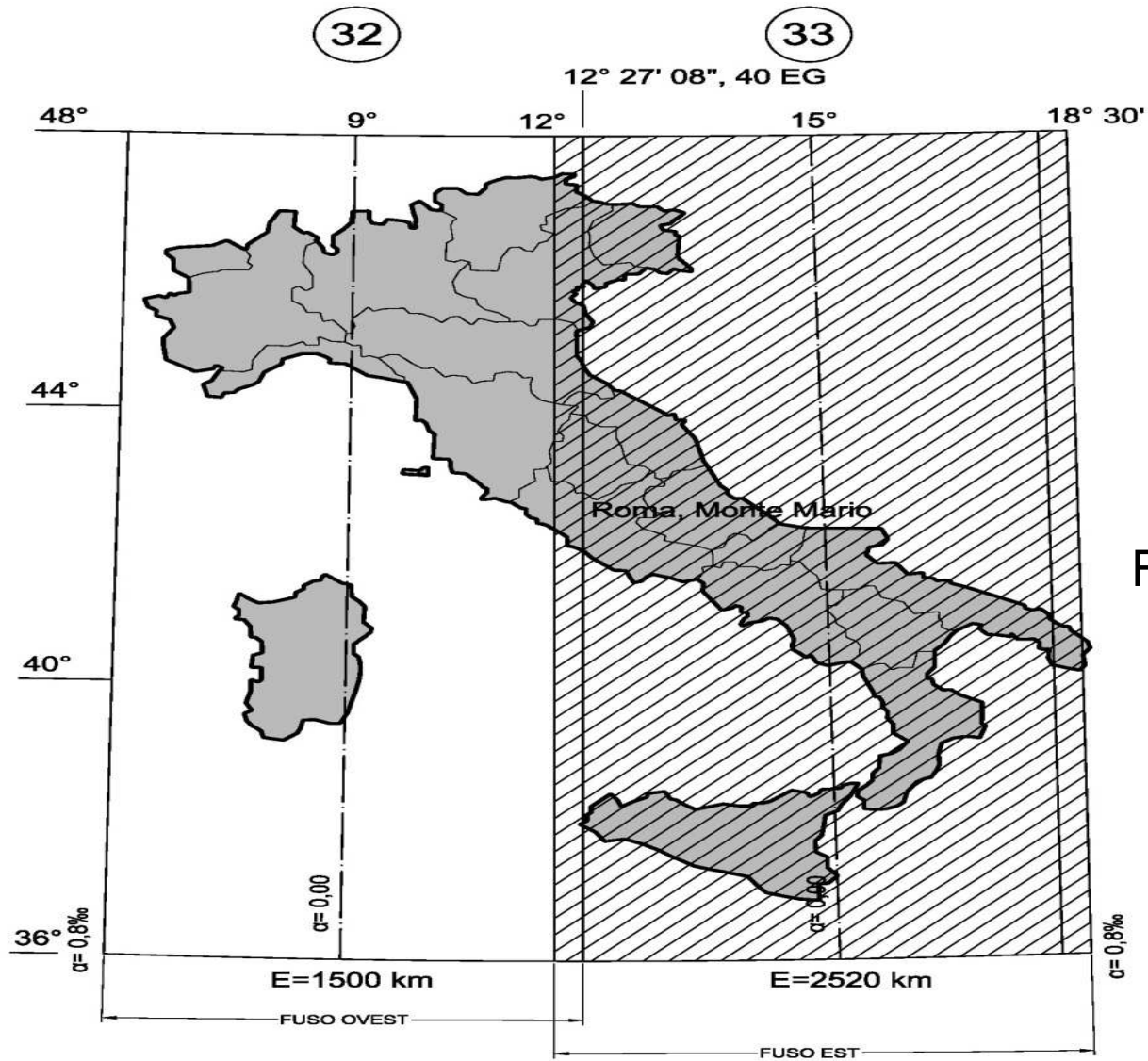


FIG.20

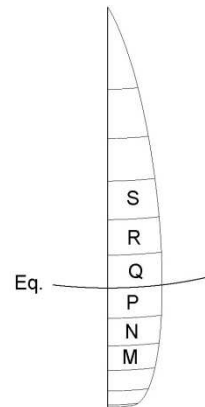
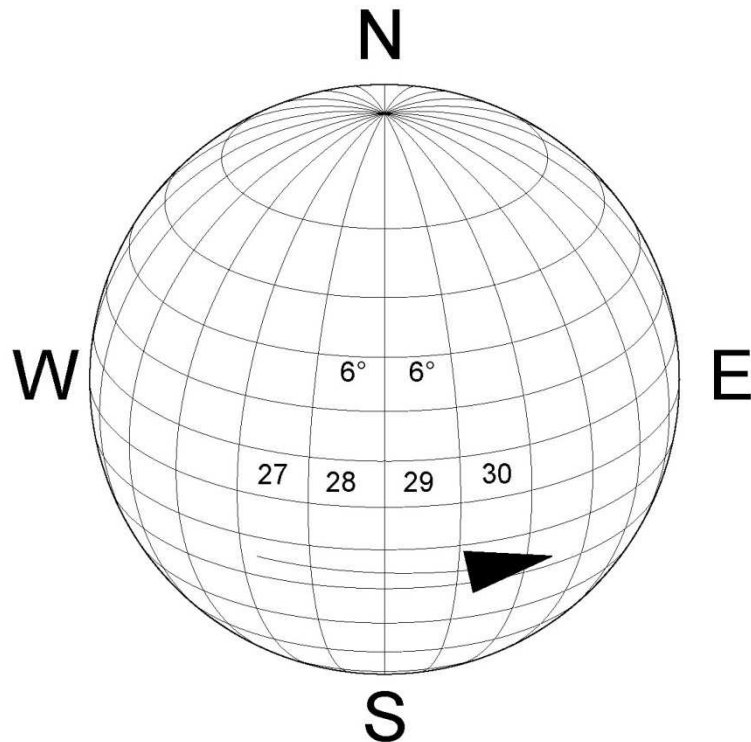
Italia, fusi di Gauss

# RAPPRESENTAZIONE U.T.M. (Universal Transverse Mercator)

Divisione dei fusi:  
n. 60 da 6° ciascuno

Numerazione da W a E

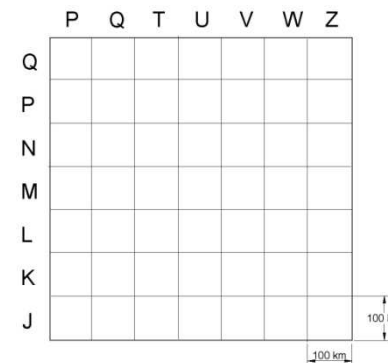
FIG.21



Taglio delle ZONE

6° x 8°

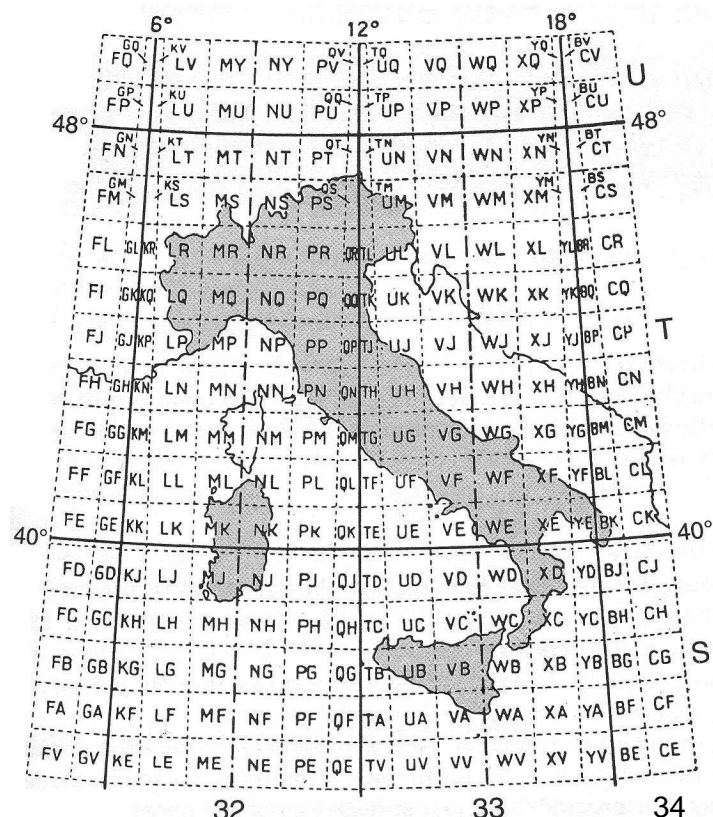
10 zone per ogni  
emisfero, contrassegnate  
con lettere alfabetiche  
(escluse "I" e "O")



Taglio dei  
QUADRANTI

100 km  
di lato

FIG.22



Nuova carta d'Italia nella rappresentazione UTM:  
fusi e zone UTM

Il territorio nazionale cade interamente nei fusi 32, 33, 34 e nelle fasce T ed S.

Le zone sono divise poi in un reticolato di maglie quadrate di 100 km di lato costruito con rette parallele all'equatore e al meridiano centrale del fuso. Ogni quadrato è identificato da 2 lettere di cui la prima indica la colonna e la seconda la riga. Tali lettere non hanno alcun riferimento alla lettera delle fasce; sono state scelte in modo tale che non si ripetano coppie di lettere in un' area sufficientemente estesa e quindi non siano possibili equivoci.

Le cifre relative alle migliaia e centinaia di chilometri sono scritte in piccolo; le rimanenti cifre (cifre principali) sono indicate in grassetto e sono le uniche da considerare per individuare un punto entro il quadrato.

Non vi sono formule rigorose per mettere in relazione le coordinate nel sistema UTM con quello Gauss-Boaga, tuttavia vi sono formule empiriche (dovute all' IGMI) che valgono per zone limitate, oppure apposite tabelle che forniscono le differenze delle coordinate di un punto.

# TAGLIO dei FOGLI secondo la normativa vigente

Taglio delle  
MAPPE

Scala  
1:2.000

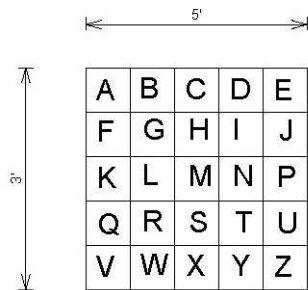
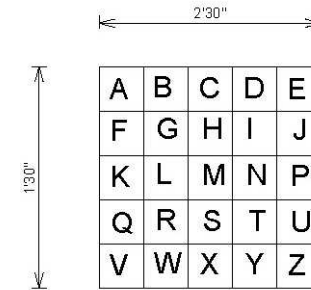


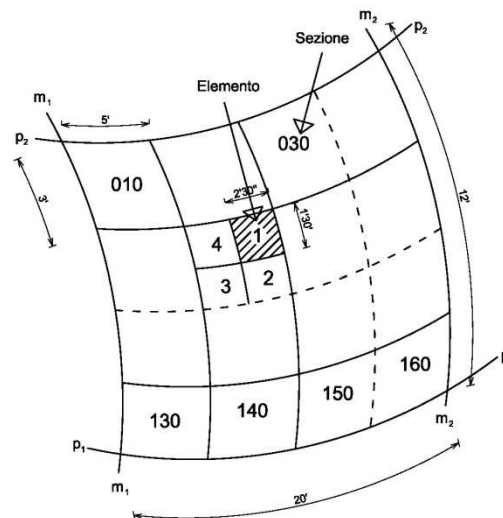
FIG.23

Taglio delle  
MAPPE

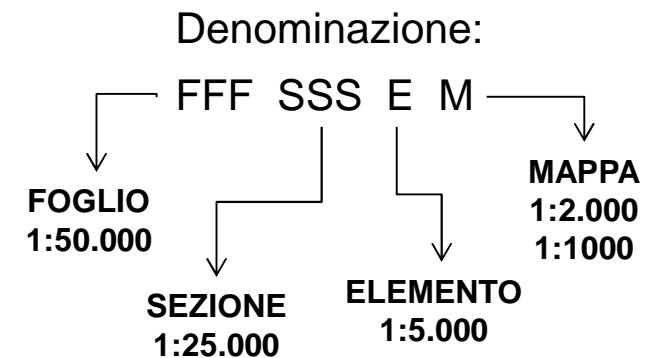
Scala  
1:1.000



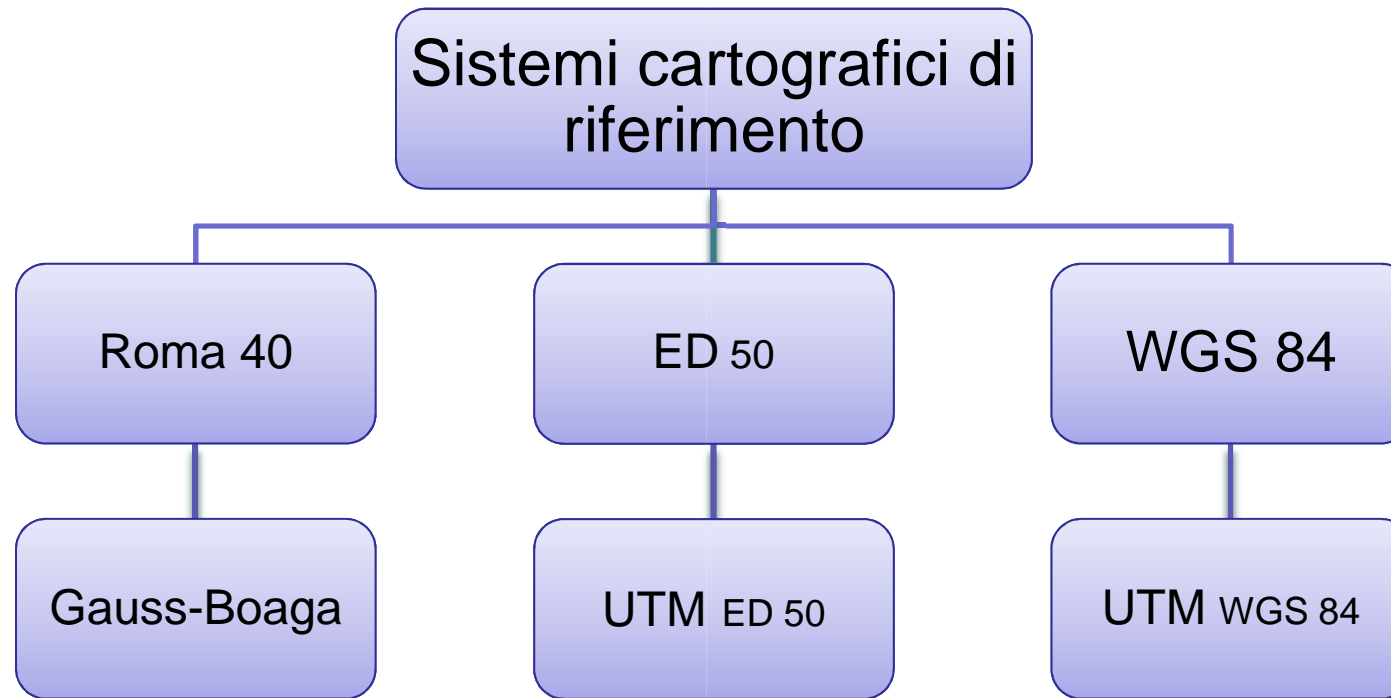
- Sezione 1:10.000
- Elemento 1:5.000
- Mappe 1:2.000  
1:1.000



Foglio 1:50.000 I.G.M.I.



# SISTEMI di RIFERIMENTO: Superfici e parametri di posizione



La nuova cartografia è riferita all'ellissoide geocentrico WGS 84: questo ellissoide è di diversa forma e dimensioni rispetto ad esempio all'ellissoide di Hayford. Gli scostamenti di questo ellissoide rispetto al geoide possono superare i 50 m ( le misure GPS sono riferite a questo ellissoide).

**-SISTEMA CATASTALE** ( rif. ellissoide di **BESSEL** su Genova).

# CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000

Il metodo di proiezione utilizzato inizialmente per questo tipo di carte è stata la proiezione equivalente di Flamsteed (fig.24).

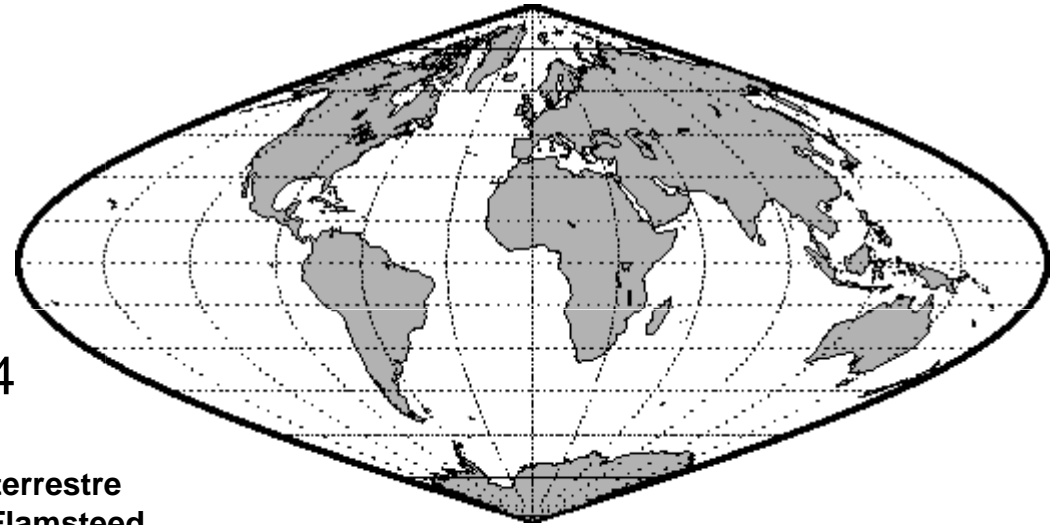


FIG.24

Rappresentazione della superficie terrestre utilizzando la proiezione di Sanson-Flamsteed

## FOGLIO 1:100000

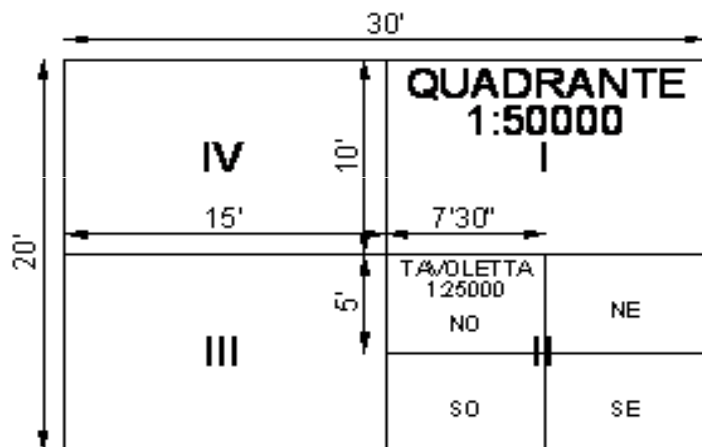


FIG.25

Si è pensato di rappresentare tutta la superficie d'Italia in un certo numero di fogli di dimensioni via via decrescenti, andando dalle zone meridionali a quelle settentrionali.

La divisione si è ottenuta con un reticolato di meridiani e paralleli (fig. 25).

In ogni foglio si rappresenta una superficie quadrilatera curvilinea compresa tra due meridiani che hanno una differenza di longitudine di 30' e due paralleli aventi una differenza di latitudine di 20'.

I fogli in realtà hanno forma trapezoidale (effetto esaltato nella figura 26 a fianco), tuttavia la differenza tra i due lati paralleli dello stesso foglio è così piccola che graficamente quasi non si avverte.

I fogli oltre da un numero progressivo sono individuati anche dal nome della più importante località in esso contenuta.

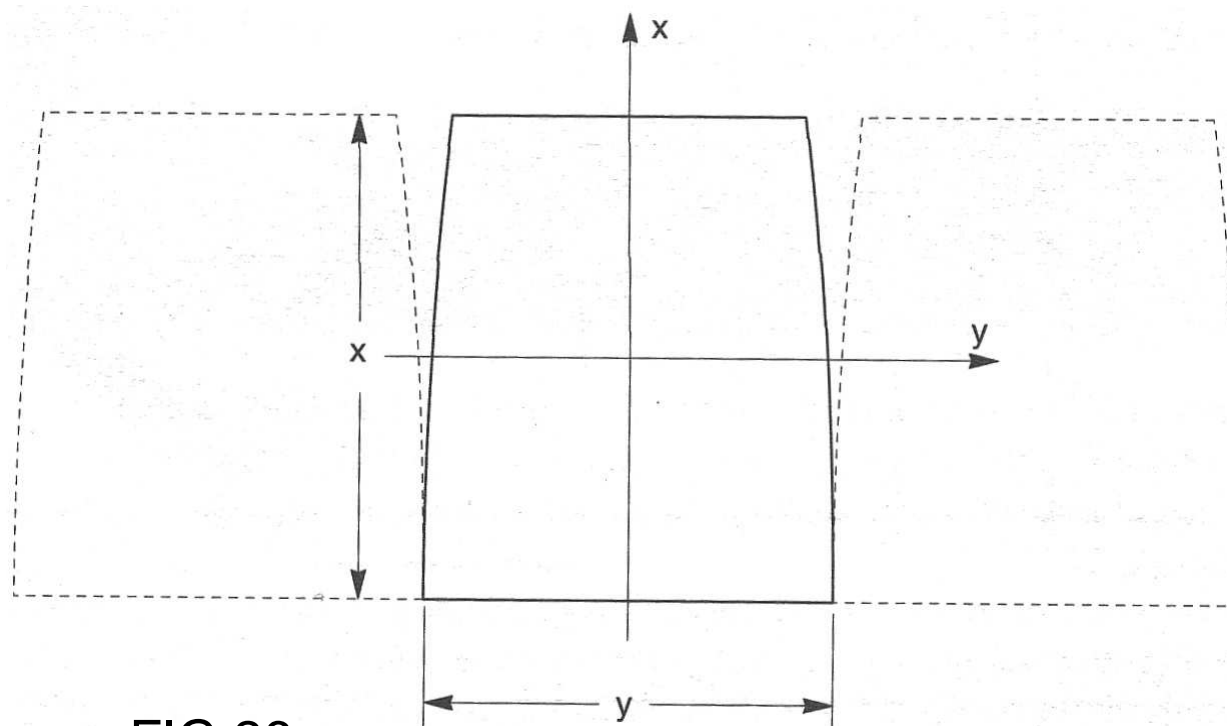


FIG.26

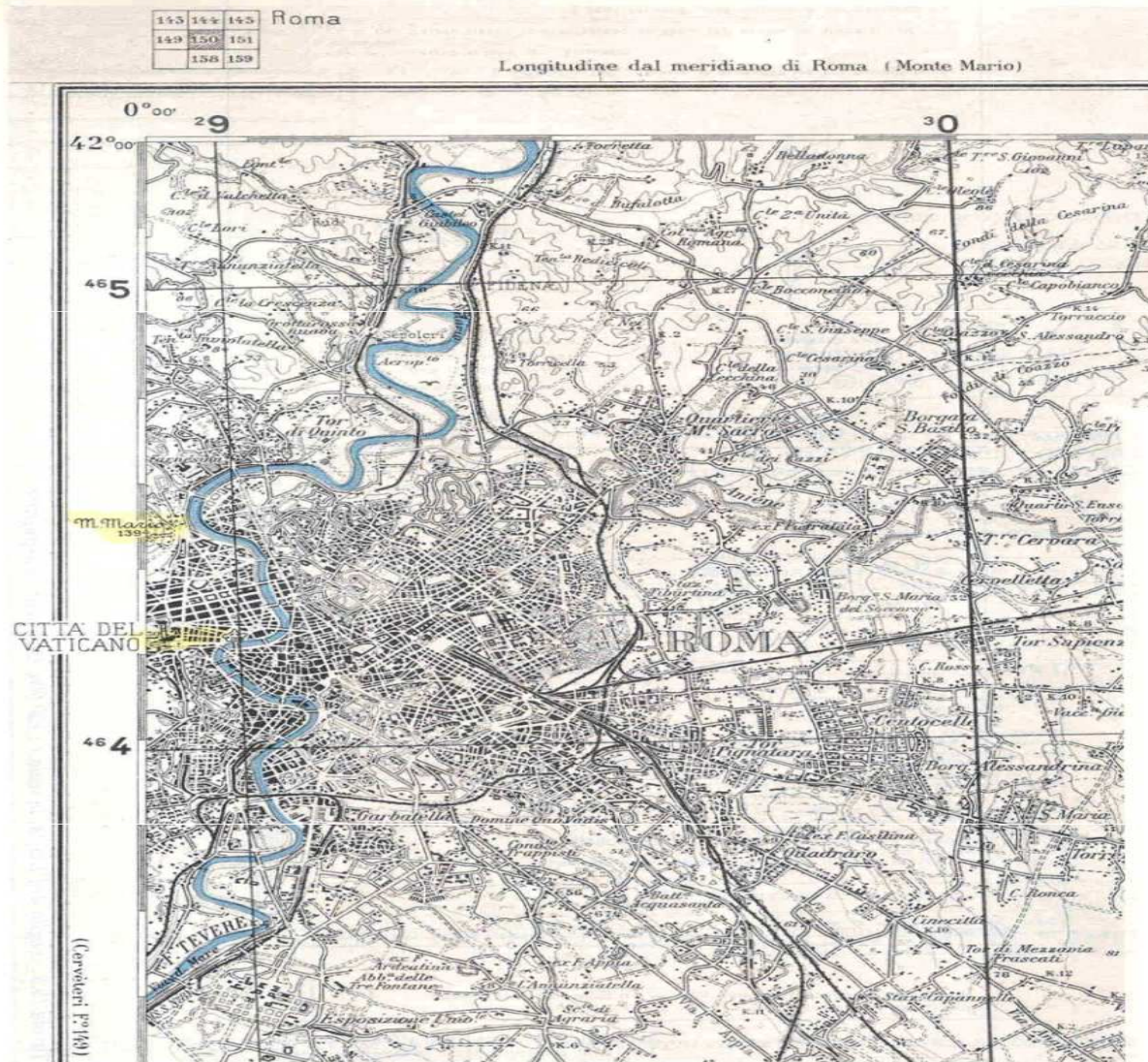
Forma dei fogli

Data la piccolezza della scala (1 mm sulla carta corrisponde a 100 m sul terreno) ben pochi sono i particolari che possono essere rappresentati in modo reale sulla carta, pertanto strade, fiumi, torrenti, ecc. verranno rappresentati con opportuni segni convenzionali.

Sulla carta 1:100.000 l'orografia è a sfumo e con curve di livello equidistanti 50 metri.



# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:100.000



Riproduzione parziale del foglio 1: 100 000 - Roma

Il foglio è inquadrato nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga (vedi coordinata della longitudine), nel sistema geodetico nazionale (ellissoide internazionale con orientamento a Roma M. Mario - 1940).

Tuttavia il reticolato (che individua le decine di chilometri) è riferito al sistema UTM.

FIG.27



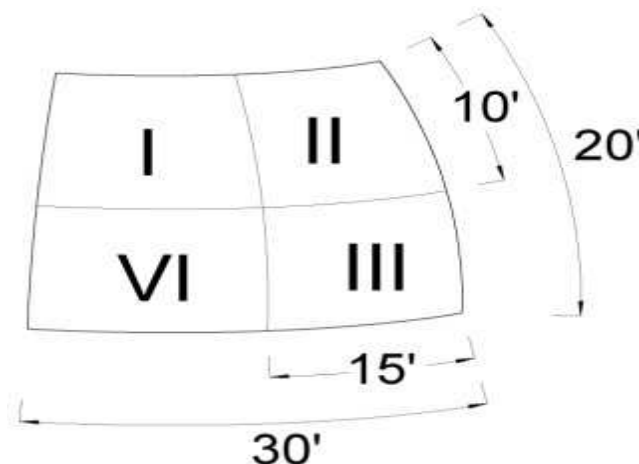




# CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:50.000

Appurato che la rappresentazione 1:100000 non era in grado di fornire particolari dettagliati, si è prodotta la carta al 50000 utilizzando la proiezione di Bonne.

FIG.32



Rappresentazione della superficie terrestre utilizzando la proiezione di Bonne

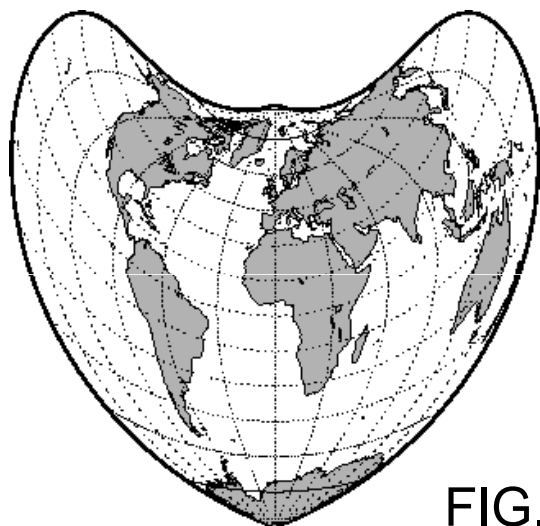


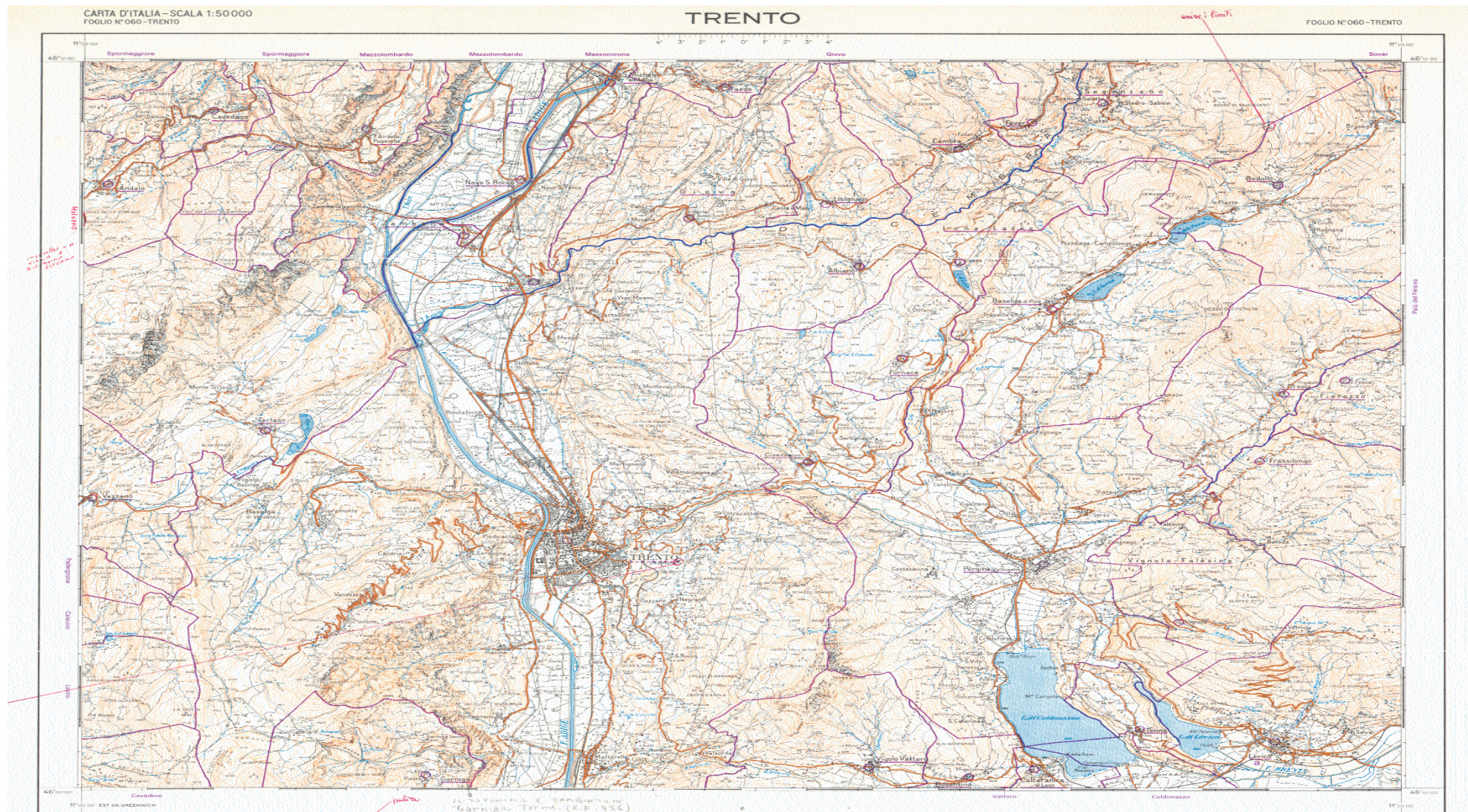
FIG.31

Gli elaborati prodotti in scala 1:50.000 vengono definiti "quadranti"; essi derivano dal taglio in quattro parti del foglio quindi ogni quadrante rappresenta 15' X 10' ( fig.32).

Questi sono identificati con il numero del foglio dal quale discendono e da un numero romano; anche in questo caso è dato al quadrante il nome della più importante località in esso contenuta.

Sulla carta 1:50.000 l'orografia è a sfumo e con curve di livello equidistanti 25 metri.

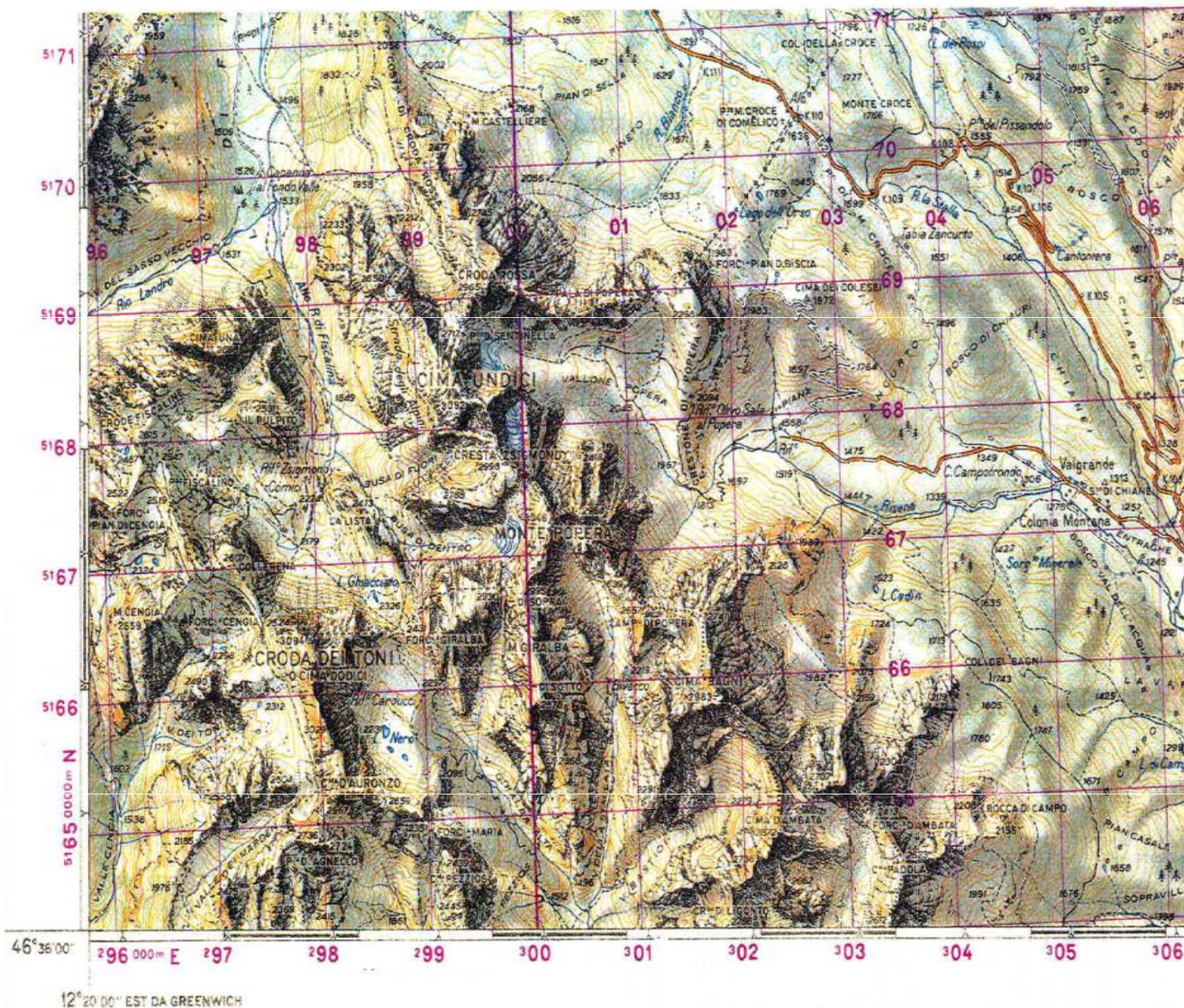
# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M.I : scala 1:50.000



Carta topografica d'Italia alla scala 1:50 000 - F. 60 - Trento - Ed. 1 - 1966.

FIG.33

# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:50.000



Il foglio non è più inquadrato nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga ma nella rappresentazione UTM. Il reticolato è chilometrico.

FIG.34

Riproduzione parziale del quadrante 1: 50 000

# SEGNI CONVENZIONALI: Scala 1:50.000

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE EDIZIONE 1 - 1968  
Carta ufficiale dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)  
Tutti i diritti di riproduzione e di rielaborazione riservati

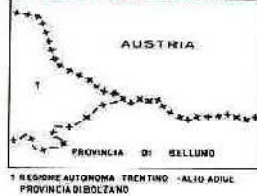
Official map of the State - Copyright I.G.M.  
TAVOLETTE AL 25000 INTERESSATE DAL FOGLIO  
1:25,000 MAPS COVERED BY THIS SHEET



QUADRO D'UNIONE  
INDEX TO ADJOINING SHEETS

NL 33 4-1 ANTERSLVA 008	NL 33 4-2 MONTE CAVALLINO 017	NL 33 4-3 PESCO D.M. CROCI (TARNICO) 018
NL 33 4-4 DOBBIACO 016	NL 33 4-2 MONTE CAVALLINO 017	NL 33 4-3 PESCO D.M. CROCI (TARNICO) 018
NL 33 4-1 CORTINA D'AMPEZZO 029	NL 33 4-2 AUNZANO 030	NL 33 4-3 AAPEZZO 031

LIMITI DI STATO, REGIONE E PROVINCIA  
STATE, REGION AND PROVINCE BOUNDARIES



Compilato nel 1967 dalle tavolette indicate nel  
quadro. Sotto l'orientamento sono specificati l'an-  
no del rilievo o dell'ultimo aggiornamento e il nu-  
mero di edizione. Made in 1967 from the maps shown in  
the index. Year of survey or last revision and edition number  
are shown under the number of sheet.

Classifica stradale aggiornata al 1964  
Road network classification up-to-date as of 1964

Cartografia utilizzata per la zona-oltrefrontiera.  
Maps used for foreign territories

AUSTRIA - 1:50,000 F° 178 Hapfgarten in  
Deferegg, 1963. F° 179 Iienz, 1963.  
F° 195 Sillian, 1962. F° 196 Obertilliach, 1962.



INQUADRAMENTO DELL'ELEMENTO 1:50,000 (SERIE M 792)  
secondo le carte 1:1,000,000 serie 1301 e 1:250,000 serie 1501  
INDEX TO MAPS OF ITALY 1:50,000 (SERIES M 792)  
keyed on the 1:1,000,000 scale series 1301  
and the 1:250,000 scale series 1501

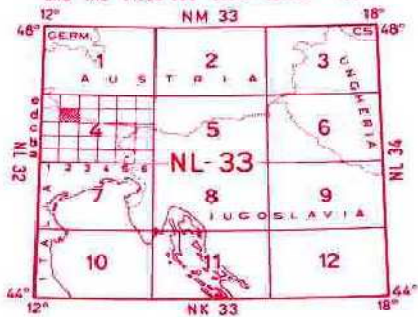


Tavola 18-4 Nuova carta dell'I.G.M.  
in scala 1:50,000. Istruzioni cartografiche.

CARTA D'ITALIA - SCALA 1:50,000  
FOGLIO N° 017 MONTE CAVALLINO  
ITALY 1:50,000 - SHEET NL 33-4-d2

SERIE M 792  
FOGLIO MONTE CAVALLINO NL 33-4-d2  
EDIZIONE 1-1961

PROIEZIONE CONFORME UNIVERSALE TRASVERSA  
DI MERCATORE (U.T.M.)  
CONFORMAL UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR (U.T.M.) PROJECTION  
LE COORDINATE GEOGRAFICHE SONO RIFERITE ALL'ELLISSOIDE  
INTERNAZIONALE CON ORIENTAMENTO MEDIO EUROPEO (E.D. 1950)  
LONGITUDE OF ROME (M. MARIO), DA GREENWICH: 12°37'10" 93  
LATITUDE OF ROME (M. MARIO): 41°55'31" 49

GEOGRAPHICAL COORDINATES ARE REFERRED TO THE  
INTERNATIONAL SPHEROID, ORIENTATION E.D. 1950.  
LONGITUDE OF ROME (M. MARIO), REFERRED TO GREENWICH: 12°37'10" 93  
LATITUDE OF ROME (M. MARIO): 41°55'31" 49

QUADRETTATURA CHILOMETRICA GAUSS - BOAGA

PER TRACCIARE LA QUADRETTATURA:  
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). Tracciare le rette F-O, e N-S, colleganti i contrassegni di  
egual tipo, aventi lo stesso valore chilometrico.

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

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E.	N.	E.	N.
N. O.	2316440	5186323		
N. E.	2341876	5185513		
S. O.	2315587	5164099		
S. E.	2341217	5163289		

QUADRETTATURA CHILOMETRICA U.T.M.  
U.T.M. GRID (1000 METER INTERVAL)



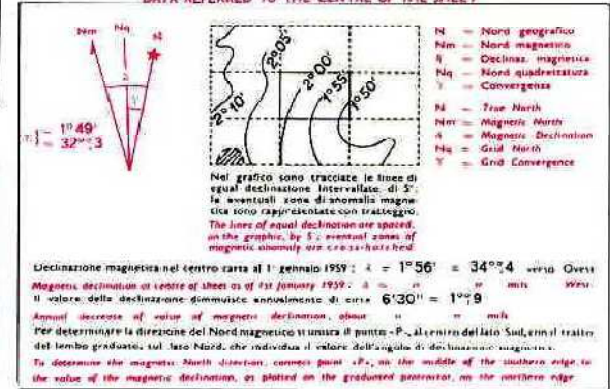
Altimetria in metri riferita al livello medio del mare (Mareografo di Genova periodo 1937-1946)  
Equidistanza: metri 25 (per le curve a tratti: metri 5)  
Heights: referred to mean sea level (Genoa tide gauge 1937-1946)  
Contour interval: 25 meters. Supplementary contour interval 5 meters

FOGLIO N° 017 MONTE CAVALLINO  
SHEET NL 33-4-d2

ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO  
(approssimazione al 100 metri)  
EXAMPLE OF A STANDARD REFERENCE  
(to the nearest 100 meters)



DATI DI ORIENTAMENTO PER IL CENTRO DELLA CARTA  
DATA REFERRED TO THE CENTRE OF THE SHEET



Declinazione magnetica nel centro carta al 1° gennaio 1959:  $\delta = 1^{\circ}56' = 34^{\circ}24'$  verso Ovest  
Magnetic declination at centre of sheet as of 1st January 1959:  $\delta = 1^{\circ}56'$  west  
Il valore della declinazione diminuisce annualmente di circa  $6'30'' = 1^{\circ}9'$   
Annual decrease of value of magnetic declination about 6'30'' = 1°9'

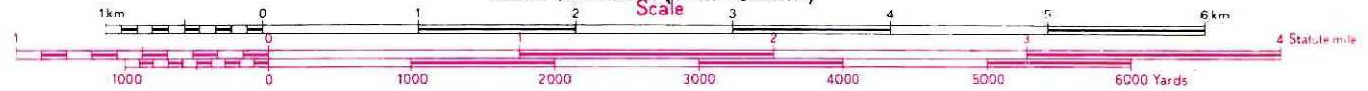
Per determinare la direzione del Nord magnetico si usava il punto «P», al centro del lato Sud, con il tratto  
del lombo graduato sul lato Nord, che individua il valore dell'angolo di declinazione magnetica.  
To determine the magnetic North direction, corner point «P», on the middle of the southern edge, is  
the value of the magnetic declination, as plotted on the graduated contour, on the northern edge.



# Segni convenzionali (Norme 1965)

## Symbols (1965 Specifications)

Scala 1:50 000 (1cm = 500 m)



A scari ordinario Normal street railway	Ferrovia a due o più binari Double or multiple track railroad	Staz. grande Large station	Fermata Halt	Stazione piccola Small station	in costruzione under construction
	Ferrovia ad un binario Single track railroad	Staz. grande a trazione elettrica Large station electrified	Cavalcavia Tunnel	Stazione in galleria Small station in tunnel	in disarmo abandoned
A scari ridotto Narrow street railway	Attraversamenti Crossings	Passaggio a livello Grade crossing	Underpassi (3,6) altezza in m Underpasses (3.6) height in m	Sottopassaggio Underpass	
	Ferrovia a due binari Double track railroad	in sede stradale in road	in disarmo abandoned	in sede propria on own ballast	
A scari ridotto Narrow street railway	Ferrovia ad un binario Single track railroad				
	Tramvia o funicolare Streetcar line or funicular				
Limiti di Boundaries	Teleferica stabile; funivia Material cableway; passenger cableway	Staz. <sup>e</sup> Station			
	Soggiovia; sciovvia Chair lift; ski tow				
Limiti di Boundaries	Slittovia; rotovia Sleigh tow; cart tow				
	Flettrotto importante Important power line	semplice single	Cabina di trasformazione Transformer room	doppio double	Staz. <sup>e</sup> o sottostazione elettr. <sup>e</sup> Electric substation
Limiti di Boundaries	Stato; regione State; region	Termine Marker			
	Provincia; comune Province; commune				

Strade utilizzabili in tutte le stagioni. All weather roads

<p><b>Autostrada: con e senza spartitraffico</b> Highway with without central fence</p> <p><b>Strada a due o più corsie (7m ed oltre)</b> Road: two or more lanes wide (7m and more)</p> <p><b>Strada ad una corsia (fra 3,50 e 7m)</b> Road: one lane wide (between 3.50 and 7m)</p> <p><b>Strade soggette ad interruzioni stagionali</b> Fair weather roads</p> <p><b>Rotabile secondaria; carrareccia</b> Secondary road; cart track</p> <p><b>Mulattiera; sentiero</b> Mule track; trail; foot path</p> <p><b>Trattura; pista o traccia; strada in costruzione</b> Cattle track; track; road under construction</p> <p><b>Ponti: per ferrovie; per autostrade</b> Bridges: railroad; highway</p> <p><b>Ponti: per strade ordinarie</b> Bridges: road</p> <p><b>Oleodotto; metanodotto</b> Oil pipeline; gas pipeline</p> <p><b>Muri: di sostegno, a calce</b> Retaining wall; masonry wall</p> <p><b>Muro a secco o maceria; recinzione</b> Dry masonry wall; enclosure</p>	<p>Area di parcheggio Parking area</p> <p>Indicatore marker</p> <p>con rivestimento duro hard surface</p> <p>con rivestimento leggero light surface</p> <p>a due o più corsie two or more lanes wide</p> <p>con o senza rivestimento with loose or light surface</p> <p>in muratura masonry</p> <p>di ferro metal</p> <p>di legno wooden</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p> <p>in muratura masonry</p> <p>di ferro metal</p> <p>di legno wooden</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p> <p>Passo valico Pass</p> <p>con muri walls</p> <p>con muri walls</p> <p>con muri walls</p> <p>facile easy</p> <p>difficile difficult</p> <p>autostrada highway</p> <p>in muratura masonry</p> <p>di ferro metal</p> <p>di barche rafts</p> <p>sospeso suspension</p> <p>pedanca footbridge</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p>	<p>Staz. riform. auto Service station</p> <p>K.2</p> <p>con rivestimento leggero light surface</p> <p>pendenza oltre il 12% gradient over 12%</p> <p>con rivestimento leggero light surface</p> <p>Strozzatura Narrowing</p> <p>(B) Allargamento Expansion</p> <p>ad una corsia one lane wide</p> <p>con muri walls</p> <p>con muri walls</p> <p>con muri walls</p> <p>facile easy</p> <p>difficile difficult</p> <p>autostrada highway</p> <p>in muratura masonry</p> <p>di ferro metal</p> <p>di barche rafts</p> <p>sospeso suspension</p> <p>pedanca footbridge</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p> <p>interrato o scoperto underground or surface</p> <p>sopraelevato elevated</p> <p>Palizzata o staccionata a filo spinato Fence: barbed wire</p>
---	---	--

Punti: geodetico, topografico, quota topogr. <sup>ca</sup> (quote riferite al suolo) $\Delta$ 75	$\nabla$ 91	$\nabla$ 91	27
irrig point; cadastral point; spot height (elevation referred to the ground)			
Costruzioni: stabile, provvisoria; rudere	$\blacksquare$	$\square$	$\square$
Buildings: stable, temporary; ruins			
Chiese; cappella; tabernacolo	$\text{church symbol}$	$\text{chapel symbol}$	$\text{tabernacle symbol}$
Churches; chapel; christian shrine			
Cimitero; croce; colonna indicatrice	$\text{cemetery symbol}$	$\text{cross symbol}$	$\text{column symbol}$
Cemetery; cross; sign post			
Centrali: idroelettrica, sotterranea, termoelettrica	$\text{hydroelectric symbol}$	$\text{underground symbol}$	$\text{thermal symbol}$
Hydroelectric plants; underground; steam electric plant			
Miniera; pozzo di petrolio o di metano; grotta	$\text{mine symbol}$	$\text{oil well symbol}$	$\text{cave symbol}$
Mine; oil or gas well; cave			
Stabilimenti: a forza idraulica, a forza elettrica	$\text{hydraulic symbol}$	$\text{electric symbol}$	$\text{electric symbol}$
Mills; water powered, electrically powered			
Fumaiole o torre o guglia o campanile; monumento	$\text{chimney symbol}$	$\text{tower symbol}$	$\text{bell tower symbol}$
Chimney or tower or spire or bell tower; monument			
Staz. <sup>e</sup> e antenna per telecomunicazioni; aeromotore	$\text{station symbol}$	$\text{antenna symbol}$	$\text{windmill symbol}$
Station and antenna for telecommunications; windmill			
Faro o fanale o boa luminosa; scoglio isolato	$\text{lighthouse symbol}$	$\text{lighted buoy symbol}$	$\text{isolated reef symbol}$
Lighthouse or light or lighted buoy; isolated reef			
Aeroporto; campo di fortuna	$\text{airport symbol}$	$\text{emergency field symbol}$	$\text{emergency field symbol}$
Airfield; emergency airfield			
Idroscalo; ancoraggio protetto	$\text{seaplane base symbol}$	$\text{protected anchorage symbol}$	$\text{protected anchorage symbol}$
Seaplane base; protected anchorage			

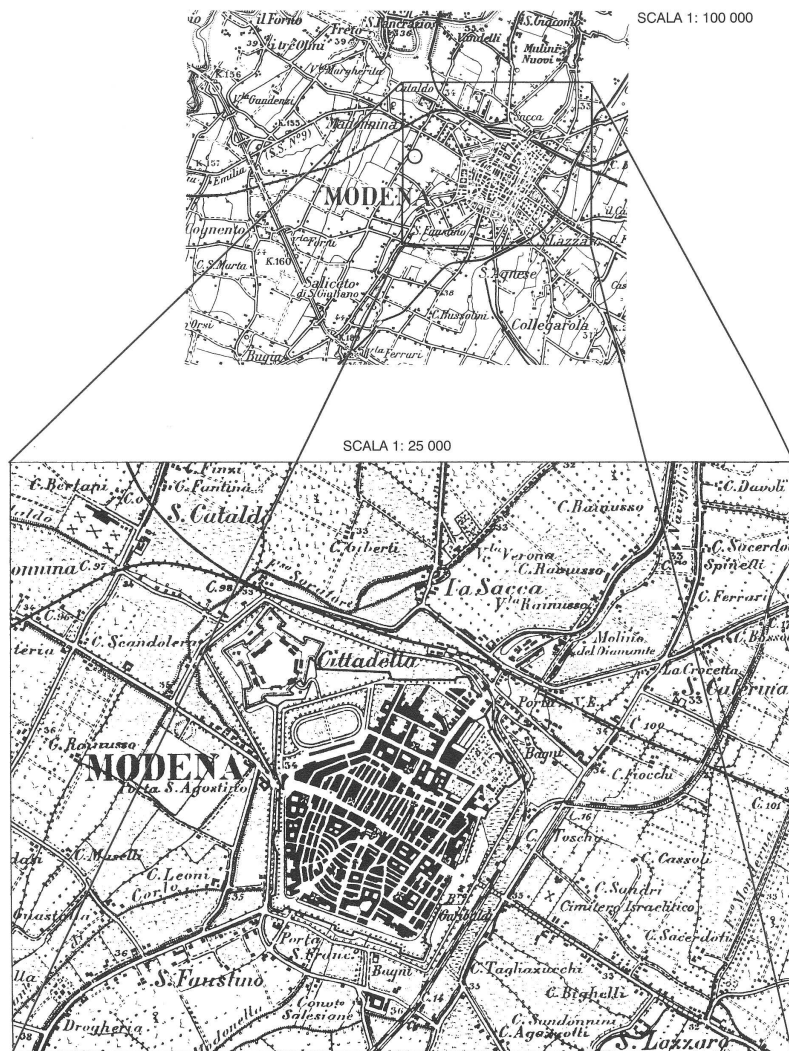
Acquedotti: sotterraneo, scoperto, in galleria	$\text{aqueduct symbols}$	Acquedotti: sotterraneo, scoperto, in galleria
Aqueducts: underground, surface, tunnel		
Acquedotti: sopraelevato, su viadotto, diruto	$\text{aqueduct symbols}$	Acquedotti: sopraelevato, su viadotto, diruto
Aqueducts: elevated, on viaduct, abandoned		
Canali: navigabile, su viadotto, in galleria	$\text{canal symbols}$	Canali: navigabile, su viadotto, in galleria
Canals: navigabile, on viaduct, tunnel		
Salto in condotta forzata; canaletto d'irrig. montana	$\text{canal symbols}$	Salto in condotta forzata; canaletto d'irrig. montana
Penstock; mountain irrigation ditch		
Pozzi: perenne, con aeromotore, con noria, artesiano	$\text{well symbols}$	Pozzi: perenne, con aeromotore, con noria, artesiano
Wells: perennial, with windmill, with derrick, artesian		
Sorgente; presa; fontana; cisterna	$\text{spring symbols}$	Sorgente; presa; fontana; cisterna
Spring; water intake; fountain; cistern		
Abbeveratoio; abb. con fontana; cascata	$\text{watering trough symbols}$	Abbeveratoio; abb. con fontana; cascata
Watering trough; with fountain; waterfall		
Limiti di: cultura, bosco; siepe	$\text{boundary symbols}$	Limiti di: cultura, bosco; siepe
Boundaries: field, wood; hedge		
Frutteti	$\text{orchard symbol}$	Macchie e cespugli
Vigneti	$\text{vineyard symbol}$	Rimboschimenti
Oliveti	$\text{olive grove symbol}$	Boschi cedui
Mandorleti	$\text{almond tree symbol}$	
Agrumeti	$\text{citrus grove symbol}$	
Boschi a foglie caduche	$\text{deciduous forest symbol}$	Boschi sempreverdi
Querce, olmi	$\text{oak and elm symbol}$	
Castagni	$\text{chestnut tree symbol}$	
Faggi	$\text{beech symbol}$	
Larici	$\text{larch symbol}$	
Pioppi	$\text{poplar symbol}$	
Abeti	$\text{fir symbol}$	
Pini	$\text{pine symbol}$	
Cipressi	$\text{cypress symbol}$	

### ABBREVIAZIONI

Alb.	albergo
B.	bagno
B.	bosco
Camp.	campanili
Capp.	cappella
C.	casa
C.	cassa
C.	casera
C.	cima
C.	costa
Cr.	cresta
Cr.	croda
F.	fermata
F.	fienile
F.	fiume
Forc.	forcella
Inf.	inferiore
L.	lago
M.	maiga
M.	maso, masi
M.	molino
M.	monte
Ost.	osteria
P.	passo
P.	piano
P.	ponte
Pr.	prato, prati
Rif.	rifugio
R.	rio
S.	santo
S.	sasso
Segh.	segheria
S.	selva
Serb.	serbatoio
Sorg.	sorgente
Sup.	superiore
T.	torrente
V.	valle

Bosco rado 1 segno di essenza - Bosco fitto: 3 segni di essenza  
Open wood one symbol - Thick wood group of three symbols

# CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000



**Paragone tra rappresentazione  
al 100.000 e al 25.000**

Per una più precisa e particolareggiata rappresentazione del terreno i quadranti sono stati ulteriormente divisi in 4 “tavolette” in scala al 25.000 in grado di visualizzare 7'30" X 5' di territorio.

L'altimetria del terreno è rappresentata con curve di livello equidistanti 25 metri.

Ogni tavoletta viene indicata con il numero arabo del foglio ed il numero romano del quadrante ai quali appartiene e con la posizione geografica assunta all'interno del quadrante.

Per rappresentare il territorio compreso in un foglio al 100.000 occorrono 16 tavolette che, nel loro insieme, costituiscono un trapezio piano la cui area è 16 volte maggiore rispetto a quella del foglio al 100,000.

Pertanto si possono rappresentare moltissimi particolari in vera grandezza senza ricorrere a segni convenzionali; tuttavia non si può far a meno di quest'ultimi per evidenziare strade, ponti, chiese, colture varie, ecc.

**FIG.35**

# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000

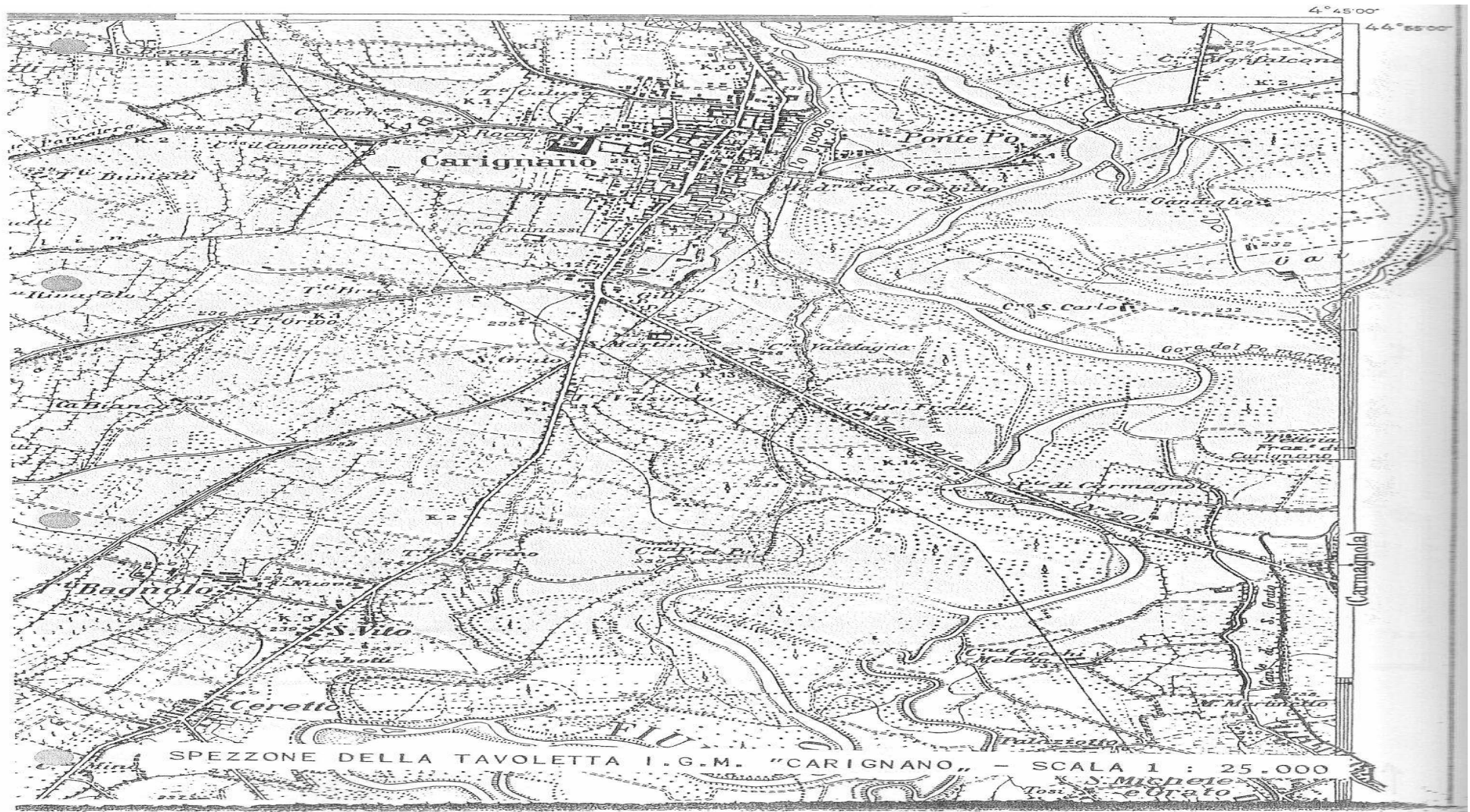
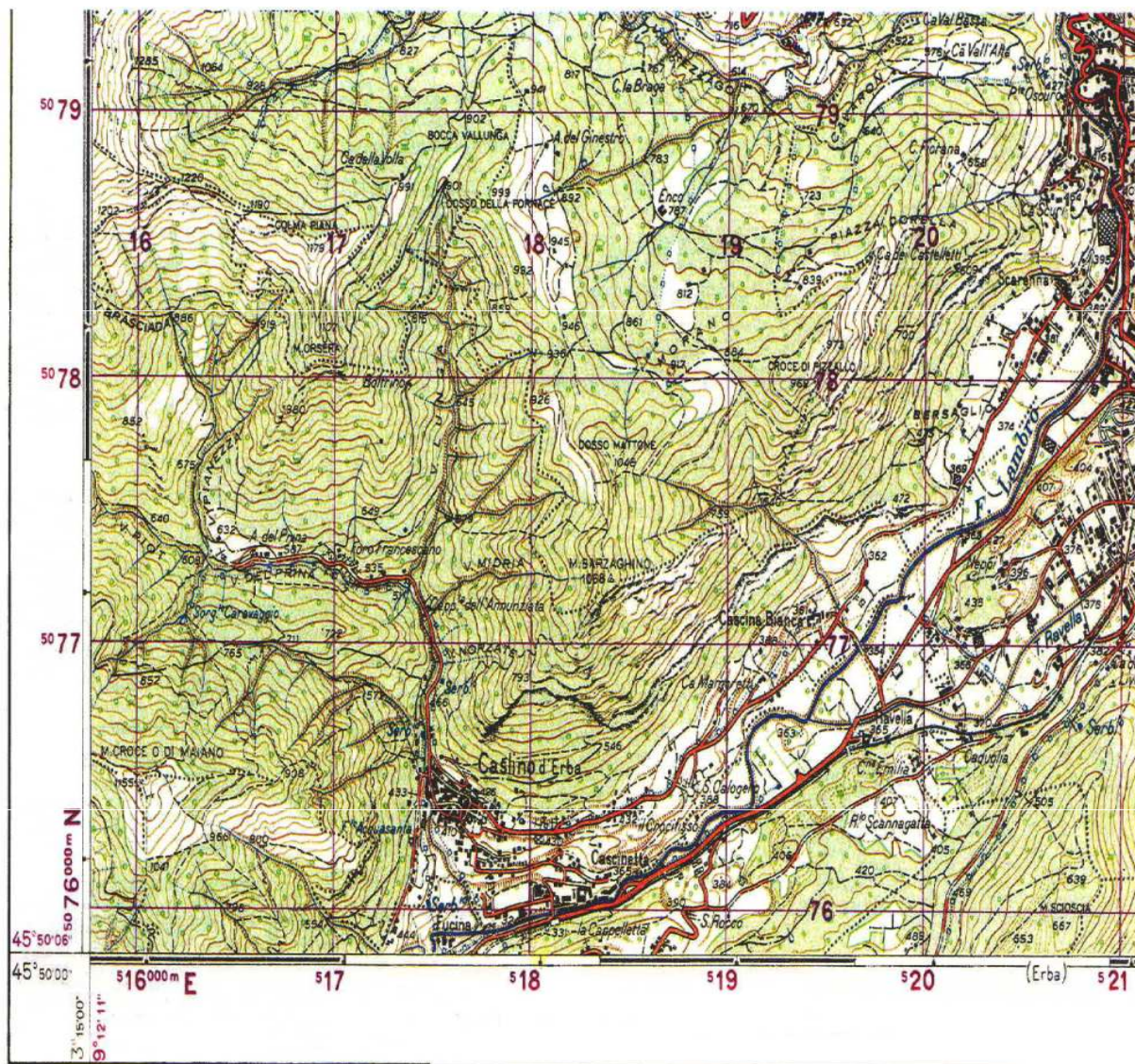


FIG.36

# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : scala 1:25.000



Riproduzione parziale della tavoletta

La tavoletta è inquadrata sia nella rappresentazione conforme di Gauss-Boaga che nella rappresentazione UTM; il reticolato è chilometrico tuttavia si può risalire al reticolato Gauss-Boaga congiungendo i simboli presenti a margine della stessa:

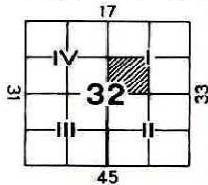
- per il fuso Ovest
- for the fuso Est

FIG.37

# SEGNI CONVENZIONALI: Scala 1:25.000

SERIE M 891  
FOGLIO ASSO 32 I SO  
EDIZIONE 6 - I G M I

## CARTA D'ITALIA ALLA SCALA DI 1:25 000



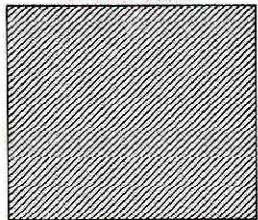
ITALY 1:25 000  
FOGLIO N° 32  
SHEET  
QUADRANTE: I  
ORIENTAMENTO: S.O. ASSO  
ORIENTATION

## ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - EDIZIONE 6-1975 ITALIAN MILITARY GEOGRAPHIC INSTITUTE

EQUIDISTANZA FRA LE CURVE DI LIVELLO: METRI 25. PER LE CURVE A TRATTI È DI METRI 5  
CONTOUR INTERVAL 25 METERS. SUPPLEMENTARY CONTOUR INTERVAL 5 METERS

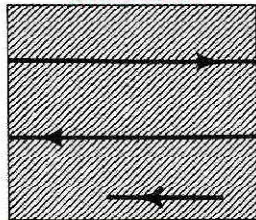
ALTIMETRIA ESPRESSA IN METRI E RIFERITA AL LIVELLO MEDIO DEL MARE  
HEIGHTS IN METERS. VERTICAL DATUM REFERRED TO MEAN SEA LEVEL

### RILIEVO DELLE PARTI DELLA CARTA COMPILATION DIAGRAM



1959 Aerofgm. Air. photogr. svy  
Aggiornam. 1972 Revised in 1972

### COPERTURA DI FOTOGRAFIE AEREE AIR PHOTO COVERAGE



1970 Wild RCSa 23x23

### QUADRO D'UNIONE INDEX TO ADJOINING SHEETS

32 IV NE CASTIGLIONE D'INTELY	32 I NO BELLAGIO	32 I NE PASTURO
32 IV SE MOLTRASIO	32 I SO ASSO	32 I SE LECCO
32 III NE COMO	32 II NO ERBA	32 II NE OGGIONO

### RETICOLATO CHILOMETRICO GAUSS-BOAGA

Le coordinate dei vertici di questa carta nel reticolato italiano (proiezione Gauss-Boaga, ellissoide internazionale, orientamento a N. Mario 1940) sono le seguenti:

VERTICE	FUSO OVEST		FUSO EST	
	E	N	E	N
N. O.	1515691	5084905		
N. E.	1525385	5084937		
S. O.	1515715	5075646		
S. E.	1525424	5075678		

Nella carta il reticolato italiano, è indicato nella cornice con i seguenti segni convenzionali:  
fuso ovest ← fuso est →

REGIONE  
LOMBARDIA  
PROVINCIA DI:  
COMO

COMUNE DI:  
1 LEZZENO  
2 VELESO  
3 BELLAGIO  
4 MAGREGLIO  
5 OLIVETO LARIO  
6 MANDELLO DEL LARIO  
7 ZELIBO  
8 FASCIATO LARNO  
9 NESSO  
10 REZZAGO  
11 VALMADRERA  
12 ERBA  
13 PONTE LAMBRO  
14 CASTELMARTE

### LIMITI AMMINISTRATIVI ADMINISTRATIVE BOUNDARIES



15 PROSERPIO  
16 LONGONE AL SEGRINO  
17 LUPILIO  
18 PUSTIANO  
19 CESANA BRIANZA  
20 CIVATE

### RETICOLATO CHILOMETRICO NELLA PROIEZIONE CONFORME UNIVERSALE TRASVERSA DI MERCATORE U.T.M. (Dati europei 1950)

LE LINEE CONTRASSEGNALE DA NUMERI VIOLA INDICANO IL  
RETICOLATO U.T.M. FUSO 32. ELLISSOIDE INTERNAZIONALE.  
TALI NUMERI SONO ESPRESSI IN km

DESIGNAZIONE DI ZONA: <b>32T</b>	ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 100 METRI
Identificazione di quadrato di 100 chilometri di lato: 	NOME DEL PUNTO: = 9 643
Trascurarsi nella designazione del punto le cifre scritte in carattere piccolo di ogni numero del reticolato. Questo sono utilizzate nei calcoli. Usare soltanto le cifre scritte in carattere più grande.	1) Leggere le lettere che identificano il quadrato di 100 chilometri di lato nel quale si trova il punto: 2) Leggere il valore del meridiano reticolato immediatamente ad Ovest del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: misurare col coordinatometro in ettolometri la distanza tra il punto e la linea suddetta: 3) Leggere il valore del parallelo reticolato immediatamente a Sud del punto considerato e registrare le sole cifre scritte in carattere grande: misurare col coordinatometro in ettolometri la distanza tra il punto e la linea suddetta.
	NR 23 2 79 3
	DESIGNAZIONE DEL PUNTO: NR232793
	Preporre la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già ben nota: <b>32TNR232793</b>

### DECLINAZIONE MAGNETICA (AL 1° GENNAIO 1959) E CONVERGENZA AL CENTRO DELLA CARTA

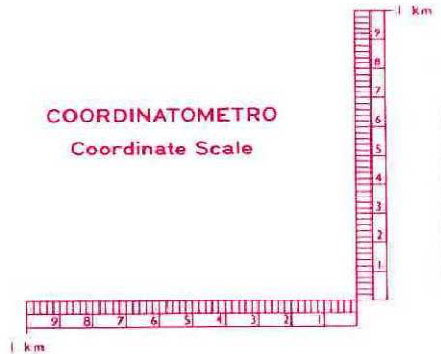
$\delta = 3^{\circ}18'58^{\circ}.7$   
 $\gamma = 0^{\circ}11'3^{\circ}.3$

Nr = Nord reticolato  
N = Nord geografico  
Nm = Nord magnetico  
 $\delta$  = Declinazione magnetica  
 $\gamma$  = Convergenza

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

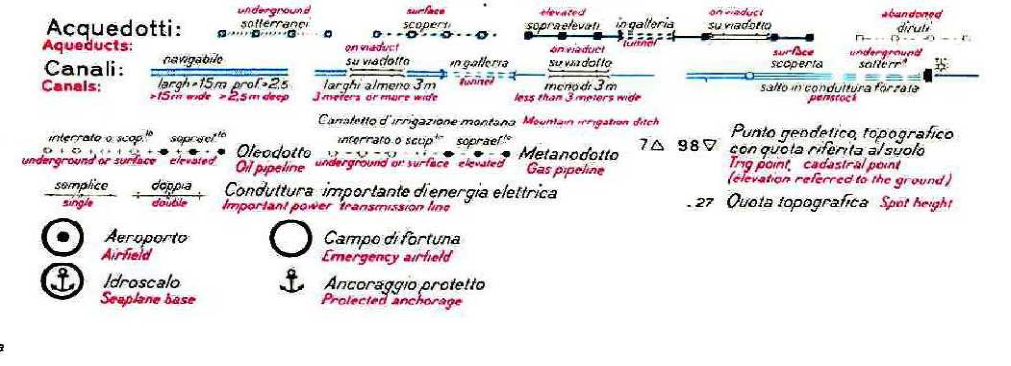
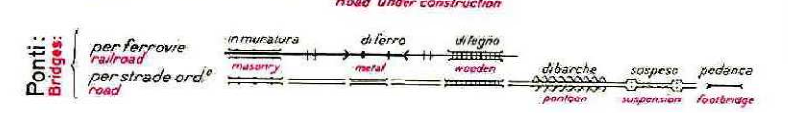
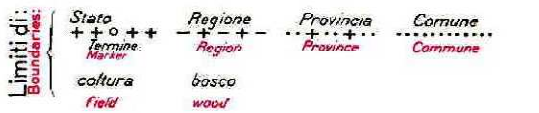
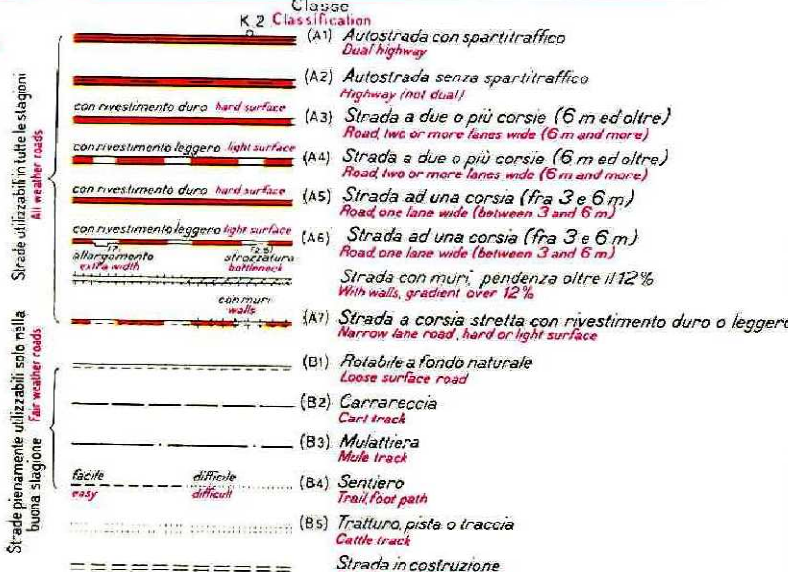
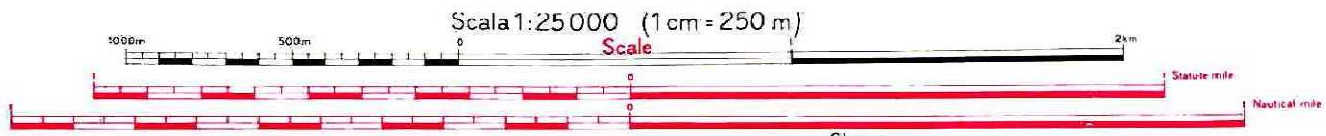
La declinazione magnetica diminuisce annualmente di circa  $7'' - 2^{\circ}.1$

### COORDINATOMETRO Coordinate Scale

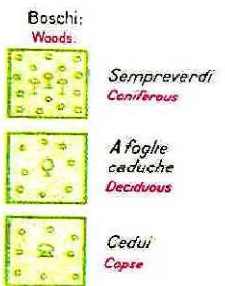
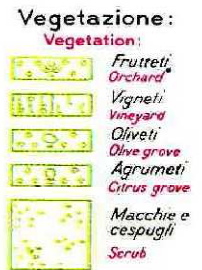


Carta ufficiale dello Stato (Legge N°68 del 2-2-1960)  
Tutti i diritti di riproduzione e di rielaborazione riservati

VALUTAZIONE DELLA CARTA: OTTIMA  
MAP EVALUATION VERY GOOD



**Segni convenzionali (Norme 1959 - 62)**  
**Symbols (1959 - 62 Specifications)**



Il bosco fitto è rappresentato con 3 segni di essenza.  
Thick woods are marked by 3 symbols.

# Esempio di CARTOGRAFIA I.G.M. : foglio 1:25.000

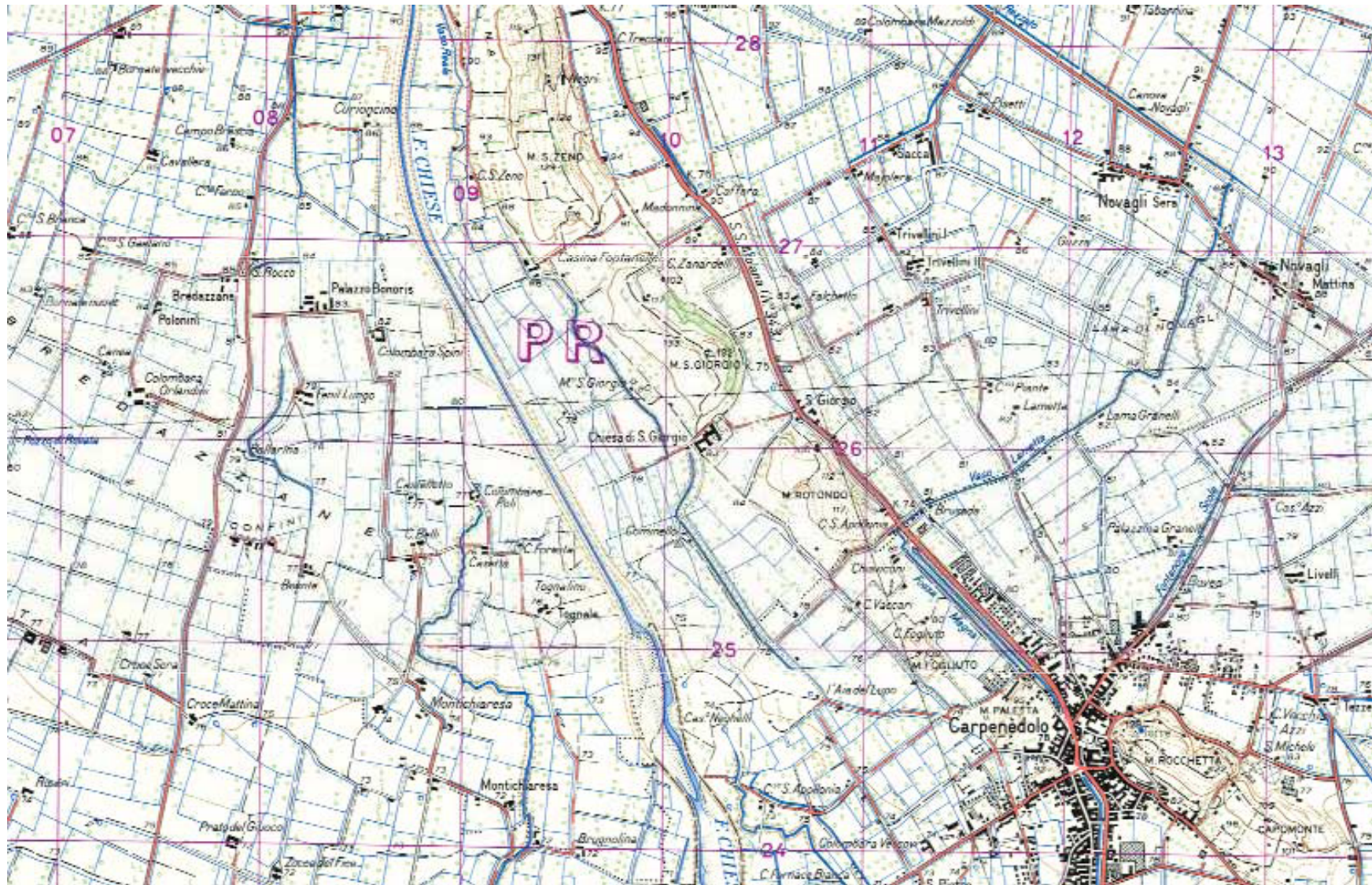
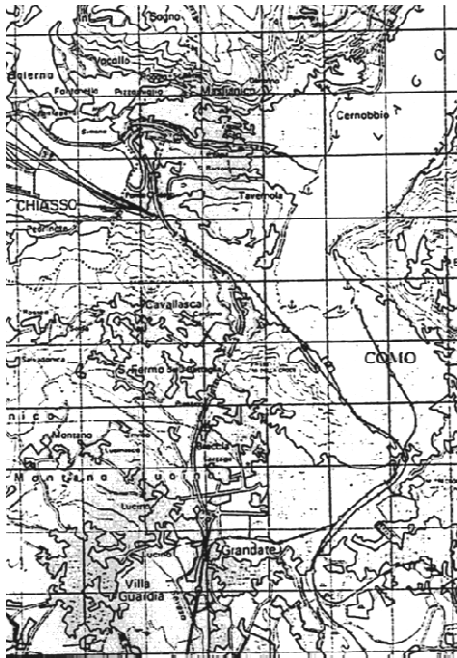


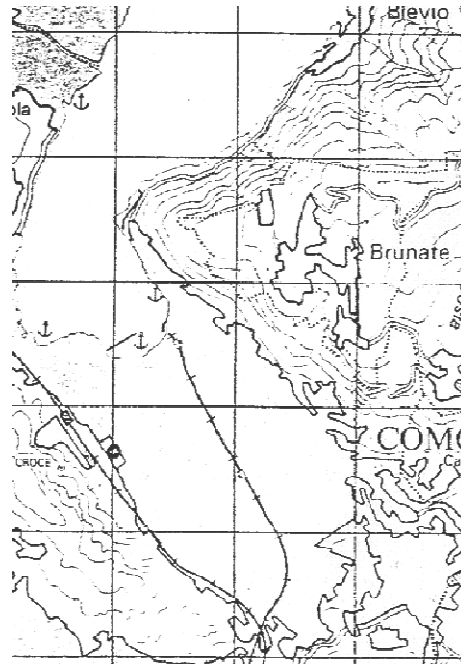
FIG.38

Quadro 5 - F. 47 II S.E. - Montichiari - Serie 25V

# Confronto tra alcune scale di rappresentazione



VECCHIO FOGLIO  
scala 1:100000

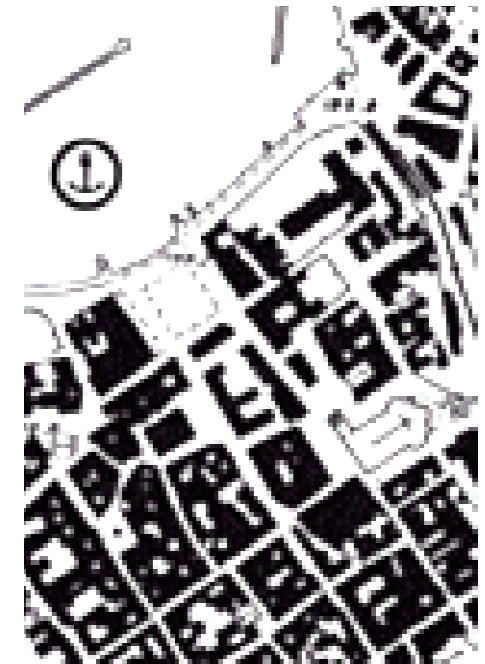


NUOVO FOGLIO  
scala 1:50000



SEZIONE  
scala 1:10000

FIG.39

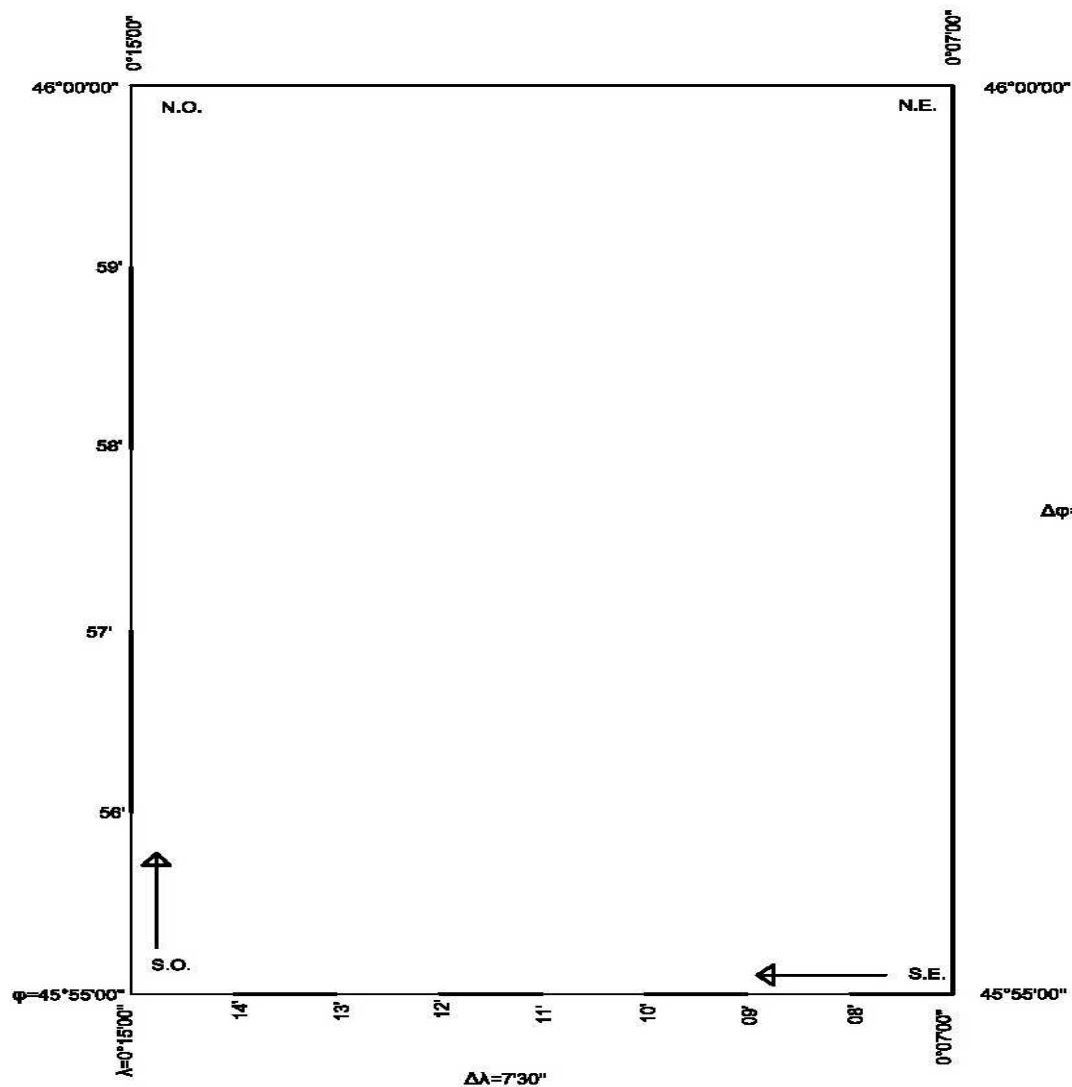


ELEMENTO  
scala 1:5000

Esempio delle cartografie riguardanti la stessa zona in alcune delle più importanti scale di rappresentazione.



# Coordinate geografiche ( $\varphi, \lambda$ ) 1

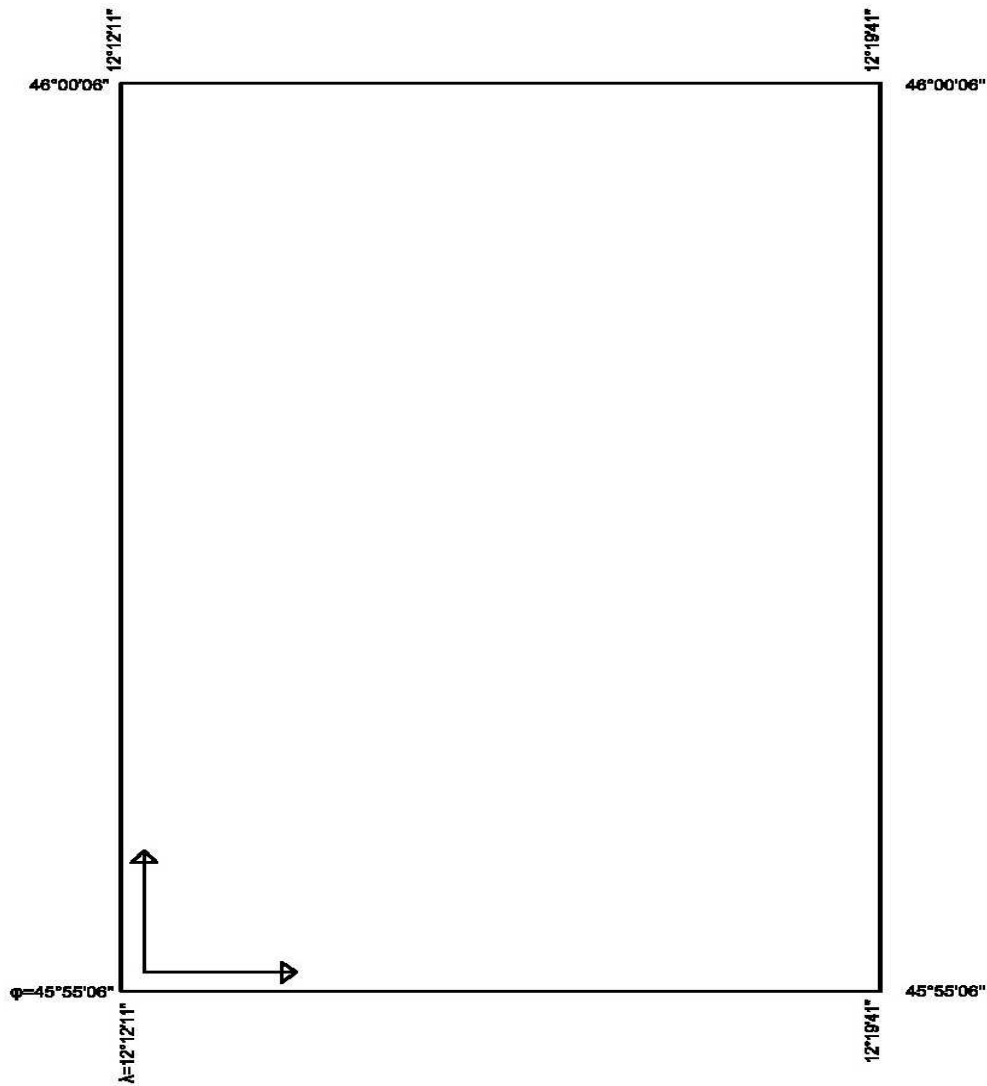


Ellissoide internazionale, orientato a Roma (Monte Mario).  
È da notare che il meridiano per Monte Mario (origine della  $\lambda$ ) si trova alla destra della tavoletta.

FIG.40

Nel sistema italiano, che è quello qui usato, il meridiano da Roma Monte Mario dista da Greenwich  $\lambda = 12^{\circ} 27' 08'',40$

# Coordinate geografiche ( $\varphi, \lambda$ ) 2



Ellissoide internazionale,  
orientamento E.D. 1950.  
L'origine della  $\lambda$  è collocata sul  
meridiano di Greenwich).

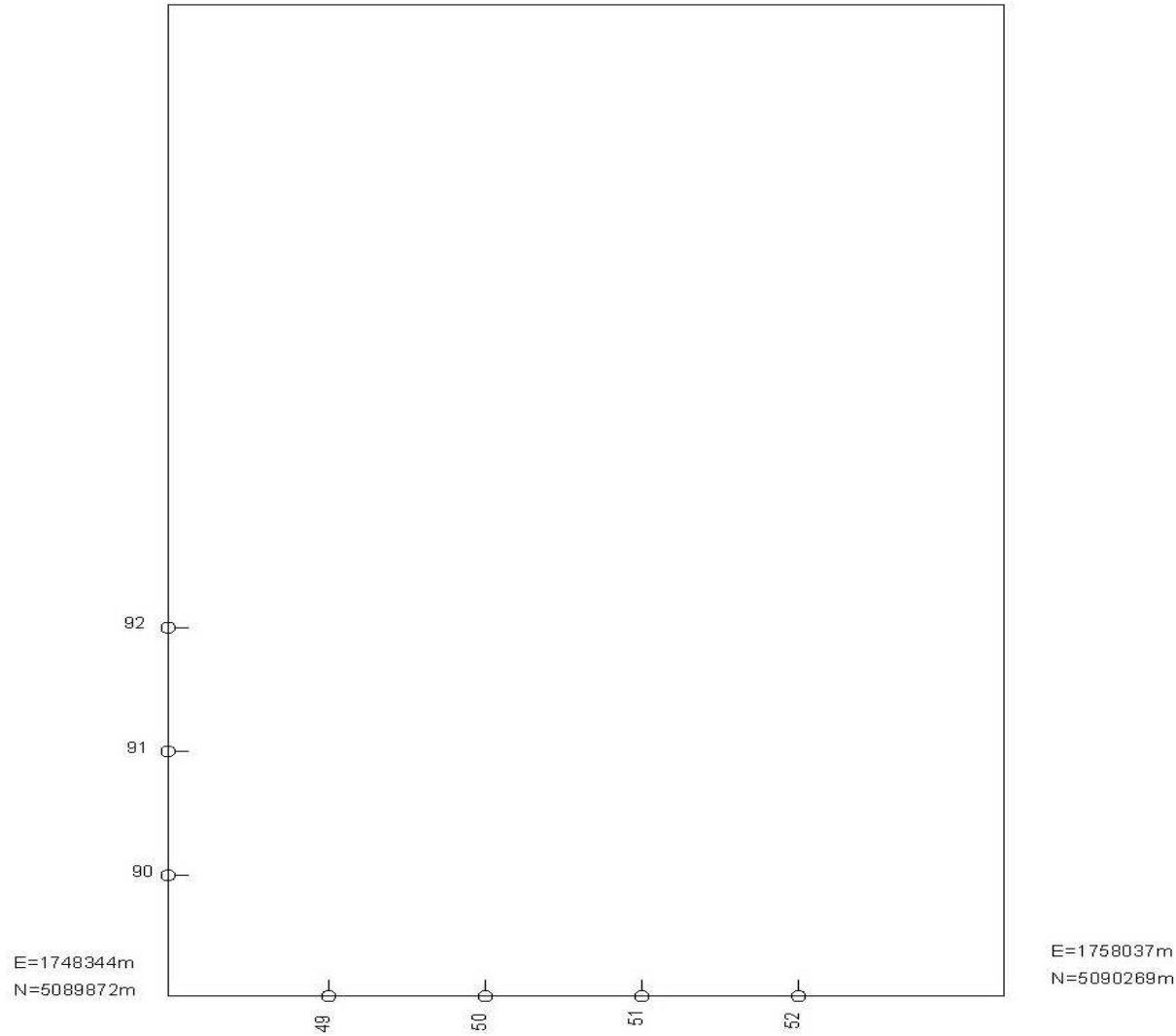
FIG.41

In questo riferimento il meridiano  
di Roma Monte Mario dista  
 $\lambda=12^{\circ} 27'10'',93$

# Coordinate Gauss - Boaga (E,N) 1

E=1747972m  
N=5099131m

E=1757850m  
N=5099528m



Ellissoide internazionale,  
orientato a Roma (Monte Mario  
1940).

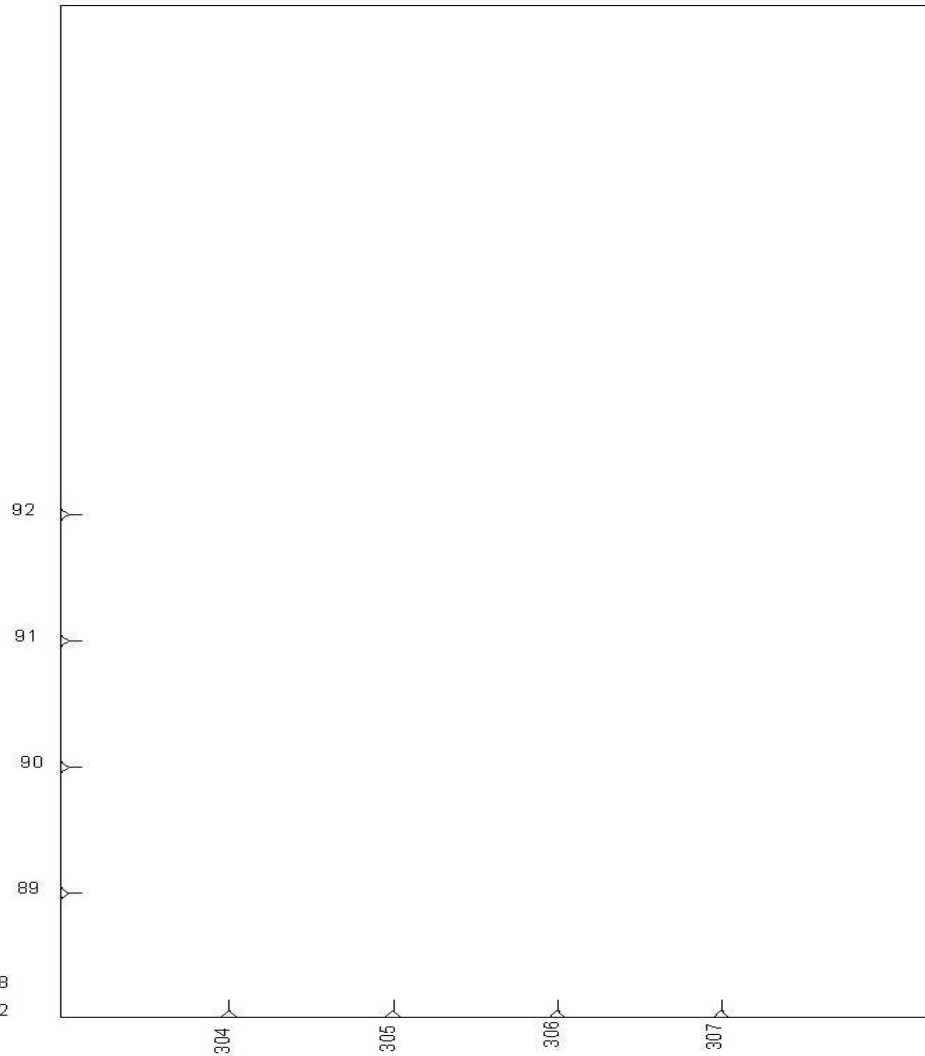
Coordinate riferite al fuso ovest.

FIG.42

# Coordinate Gauss - Boaga (E,N) 2

E=2303363  
N=5097950

E=2313042  
N=5097617



E=2303038  
N=5088692

E=2312731  
N=5088359

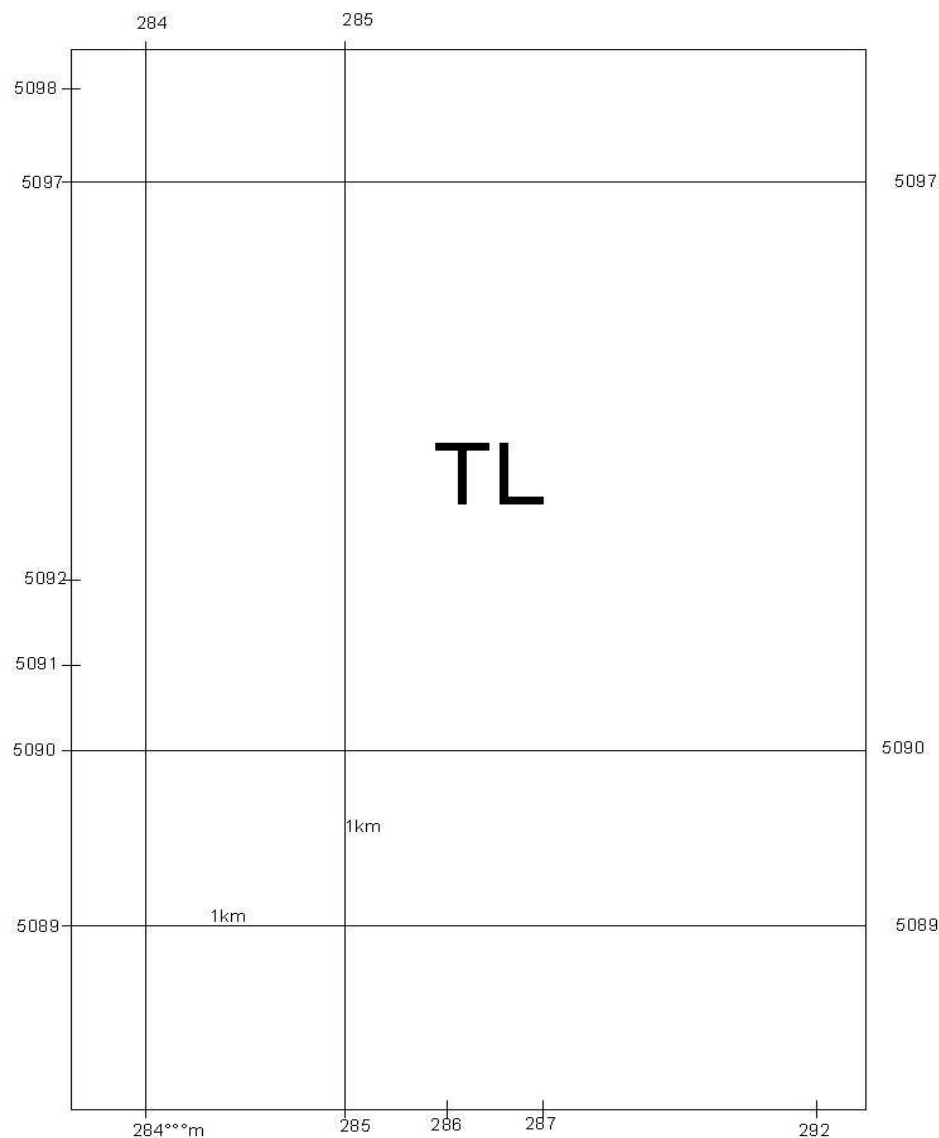
Ellissoide internazionale,  
orientato a Roma (Monte Mario  
1940).

Coordinate riferite al fuso est.

FIG.43

# Reticolato chilometrico U.T.M. 1

(dati europei 1950)



Questa tavoletta appartiene ai fusi 32 e 33.  
Le coordinate riportate sono relative al fuso 33 (vecchio fuso est).

- disposizione di zona (fuso + fascia): 33T
- identificazione nel quadrato di 100 Km di lato: TL

- coordinate nel punto

E = 3 o 4 cifre

N = 3 o 4 cifre

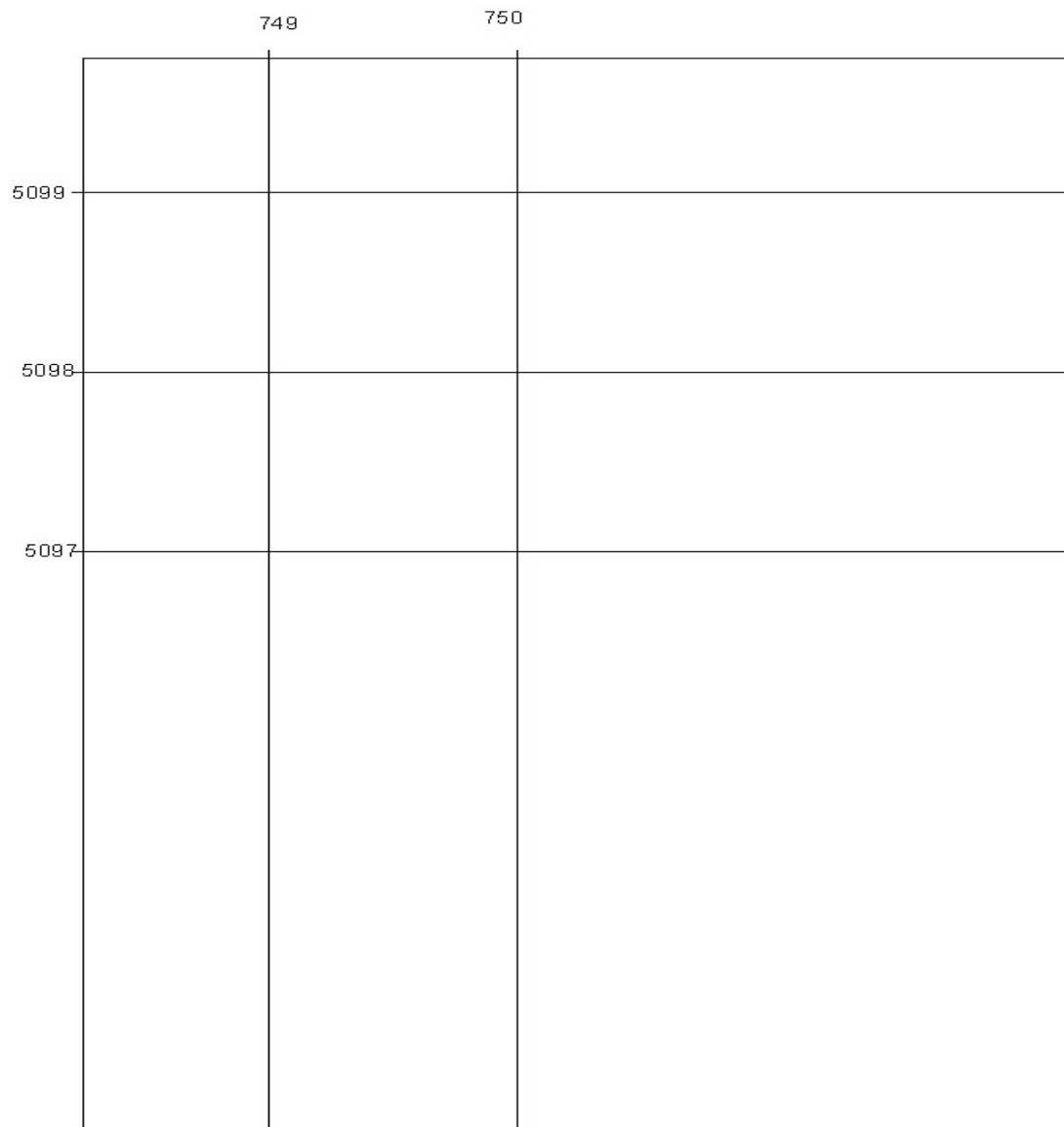
dove:

- 3 cifre = hm;
- 4 cifre = dam.

FIG.44

# Reticolato chilometrico U.T.M. 2

(dati europei 1950)



Coordinate relative al fuso 32.

FIG.45

# TABELLA delle LONGITUDINI 1

Ellissoide di BESSEL orientato a Genova

$$\varphi = 41^{\circ} 55' 24'',399$$

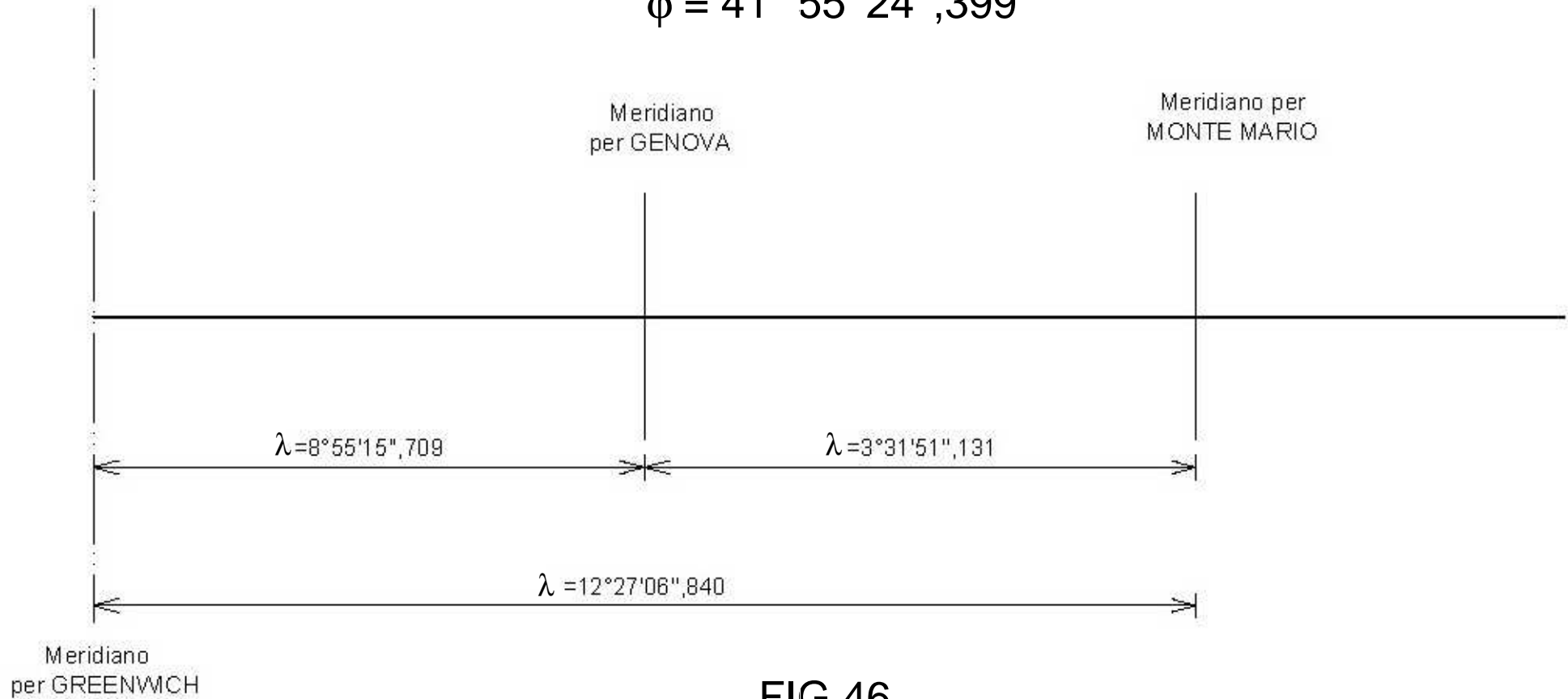


FIG.46

# TABELLA delle LONGITUDINI 2

## Ellissoide INTERNAZIONALE

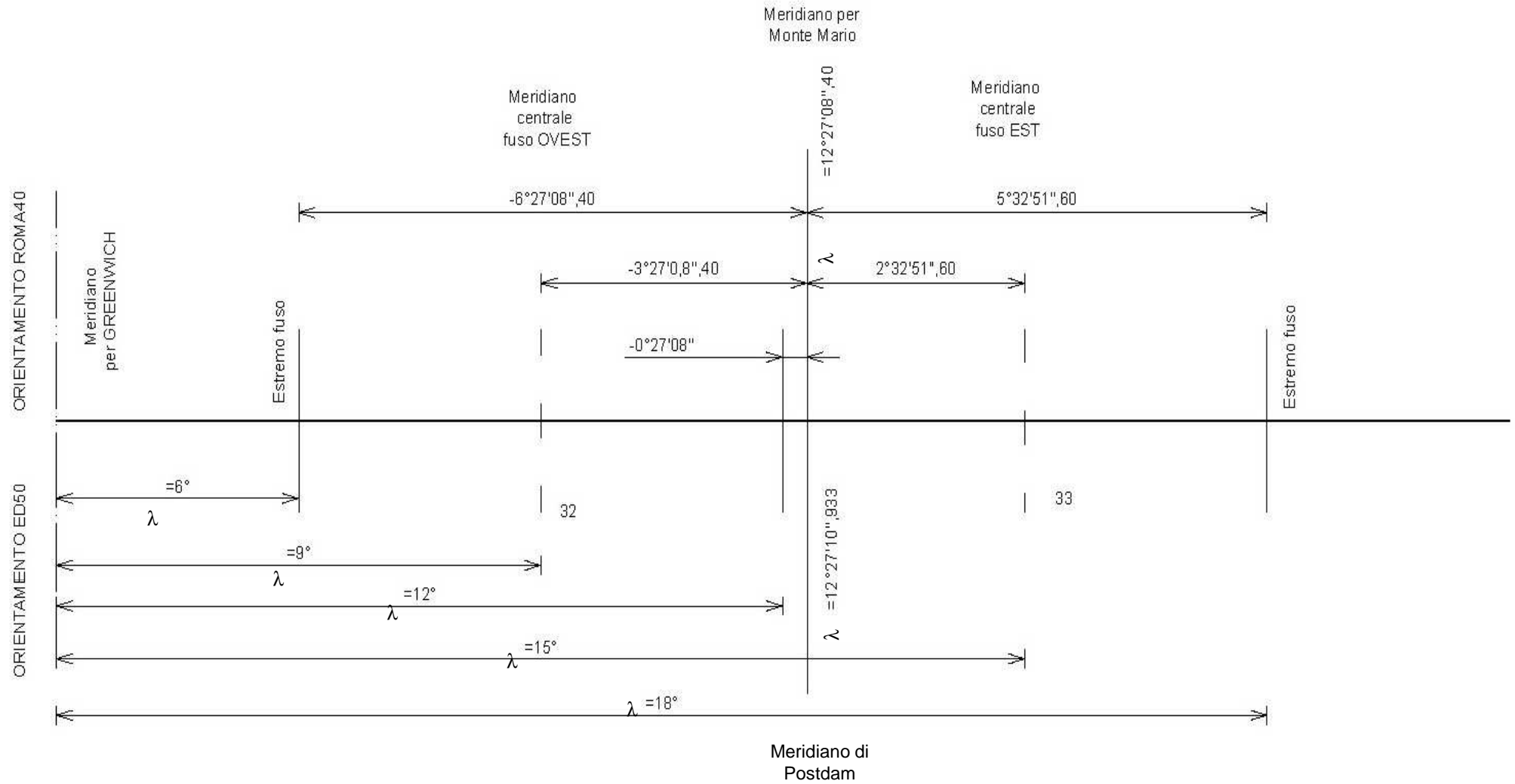
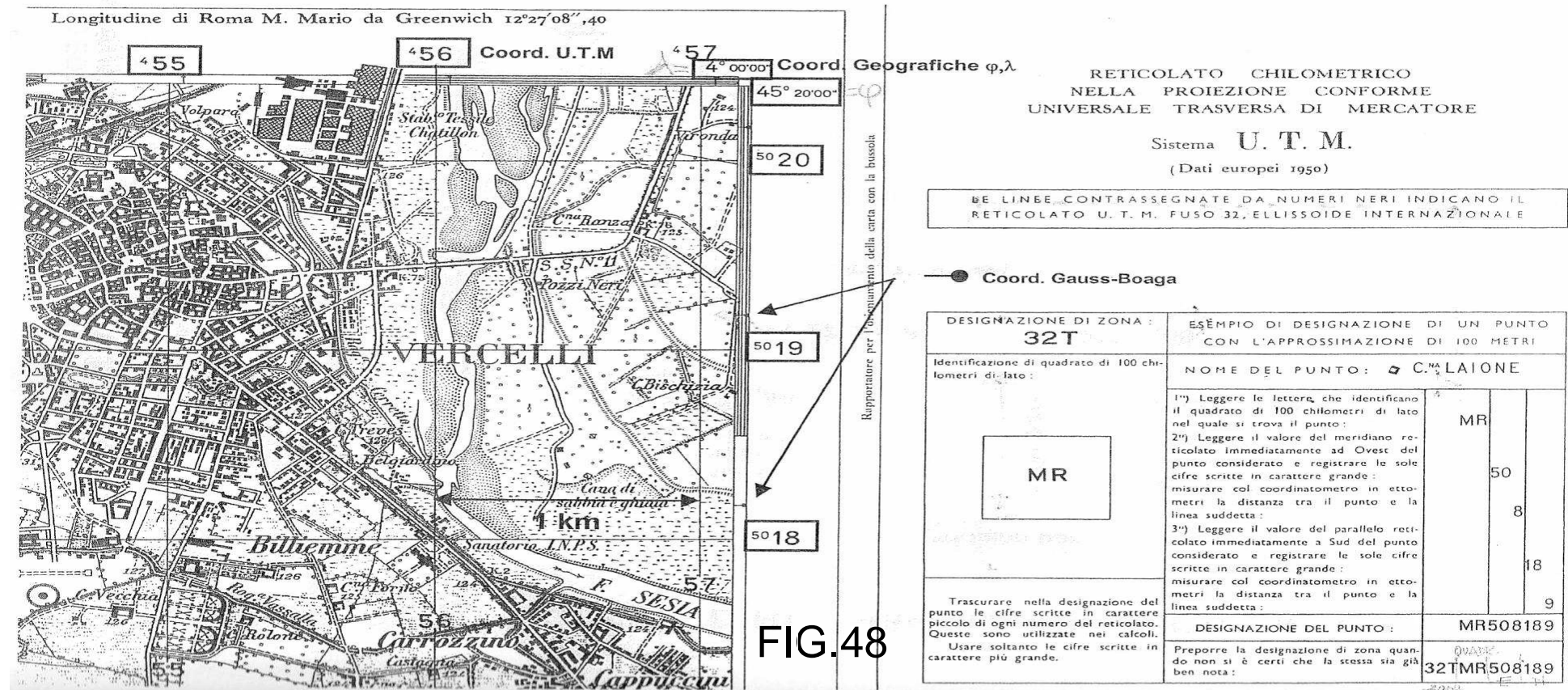


FIG.47

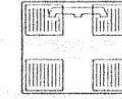
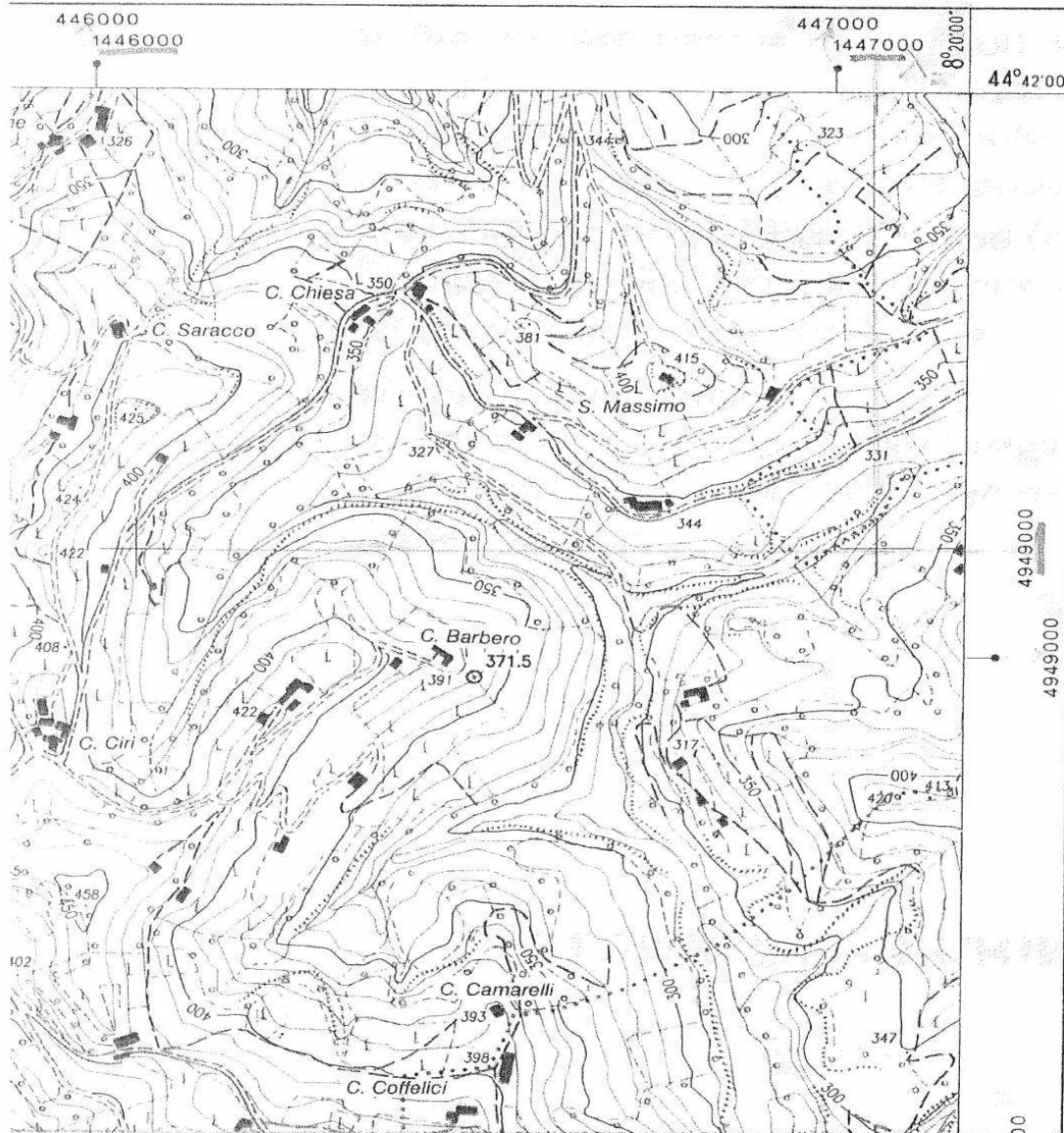


# CARTOGRAFIA I.G.M.I. - Coordinate UTM e Gauss - Boaga



L'IGMI consente all'utenza nazionale di utilizzare il suo Servizio Geodetico. Si è così in condizioni di conoscere ed utilizzare: 1) la rete trigonometrica classica (circa 20.000 vertici) ;2) la rete IGMI 95 (da tecniche differenziali GPS);3) la rete di livellazione di alta precisione (oltre 20.000 capisaldi);4) la rete dinamica nazionale R.D.N ( 99 stazioni permanenti GPS)..

# CARTOGRAFIE TECNICHE-Coordinate UTM e Gauss - Boaga



## REGIONE PIEMONTE

SERVIZIO CARTOGRAFICO

$\lambda$  da Greenwich  
 $\phi$  dall'equatore

### CTR

CARTA TECNICA REGIONALE

SEZIONE N° **193120**

## BUBBIO

FIG.49

CARTA AL TRATTO

Scala 1 : 10 000

# SISTEMA di RIFERIMENTO CATASTALE

## Definizione

- Ellissoide di Bessel (1841) con
  - $a = 6.377.397,155$  m
  - $\alpha = 1/299,1528128$
- Orientamento: Genova IIM (definizione astronom. 1902)
  - $\varphi = 44^{\circ}25'08,235''$
  - $\lambda = 0^{\circ}$
  - Azimut su Monte del Telegrafo  $\alpha = 117^{\circ}31'08,91''$

## Realizzazione

- Rete di inquadramento costituita dalla triangolazione dell'IGM (limitatamente ai vertici di 1°, 2° e 3° ordine) infittita con la triangolazione catastale di rete, sottorete e dettaglio.

## Rappresentazione cartografica

- Cassini-Soldner con suddivisione del territorio nazionale in 32 zone riferite ciascuna ad una diversa origine (*centro di sviluppo*), coincidente in molti casi con un vertice IGM. L'estensione di ogni sistema è, in genere, limitata ad un massimo di 70 Km dall'origine in direzione Est-Ovest e a 100 Km in direzione Nord-Sud. La maggior parte delle Province è compresa in sistemi di grande estensione (31 origini); il rimanente territorio è suddiviso in sistemi più piccoli (817 complessivamente).

## Coordinate di Gauss-Boaga

- ellissoide internazionale orientato a Roma.

## Coordinate Cassini-Soldner

- ellissoide di Bessel con vari orientamenti (M.te Mario per l'Italia centrale; Genova per l'Italia Settentrionale; Castanea delle Furie in Sicilia per l'Italia Meridionale).

# Passaggio di coordinate tra i due sistemi

- Si riducono le coordinate Cassini-Soldner alla loro vera grandezza:
- Si trasportano nell'orientamento Gauss-Boaga:  
ottenendo coordinate parziali, prive di deformazioni.

Il Territorio nazionale risultava diviso in 32 zone, per ognuna delle quali è definita un'origine (in complesso però si hanno ben 849 origini, prendendo in esame anche le origini per piccole estensioni, cioè il territorio di un Comune).

Le coordinate **GAUSS-BOAGA** sono riferite all'ellissoide internazionale orientato a Roma M. Mario.

Le coordinate **CASSINI-SOLDNER** sono riferite all'ellissoide di Bessel, con vari orientamenti (M.te Mario per l'Italia centrale; Genova per l'Italia Settentrionale; Castanea delle Furie in Sicilia per l'Italia Meridionale).

Le mappe catastali sono a scale molto grandi ( $1/4000 \div 1/1000$ ) e sono planimetriche (con qualche eccezione).

1. Si riducono le coordinate Cassini-Soldner alla loro vera grandezza:

$$\begin{cases} x_c = x - d_1 \\ y_c = y \end{cases}$$

2. Si trasportano nell'orientamento Gauss-Boaga:

$$\begin{cases} \Delta X = (x - d_1) \cdot \cos \gamma + y \sin \gamma \\ \Delta Y = y \cdot \cos \gamma - (x - d_1) \cdot \sin \gamma \end{cases}$$

Coordinate parziali prive di deformazione

3. Si attribuiscono a queste coordinate parziali le deformazioni caratteristiche delle coordinate Gauss-Boaga:

- Deformazione per elementi finiti:

$$s \cdot \frac{Y_1^2 + Y_1 Y_2 + Y_2^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \left\{ \begin{array}{l} inX \longrightarrow \Delta X \cdot \frac{3 \cdot Y^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \\ inY \longrightarrow \Delta Y \cdot \frac{Y_0^2 + Y_0 Y + Y^2}{6 \cdot \rho \cdot N} \end{array} \right.$$

- Modulo di deformazione per elementi infinitesimi:

$$m = 1 + \frac{Y^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2 \cdot \rho \cdot N}$$

- Riduzione del 0,4 ‰

Queste ultime correzioni danno luogo a ( $m - 4 \cdot 10^{-4}$ )

## IN DEFINITIVA

$$\begin{cases} \Delta X = X - X_0 = x \cdot [\cos \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + y \cdot [\sin \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + d_1 \\ \Delta Y = Y - Y_0 = y \cdot [\cos \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] + x \cdot [\sin \gamma \cdot (m - 4 \cdot 10^{-4})] \end{cases}$$

Da circa 40 anni la rappresentazione Cassini - Soldner è stata abbandonata dal Catasto italiano e sostituita da quella di Gauss - Boaga: è stata così fatta la trasformazione dei punti trigonometrici catastali, ecc. Molte mappe riportano ancora però i parametri della rappresentazione originaria.

Oggi il Catasto (passato nell'Agenzia del Territorio e poi nell'Agenzia delle Entrate) è quasi completamente informatizzato e molte procedure operative sono state modificate ed aggiornate, specie in questi ultimi anni ( ad esempio si veda il programma DOCFA e il PREGEO) e l'abolizione del N.C.E.U.



# Esempio di MAPPA CATASTALE 1/4.000 – 1/ 2.000

SCRITTURAZIONI INTERNE ED ESTERNE DEL FOGLIO DI MAPPA

ROMA 62

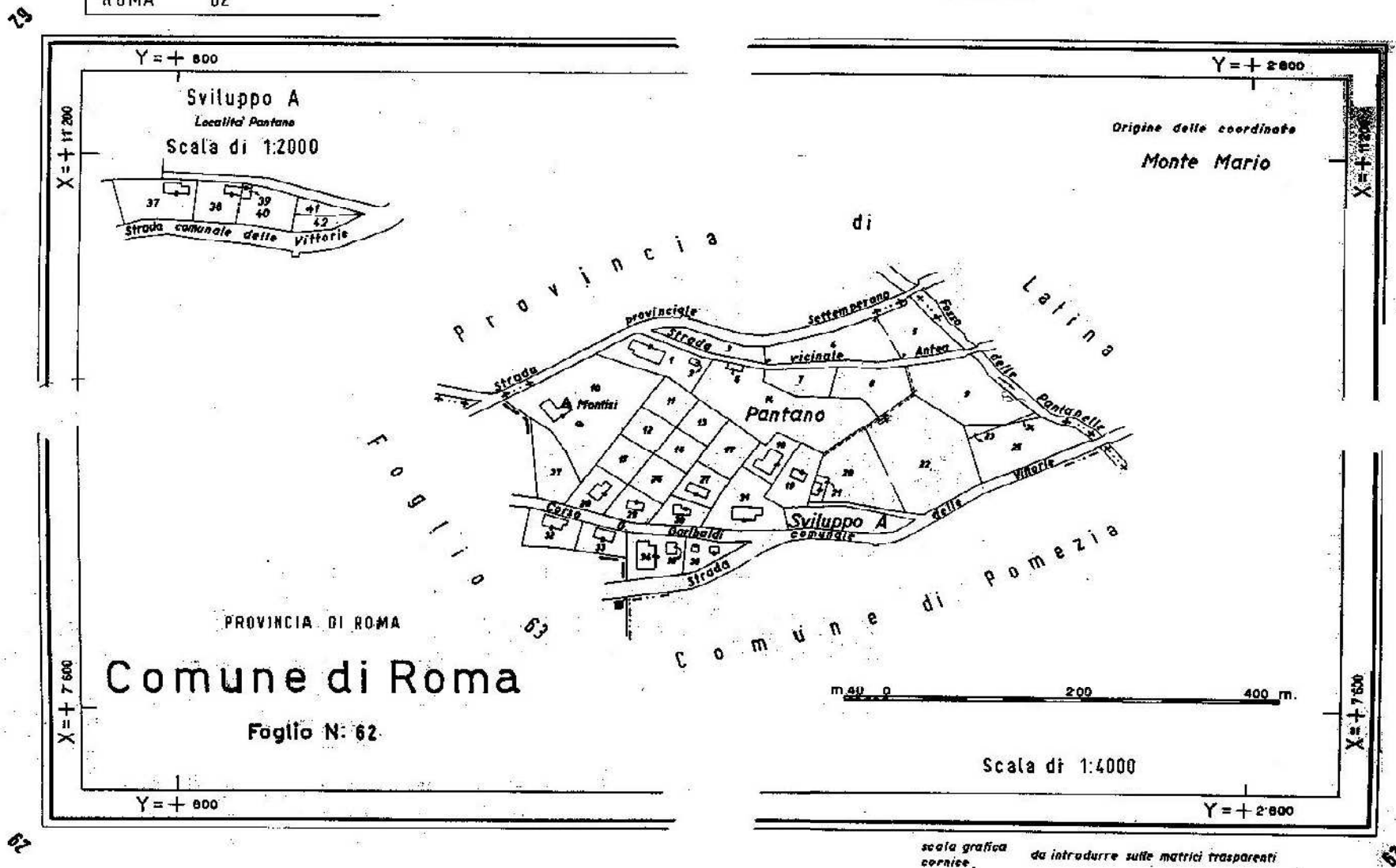


FIG.50

I fogli di mappa hanno dimensioni notevoli, qui ne riportiamo uno ridotto opportunamente per rientrare nell'impaginazione.

# Esempio di MAPPA CATASTALE 1:2.000

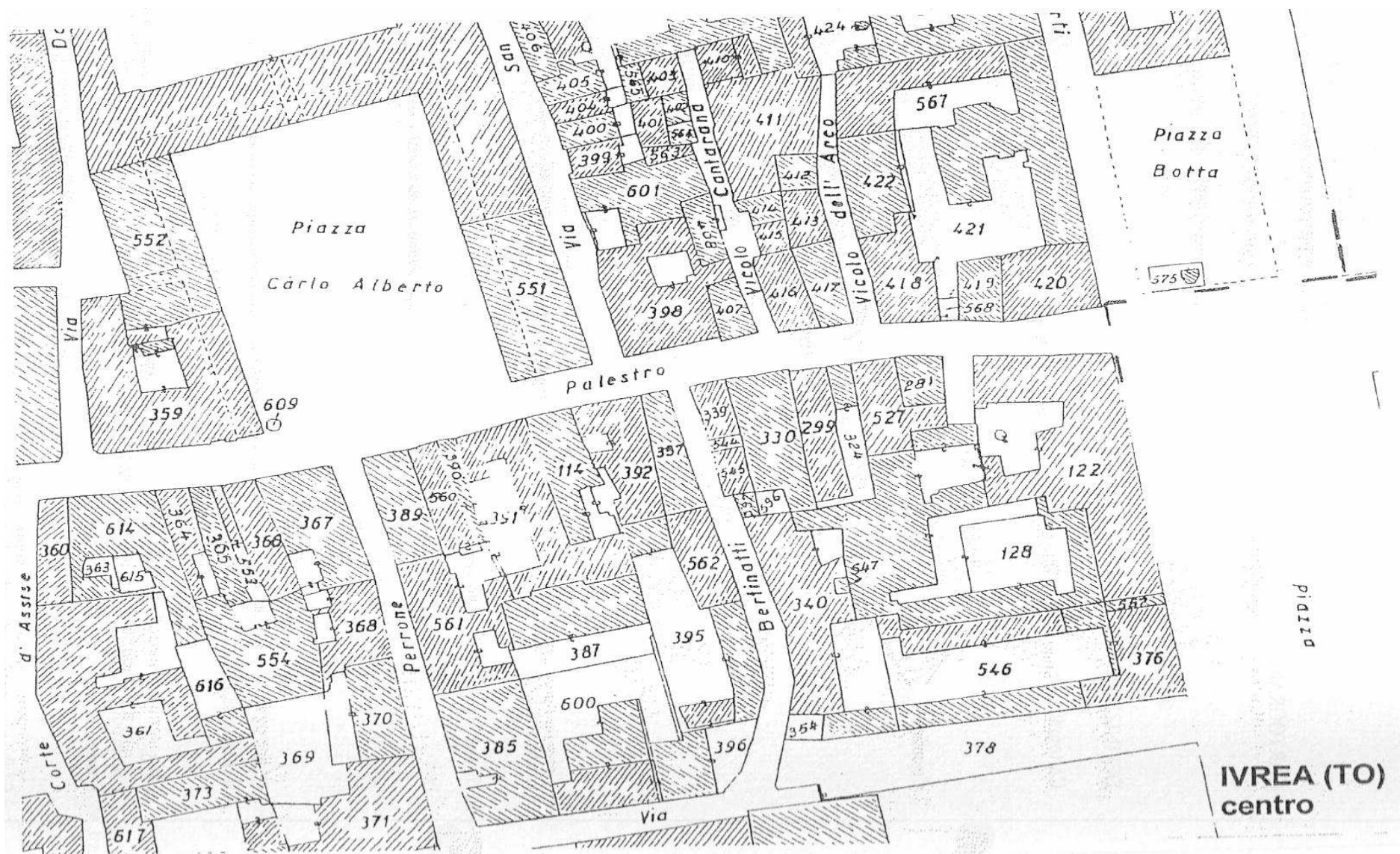
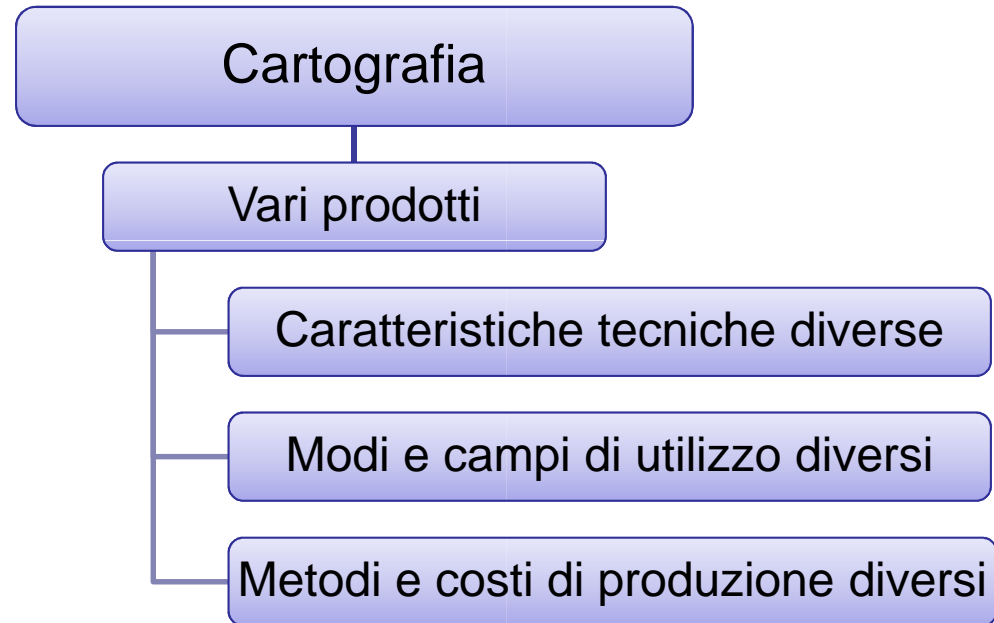


FIG.51

Particolare di una mappa catastale

# CARTOGRAFIA NUMERICA



## Definizione

- Cartografia costituita da coordinate di punti, memorizzate su supporto magnetico, elaborate da calcolatore.

# Coordinate

```
graph TD; A[Coordinate] --> B[Associate ad un codice]; A --> C[Strutturate in una forma logica che permette di ricostruire, con opportune elaborazioni al calcolatore, l'informazione]; C --> D[Informazione qualitativa]; C --> E[Informazione metrica];
```

Associate ad un codice

Strutturate in una forma logica che permette di ricostruire, con opportune elaborazioni al calcolatore, l'informazione

Informazione  
qualitativa

Informazione  
metrica

## La produzione di cartografia numerica avviene

Mediante rilievo topografico  
(cart.topografica.num.)

Per digitalizzazione (manuale  
o con dispositivi di scansione)  
di cartografia tradizionale  
(cart.num.digitale)

Mediante restituzione  
fotogrammetrica numerica  
(c.fotogrammetrica.n.)

c.t.n.

- Si ottiene da rilievi topografici, con strumentazione opportuna (quale ad esempio stazioni totali, ecc).

c.n.d.

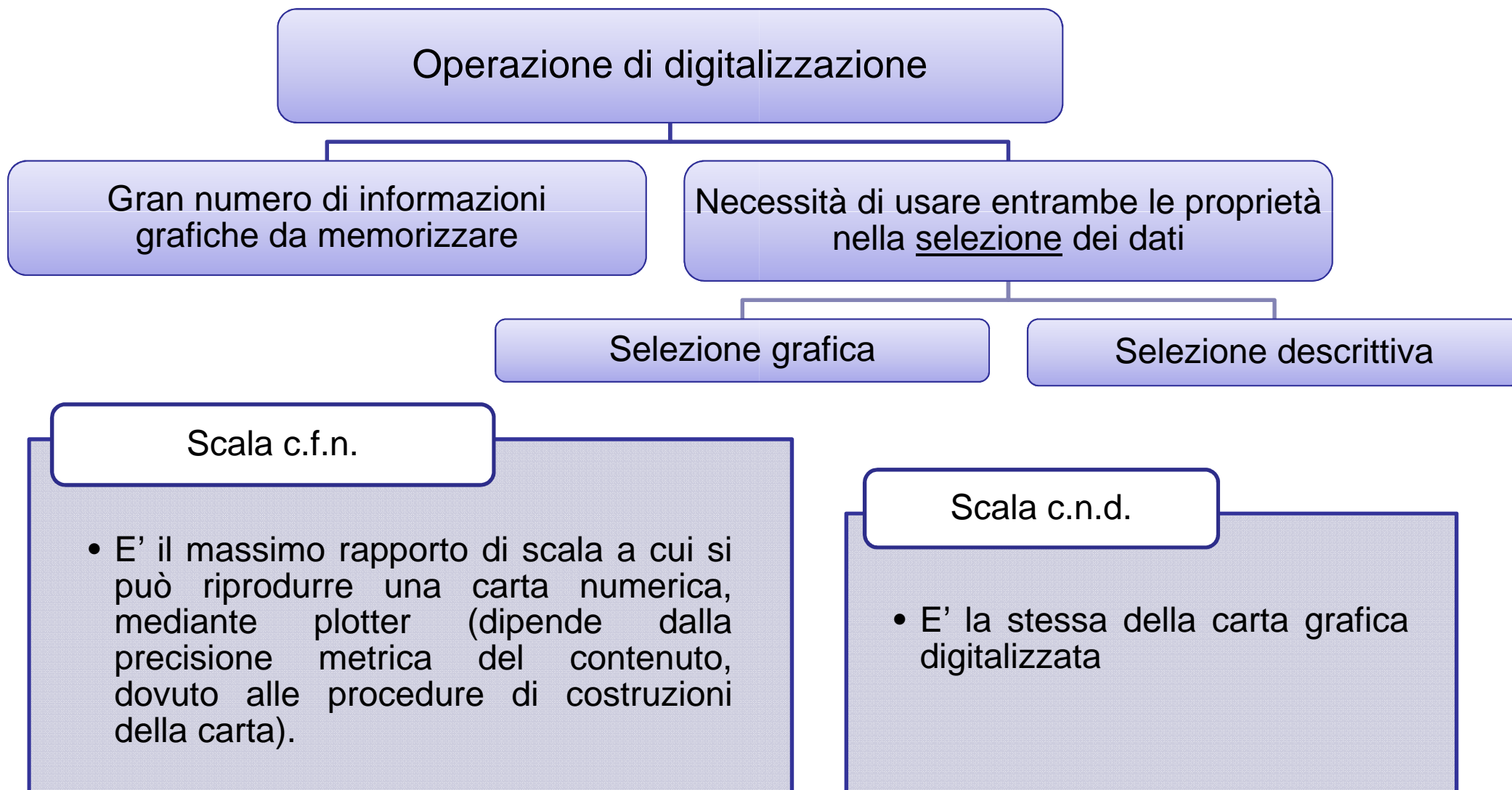
- E' un prodotto "derivato": trasposizione in forma numerica di una carta tradizionale (dalla carta "sorgente"). Viene mantenuta la divisione tra planimetria ed altimetria.

c.f.n.

- E' un prodotto ottenuto in forma numerica direttamente nella fase di restituzione fotogrammetrica (sia da restitutori analitici, che da restitutori analogici, muniti di encoders e di registrazione automatica dei dati).

Costituisce un vero modello tridimensionale del terreno.

# Cartografia numerica digitalizzata



# Costruzione della cartografia numerica



Nel caso di **c.f.n.** occorre aggiungere l'operazione di "EDITING": cioè ripulire e completare con procedure ed algoritmi di tipo analitico, basati sull'uso di sistemi videografici interattivi, le congruenze geometriche e le omissioni.

## Sviluppo dell' **INFORMAZIONE GEOGRAFICA** nelle Regioni

A livello della *Pubblica Amministrazione (P.A.)* si effettuano delle azioni programmate per un percorso di trasformazione nel passaggio da rappresentazione classica, esclusivamente “grafica” del territorio ( Carte Tecniche Regionali sia analogiche che digitali) ad una rappresentazione che abbia anche “contenuti informativi” ( moderni strumenti della “Spatial Data Infrastructure”, cioè fenomeni fisici, biologici, economici, ecc.).

Si impongono quindi regole tecniche precise, al contrario di quanto si era fatto in passato, in cui si fornivano soltanto indirizzi di politica territoriale ( ad esempio : Intesa-GIS ; approvazione del Codice dell'Amministrazione Digitale: approvazione della Direttiva europea INSPIRE; ecc).

E' poi forse più corretto parlare di **SIT** (sistemi informativi territoriali) piuttosto che di GIS (geographic information system).

INSPIRE = Infrastructure for Spatial Information in Europe

I.D.T. = Infrastruttura Dati Territoriali.