



LA CARTOGRAFIA

Lo studio della rappresentazione della sfera su un piano è ricco di tentativi, operati nel corso di millenni, per raffigurare in modo sempre più preciso porzioni più o meno ampie della superficie terrestre. La scienza che mette in relazione le tecniche di rilevamento con gli strumenti matematici e le modalità di restituzione grafica delle carte geografiche è la **cartografia**.

Una carta geografica può essere definita come la raffigurazione, approssimata, ridotta, simbolica e orientata, su un piano, di una porzione o di tutta la superficie terrestre che, invece, è sferica. Di tutte le caratteristiche elencate quella che, al momento, ci interessa maggiormente è l'approssimazione che ci consente di valutare le diverse tipologie di proiezioni impiegate per contenerla.

Una carta è approssimata perché, per riportare su di un piano una superficie sferica, non si può operare in modo fedele e perfetto: si devono necessariamente accettare imperfezioni e deformazioni. Difatti, i punti che costituiscono una superficie sferica durante il loro sviluppo su un piano subiscono alcune deformazioni che sono direttamente proporzionali all'estensione della porzione di superficie sferica interessata. Il grado di precisione delle carte geografiche tende perciò a diminuire con l'estendersi della porzione raffigurata. Per mantenere le deformazioni entro limiti accettabili, si ricorre a diverse tecniche di proiezione.

Gli accorgimenti o sistemi, matematici, geometrici o empirici, utilizzati per riportare sul piano il reticolato geografico e ridurre le deformazioni, prendono il nome di proiezioni geografiche.

In base al metodo o principio geometrico impiegato, si hanno proiezioni:

- vere;
- modificate;
- convenzionali.

Le proiezioni vere

Le proiezioni vere si ottengono riportando il reticolato geografico, eseguito con metodi geometrici, su una superficie ausiliaria, utilizzando unicamente principi proiettivi. Se la superficie ausiliaria è di tipo:

- piano, si hanno le *proiezioni vere prospettiche*;
- cilindrico o conico, si hanno le *proiezioni vere di sviluppo* (cilindriche e coniche).

Le **proiezioni vere prospettiche** rappresentano il reticolato geografico secondo le regole della geometria proiettiva; di conseguenza, per operare, si devono fissare gli elementi caratteristici di tali proiezioni: punto di vista (PV) e quadro di proiezione (si veda UA 20 "Proiezioni prospettiche").

Utilizzando una superficie ausiliaria piana, tangente al globo terrestre, al variare della posizione del punto di vista si possono avere:

- 1 la **proiezione ortografica**, dove il punto di vista è improprio ($PV \rightarrow \infty$) e posto sul prolungamento del diametro ortogonale al quadro di proiezione: di conseguenza i raggi proiettanti risultano tutti paralleli tra loro e ortogonali al quadro di proiezione stesso. I paralleli sono tanto più ravvicinati quanto più ci si allontana dal punto di tangenza della superficie terrestre al quadro (► **Figg. 1, 2**);

Fig. 1

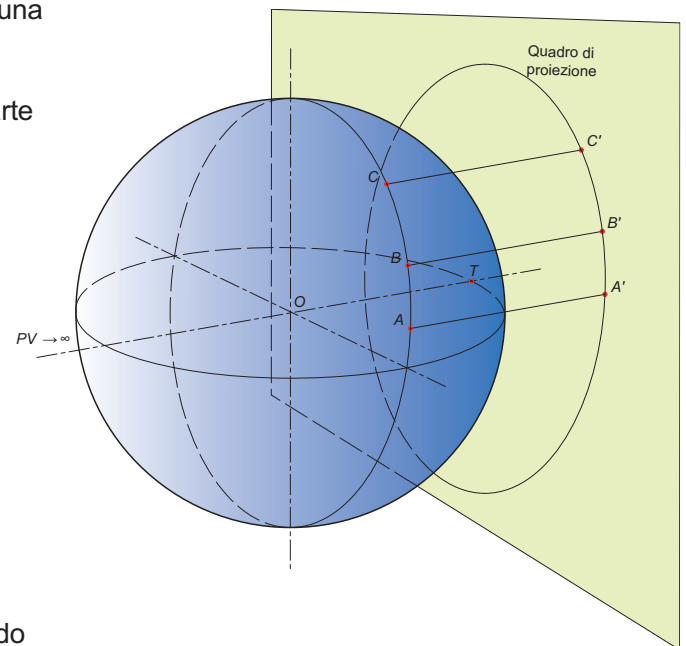
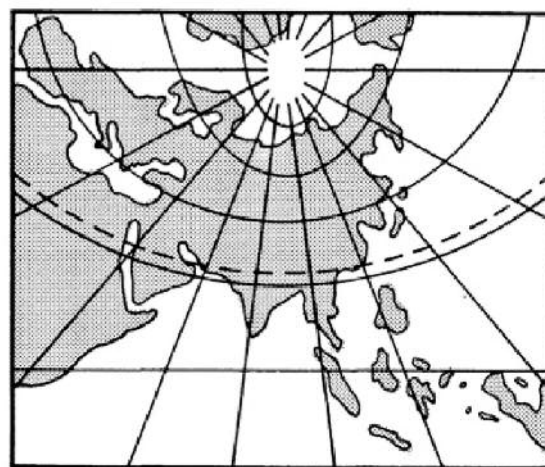
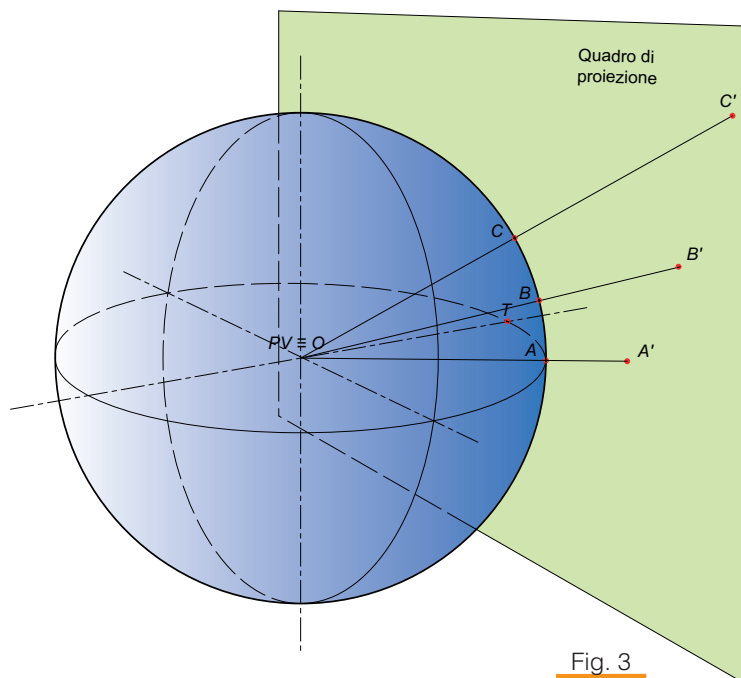
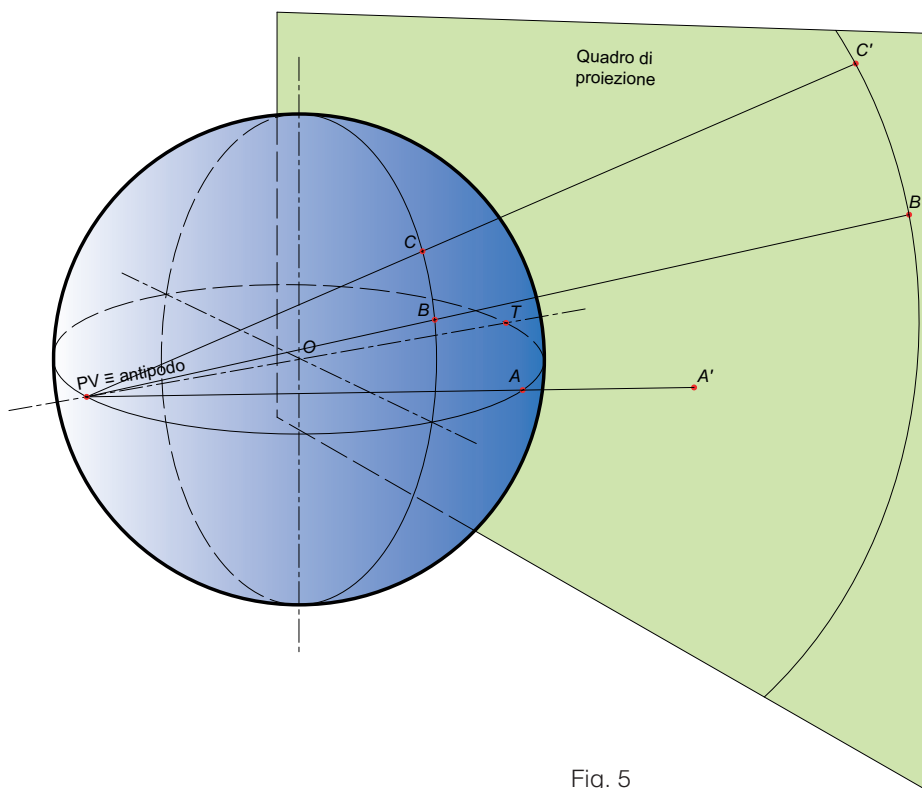


Fig. 2

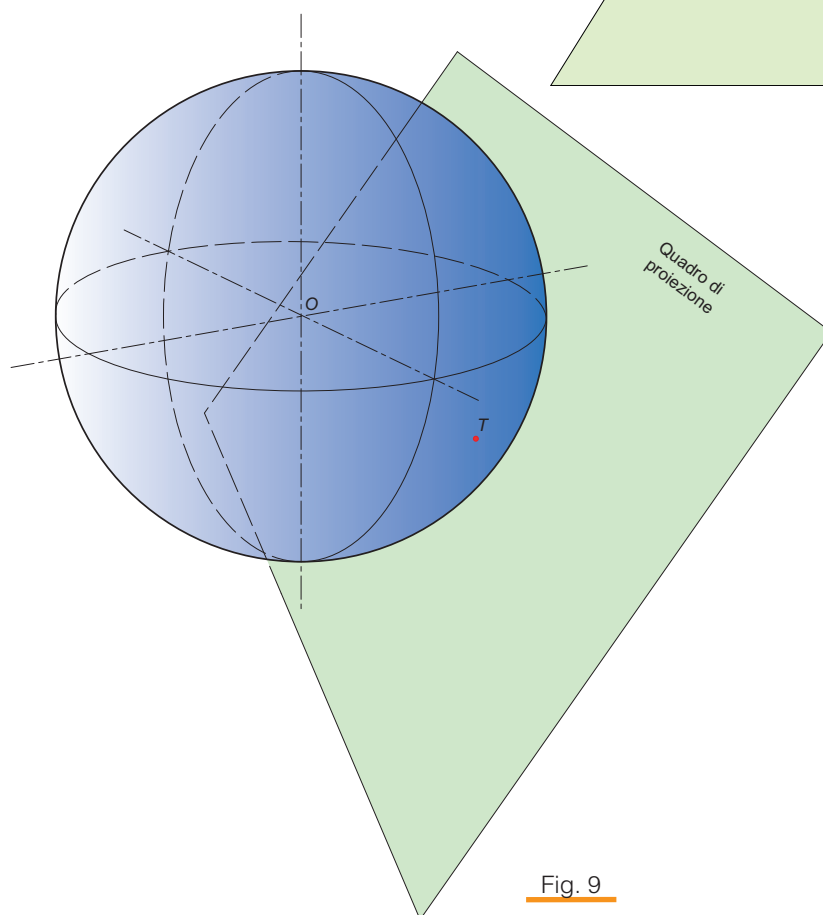
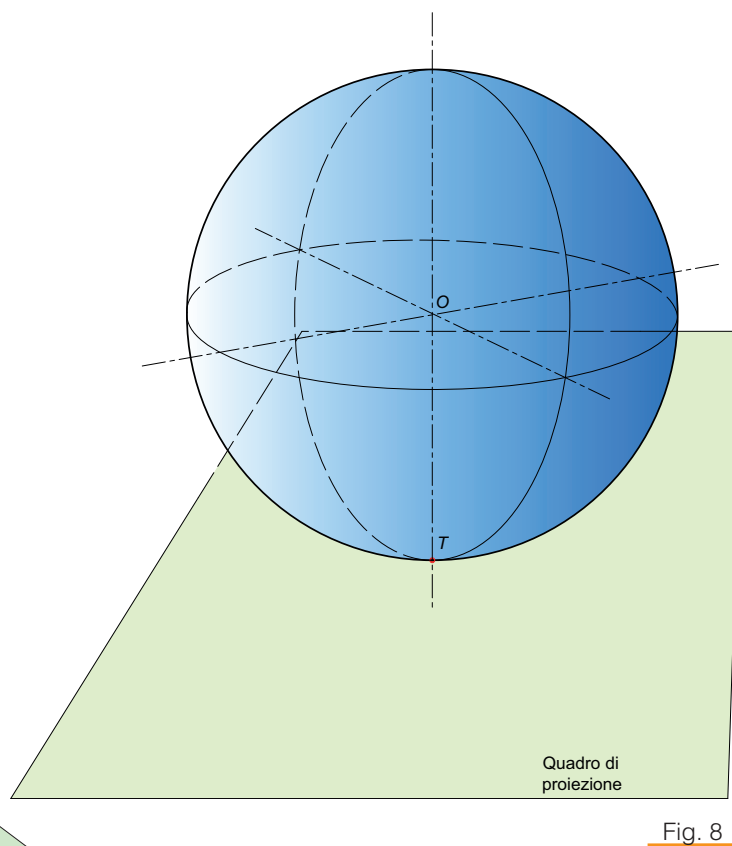
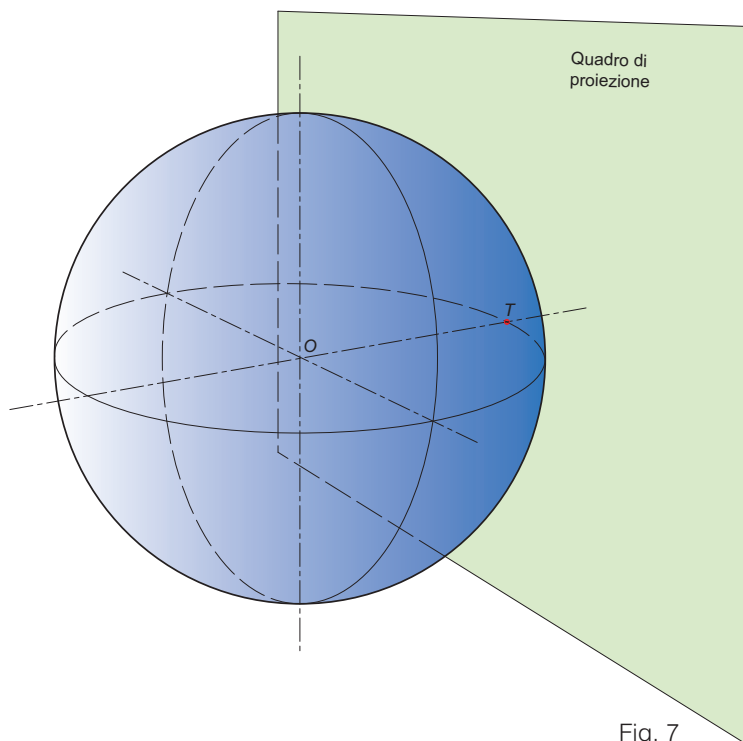
- 2** la **proiezione centrografica o gnomonica**, dove il punto di vista è posto nel centro del globo terrestre ($PV \equiv O$) e i raggi proiettanti sono tutti convergenti in O ; la problematica di questa proiezione è individuabile nella proporzionalità tra distanze reali e rappresentate che diminuisce con l'aumentare della distanza di un punto della superficie terrestre dal punto di tangenza al quadro (**► Figg. 3, 4**);



- 3** la **proiezione stereografica**, dove il punto di vista è situato sulla superficie terrestre e opposto (antipodo) rispetto a quello di tangenza del quadro ($PV \equiv \text{antipodo}$). Le distanze tra i paralleli non sono proporzionali a quelle reali, ma l'errore è meno accentuato rispetto a quello rilevabile nella proiezione centrografica (**► Figg. 5, 6**);



4 la **proiezione scenografica**, dove il punto di vista non giace sul diametro ortogonale al quadro o sul suo prolungamento e si trova a una distanza finita dalla superficie terrestre. Al variare della posizione del quadro di proiezione rispetto al globo terrestre si ottengono le seguenti tipologie di proiezione, rappresentate in figura nell'ordine: equatoriale, polare e obliqua (► **Figg. 7-9**).



Le combinazioni dei diversi modelli consentono di ottenere dodici proiezioni prospettiche semplici e alcune proiezioni prospettiche complesse. Quelle semplici sono caratterizzate da un considerevole fattore di approssimazione di tutte le grandezze fondamentali (angoli, distanze e superfici). Le proiezioni complesse invece sono contraddistinte dal fatto che, in esse, è possibile mantenere inalterata una delle grandezze fondamentali ottenendo così proiezioni con caratteristiche particolari quali, per esempio, l'equidistanza oppure l'equivalenza.

Le **proiezioni vere di sviluppo** si ottengono sviluppando, su un piano, la superficie ausiliaria, non più piana, costituita dalla superficie laterale di un cilindro o di un cono sui quali è stata proiettata la superficie terrestre.

Queste proiezioni, cilindrica o conica, in relazione alla mutua posizione del globo terrestre con la superficie ausiliaria del cilindro o del cono si suddividono in:

- *tangenti*, se la superficie ausiliaria risulta tangente al globo terrestre;
- *secanti*, se la superficie ausiliaria risulta secante rispetto al globo terrestre.

Inoltre le proiezioni, cilindriche o coniche, in relazione alla posizione dell'asse della superficie ausiliaria rispetto a quello terrestre possono distinguersi in:

- *dirette*, se l'asse del cilindro o del cono coincide con quello terrestre;
- *traverse*, se l'asse del cilindro o del cono giace sul piano equatoriale;
- *oblique*, se l'asse del cilindro o del cono risulta inclinato rispetto a quello terrestre o non appartenente al piano dell'equatore.

Nella **proiezione cilindrica diretta** la superficie laterale del cilindro è tangente all'equatore. I meridiani sono rappresentati da linee parallele, equidistanti e perpendicolari all'equatore, mentre i paralleli sono rappresentati da rette uguali e parallele all'equatore, la cui distanza reciproca diminuisce progressivamente in direzione dei poli (a causa della curvatura della Terra). La proiezione, sviluppata sulla superficie ausiliaria, si presenta come un reticolato composto da maglie rettangolari di dimensioni variabili con la latitudine, cioè sempre più piccole via via che ci si avvicina ai poli. Per questo motivo le proiezioni cilindriche dirette sono adatte a rappresentare le zone comprese tra i tropici, dove si possono ritenere sufficientemente conformi (► **Figg. 10, 11**).

Tale proiezione è equivalente ed equidistante solo lungo l'equatore. La deformazione è minima per le regioni equatoriali, lungo la linea di tangenza, e aumenta via via verso le regioni polari: i poli, che sul globo terrestre nella realtà sono punti, sulla carta a proiezione cilindrica diretta sono rappresentati come linee la cui dimensione è uguale a quella dell'equatore.

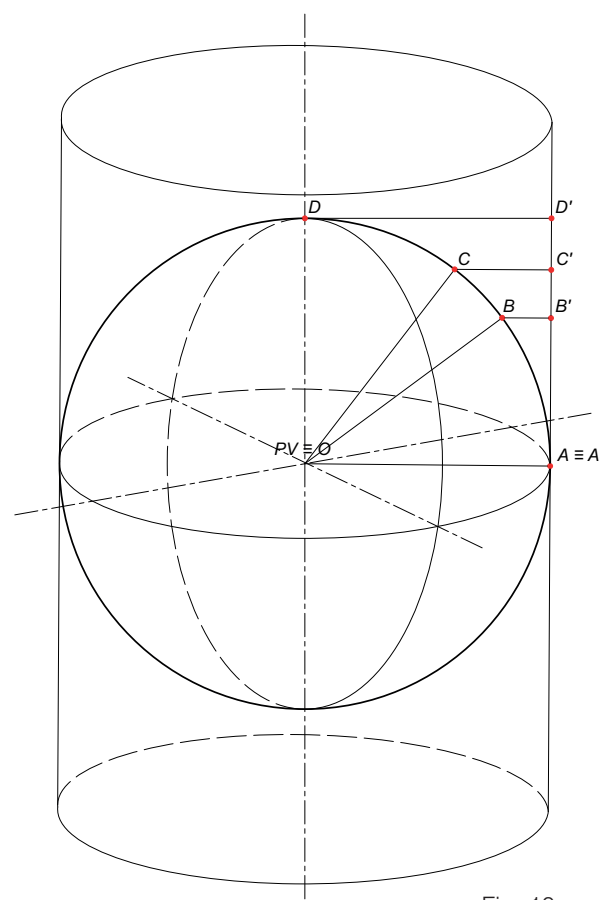


Fig. 10

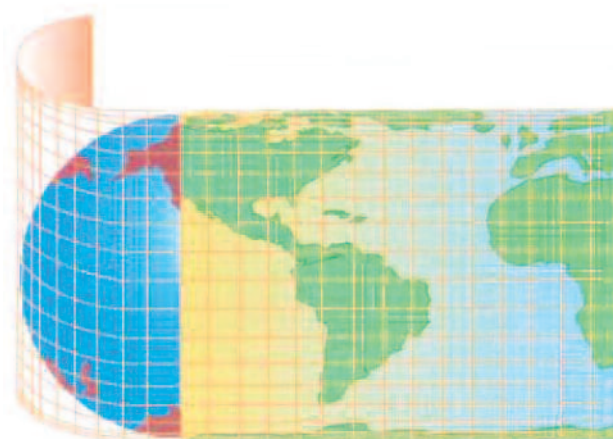


Fig. 11

Nella **proiezione conica diretta** il cono, all'interno del quale si colloca il globo terrestre, è tangente, al globo stesso, lungo un parallelo. Dopo lo sviluppo in piano, il reticolato è composto da meridiani rettilinei e divergenti a ventaglio dal polo e da paralleli rappresentati da archi di circonferenze concentriche al polo. La zona a cavallo del parallelo di tangenza è quella che viene a essere rappresentata con la maggiore precisione. La proiezione risulta equidistante unicamente lungo la linea di tangenza (► **Figg. 12, 13**).

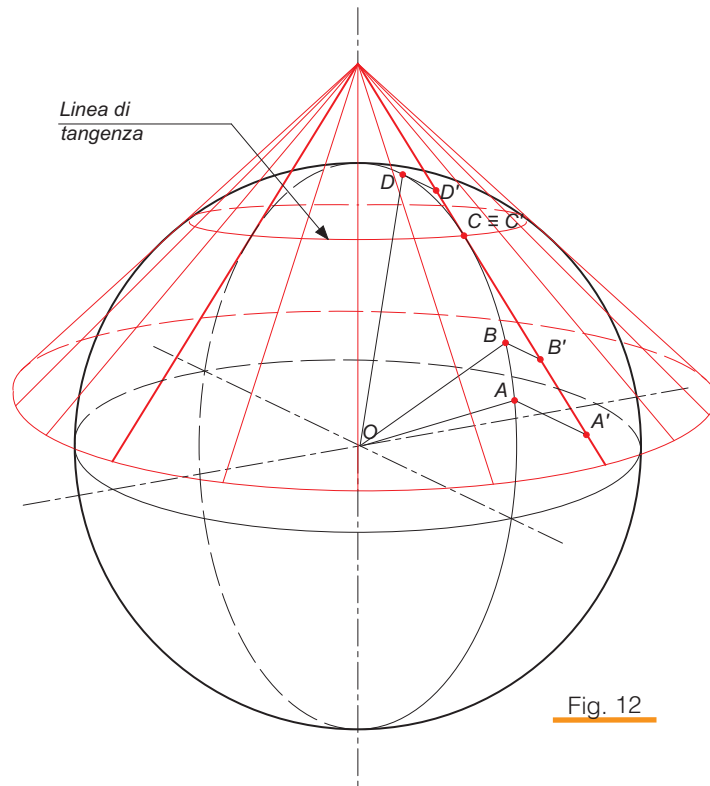


Fig. 12

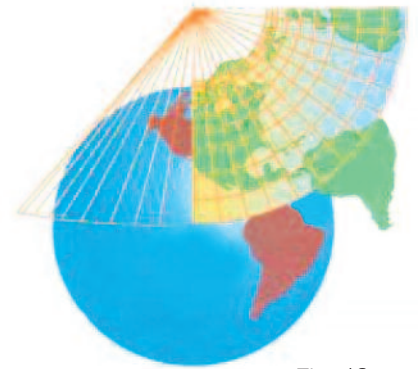


Fig. 13

Nelle **proiezioni cilindriche inverse o traverse** la superficie laterale del cilindro è tangente a un meridiano e il reticolato proiettato risulta curvilineo. Nello sviluppo del cilindro solo le proiezioni del meridiano tangente (meridiano centrale) e dell'equatore sono rette e vengono presi come assi di riferimento. I paralleli assumono le forme di curve assimilabili a quelle paraboliche, mentre i meridiani sono rappresentati da curve complesse che divengono sempre più inclinate discostandosi dal meridiano centrale. Queste curve sono tra loro ortogonali e risultano simmetriche rispetto agli assi di riferimento. Sul meridiano centrale la rappresentazione è equidistante; l'approssimazione e la deformazione crescono assai rapidamente allontanandosi da esso (► **Figg. 14, 15**).

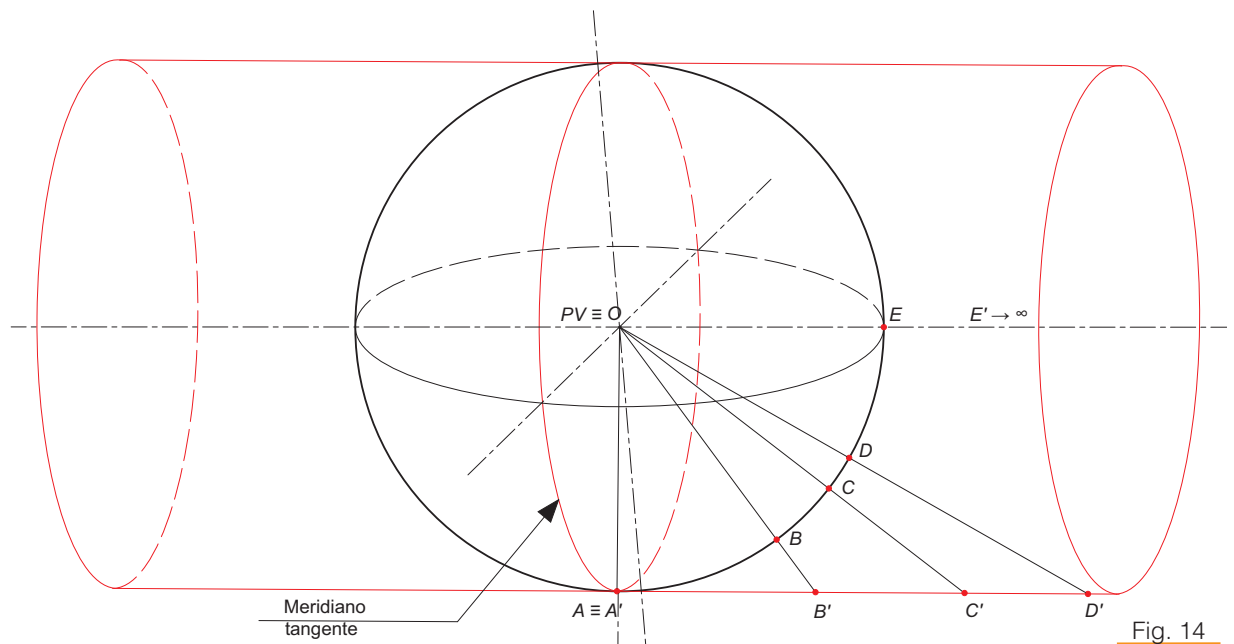


Fig. 14

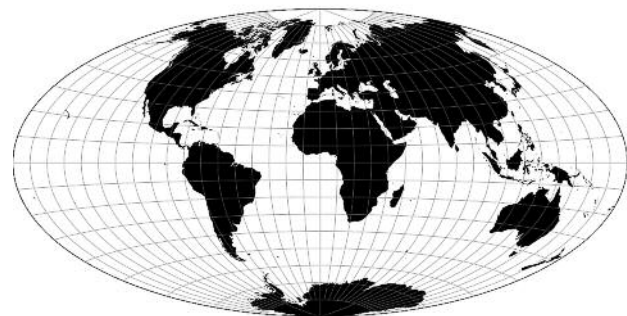


Fig. 15

Le proiezioni modificate e convenzionali

Le **proiezioni modificate** sono ricavate dalle precedenti proiezioni vere di sviluppo che vengono modificate al fine di contenerne le deformazioni più rilevanti, ma anche per ricavarne alcune proprietà, come per esempio l'isogonia, dal greco *isos* "stesso" e *gonía* "angolo" (angoli esistenti tra linee tracciate sulla superficie terrestre sono mantenuti inalterati sulla carta), caratteristica indispensabile per garantire una sicura navigazione marittima.

La più nota di queste è la proiezione cilindrica isogona di **Mercatore** – Gerardo Mercatore, in olandese Gerhard Kremer (1512-1594), matematico, astronomo e cartografo fiammingo –, ottenuta da una proiezione cilindrica tangente all'equatore, in modo da ricavare una carta isogonica, equivalente lungo l'equatore e in cui le deformazioni sono elevate alle alte latitudini. I meridiani e i paralleli sono rappresentati da due fasci di rette parallele tra loro ortogonali, ma, mentre i meridiani si mantengono tra loro equidistanti, i paralleli si distanziano sempre più andando dall'equatore verso i poli (► **Figg. 16-18**).

Le **proiezioni convenzionali**, più propriamente dette rappresentazioni, si differenziano da tutte le precedenti perché, per la loro costruzione, non dipendono dalle regole della geometria proiettiva ma unicamente da relazioni matematiche, tramite le quali è possibile ottenere modelli di rappresentazioni rispondenti a specifiche caratteristiche.

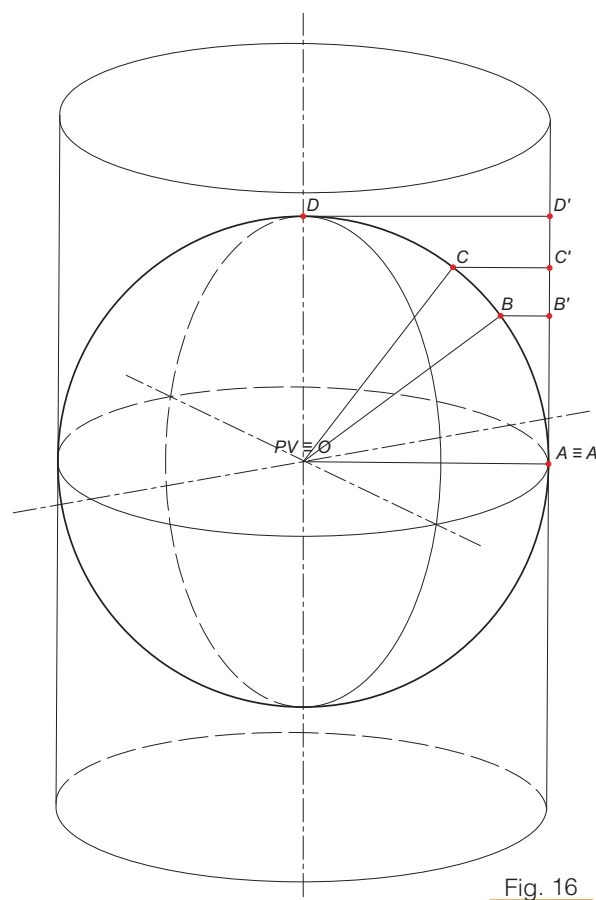


Fig. 16

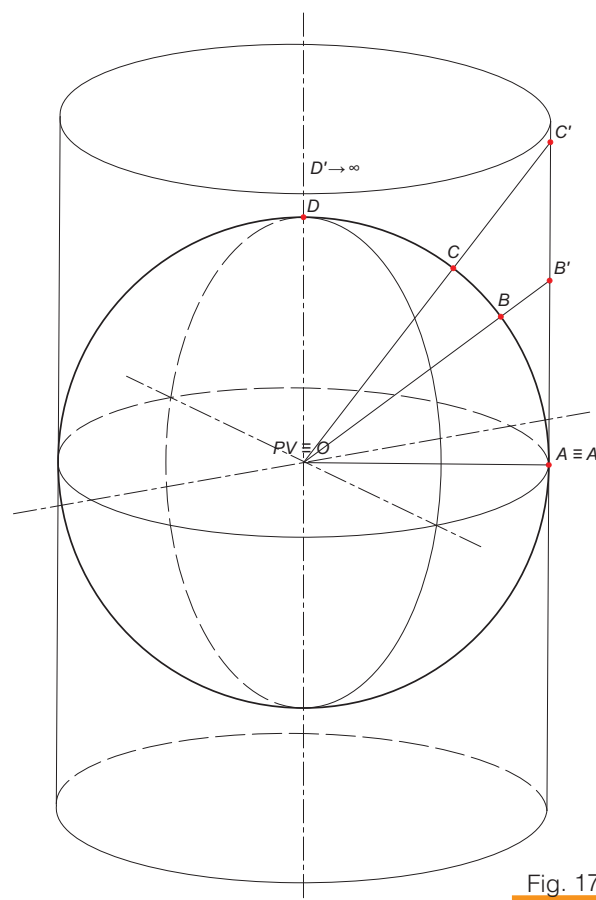


Fig. 17

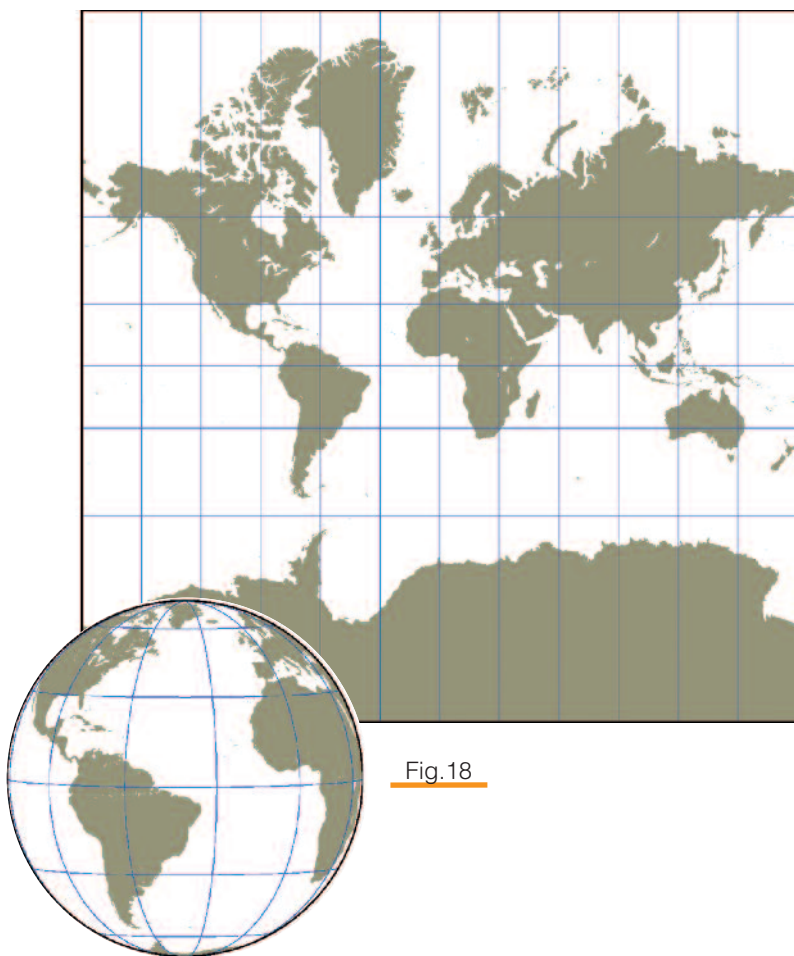


Fig. 18