

L'Orientamento con le Carte Geografiche e il Punto Nave

Cosimo Palagiano cosimo.palagiano@uniroma1.it
(Sapienza Università di Roma e Accademia dei Lincei)
Submitted February 13th 2020, accepted Feb 27th

Abstract An overview about the methods of orienteering with maps and charts, either terrestrial or maritime is made under the historical perspective. The measures of latitudes and longitudes along the centuries with gnomons, lunar eclipses and Jupiter's satellites are presented along with the techniques used by Christopher Columbus (Taoleta de Marteloio), concluding with the astronomical navigation.

Sommario Una panoramica dei metodi di orientamento con le mappe, le carte topografiche e quelle marittime, viene presentata lungo la storia da Tolomeo al Medio Evo, fino al GPS. Le misure di latitudine con lo gnomone e longitudine con le eclissi di Luna e i satelliti di Giove vengono presentate insieme alle tecniche usate da Cristoforo Colombo (Taoleta de Marteloio) fino alla navigazione astronomica.

Orientamento Terrestre

La ricerca delle coordinate geografiche sulla terra: le coordinate geografiche assolute sono:

- Latitudine, Longitudine e altezza;
- Le coordinate relative sono: l'azimut e la distanza

La latitudine

- La ricerca approssimativa della latitudine non richiede particolari calcoli. I più antichi agrimensori delle civiltà cosiddette preclassiche usavano uno strumento rudimentale, cioè un'asta, lo gnomone, che, infisso perpendicolarmente sul terreno, proietta l'ombra del sole. L'angolo del triangolo rettangolo, formato dello gnomone, l'ombra sul terreno, e il raggio del Sole tra la punta superiore dello gnomone e l'estremità dell'ombra, indica in gradi l'altezza del Sole sull'orizzonte. Questa misura dipende però dalle stagioni e

dalla latitudine del luogo stesso.

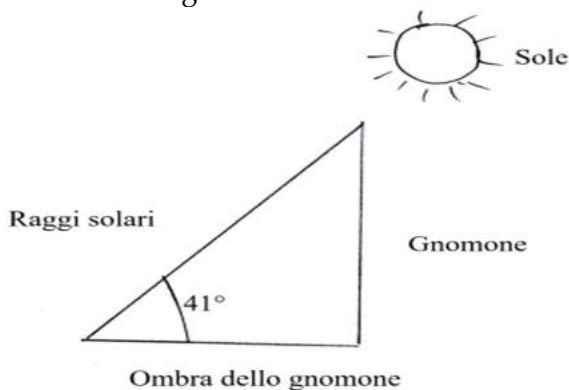


Fig. 1 Schema di funzionamento di uno Gnomone

L'altezza del Sole

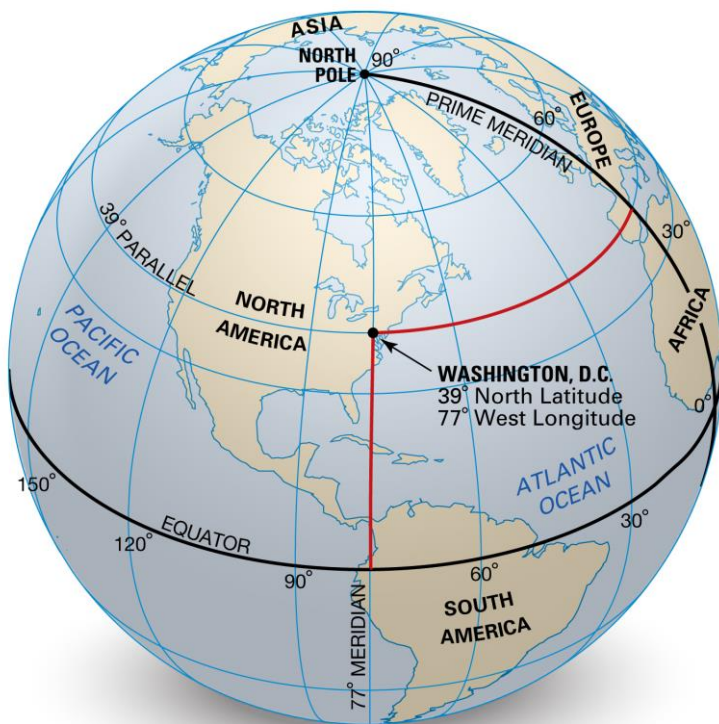
A mezzogiorno dei giorni degli equinozi, l'altezza del Sole sull'orizzonte, forma un angolo esattamente complementare a quello della latitudine del luogo. Negli altri giorni i valori vanno corretti consultando le tabelle dette effemeridi (dal greco ἐφημερίς, giornaliero).

Lo Gnomone

Ricerca della latitudine

Poiché l'angolo formato dall'inclinazione dei raggi solari è di 49° , la latitudine (approssimativa) è di $(90^\circ - 49^\circ) = 41^\circ$, che è all'incirca la latitudine di Napoli (pari a $40^\circ 51' 80''$ N).

La latitudine, per lo schema prima riportato, è stata la coordinata più semplice da trovare. Già Claudio Tolomeo, nel II secolo d.C., aveva pubblicato nella sua opera geografica (*Γεωγραφικὴ Ὑφήγησις*, Guida geografica) un elenco di circa 8000 località del mondo allora conosciuto. Mentre i valori della latitudine sono abbastanza precisi - al netto di possibili errori sia da parte delle sue fonti che da parte degli amanuensi che redigevano i codici - i valori della longitudine sono in gran parte erronei.



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Fig. 2 Coordinate geografiche sferiche

Ricerca della longitudine 1

La ricerca della longitudine è molto più complessa, perché – data la uguale dimensione di tutti i meridiani – innanzi tutto va considerato un meridiano fondamentale, dal quale far partire i valori ad est e ad ovest da tale meridiano.

Nella storia della cartografia devono essere segnalati molti meridiani fondamentali, da quella dell'Isola di Herro nelle Canarie, adottato da Tolomeo, a quello di Parigi, a quello di Roma, a quello di Greenwich, divenuto meridiano

internazionale.

Nell'età classica (Ipparco) si ricavava la longitudine deducendo la differenza di longitudine dalla differenza tra i tempi locali in cui era osservata una stessa eclisse di Luna (ad esempio durante la battaglia di Gaugàmela, combattuta e vinta da Alessandro Magno). Un metodo più pratico e veloce (ma approssimativo) era quello di rapportare le differenze di longitudine sulle distanze lineari degli itinerari. La differenza di longitudine tra due luoghi non posti sullo stesso parallelo si stimava tra la differenza di latitudine e l'angolo che la congiungente forma con il meridiano.

I risultati non furono molto attendibili, come è dimostrato dai valori di longitudine del testo di Tolomeo.

Ricerca della longitudine 2

Nel 1610 Galilei, con il suo cannocchiale (detto da lui *perspicillum*), scoprì i quattro satelliti di Giove (detti *Pianeti Medicei*), che gli ruotavano intorno scomparendo e ricomparendo di continuo. Galilei comprese che queste apparizioni e scomparse dei *Pianeti Medicei*, visibili nello stesso momento da tutti i luoghi della Terra, potevano essere considerati un elemento valido per il calcolo delle longitudini. Infatti, dalla differenza oraria solare vera tra questi punti si stabilisce la loro differenza in gradi di longitudine. Oggi l'ora del tempo medio di Greenwich è indicata negli Almanacchi.

Ricerca della longitudine 3

Ancora nell'1800 il calcolo della longitudine era eseguito con l'osservazione dei *Pianeti Medicei*.

Fabian Gottlieb von Bellinghausen nacque a Ösel (o Saaremaa) in Estonia nel 1778, allora appartenente all'Impero Russo. Nei suoi viaggi nei Mari del Sud nel periodo 1819-1820, giunse fino a quasi intravedere l'Antartide. Utilizzava il metodo dei

Pianeti Medicei per il calcolo delle longitudini. Per la complessità del lavoro Bellingshausen e i suoi marinai raggiungevano un risultato soddisfacente solo dopo aver ricavato la media da successive misurazioni.

Ricerca della longitudine 4

Il Bellingshausen calcolava il tempo secondo il calendario giuliano. La Russia adottò il calendario gregoriano dopo la rivoluzione di ottobre (che cade il 7 novembre). La differenza tra i due calendari era, nel 1582, di 10 giorni, perché furono eliminati i giorni dal 5 al 14 ottobre: dopo il 4 ottobre (festa di San Francesco) si passò al 15 ottobre (festa di Santa Teresa). Ovviamente con l'andare del tempo, i giorni di differenza aumentano. Questo è la principale causa della differenza di date di alcune festività delle chiese ortodosse. Per questo motivo la Russia festeggia il Natale (Рождество) il 7 gennaio, cioè dopo il primo dell'anno nuovo (Новый год).

Ricerca della longitudine 5

Mentre era a Terranova, James Cook osservò l'eclisse del Sole il 5 agosto 1766. Stimando il tempo di inizio e quello della fine dell'eclisse e confrontandoli con i tempi in una posizione nota in Inghilterra riuscì a calcolare la longitudine del sito a Terranova. Per questo utilizzò strumenti per la lettura dei fenomeni astronomici e cronometri di precisione.

Latitudine e Longitudine
concetto di base

Esempio: coordinate geografiche di Washington (da Enciclopedia Britannica

- Come si vede nel grafico precedente, le coordinate di Washington sono:
- Latitudine Nord 39°

- Longitudine Ovest Gr. 77°

L'ellissoide di riferimento

- Com'è noto, la Terra non ha forma sferica, e pertanto, per la individuazione delle coordinate geografiche, è necessario fare ricorso ad un ellissoide di riferimento, cioè una superficie definita matematicamente che approssima il geode, la vera forma della Terra. Gli ellissoidi di riferimento costituiscono la superficie su cui poggia virtualmente la rete geodetica e qualunque punto dello spazio definito da latitudine, longitudine e altitudine sull'ellissoide.
- Nel tempo si sono tentati diversi ellissoidi, ma quello attualmente in uso è l'ellissoide WGS 84 del 1984.

Le coordinate geografiche nella cartografia

La cartografia topografica italiana, in collegamento con quella internazionale, è curata dall'Istituto Geografico Militare.

Tutta la superficie terrestre è coperta da 60 fusi cartografici di 6° di longitudine, con riferimento al meridiano di Greenwich. L'Italia è compresa in due fusi da 6° a 12° (fuso ovest) e da 13° a 18° (fuso est), con una zona di sovrapposizione intorno ai 12° Est. Il meridiano di Roma Monte Mario, adottato nell'Ottocento per la cartografia del Regno d'Italia, è a 12° 27' 08.400" Est Gr. Il meridiano di Monte Mario fu definito nel 1870 dal gesuita e astronomo italiano Angelo Secchi.

Carteggio terrestre

L'individuazione sul terreno delle coordinate geografiche è semplice per quanto riguarda i valori di gradi e primi, segnati sulla cornice verticale (per le latitudini) e orizzontale per le longitudini. I valori dei secondi si ottengono stabilendo una proporzione tra le misure lineari sulla carta tra un meridiano (o un parallelo) del valore di 1' e la distanza tra il meridiano (o

il parallelo) rispettivamente a est o a sud del punto. Se, ad esempio, la distanza sulla carta tra i due paralleli in cui si trova il punto, è di 6 cm, e la distanza tra il parallelo a sud e il punto è di 4 cm, si stabilisce la proporzione: $6 : 4 = 60 : x$; $x = 50''$. Si deve sempre tener presente che i meridiani convergono verso i Poli (Nord geografico) e la bussola indica il Nord magnetico. Lo stesso calcolo si calcola per le longitudini. Le direzioni dei due "Nord" dal punto di osservazione divergono secondo l'angolo di declinazione magnetica, che varia nel tempo, e tale variazione annuale viene indicata sulla carta topografica.

L'altitudine del punto compresa tra due isoipse, ad esempio di 25 m di equidistanza (dette ordinarie) si trova con lo stesso calcolo proporzionale, ma ovviamente il risultato è meno preciso del precedente, perché il terreno non ha quasi mai un'inclinazione costante.

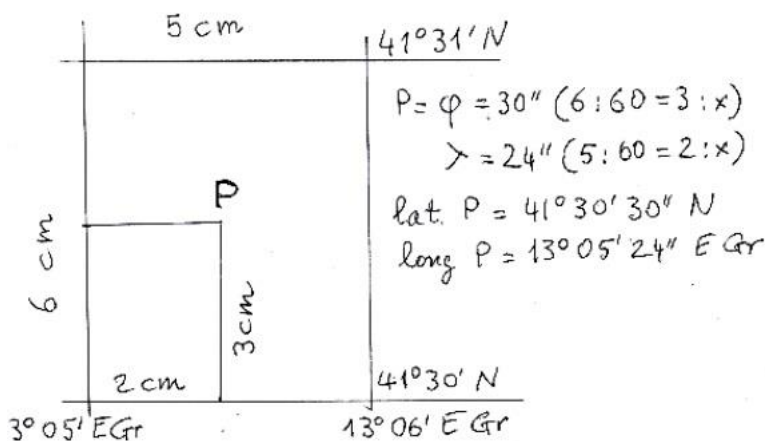


Fig. 3 Coordinate di un punto P sulla Carta Topografica

Ricerca delle coordinate del punto P sulla Carta Topografica

Esempio: come si ricavano le coordinate geografiche in gradi,

primi e secondi di un

Punto P.: rapporto tra distanze lineari e ampiezze angolari.

Declinazione magnetica

- Nelle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare sono indicati i valori della declinazione magnetica e delle sue variazioni annuali dalla data di pubblicazione della carta. Tuttavia, per aree molto limitate, la declinazione magnetica può considerarsi ininfluenza.

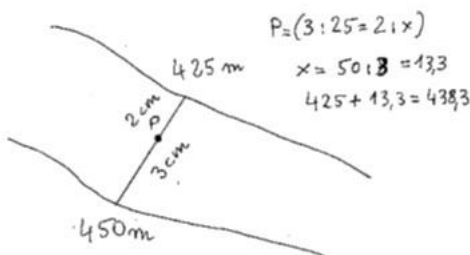


Fig. 4 Esempio della ricerca di un'altitudine sulla Carta

Ricerca approssimativa dell'altitudine di P sulla carta topografica

- Altitudine approssimativa del punto P tra due isoipse equidistanti 25 m (normali).

La moderna geodesia

La moderna geodesia si basa su sistemi satellitari di navigazione, detti GNSS (Global Navigation Satellite System) che, mediante ricevitori elettronici, determinano le coordinate geografiche di un qualunque punto della superficie terrestre o dell'atmosfera con un errore di pochi metri. I sistemi attualmente più utilizzati sono il sistema statunitense GPS e il sistema russo GLONASS. Il sistema europeo Galileo, concepito per usi civili, consente un'accuratezza inferiore ai 10 centimetri nel posizionamento. Questo sistema non è soggetto alle limitazioni o alle interruzioni dovute a scopi militari.

Orientamento in mare 1

- Per una storia dell'orientamento in mare fin dalle prime civiltà, dobbiamo dire che tutto era basato sull'osservazione degli astri nel cielo, oppure, come, ad esempio si comportavano i Polinesiani, seguendo i movimenti del mare e delle correnti marine.
- Il loro materiale "scrittoria" consisteva in bastoncini di legno e conchiglie.

Orientamento in mare 2

- I marinai, a cominciare da alcuni secoli a.C., utilizzavano i peripli (dal lat. *perīplus*, gr. *περίπλους*), che in realtà descrivevano, come la parola indica, la circumnavigazione di una terra emersa.
- Uno dei più antichi peripli è il Periplo di Annone del V sec. A.C., scritto in punico, di cui abbiamo la traduzione in greco. Secondo la tradizione, Annone oltrepassò le Colonne d'Ercole e fondò centri libofenici lungo le coste dell'Africa occidentale.
- Una precedente altra navigazione fu, secondo la tradizione, quella organizzata dal faraone Necho II (VI sec. a.C.). Secondo Erodoto (II, 159), Necho II inviò una spedizione, che in tre anni navigò dal Mar Rosso intorno all'Africa fino allo Stretto di Gibilterra e ritornò in Egitto. Gli antichi furono colpiti dalla diversa posizione del sole nell'emisfero australe (a nord e non a sud). Si suppone che la navigazione seguita nei peripli fosse costiera: quella che venne poi definita di cabotaggio. La parola secondo alcuni deriverebbe dal navigatore italiano Giovanni Caboto, e secondo altri dal temine spagnolo *cabo*, capo in spagnolo: cioè navigazione da capo a capo, evitando la pericolosa traversata in mare aperto.
- I peripli probabilmente avevano la funzione di carte

nautiche e di portolani, essendo le prime dei disegni di tratti marittimi racchiusi da coste, e gli altri descrizioni delle coste, con quelli che ora vengono detti punti cospicui (particolari notevoli ed evidenti della costa).

Orientamento in mare 3

- Un altro esempio è quello di Rutilio Namaziano (V sec. d.C.) che nel suo poema *de reditu suo* descrive il suo viaggio effettuato nel 416 a.C., da Portus Augusti a Luni. Durante la navigazione, descrisse il viaggio nel poema intitolato *De reditu suo* in due libri, l'uno di 664 versi e l'altro, frammentario, di 68. Il viaggio fu compiuto per mare, per evitare i pericoli di un viaggio lungo l'Aurelia, che in quel periodo era molto pericoloso.

Orientamento in mare: il Medioevo

- Con l'invenzione e l'uso della bussola in mare, la navigazione diventa meno difficile.
- Naturalmente la bussola non teneva conto della declinazione magnetica e perciò gli eventuali errori della rotta, in superfici marine non molto ampie, come il Mediterraneo, erano addebitati ai movimenti del mare e dei venti (scarroccio).

La cartografia nautica medievale

- Le carte nautiche del Medioevo erano costruite non con il sistema delle coordinate geografiche, ma con la "ragnatela" delle "corse", che partivano da alcuni centri di irradiazione nel mare, e seguivano le direzioni della rosa dei venti.
- La più nota e più antica conosciuta carta nautica è la cosiddetta Carta Pisana, del XIII secolo, conservata nella Biblioteca Nazionale dei Parigi.



Fig. 5 La carta nautica pisana

La Taoleta de marteloio

- Il sistema di navigazione del marteloio era applicato nel Mediterraneo tra il XIV e il XV secolo, prima dell'avvento della navigazione astronomica. Nel tracciare la rotta i marinai utilizzavano la direzione della bussola, la distanza (velocità $\times$ tempo) e la Taoleta de marteloio. Il tempo era misurato con la clessidra, mentre il solcometro a barchetta veniva gettato in mare, trattenuto da una sagola con nodi alla distanza di 15,433 metri l'uno dall'altro: cioè il percorso in 30 secondi se la barca percorresse un miglio nautico ogni ora. Ogni nodo nei trenta secondi della clessidra corrispondeva a una velocità di un miglio nautico all'ora. Per questo motivo l'unità di misura della velocità nautica è chiamata "nodo".
- I marinai tacciavano la traversata tra due diversi percorsi di navigazione risolvendo i triangoli con l'aiuto della Taoleta e della trigonometria. Pare che Cristoforo Colombo abbia utilizzato questo sistema nei suoi viaggi (Osvaldo Baldacci).

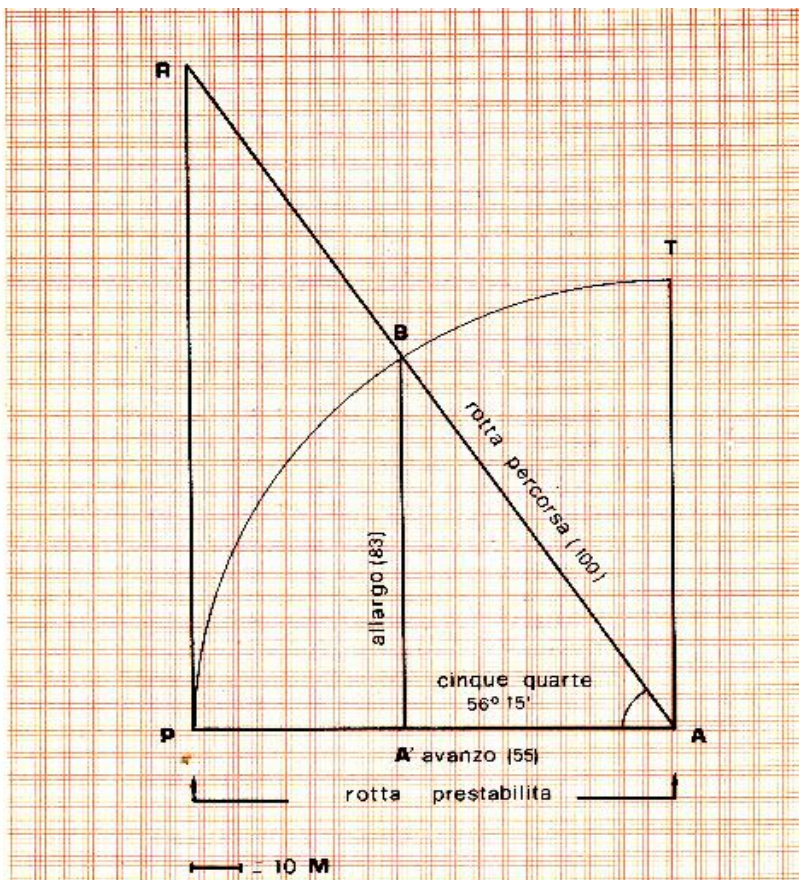


Fig. 6 Uso della Taoleta de Marteloio

La Taoleta in navigazione

- Nel commento alla il Baldacci scrive: "Nella figura.. è indicata con AP la rotta prestabilita che la nave dovrebbe percorrere per giungere al porto P, e corrispondente a una lunghezza convenzionale di 100 unità di misura (Miglia, Leghe...)... (ma la nave) è costretta dal vento a percorrere una rotta AB, formando un angolo PAB, parti a cinque quarte. Al termine delle cento miglia preventivate la nave si trova nel

punto B, dal momento che $AP=AB$, essendo raggi di una stessa circonferenza. Ma quando la nave è giunta nel punto B di quanto si è distanziata o allargata (dove “allargo”) dalla rotta prestabilita? La taoletta dà l’allargo, che in questo caso è pari a 83 unità di misura considerata. Miglia. È evidente che se ho percorso su AB una decima parte (10 M, o 10 L...), divido 83 per 10 ; se la quinta parte divido per cinque ... Proporzionalmente aumenta o diminuisce l’allargo . Quando sono giunto nel punto B (avendo percorso 100 M), di quanto teoricamente è andata avanti la nave (dove “avanzo”) rispetto alla rotta prestabilita? Il valore che leggo (55 M) mi dà immediatamente il risultato. Questo può essere elaborato ... con multipli e sottomultipli , a seconda della esigenza. La taoletta, pertanto, dà valori assoluti (in relazione a 100 M) dell’allargo e dell’avanzo, che, riportati opportunamente sulla carta nautica indicano il punto nave. La taoletta dà anche il ritorno (=12)” ... con valore applicativo di costante matematica ... Il ritorno è indicato nella figura dal segmento BR, la lunghezza del quale si ottiene moltiplicando il “ritorno” per l’ “avanzo di ritorno”, e cioè – nella fattispecie - la costante 12 moltiplicata per la costante 6,5 = 78 M (BR). La nave sarà nel punto R dopo aver percorso altre 78 M a partire da B, e quindi per un totale di 178 M (AR) . Tale punto R – allora erroneamente ritenuto sul meridiano di P – consente alla nave, con rotta da nord a sud, di giungere finalmente nel punto P desiderato. Ma quante miglia in direzione nord sud bisogna percorrere? La taoletta consente il calcolo che segue: 178 M (AR) diviso per 12, uguale 148 M” (O. Baldacci, 1985).

Mentre nel Medioevo non si faceva distinzione tra carta nautica e portolano, perché carta e portolano venivano accomunate dal titolo complessivo di carta portolanica. Oggi le

carte nautiche e i portolani sono due supporti alla navigazione: le prime sono carte geografiche a grande scala, i secondi sono descrizioni delle coste, che vengono aggiornate continuamente, anche mediante la radio.

La navigazione astronomica

- Mentre durante il Medioevo, la navigazione, nel Mediterraneo, si basava essenzialmente sulla bussola e sui venti, nell'età moderna vennero maggiormente utilizzati gli strumenti ottici, come il sestante, per calcolare l'altezza degli astri, e le effemeridi, alle quali ho già fatto cenno.

Il calcolo astronomico delle coordinate

- Se conosciamo le coordinate equatoriali di un astro (stelle, sole, luna, pianeti), le sue coordinate alto-azimutali in un certo istante e il tempo, possiamo ricavare le coordinate geografiche del luogo.

- Si misura l'altezza di più astri e il tempo dal meridiano 0 di Greenwich mediante il sestante e il cronometro marino, con il metodo dei cerchi di altezza. Il cerchio di altezza è il luogo dei punti dai quali gli osservatori misurano l'altezza di uno o più astri. Nel caso di tre astri con i rispettivi cerchi di altezza, ciascun osservatore si troverà nel punto d'incontro dei tre cerchi suddetti.

Il carteggio

- Il carteggio è il sistema di tracciamento della rotta mediante le carte nautiche della zona di mare che si intende attraversare.

- La carta nautica è in proiezione di Mercatore, per consentire il tracciamento della rotta in linea retta (lossodromia). Sulla carta latitudini e longitudini sono indicate ai margini in valori di gradi, primi e decimi (non secondi).

- Sulla carta nautica sono disegnati alcune bussole, con la indicazione della declinazione magnetica in un dato anno e le sue variazioni annuali.
- Sulla carta viene tracciato su paralleli e meridiani il punto nave; viene misurato l'angolo tra il meridiano e la direzione della rotta prestabilita; la misura dell'angolo tra il piano longitudinale della nave e le direzioni verso due punti cospicui sulla costa.
- Sono necessari per questa operazione: Carta nautica dell'area; bussola magnetica; compasso nautico a due punte; squadre nautiche; matita; elenco dei fari e fanali; tabella delle deviazioni magnetiche.
- Nel tracciare la rotta e determinare il tempo di arrivo, è necessario conoscere le condizioni meteomarine.
- Oggi la carteggio classico è sostituito dalla cartografia digitale GPS.

Referenze

Osvaldo Baldacci, *Una taoleta de marteloio fatta da Cristoforo Colombo*, in Pubblicazioni dell'Istituto di Geografia, Serie B (Geostorica) N. 8, Università di Roma "La Sapienza", Facoltà di Lettere e Filosofia, Roma 1985, p. 12 sg. Carte nautiche e portolani

Sergio Giudici, *Fare il punto. Una storia a ritroso della localizzazione da Tolomeo al GPS*, Mondadori Milano 2017.

