

**Sergio Guaita**

**Teoria e Pratica  
dell'andar per mare**

**MANUALE DI NAVIGAZIONE**

**il Frangente**  
E D I Z I O N I

**CAPITOLO 1 Navigazione piana**

**13**

- 17 Circonferenza e sua suddivisione
- 18 Il miglio marino
- 19 La velocità in mare
- 20 Operazioni di calcolo: spazio, tempo, velocità
- 21 Alcuni esempi chiarificatori
- 23 Le coordinate geografiche
- 24 Latitudine e longitudine
- 25 Latitudine - lat. -  $\phi$
- 25 Longitudine - long. -  $\lambda$
- 25 Differenza di latitudine e di longitudine
- 26 Fuso orario
- 27 Gli spostamenti in mare
- 28 La rosa dei venti
- 28 Rotta vera - Prora vera
- 29 Ricorda: il vento viene, la corrente va
- 30 Ortodromia - Lossodromia
- 30 Le carte nautiche
- 35 Gli strumenti della navigazione piana
- 40 Prime operazioni di carteggio
- 42 Magnetismo e navigazione stimata
- 53 Navigazione costiera, i luoghi di posizione
- 64 La navigazione in presenza di vento e corrente
- 68 I problemi delle correnti
- 72 Rotta di intercettazione
- 74 Maree

**CAPITOLO 2 Cartografia e pubblicazioni nautiche**

**79**

- 79 Istituto Idrografico della Marina
- 80 Altri istituti
- 80 Aggiornamento dei documenti nautici
- 81 Raccolta e diffusione delle informazioni

**CAPITOLO 3** Norme per prevenire gli abbordi in mare**83**

- 83 Regolamento internazionale
- 99 I segnalamenti marittimi
- 100 Segnali diurni e notturni
- 101 Segnali da nebbia
- 103 Segnali radio
- 103 Caratteristiche di fari e fanali
- 105 Elenco dei *Fari e Segnali da Nebbia*
- 109 Principali tipi di luce
- 109 Il sistema di segnalamento marittimo IALA
- 118 Segnali sonori (Regole 33 e 34)
- 120 Segnali sonori in condizione di visibilità ridotta (Regola 35)
- 121 Le precedenze

**CAPITOLO 4** Sicurezza in mare**125**

- 125 Dotazioni minime di sicurezza
- 137 Recupero dell'uomo a mare
- 139 Abbandono dell'imbarcazione
- 141 Assistenza e salvataggio
- 143 Soccorso medico: malattie e infortuni a bordo
- 144 Ipotermia
- 145 Classificazione dell'ipotermia
- 146 Incagli e falle
- 147 Incendio a bordo
- 149 Il nostro amico tender
- 152 Rimorchiare o essere rimorchiati

**CAPITOLO 5** Governo e manovra**153**

- 153 L'unità da diporto
- 157 Le manovre a motore
- 163 Le manovre in porto
- 170 I nodi
- 177 Entrata e uscita dai porti
- 178 Le manovre a motore alla banchina
- 185 Manovra di ancoraggio

**CAPITOLO 6** Meteorologia

**195**

- 196 Pressione
- 201 Temperatura
- 204 Umidità
- 206 I sistemi barici
- 208 Il vento
- 212 Circolazione generale dell'atmosfera
- 215 Stabilità e instabilità dell'aria
- 218 Le nubi
- 221 Classificazione e breve descrizione delle nubi
- 223 La teoria dei fronti
- 225 Fenomeni connessi al passaggio di una perturbazione
- 226 I fronti visti in sezione
- 228 I fronti occlusi
- 229 I simboli più importanti delle carte meteo
- 231 Meteorologia del Mediterraneo
- 232 I principali venti del Mediterraneo
- 237 Previsioni del tempo - I bollettini meteo
- 238 Esempio di una previsione meteo
- 243 Scala Douglas dello stato del mare vivo
- 244 Scala Beaufort della forza del vento

**CAPITOLO 7** Navigazione astronomica

**245**

- 245 Strumenti e calcoli
- 257 La latitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 259 La longitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 268 La retta d'altezza
- 270 Esempi pratici per la determinazione di una retta d'altezza di Sole

**CAPITOLO 8** Comunicazioni in mare

**283**

- 283 GMDSS
- 283 DSC
- 284 MMSI
- 285 Definizioni delle chiamate di soccorso, urgenza, sicurezza e ordinaria
- 286 Le aree di funzionamento GMDSS e relative apparecchiature
- 288 Come inviare una chiamata di soccorso (*Distress Call*) in DSC
- 293 Il sistema INMARSAT (INternational MARitime SATellite organization)
- 293 NAVTEX
- 295 Frasi utili
- 297 I canali VHF

**CAPITOLO 9 | Navigazione elettronica****299**

- 299 Radiogoniometro
- 299 Il sistema Loran C
- 300 Decca
- 300 GPS (Global Positioning System)
- 303 RADAR (Radio Detection and Ranging)
- 305 Rapportatore Diagramma (RD)
- 306 CPA (Closest Point of Approach)
- 306 ARPA (Automatic Radar Plotting Aid)
- 306 MARPA (Mini Automatic Radar Plotting)
- 307 AIS (Automatic Identification System)

**CAPITOLO 10 | Il motore diesel****309**

- 310 Ciclo del motore a quattro tempi
- 313 Le regole fondamentali per avere nel motore diesel un amico affidabile
- 314 I principali lavori di manutenzione

**APPENDICE****317**

- 317 Conversione delle unità di misura
- 317 Acronimi
- 319 Cime, scotte, drizze

**BIBLIOGRAFIA****320**



## NAVIGAZIONE PIANA

Andar per mare richiede una certa pratica, e il problema di orientare la nave, lungo un percorso stabilito, è sempre stato uno dei più difficili che l'uomo abbia mai dovuto affrontare. Ma è stata anche una grande sfida che nel corso dei secoli ha stimolato l'intelligenza, lo spirito di osservazione, la capacità creativa e l'ingegno.

Questo problema è rimasto tale per secoli, con le sue incognite e le sue difficoltà, malgrado l'enorme sviluppo delle conoscenze umane e della scienza in generale.

Le prime navigazioni furono prevalentemente costiere poiché i marinai potevano contare solo sull'osservazione del litorale per stimare la propria posizione e le distanze percorse. I più dotati e intraprendenti annotavano queste osservazioni su quaderni, dando origine all'embrione di quello che diventeranno poi la carta nautica e i portolani.

Col passare del tempo i navigatori impararono a posizionarsi osservando le stelle e il Sole e, soprattutto, riuscirono a determinare un punto di riferimento (di notte la stella polare), dal quale tracciare percorsi con angoli diversi a seconda della destinazione da raggiungere.

Di giorno questo punto era dato dal culminare del Sole nel suo percorso da est a ovest.

Poi si inventarono i primi sistemi per misurare il tempo; prima la clessidra ad acqua e poi quella a polvere, con la quale si riusciva a calcolare, anche se in modo approssimativo, la velocità della nave.

La bussola fece la sua apparizione intorno al 1300 e consentì ai più ardimentosi di cimentarsi in navigazioni sempre più lunghe e impegnative, pur rimanendo costante e drammaticamente difficile conoscere la propria posizione in mare aperto.

La capacità di determinare i valori del magnetismo terrestre (peraltro già conosciuto, ma non capito, nell'antichità), e quindi di correggere le indicazioni di rotta date dalla bussola, portano un altro elemento di sicurezza e di precisione a sostegno dei nostri poveri comandanti.

Ma è solo con l'invenzione della carta nautica moderna, ideata attorno al 1500 dal cartografo fiammingo Gerhard Kremer, italianizzato in Mercatore, e del cronometro (verso la fine del 1700) che la navigazione può finalmente essere condotta con una certa sicurezza e precisione.

### **Cosa significa navigare**

Navigare significa spostarsi, lungo le vie non tracciate (cielo e mare), attraverso luoghi, cioè, dove non esistono percorsi naturali o artificiali sui quali far transitare il nostro mezzo di trasporto.

La navigazione marittima, della quale ci occuperemo, è la scienza che fornisce ai marinai le conoscenze tecniche e la capacità pratica di condurre una nave lungo un percorso sicuro, da un punto all'altro del «Grande Mare» che circonda la Terra.

Questo scopo si ottiene risolvendo tre problemi fondamentali:

#### **1. Scelta e individuazione del percorso**

Si effettua prima della partenza, nella fase di preparazione alla navigazione, mediante l'utilizzo di carte nautiche e altri strumenti che vedremo. Il problema si risolve geometricamente mediante l'utilizzo di linee che uniscano due o più punti sulla superficie terrestre.

#### **2. Guida dell'imbarcazione sul percorso prescelto**

Questo problema lo si risolve in maniera strumentale mediante la misurazione di tre elementi fondamentali: direzione (bussola), tempo di percorrenza (orologio), velocità (solcometro/log).

#### **3. Conoscenza della propria posizione**

La nave durante la navigazione è soggetta, oltre che all'azione degli organi di propulsione e di governo (vela, motore, timone), anche a quella dei venti, delle correnti e del moto ondoso che rendono difficile guidarla con esattezza lungo il percorso prescelto. Da qui la necessità di dover determinare, in qualsiasi momento, la propria posizione (Punto Nave).

Per conoscere il Punto Nave vi sono diversi sistemi:

##### **Navigazione stimata**

Quando il Punto Nave è determinato dalla direzione seguita (bussola) e dallo spazio percorso dall'ultima posizione nota (velocità, tempo).

##### **Navigazione costiera**

Quando il Punto Nave è determinato in riferimento a punti noti (punti cospicui), visibili sulla costa e riportati sulle carte nautiche.

##### **Navigazione elettronica e radionavigazione**

Quando il Punto Nave è determinato mediante radiogoniometro, Loran o GPS, il più recente e preciso sistema satellitare.

### Navigazione astronomica

Quando il Punto Nave è determinato con il sestante in relazione alla posizione degli astri.

L'insieme di navigazione stimata e navigazione costiera costituisce la Navigazione Piana, che è la base per comprendere i problemi legati alla navigazione e per poter condurre un'imbarcazione con sufficiente sicurezza. Nella navigazione piana si considera la Terra come una superficie piatta, e si risolve ogni problema applicando regole di geometria elementare (piana, appunto e non sferica). Da qui la necessità di rappresentare vaste zone della Terra in un piano, su apposite carte nautiche.

### Navigazione da diporto

È quella effettuata sulle acque marittime e interne a scopo sportivo e ricreativo, senza fine di lucro.

### Forma e dimensioni della Terra

Per poter dare alla Terra una forma che più si avvicinasse a quella reale, si è convenuto di considerare la Terra racchiusa da un'ipotetica superficie costituita dal livello medio del mare prolungato attraverso i continenti. La sfera così racchiusa si chiama Geoide e corrisponde a un ellissoide di rotazione, cioè a una sfera un po' schiacciata ai poli, con un asse maggiore e un asse minore che differiscono di appena 3km ca. su un diametro di circa 13.000km.

Ai fini pratici la Terra viene considerata come una sfera e tutta la teoria della navigazione è basata su questo assunto.

### Asse terrestre o polare

È l'asse immaginario intorno al quale la Terra compie, in 24 ore, una rotazione completa su sé stessa. Per un osservatore che si trovi nell'emisfero nord la Terra ruota in senso antiorario. Un osservatore posto nell'emisfero sud la vedrà ruotare invece in senso orario (Figura 1.1).

### Poli terrestri

Sono i due punti attraverso i quali passa l'asse terrestre e quindi: polo nord, rivolto alla stella polare, che si individua come prima stella del timone del Piccolo Carro (Orsa Minore), posta sul prolungamento (di 5 volte) della linea che unisce le due ruote posteriori del Grande Carro (Orsa Maggiore); polo sud, opposto al polo nord.

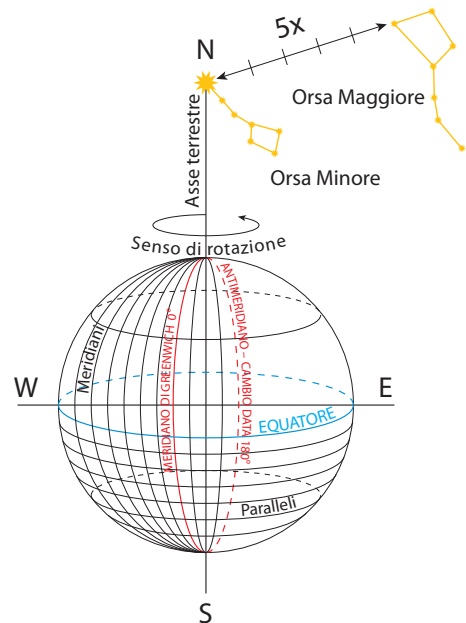


Fig. 1.1 - Meridiani e Paralleli



Per effetto della rotazione terrestre, la stella polare, che si trova sul prolungamento dell'asse terrestre, risulta essere un punto fisso in cielo, mentre vedremo tutte le altre stelle e costellazioni (Orsa Maggiore compresa) ruotare attorno a essa.

Una curiosità: per effetto della precessione, dovuta all'attrazione combinata della Luna e del Sole sulla Terra, l'asse terrestre modifica la sua inclinazione e compie una rotazione completa, tornando all'inclinazione originaria, in circa 26.000 anni. A causa di questo movimento, anche i poli celesti cambiano nel tempo. Attualmente la stella verso cui si orienta l'asse terrestre è quella che noi chiamiamo stella polare, che si discosta dal polo nord celeste di circa  $001^\circ$ . Tra qualche migliaio di anni la stella polare non sarà la stessa che vediamo ora ma, a quel punto, non saremo gli stessi neanche noi. (*Figura 1.1*).

### **Equatore**

È la circonferenza massima ottenuta dall'intersezione della superficie terrestre con un piano perpendicolare all'asse polare che passa per il centro della Terra e indica i poli est (E) e ovest (W) (*Figura 1.1*).

Se navigate nell'emisfero australe la nostra stella polare non si vede. Bisogna cercare la Croce del Sud per avere un'idea di dove si trovi il Sud.

### **Meridiani**

Sono le circonferenze passanti per i poli. Sono tutti circoli massimi come l'equatore. Si considerano le semicirconferenze e, ai fini del riferimento, pur essendo praticamente infiniti, se ne considerano 360 (uno per ogni grado di angolo giro), 180 verso est e 180 verso ovest, partendo da un meridiano di riferimento che, per convenzione internazionale, è situato in corrispondenza del villaggio di Greenwich in Inghilterra e a cui si dà il valore zero (Zulu nella tabella fonetica di computazione). Il meridiano di Greenwich divide la Terra in due emisferi: orientale e occidentale. Orientale è quello situato sulla destra di un osservatore che da Greenwich guardi verso il polo nord, occidentale l'altro.

Il meridiano è diviso in due parti dai poli: meridiano (la parte in cui si trova l'osservatore) e antimeridiano l'altra. Il meridiano di Greenwich determina l'ora di riferimento, mentre il suo antimeridiano determina il cambio di data (*Figura 1.1*).

### **Paralleli**

Sono tutte le circonferenze minori parallele all'equatore; quelle di riferimento sono 90 verso nord e 90 verso sud (come il numero dei gradi di un angolo retto). In realtà, come i meridiani, possono essere divisi in 60 primi e ogni primo in 60 secondi o decimi di primo (*Figura 1.1*).

La circonferenza è una figura geometrica piana e può essere suddivisa in vari modi; quelli che a noi interessano sono la suddivisione in arco e in ora.

La Terra impiega 24 ore per eseguire un'intera rotazione attorno al proprio asse, compiendo un angolo giro di  $360^\circ$  corrispondente alla circonferenza massima che abbiamo chiamato equatore. (La proiezione dell'equatore sulla volta celeste rappresenta l'equatore celeste).

Il quadrante dell'orologio, diviso in 24 ore (2x12), rappresenta l'equatore celeste e la lancetta, che ruota a velocità costante, uguale alla velocità angolare di rotazione della Terra, indica la traccia di un astro su cui ci si regola e si chiama angolo orario.

L'astro a cui noi ci riferiamo per la misura del tempo è il Sole e quindi, se noi ci troviamo su un determinato meridiano, impiegheremo 24 ore (medie) a tornare nella stessa posizione, dopo aver percorso  $360^\circ$  di rotazione. Durante queste 24 ore, l'angolo orario del meridiano su cui ci troviamo, cambierà a ogni secondo rispetto all'astro di riferimento e verrà riportato dal nostro orologio.

Quindi il Sole, nel suo moto apparente intorno alla Terra, da est a ovest, compie una rivoluzione di  $360^\circ$  di longitudine ogni 24h medie: la sua velocità è perciò di  $15^\circ$  per ogni ora di tempo medio ( $360^\circ : 24 = 15^\circ$ ).

Avremo in pratica due misure espresse nello stesso modo (ora angolo e ora tempo) ma che indicano due grandezze di natura diversa; infatti, come vedremo più avanti, e questa è la cosa più interessante, l'ora angolo può essere convertita in una unità di lunghezza (miglio marino).

### Suddivisione in arco

La circonferenza viene divisa in 360 parti, ognuna delle quali si dice grado ( $0^\circ$ ), ogni grado è diviso in 60 primi ( $00'$ ) e ogni primo in 60 secondi ( $00''$ ).

### Suddivisione in ora

In questo caso la circonferenza è divisa in 24 parti, ognuna con ampiezza di  $15^\circ$  (vedi *Fuso orario* p. 26); ogni parte, denominata ora (h), rappresenta la ventiquattresima parte della circonferenza. A sua volta quest'ultima si divide in 60 parti, ognuna delle quali si dice minuto (m). Il minuto a sua volta si divide in 60 parti dette secondi (s).

### Indicazione del tempo

Per indicare una determinata quantità di tempo si indica il numero delle ore, dei minuti e dei secondi, riportando a destra i corrispondenti simboli (es: 8h 17m 24s).

Per indicare invece l'ora in cui ci si trova, o nella quale è avvenuta una certa azione si indica una serie di quattro numeri - due per le ore e due per i minuti (es: 07:25 o semplicemente 0725).

Ricordando quanto detto a proposito di ora angolo e ora tempo avremo:

Ora angolo (gradi, primi, secondi)	Ora tempo (ore, minuti, secondi)
360°	24 <sup>h</sup>
015°	1 <sup>h</sup>
001°	4 <sup>m</sup>
15'	1 <sup>m</sup>
1'	4 <sup>s</sup>
15''	1 <sup>s</sup>

**Il miglio marino** | Per capire come si arriva al miglio marino introduciamo innanzitutto il concetto di radiante.

Tracciamo una circonferenza e su di essa misuriamo un arco AB uguale al raggio R; l'angolo al centro  $\alpha$ , che sottende a quest'arco, si chiama radiante.

In una circonferenza ci sono 6,28 radianti e quindi 6,28 archi AB e cioè 6,28 raggi R.

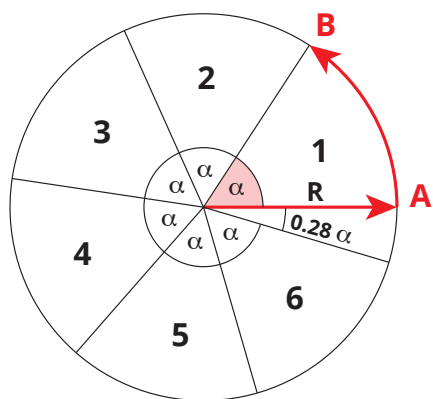


Fig. 1.2 - Miglio marino

Conoscendo la lunghezza del raggio e moltiplicandola per 6,28 si otterrà la lunghezza della circonferenza. Il raggio della Terra è di 6.371.000 metri:

$$6.371.000 \times 6,28 = 40.009.880\text{m}$$

Questa misura non è altro che la lunghezza della circonferenza.

Ogni circonferenza è composta di 360° e ogni grado di 60', quindi il numero dei primi in una circonferenza sarà:  $360^\circ \times 60' = 21.600'$

Dividendo la lunghezza della circonferenza per il numero dei primi in essa contenuti, otteniamo la misura di un primo di grado espressa in metri:

$$40.009.880\text{m} : 21.600' = 1852,30\text{m}.$$

**Il miglio marino è la lunghezza di 1 primo di grado di circolo massimo ed è pari per convenzione a 1852 metri.**

L'importanza di questo semplice teorema geometrico è che ci permette di trasformare una misura angolare (gradi, primi e secondi) in una misura lineare (miglia, metri) (*Figura 1.2*).

La velocità in mare si esprime in nodi.

**1 nodo corrisponde a 1 miglio/ora.**

| **La velocità in mare**

Essendo già espressa nel termine nodo l'unità di tempo, cioè l'ora, per indicare una qualsiasi velocità basta indicare il numero delle miglia che si percorrono in un'ora, seguite dalla parola nodo.

12 nodi = 12 miglia/ora (dire 12 nodi all'ora non è corretto)

### **Nodi - km/h - m/s**

Per riportare a chilometri una misura espressa in miglia e viceversa, o riportare a metri al secondo una velocità espressa in nodi o viceversa, di solito si ricorre ad apposite tabelle già calcolate e pubblicate nelle tavole nautiche che riportano esattamente i valori cercati.

In mancanza delle tabelle è però possibile determinare i valori con sufficiente approssimazione, mediante dei calcoli molto semplici.

Per passare:

- dalle miglia ai chilometri si moltiplica per 2 e si toglie il 10%.
- dai chilometri alle miglia si divide per 2 e si aggiunge il 10%.

A volte la velocità del vento si misura in metri al secondo anziché in nodi (chi pratica windsurf o deriva lo sa bene); ecco come fare per avere il coefficiente di conversione:

**1 nodo = 1 miglio/ora**

**1852m/3600s = 0.51 m/s**

Per convertire approssimativamente i nodi in metri al secondo, basta moltiplicare per 0,51 e cioè, per buona approssimazione, dividere per 2.

### **Solcometro a barchetta**

Il problema della velocità dell'imbarcazione, in assenza di strumenti adeguati (cronometro, log), veniva risolto calcolando lo spazio percorso dalla nave da un punto fisso della superficie del mare in una breve unità di tempo e riportandolo poi all'ora.

Nel solcometro a barchetta il punto fisso era ottenuto lanciando in mare, a poppa, una tavoletta di legno, zavorrata da un inserto in piombo.

Questa tavoletta era collegata, mediante dei cordini, a una lunga sagola raccolta a bordo su di un rullo, sulla quale erano stati fatti dei nodi a distanze regolari, in genere ogni 15,4m (la 120ma parte del miglio di 1852m).

Si lasciava filare la tavoletta fino a raggiungere acque tranquille, si girava la clessidra a sabbia, tarata a 30" (la 120ma parte di 1h), filando contemporaneamente la sagola e contando i nodi che scorrevano fra le dita fino al cadere dell'ultimo granello.

Il numero dei nodi che scorreva tra le dita indicava le miglia percorse in un'ora.

Da qui la parola nodo per indicare la velocità in miglia orarie.

In pratica si teneva conto anche di un «fattore correttivo», determinato in base all'esperienza, che tenesse conto del trascinarsi che la tavoletta subiva da parte della nave (ca. 1/19 di 15,4m).

Questo sistema, pur con tutti i suoi limiti, è stato usato fino a quasi tutto l'Ottocento.

### Operazioni di calcolo: spazio, tempo, velocità

Nella fase di progettazione di un viaggio e durante tutta la navigazione si presenta la necessità di eseguire operazioni di calcolo tra spazio, tempo e velocità; queste operazioni sono fondamentali e costituiscono il pane quotidiano per chi naviga.

Ecco le formulette che legano tra di loro queste tre grandezze:

<b>Tempo = Spazio/Velocità</b>	$T = S/V$
<b>Spazio = Velocità x Tempo</b>	$S = V \times T$
<b>Velocità = Spazio/Tempo</b>	$V = S/T$

In mare le unità di misura con le quali si esprimono queste grandezze sono:

**L'ora per il tempo**

**Il miglio per lo spazio**

**Il nodo per la velocità**

Queste unità di misura però non seguono lo stesso sistema di suddivisione, infatti:

**L'ora segue il sistema sessagesimale.**

**Il miglio e il nodo seguono il sistema decimale.**

Esempi:

**Un tempo di 4h e 23m**

(significa 4 ore e 23 sessantesimi di ora)

**Una distanza di 9,7 miglia**

(significa 9 miglia e 7 decimi di miglio)

**Una velocità di 7,5 nodi**

(significa 7 nodi e 5 decimi di nodo)

Di conseguenza, ogni qualvolta dobbiamo impostare operazioni di calcolo dove entra in gioco il tempo, la cui divisione non segue il sistema decimale, bensì quello sessagesimale, dovremo fare molta attenzione a non confondere i minuti con i decimi e centesimi di ora e, viceversa, i decimi e i centesimi di ora con i minuti.

Ricordiamo che le ore e i gradi sono divisi in 60 parti (scala sessagesimale), mentre le miglia e i nodi sono divisi in decimi (scala decimale).

Dato che non è possibile effettuare operazioni con grandezze diverse, per operare correttamente e non cadere in banali errori, bisogna trasformare la scala sessagesimale in decimale o viceversa.

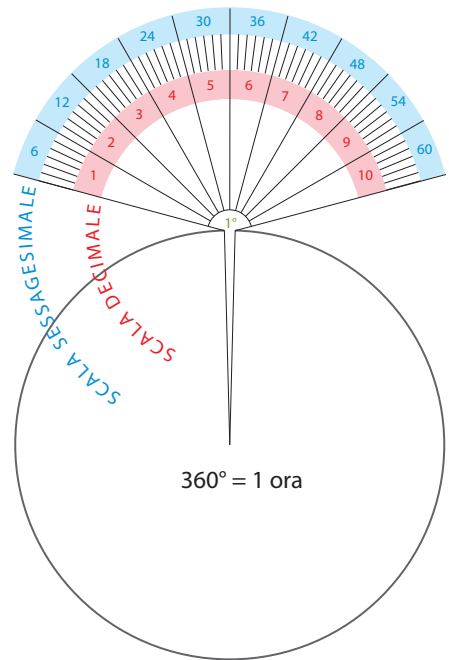


Fig. 1.3 - Decimali - Sessagesimali

Nella figura (Figura 1.3) è evidente la relazione esistente tra le due scale e cioè:

<b>1 decimo di ora</b>	<b>6 minuti</b>
<b>1 decimo di grado</b>	<b>6 primi</b>
<b>1 decimo di minuto</b>	<b>6 secondi</b>
<b>1 decimo di primo</b>	<b>6 seconds (di arco)</b>

**Esempio 1**

Un tempo di 4<sup>h</sup> 24<sup>m</sup> non corrisponde a 4,24<sup>h</sup>, bensì a 4<sup>h</sup> e 4 decimi di ora, ossia 4,4<sup>h</sup>.

**Alcuni esempi chiarificatori**

**Esempio 2**

Un tempo di 4,24<sup>h</sup> non corrisponde a 4<sup>h</sup> 24<sup>m</sup>, bensì a 4<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 24<sup>s</sup>, infatti: 4,24<sup>h</sup> sono 4<sup>h</sup> e 24 centesimi di ora

Si trasformano i centesimi di ora in minuti togliendo le 4 ore e moltiplicando per 60:

$$4,24^h - 4^h = 0,24^h \times 60 = 14,4^m \text{ cioè } 14 \text{ minuti e } 4 \text{ decimi di minuto.}$$

Si trasformano i decimi di minuto in secondi togliendo i 14 minuti e moltiplicando per 60:

$$14,4^m - 14^m = 0,4^m \times 60 = 24^s \text{ cioè } 24 \text{ secondi.}$$

Quindi:

$$4,24^h = 4^h 14^m 24^s$$

### Esempio 3

Calcolare il tempo che si impiega a percorrere 35 miglia alla velocità di 7,3 nodi.

$$T = \frac{S}{V} = \frac{35}{7.3} = 4.79^h \text{ (4 ore e 79 centesimi di ora)}$$

$$4.79^h - 4^h = 0.79^h \times 60 = 47.4^m \text{ (che possiamo arrotondare a } 47^m)$$

$$\text{Quindi: } 4.79^h = 4^h 47^m$$

### Esempio 4

Calcolare il tempo che s'impiega a percorrere 27,3 miglia alla velocità di 11 nodi.

$$T = \frac{S}{V} = \frac{27.3}{11} = 2.48^h \text{ (2 ore e 48 centesimi di ora)}$$

$$2.48^h - 2^h = 0.48^h \times 60 = 28.8^m \text{ (che si possono arrotondare a } 29^m)$$

$$\text{Quindi: } 2.48^h = 2^h 29^m$$

### Esempio 5

Calcolare la velocità che deve avere un'imbarcazione per percorrere 48,5 miglia in 9 ore e 18 minuti.

$$V = \frac{S}{T} = \frac{48.5}{9^h 18^m}$$

Non potendo dividere 48,5 per 9<sup>h</sup> e 18<sup>m</sup>, bisogna prima trasformare i minuti in decimi di ora:

$$18^m : 60 = 0.3 \text{ (decimi di ora)}$$

$$9^h + 0.3 = 9.3 \text{ (9 ore e 3 decimi di ora)}$$

$$\frac{48.5}{9,3} = 5.2 \text{ nodi}$$

**Esempio 6**

Calcolare lo spazio che percorre un'imbarcazione in  $12^h$  e  $47^m$  navigando alla velocità di 11 nodi.

Bisogna trasformare prima i minuti in decimi di ora:

$$47^m : 60 = 0.78 \text{ (78 centesimi di ora)}$$

$$S = V \times T = 11 \times 12.78 = 140.58 \text{ miglia}$$

Un altro sistema per risolvere questi calcoli è quello di trasformare tutto in minuti. Ad esempio, l'esercizio precedente (n. 6) si può risolvere in questo modo:

$$12^h \times 60 + 47^m = 767^m \text{ (767 minuti)}$$

$$11 \text{ nodi (velocità oraria) : } 60 = 0.1833 \text{ (velocità al minuto)}$$

$$767^m \times 0.1833 = 140.59 \text{ miglia}$$

Quando si è in mare ogni navigante deve sempre porsi due domande fondamentali: dove sono? Dove sto andando?

**Le coordinate geografiche**

**Come si determina un punto**

In geometria, quando si vuole determinare l'esatta posizione di un punto su un piano, si stabilisce un sistema di assi cartesiani (ascisse X e ordinate Y). Si assegna alla X (in questo caso 1cm) e alla Y (in questo caso 0,5cm) un determinato valore; il punto in oggetto risulterà a una certa distanza dai due assi di riferimento per un valore multiplo di X e Y.

Nell'esempio il punto P viene identificato sul piano e si trova a una distanza di 6 volte X (6cm) dall'origine 0 dell'asse X e di 3 volte Y (3cm) dall'origine 0 dell'asse Y (Figura 1.4).

Sulla Terra si procede allo stesso modo. Stabilito un sistema di circonferenze (e non di assi, in quanto siamo su una sfera), la posizione di un punto si determina misurando la distanza di questo dalle due circonferenze di riferimento mediante una misura angolare, come vedremo più avanti.

Le due circonferenze di riferimento sulla Terra sono: **l'equatore e il meridiano di Greenwich** e cioè è come se l'equatore fosse l'asse X e il meridiano di Greenwich l'asse Y.

Solo i meridiani e l'equatore sono circoli massimi, in quanto il piano che li contiene passa per il centro della Terra. Tutti gli altri sono circoli minori. L'equatore divide la Terra in emisfero nord e sud, il meridiano di Greenwich in est e ovest.

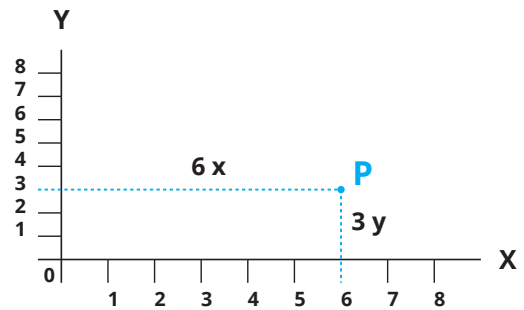


Fig. 1.4 - Posizionamento su un piano



**Latitudine e  
longitudine**

Come già detto, per determinare la posizione di un punto sulla Terra, basta dare la distanza a cui si trova dall'equatore e quella a cui si trova dal meridiano di Greenwich.

Queste distanze, che vengono date in gradi, primi e secondi (o decimi di primo), costituiscono le coordinate del punto, ossia latitudine e longitudine.

**Latitudine: lat.** -  $\phi$  (lettera fi dell'alfabeto greco): arco di meridiano, misurato in gradi, primi e secondi (o decimi di primo) tra l'equatore e un punto della superficie terrestre.

**Longitudine: long.** -  $\lambda$  (lettera lambda dell'alfabeto greco): arco di equatore, misurato in gradi, primi e secondi (o decimi di primo) tra il meridiano di Greenwich e il meridiano passante per un punto della superficie terrestre.

Conoscendo poi la lunghezza di 1 primo di grado (1 miglio), è facile risalire alla distanza in miglia del punto in oggetto.

Poiché i valori di latitudine e longitudine si ripetono uguali negli emisferi N - S E - W, nel dare le coordinate di un punto bisogna precisare l'emisfero in cui esso si trova (dare la specie).

Quando si danno le coordinate di un punto si indica sempre per prima la latitudine (Figura 1.5).

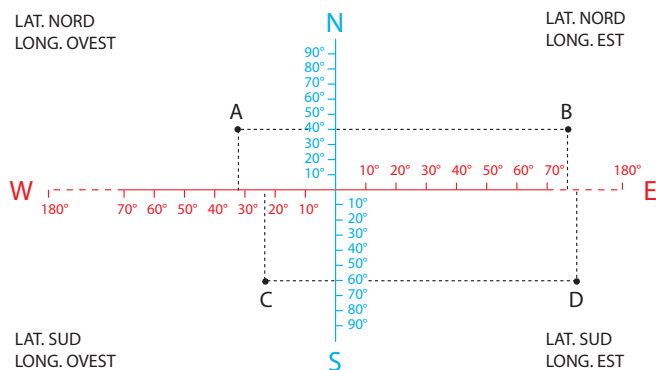


Fig. 1.5 - Lat. e long. su un piano

**Senza la specie delle coordinate  
il punto non è determinato.**

Punto A	lat. 040° N long. 033° W
Punto B	lat. 040° N long. 095° E
Punto C	lat. 060° S long. 024° W
Punto D	lat. 060° S long. 110° E