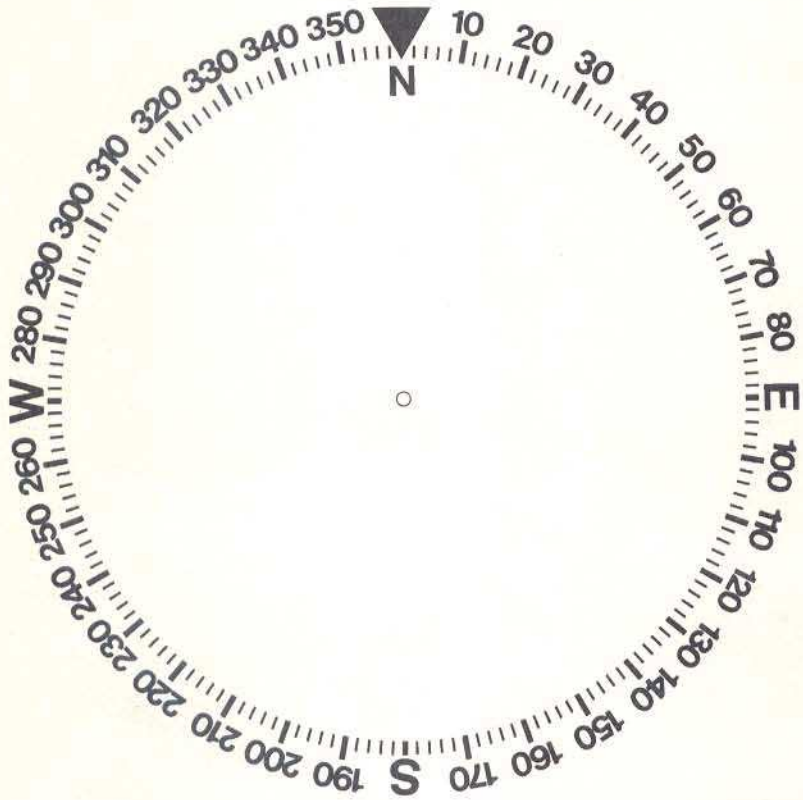
SCIENCE NEWS

NOTIZIE E PROPOSTE DAL MONDO DELLA SCIENZA

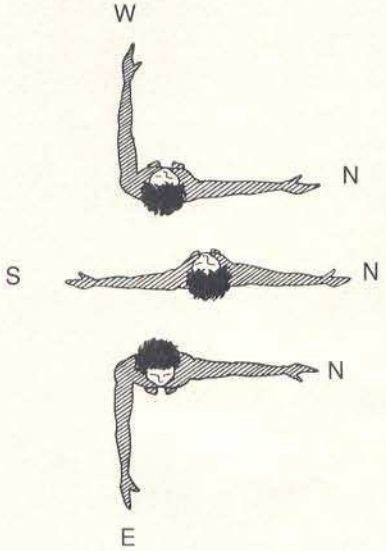
VECO S.r.l. - Via Toti 8, 22012 Cernobbio (Como) - C.C.P. n. 15840226 - Vendita per corrispondenza. Catalogo n. 11, I semestre 1991.
Spedizione in abb. post. gr V. Aut. dir. Prov PT Varese.

Orientamento e navigazione a piedi

Non si naviga solo in mare o nel cielo, ma anche nei boschi e nelle città sconosciute, andando a piedi o in bicicletta.



Dopo avere determinato la direzione nord si può trovare facilmente quella degli altri punti cardinali disponendo le braccia spalancate o ad angolo retto.
A sinistra, una rosa dei venti con l'indicazione dei quattro punti cardinali.



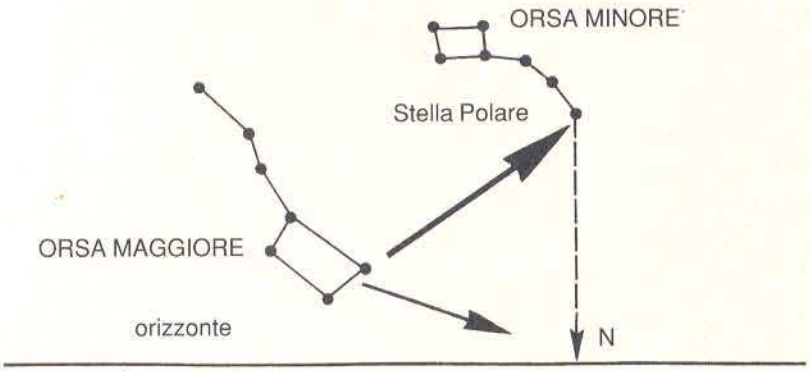
Quando si parla di navigazione si pensa subito alle traversate oceaniche, alle rotte aeree polari o ai lunghi viaggi nel deserto. E si pensa ai raffinatissimi sistemi moderni in uso sugli aerei e sulle navi. Eppure, quando troviamo la strada giusta in un bosco o nelle viuzze di una città sconosciuta, anche noi 'navighiamo'. Anche noi infatti in quelle situazioni risolviamo i due fondamentali problemi di qualsiasi navigante:
- sapere dove si è;
- sapere in che direzione andare per raggiungere la meta.

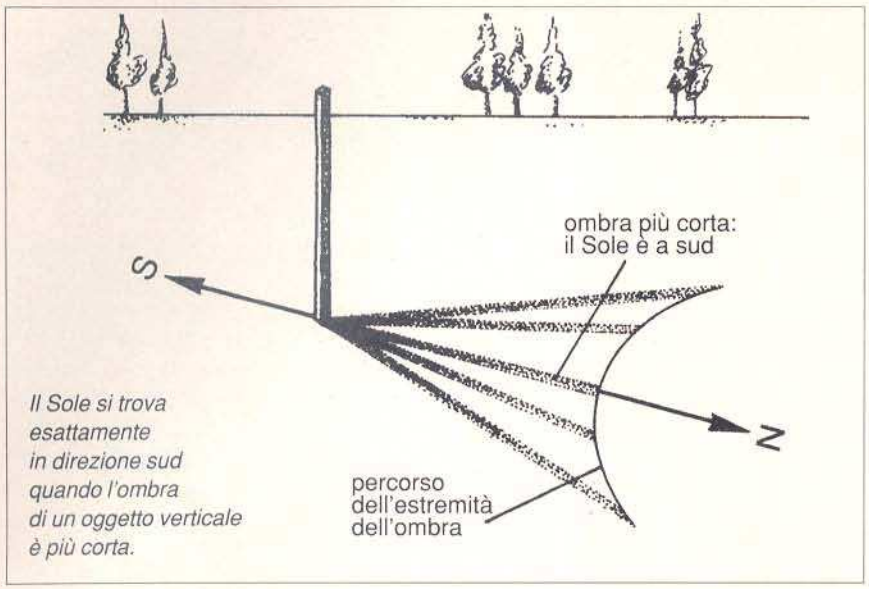
Risolti questi, si possono affrontare facilmente altri problemi più specifici che ne derivano: 'quanto tempo impiegheremo per raggiungere la meta?' e, se usiamo un mezzo a motore, 'quanto carburante consumeremo per raggiungerla?'

Orientarsi

Chi va a piedi o in bicicletta in montagna o in zone scarsamente popolate può correre il rischio di perdersi. È importante in queste situazioni riuscire a capire dove si è e come ritrovare la strada. Vediamo come. La prima operazione da fare per affrontare una navigazione consiste nell'orientarsi, cioè nell'identificare la direzione nord. Nota questa, non è difficile stimare a occhio o con una rosa graduata tutte le altre direzioni. Queste si misurano da 0° a 360° a partire dal nord in senso orario. La direzione est (E) corrisponde a 90°,

La stella polare è così vicina al polo nord celeste da apparire fissa nel cielo. Essa permette di individuare la direzione nord ed è indicata dalle





Il Sole si trova esattamente in direzione sud quando l'ombra di un oggetto verticale è più corta.

il sud (S) a 180°, l'ovest (W) a 270° e il nord (N) a 360° (o 0°, che è lo stesso). Anche le direzioni intermedie possono essere definite con i simboli dei punti cardinali (135° = SE; 225° = SW, ecc.).

La direzione nord

Lo strumento più semplice per determinare la direzione nord è la bussola, il cui uso è spiegato in un articolo a parte. Se non si dispone della bussola si ricorre ad altri metodi più o meno complessi. Nelle notti serene non ci sono problemi: basta osservare la stella polare. Intorno a mezzodì si può usare un semplice sistema, che si basa sul fatto che il Sole si trova esattamente in direzione sud quando la sua altezza sull'orizzonte è massima, cioè a mezzodì. Si tratta dunque di stabilire quando l'altezza del Sole è massima: in quel momento avremo un luminosissimo e preciso indicatore della direzione sud. Si pianta un bastone perpendicolarmente al terreno e si osserva la lunghezza dell'ombra nel giro di alcuni minuti. Se essa si allunga significa che il mezzodì è già passato e che il Sole nel suo viaggio da est a ovest ha già passato la direzione sud, ma non sapete di quanto. In questo caso non si può usare questo sistema. Se invece l'ombra si sta ancora accorciando si deve aspettare il momento in cui ricomincia ad allungarsi. In quel momento il Sole ha raggiunto la massima altezza e quindi è a sud. L'ombra indica quindi il nord. Non si deve fare l'errore di pensare che il Sole sia a sud quando l'orologio segna le 12! Esso infatti indica un'ora del tutto convenzionale, che ha poco a che fare con la posizione del Sole.

Materiale essenziale

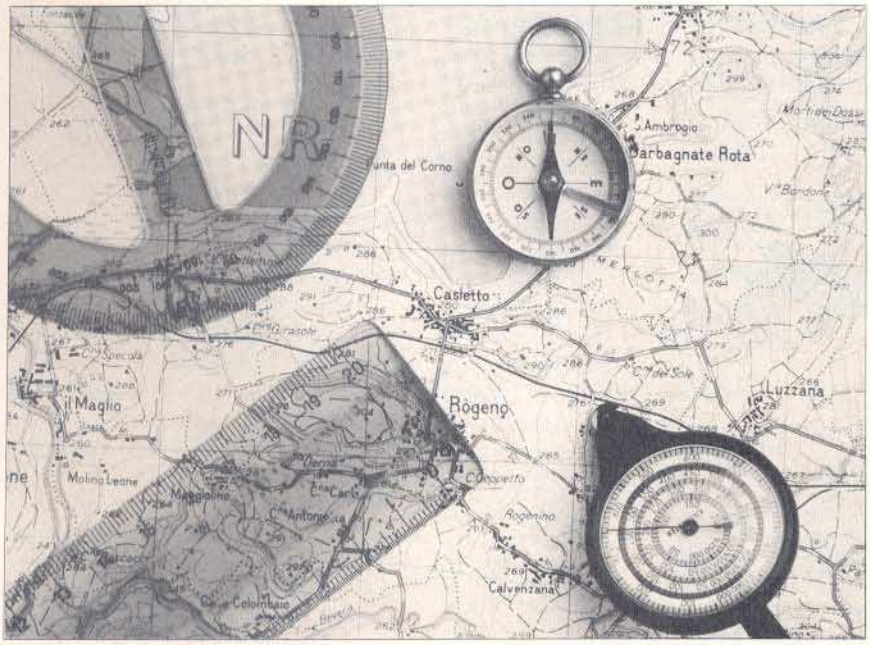
Gli strumenti fondamentali per navigare sono la carta e la bussola. Altri utili strumenti sono il goniometro, per misurare angoli, il righello, per misurare distanze, il curvimetro, per misurare distanze sulla carta lungo una linea curva, un regolo o una calcolatrice, per fare moltiplicazioni e divisioni, il contapassi, per conoscere il numero di passi fatti, e un altimetro, per conoscere la quota.

Navigare a piedi

Vediamo ora come si affrontano alcuni tipici problemi della navigazione 'a piedi'.

Si deve aggirare uno sperone roccioso nella nebbia fitta

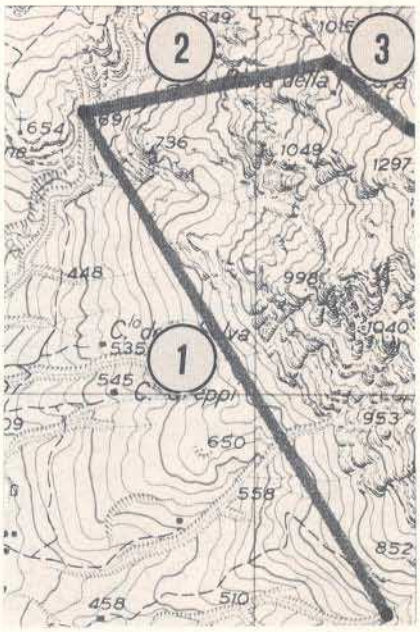
Per pianificare la marcia si traccia innanzitutto il percorso sulla carta e si misurano gli angoli di rotta delle varie tratte del percorso, cioè le direzioni che si dovranno via via mantenere. Se la declinazione magnetica non è nulla o piccolissima si deve tenerne conto e determinare sia le direzioni vere sia quelle magnetiche, come è spiegato nell'articolo dedicato alla bussola. Si misura poi sulla carta la lunghezza delle tratte, in centimetri e poi in metri, e la si converte in passi. Per questi calcoli e per determinare i tempi di percorrenza si può usare il regolo calcolatore, come è esposto nell'articolo dedicato a quello strumento. Si compila infine una tabellina di marcia come quella qui riportata, che permette di avere sottomano duran-



I principali strumenti del navigatore: carta, bussola, goniometro e righello. È rappresentato anche un curvimetro.

declinazione magnetica = 2° W lunghezza del passo = 70 cm

tratto	direzione		distanza		passi	passi al minuto	minuti
	vera	magnetica	cm	m			
1	328°	330°	5,9	1230	1760	65	27
2	078°	080°	2,6	650	930	50	19
3	128°	130°	1	250	360	50	7
Totale				2120	3050		53



Piano di navigazione per aggirare uno sperone roccioso nella nebbia.

te l'intera escursione un riassunto preciso di quello che si deve fare.

In una pianura circondata da montagne si vuole stabilire esattamente dove ci si trova.

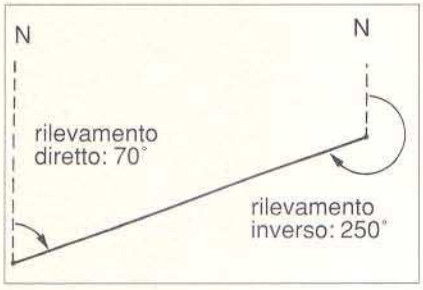
Si identificano innanzitutto due oggetti, per esempio due cime montuose, riportate sulla carta e riconoscibili senza incertezze. È opportuno scegliere oggetti che formino tra loro, rispetto a noi, un angolo il più vicino possibile a 90°. Si stabilisce poi con la bussola la direzione, detta *azimut*, dei due oggetti. Se dal punto in cui ci si trova si rileva un oggetto in direzione 70°, da quell'oggetto il punto in cui ci si trova sarà visto in direzione esattamente opposta, cioè a

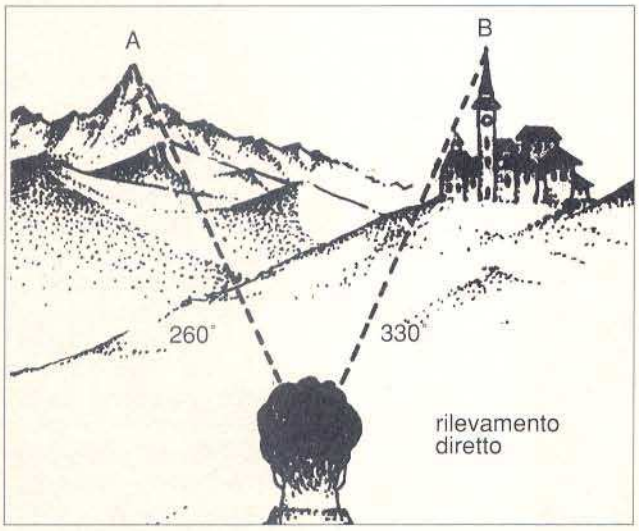
$$70^\circ \pm 180^\circ = 250^\circ$$

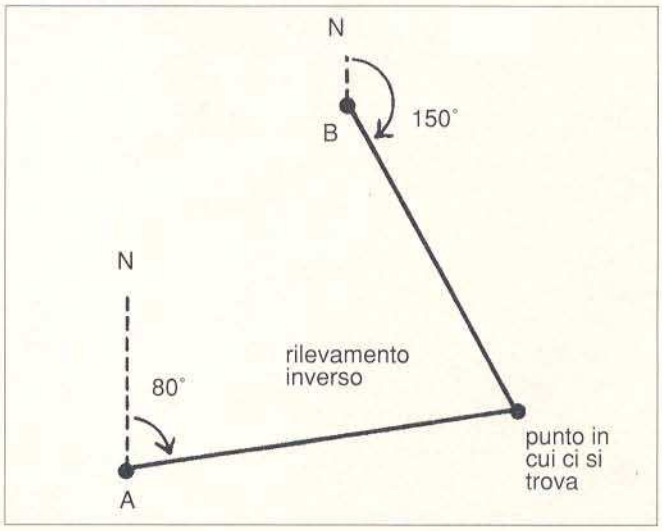
Si può definire dunque la direzione dell'oggetto dal nostro punto di osservazione come *rilevamento diretto* e il valore aumentato di 180° come *rilevamento inverso*. Si supponga ora di aver rilevato i due oggetti in direzione 260° e 330°; aggiungendo ± 180° si ottengono i rilevamenti inversi

$$260^\circ \pm 180^\circ = 80^\circ$$
$$330^\circ \pm 180^\circ = 150^\circ$$

Si tracciano ora a partire dai due oggetti le linee dei rilevamenti inversi, dopo aver misurato gli angoli con il goniometro. L'intersezione di queste due linee rappresenta la posizione in cui ci si trova.





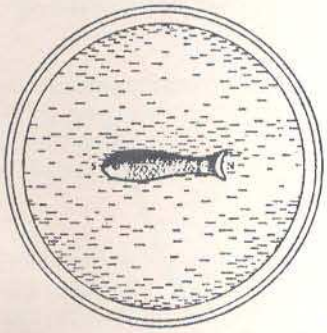


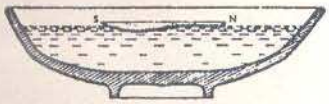
Sotto: a sinistra, rilevamento di due oggetti; a destra, tracciamento dei rilevamenti inversi sulla carta. Il loro incontro rappresenta il punto in cui ci si trova.

La bussola

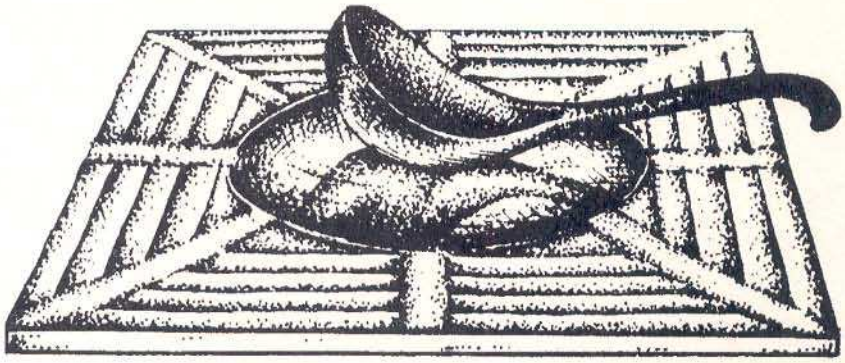
Come si usa il più importante strumento per navigare

È questo uno degli strumenti più antichi nella storia della tecnica. Le straordinarie proprietà della magnetite furono scoperte dai Cinesi, che trovarono ben presto un'applicazione pratica. La notizia dell'esistenza di un carro guidato da un pezzo di magnetite sospeso a un filo di seta risale al 2634 a.C. La prima descrizione dettagliata di una bussola risale invece al 1044. Lo strumento consisteva in un pesciolino di ferro di forma concava che galleggiava in una ciotola d'acqua; esso si allineava con le linee di forza del campo magnetico, cioè in direzione nord-sud. La cosa più curiosa di questo strumento è che il materiale, in sé, non era magnetico, ma veniva magnetizzato. Il pesciolino dunque funzionava finché perdurava il magnetismo residuo. Ma non è tutto. Per magnetizzare il ferro di solito lo si sfrega contro un pezzo di magnetite; i Cinesi si basavano invece sul magnetiso residuo in seguito a riscaldamento. In realtà i Cinesi disponevano già da molti secoli di un 'indicatore del sud', ma lo strumento veniva usato dagli indovini per scopi divinatori. Si trattava di un cucchiaio di magnetite appoggiato su un piano di bronzo che veniva fatto oscillare e che si disponeva a poco a poco in direzione nord-sud.



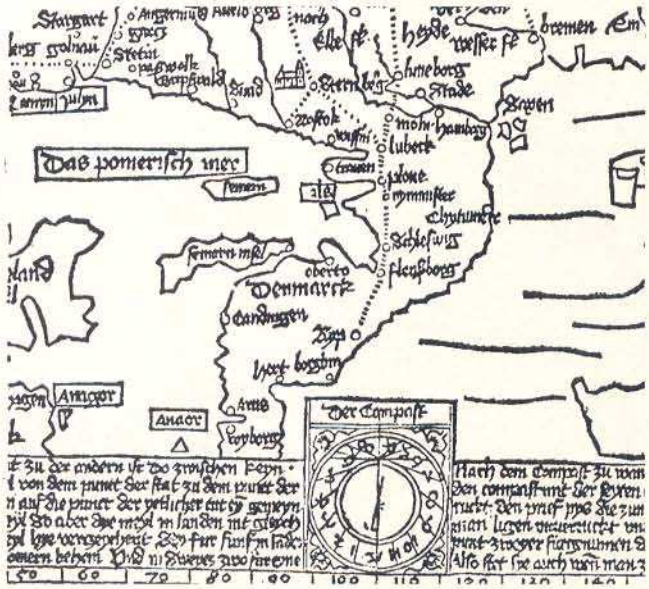


Sopra: bussola cinese in ferro, databile al 1044. Il funzionamento si basava sul magnetismo residuo a seguito di riscaldamento. Il galleggiamento garantiva un attrito minimo.



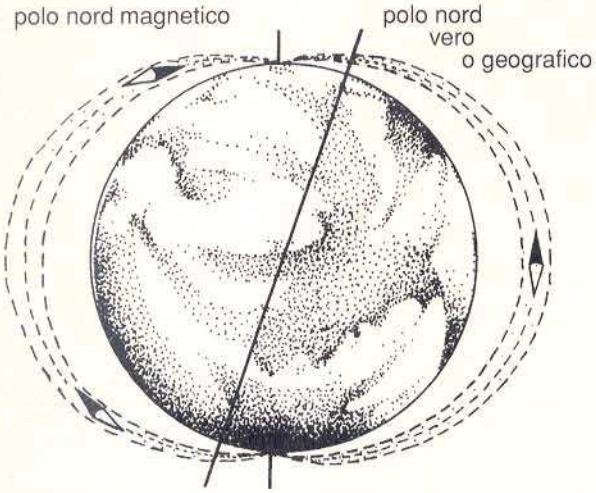
Ricostruzione di uno strumento divinatorio cinese del periodo Han (I secolo). Si tratta di un cucchiaio di magnetite il cui manico, fatto oscillare, si orienta verso sud.

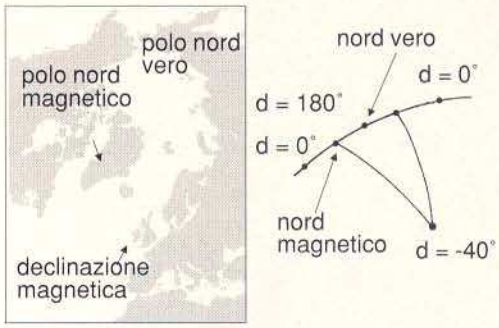
In Europa la bussola fu introdotta da Marco Polo nel 1269. Essa rivoluzionò le tecniche di navigazione,



In passato la bussola era indispensabile per i viandanti. La carta qui di fianco, degli ultimi anni del XV secolo. riporta le strade che conducono a Roma dalla Danimarca e dalla Germania settentrionale. Sulla carta è stampato il modo in cui si deve tenere la bussola per tenere conto della declinazione magnetica (di quell'epoca, naturalmente). Intorno alla bussola c'è un piccolo orologio solare. Le strade sono rappresentate con trattini distanti 1 miglio tedesco, pari a 4 miglia romane. In questa carta il nord è in basso e il sud in alto. Questa convenzione un tempo era spessp adottata, mentre oggi è caduta in disuso. Oggi infatti il nord è universalmente rappresentato in alto.

L'ago della bussola tende a disporsi parallelamente alle linee di forza del campo magnetico terrestre.



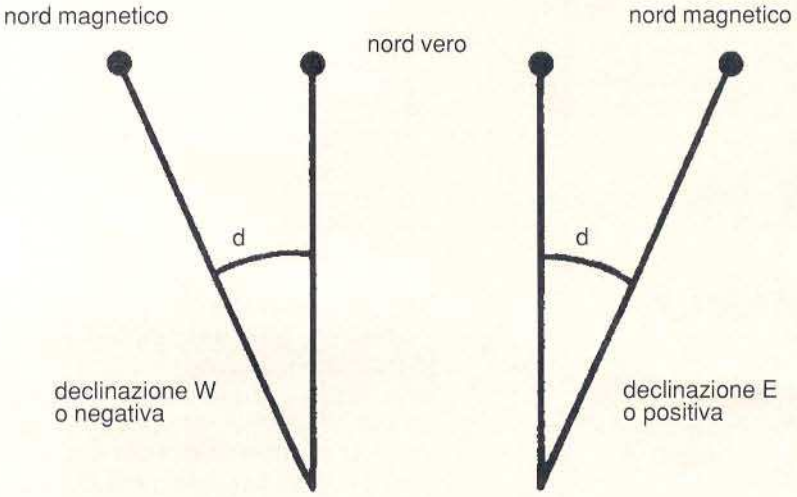


Sopra, a sinistra, posizione del polo nord magnetico e angolo di declinazione magnetica. A destra, alcuni casi tipici. La declinazione magnetica può variare da -180° a +180°.

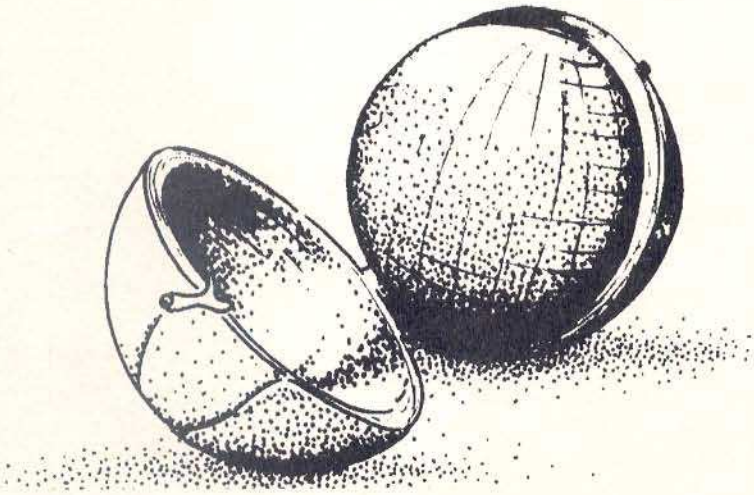
che fino a quel momento erano state solo astronomiche. Nel 1492 Cristoforo Colombo scoprì il fenomeno della declinazione magnetica, che descriveremo più avanti. La moderna bussola dotata di cassa fu realizzata per la prima volta da William Barlow, nel 1608. Il primo a studiare in modo sistematico il magnetismo e a descrivere la Terra come un enorme magnete fu William Gilbert (1544-1603). Egli, per le sue dimostrazioni, costruì anche un modellino della Terra in materiale magnetico: la *terrella*.

Il principio di funzionamento della bussola è semplice: la Terra - come aveva intuito Gilbert - si comporta come un enorme magnete. Essa genera intorno a sé un campo magnetico, le cui linee di forza seguono l'andamento illustrato in figura. L'ago della bussola si dispone sempre parallelamente a queste linee di forza, con il suo polo sud rivolto verso il polo nord terrestre e il suo polo nord verso il polo sud terrestre.

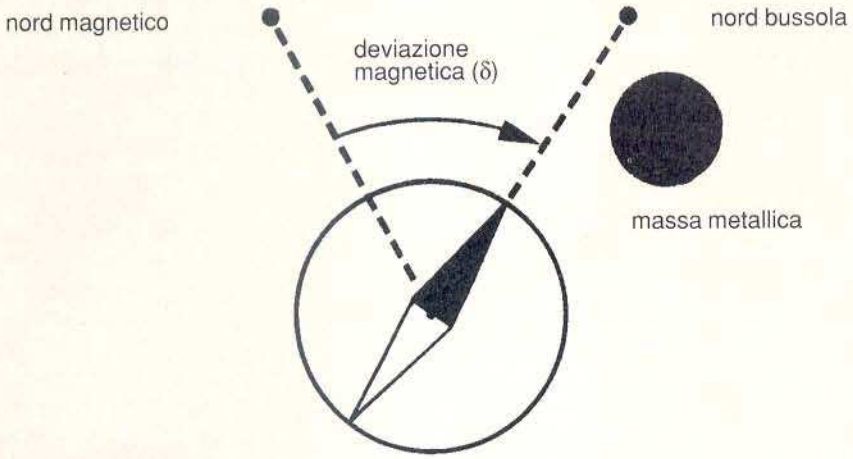
Le indicazioni fornite dalla bussola vanno soggette a una serie di errori, i più importanti dei quali non dipendono dalla bussola stessa. Il primo è dovuto al fatto che il polo nord magnetico non coincide con il polo nord geografco. La cosa può creare non pochi problemi, dal momento che tutte le rotte e tutte le posizioni sono riferite alla direzione del nord geografico. L'angolo tra la direzione del nord geografico (o *nord vero*) e quella del nord magnetico è detto *declinazione magnetica* (simbolo *d*). Essa può assumere tutti i valori tra 0° e 180° e può avere segno positivo o negativo a seconda che il nord magnetico si trovi a



A sinistra, segno della declinazione magnetica. A destra, bussola disposta correttamente in un luogo in cui la declinazione è di 10° W = -10.



La terrella, *un modello in magnetite per studiare i fenomeni legati al campo magnetico terrestre, costruita da William Gilbert verso la fine del XVI secolo.*



I campi magnetici dovuti alla presenza di masse metalliche o di motori in moto determinano l'errore della deviazione magnetica.

sinistra (cioè a ovest) o a destra (cioè a est) del nord geografico. Le linee che uniscono i punti in cui la declinazione magnetica ha lo stesso valore sono dette *isogone*. Una carta su cui siano riportate le isogone ci permette di correggere i valori che la bussola fornisce. Ma i guai non sono finiti qua. Il polo magnetico varia continuamente la sua posizione nel corso degli anni. La carta delle isogone quindi è da considerarsi del tutto temporanea.

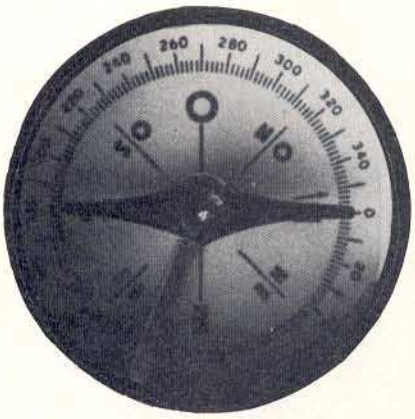
L'altro errore a cui va soggetta la bussola è dovuto alla presenza di masse metalliche o di campi magnetici che deviano l'ago dalla direzione del nord magnetico. La direzione in cui si dispone l'ago è quella del *nord bussola* e l'angolo tra questa direzione e quella del nord magnetica è detto *deviazione magnetica* (simbolo: δ). Per evitare questo errore (cioè per ridurre al minimo la deviazione) è bene usare la bussola il più lontano possibile da masse metalliche, macchine o motori in funzione. Il problema è grave per le bussole da usare in automobile. Queste (come quelle degli aerei) sono quindi dotate di due magnetini da regolare in modo opportuno (secondo le istruzioni del fabbricante). Questa operazione di regolazione, che in gergo è chiamata 'fare i giri di bussola', non consente di annullare gli errori di deviazione in tutte le direzioni, ma li rende minimi.

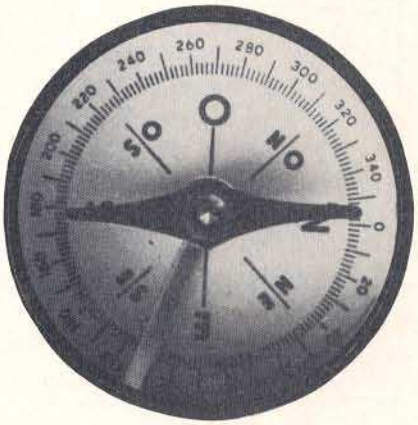
L'uso della bussola è semplice: bisogna far coincidere il polo che indica il nord dell'ago magnetico con la tacca 360° o 0° della rosa graduata. A questo punto qualsiasi direzione è indicata sulla rosa graduata. Se volete efettuare un rilevamento più preciso, tenendo conto della declinazione, ruotate la rosa graduata di un angolo pari alla declinazione magnetica del luogo in cui vi trovate, in senso orario se la declinazione è ovest, antiorario se è est, come si vede in figura. In questi anni in Italia la declinazione ha un valore molto piccolo (di circa 1° W) e quindi la correzione, per usi normali, non è molto importante. Ben diversa è la situazione in altre zone della Terra: in Svezia, per esempio, la declinazione è attualmente di circa 7° E, tra la Groenlandia e Terranova varia tra i 30° e i 65° W circa, in un'area relativamente ristretta, creando a chi usa la bussola problemi di navigazione non indifferenti.

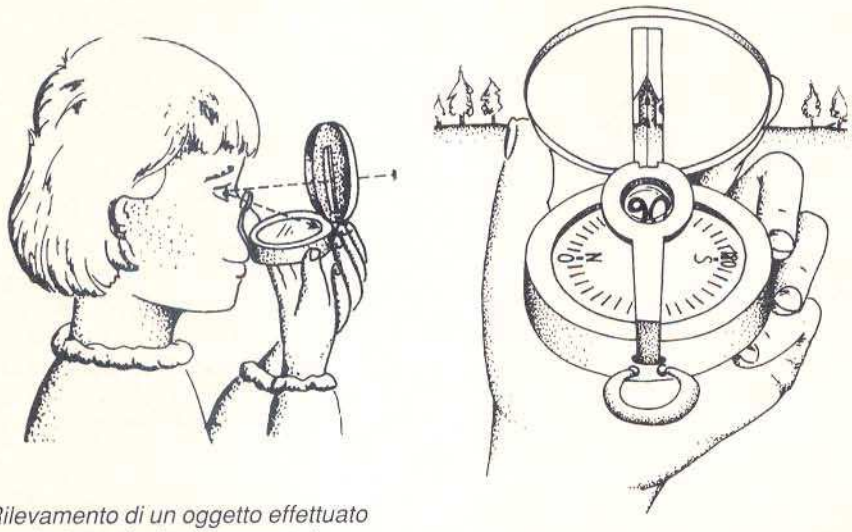
Le bussole moderne sono realizzate in modo molto più accurato di quelle che usava Colombo, ma funzionano esattamente nello stesso modo e vanno soggette agli stessi inconvenienti. Nella fotografia sono rappresentati due tipi di bussola. Le bussole migliori hanno il cosiddetto 'equipaggio mobile' (che è in sostanza l'ago magnetico, anche se ha la forma di una piastra o di una ghiera) sospeso su pietra dura e immerso in un liquido. Quest'ultimo svolge varie funzioni: smorza le oscillazioni, lubrifica il punto di contatto tra il perno e l'equipaggio mobile e rende quest'ultimo più leggero (per la nota legge di Archimede), riducendo gli attriti.

Le bussole 'da carteggio' sono trasparenti per essere impiegate

Orientamento errato (a sinistra) e corretto (a destra) di una bussola in una località in cui la declinazione magnetica è di 5° W.





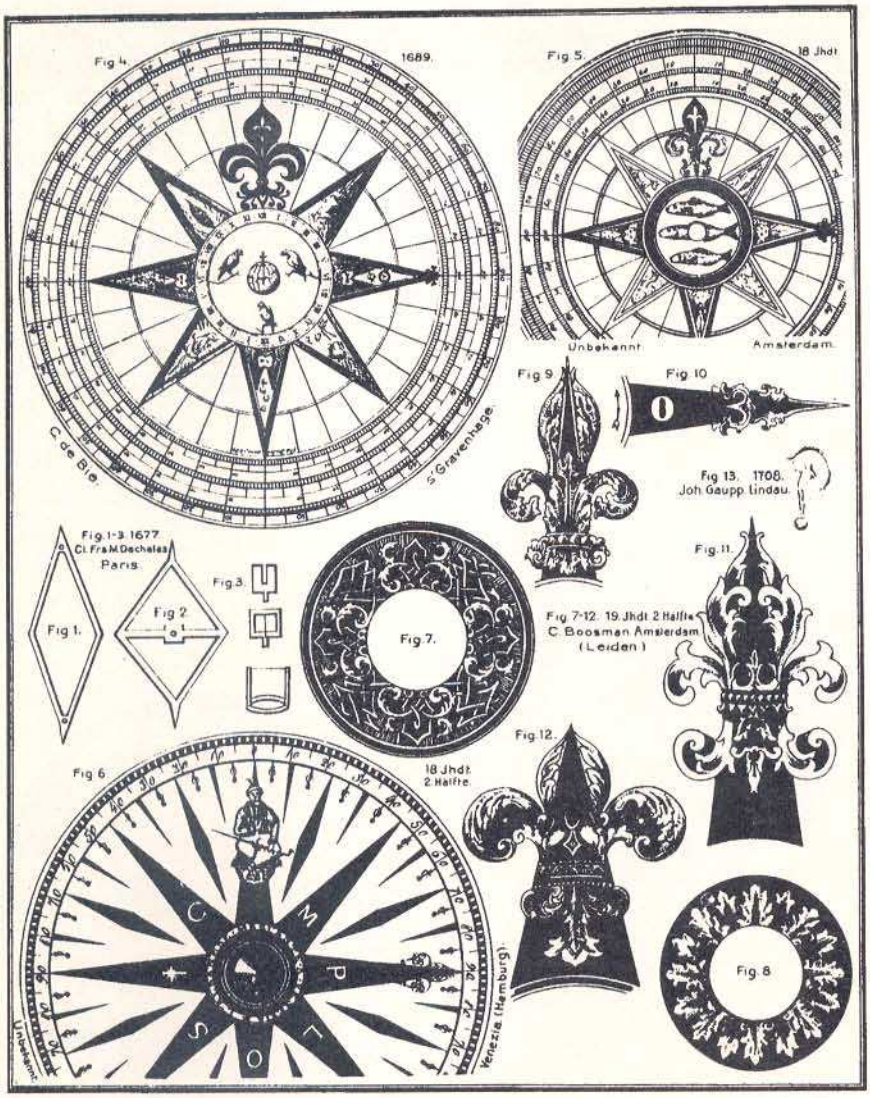


Rilevamento di un oggetto effettuato con la 'bussola da rilevamento'.

sioni la carta deve essere sempre tenuta orientata; in altri termini, la carta deve essere ruotata in modo che il lato in alto sia sempre verso nord. Ciò si fa semplicemente tenendo la carta orizzontalmente con la bussola appoggiata sopra e con l'ago magnetico allineato con i meridiani (e ovviamente con la parte dell'ago che indica il nord diretto verso la parte alta della carta). Se si vuole tenere conto della declinazione magnetica si deve allineare l'ago magnetico non con i meridiani, ma con una direzione pari al valore della declinazione magnetica, in senso antiorario se la declinazione è ovest (come si vede nella fotografia), in senso orario se è est.

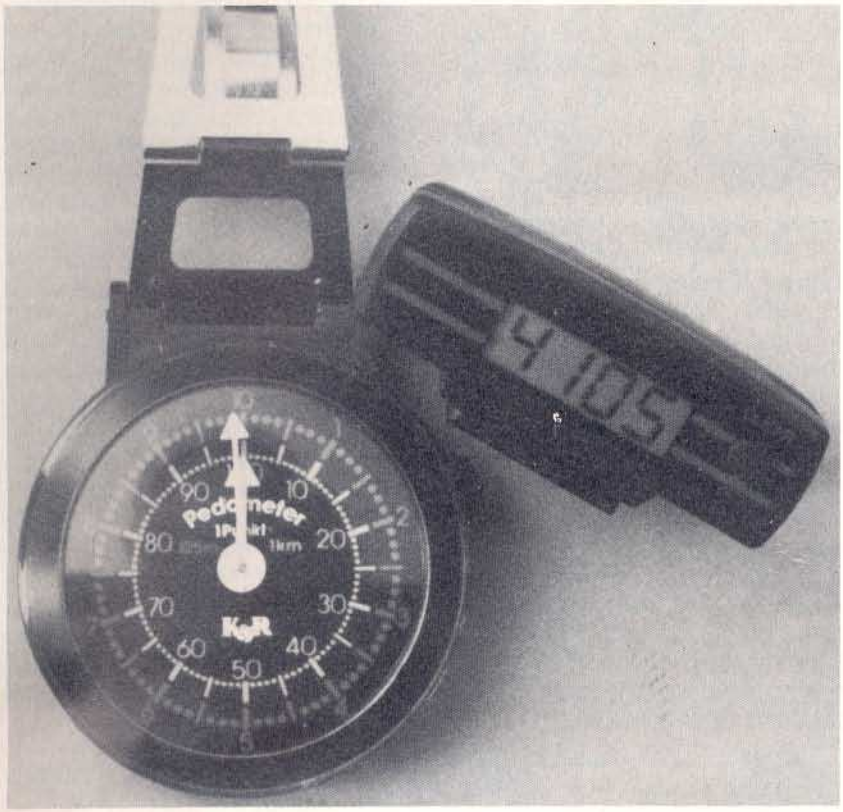
Un altro tipo di bussola impiegato nelle escursioni è la 'bussola da rilevamento'. Essa permette di determinare l'*azimut* di un oggetto, cioè la direzione in cui esso si trova rispetto alla posizione dell'osservatore. L'operazione è detta 'rilevamento'. In pratica si deve traguardare l'oggetto, come è illustrato in figura, e leggere l'azimut sulla rosa graduata. Ciò può essere fatto agevolmente grazie alla lente che fa parte dello strumento. Un esempio di quanto sia utile prendere il rilevamento di oggetti è stato dato nell'articolo iniziale, in cui si è descritto come si può determinare la propria posizione grazie al rilevamento di due oggetti.

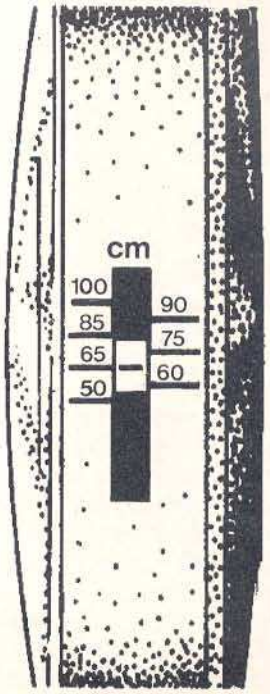
La bussola non è usata solo per orientarsi. Ve ne sono di speciali che permettono l'individuazione delle masse magnetiche, altre usate nelle miniere, altre dai topografi. Una bussola del tutto particolare, in uso nei paesi arabi, soddisfa una ben nota esigenza dei praticanti musulmani: permette infatti di individuare la direzione della Mecca.



A fianco, rose dei venti e aghi magnetici, in una tavola di un libro interamente dedicato alla bussola, di A. Schück.

Il contapassi





Il contapassi o pedometro è uno strumento che permette di contare il numero di passi effettuati. Conoscendo la lunghezza del proprio passo si può dunque determinare facilmente la distanza percorsa in metri.

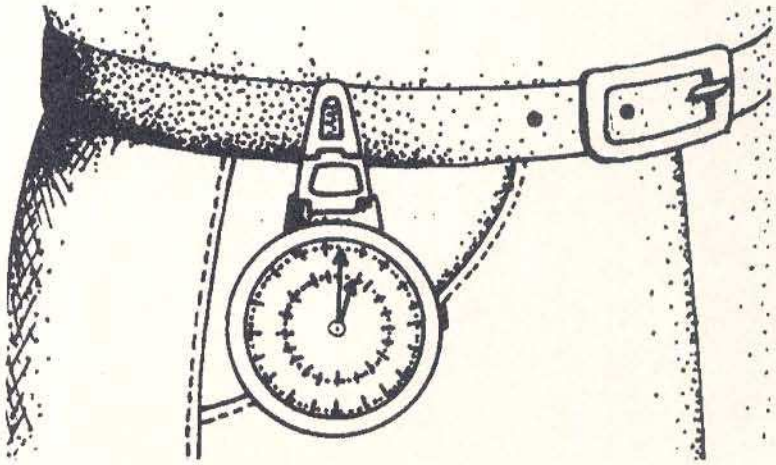
Alcuni strumenti sono dotati di un sistema di regolazione che permette di leggere non il numero di passi, ma direttamente la distanza percorsa in metri o chilometri. Questi strumenti richiedono dunque la regolazione preliminare, effettuata di solito grazie a una ghiera in cui un cursorino è disposto in corrispondenza della lunghezza in centimetri del proprio passo. Prima di prendere per buone le letture in metri ottenute si deve però effettuare qualche prova su una base misurata e verificare la corrispondenza tra i passi fatti e i metri percorsi. Se per esempio si vede che percorrendo quattro volte la base misurata di 100 m il contapassi indica correttamente 400 m con una impostazione della lunghezza del passo di 70 cm, si imposterà poi sempre quella lunghezza, anche se si ritiene di avere un passo di 65 cm.

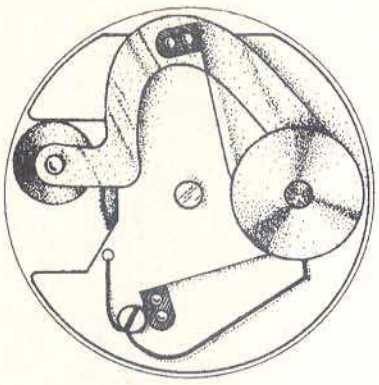
Alcuni di questi strumenti hanno anche una regolazione relativa al tipo di passo e possono essere predisposti per il passo nella normale camminata o per il passo in corsa. Quest'ultimo è quello in cui ci si trova con entrambi i piedi sollevati da terra.

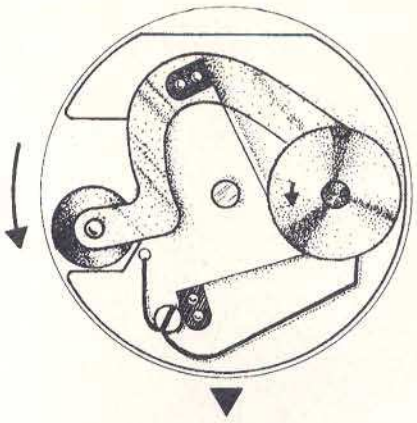
Se con uno strumento dotato di regolazioni si vuole semplicemente ottenere il numero di passi si deve regolare la lunghezza del passo sul valore 100 cm. In questo caso la lettura, in luogo che in metri, deve essere considerata in passi.

Dal punto di vista dell'impiego re-

In alto, contapassi digitale e scala di regolazione della lunghezza del passo. Qui sotto, posizione in cui tenere lo strumento.







stano da fare le seguenti considerazioni. Il contapassi deve essere posto a stretto contatto del corpo e quindi non applicato a indumenti o tenuto semplicemente in tasca. Il posto forse più indicato è la cintura o la zona del bacino. Lo strumento deve essere disposto in posizione non inclinata.

Il funzionamento di questo strumento di precisione si può facilmente intuire dalle figure. Una massa ha la possibilità di oscillare in senso pressoché verticale, trattenuta nella posizione superiore da una molla leggera. Ogni volta che si fa un passo la massa è accelerata verso il basso, arriva fino a fondo corsa e ritorna poi nella posizione superiore. La massa è imperniata grazie a un braccetto, lungo il quale è sistemata una sottilissima lamella di acciaio; essa aziona una ruota, zigrinata sul bordo, ogni volta che la massa scende. Una seconda lamella fa sì che la ruota non possa muoversi ulteriormente o essere trascinata all'indietro quando la massa - con la prima lamella - risale. La ruota zigrinata è poi collegata a un sistema di ingranaggi, molto simili a quelli di un orologio, che fanno muovere le lancette sul quadrante o le ruote di un contatore numerico.

Il sistema di regolazione della lunghezza del passo consiste in un semplicissimo fermo di fine-corsa, finemente regolabile, che impedisce alla massa di effettuare l'intera corsa. In questo modo, ad ogni passo, la ruota zigrinata è fatta avanzare di un numero di gradi variabile a seconda della corsa della massa, cioè a seconda della lunghezza del passo impostata.

I modelli più recenti sono dotati di contatore elettronico e presentazione dei dati digitale, ma funzionano in base allo stesso principio: contare le volte che una massa è accelerata verso il basso.

Il curvimetro

Il curvimetro consente di misurare sulle carte la lunghezza di linee curve. Prima dell'impiego esso deve essere azzerato ruotando con un dito la piccola rotellina fino a quando la lancetta si trova sullo zero. Alcuni modelli presentano un'apposita ghiera per l'azzeramento. L'impiego consiste semplicemente nel fare scorrere lo strumento lungo la linea curva - o eventualmente anche dritta - di cui si vuole misurare la lunghezza. Si deve solo badare che la rotellina non strisci sulla carta, ma rotoli effettivamente. Tale risultato si ottiene premendo lo strumento sulla carta né troppo né troppo poco.

Il quadrante dello strumento presenta generalmete molte scale, ciascuna riferita a una determinata scala della carta. È così possibile leggere direttamente la distanza misurata in chilometri, effettuando la lettura sulla scala corrispondente a quella della carta impiegata.

Se si usa una carta in una scala non prevista dallo strumento si deve effettuare la lettura su una scala presente sullo strumento che sia un multiplo o un sottomultiplo di quella desiderata. Per esempio se si usa una carta in scala 1:250 000, non esistente sullo strumento, si può fare la lettura sulla scala 1: 500 000, dividendo per due il risultato, oppure sulla 1:25 000, moltiplicando per 10 il risultato.

In ogni caso è possibile misurare la linea curva in centimetri, facendo la lettura sulla scala 1:100 000, e dedurre la distanza dalla scala della carta. Per esempio se si usa una carta nella strana scala 1:62 500 si misura la distanza curva in centimetri grazie alla scala 1:100 000, si supponga di 3,5 cm, e si ricava la distanza moltiplicando la misura per il numero di chilometri corrispondenti a 1 cm; continuando con l'esempio fatto precedentemente si ottiene:

$$3{,}5 \times 0{,}625 = 2{,}1875 \text{ km}$$

Il binocolo

Il più utile strumento ottico dell'escursionista, dell'amante della natura e dell'astrofilo

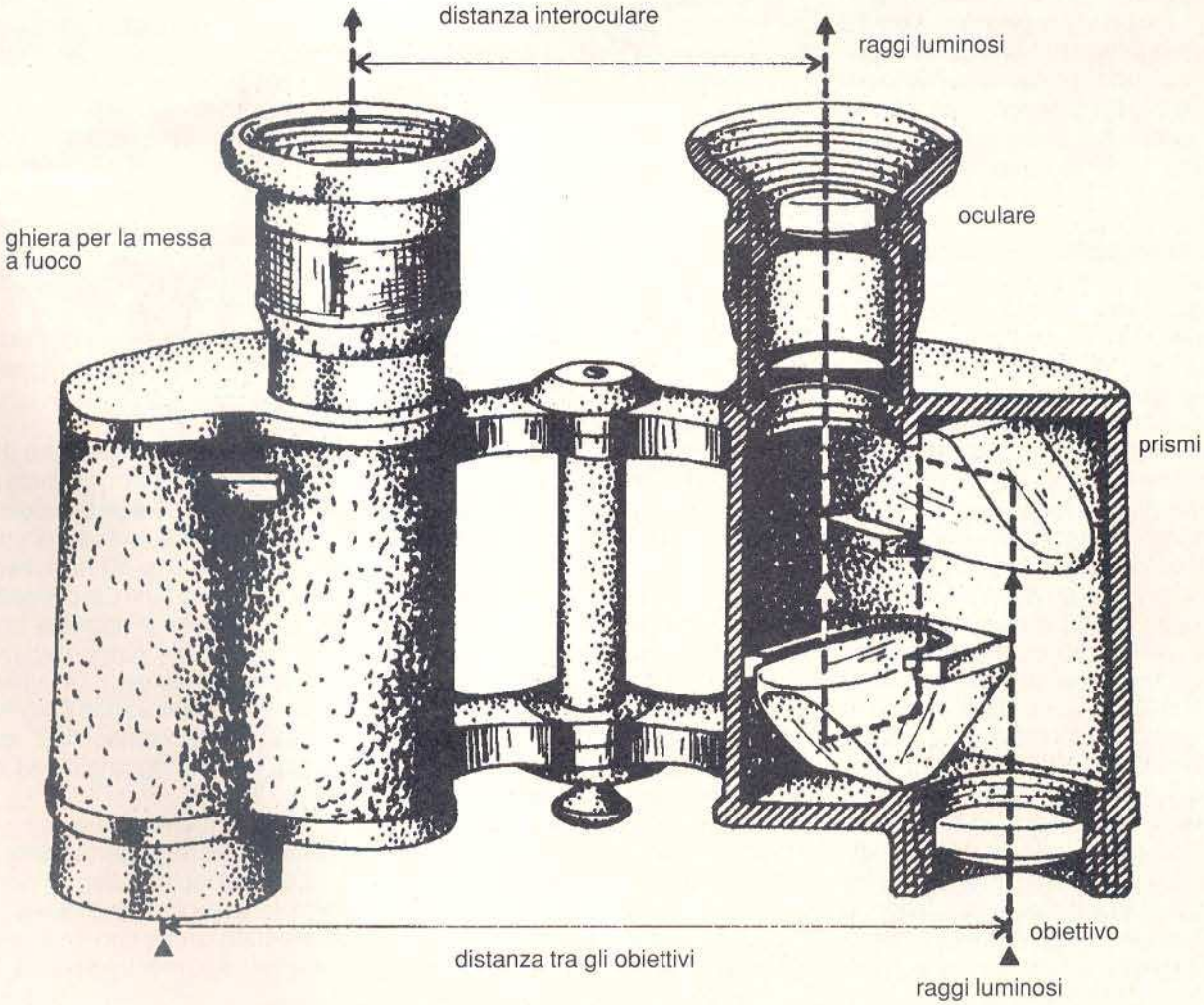
Il binocolo è un utilissimo e versatile strumento usato da molte categorie di persone. Innanzitutto da chi si muove nell'ambiente naturale e ne vuole cogliere gli aspetti poco evidenti. Esso è per esempio usato abitualmente da chi osserva gli uccelli o altri animali nel loro habitat. Il binocolo è molto utile anche in marina e per gli escursionisti, in quanto consente di individuare elementi del paesaggio, non visibili a occhio nudo, utili nella navigazione. Forse l'uso più professionale del binocolo, se si esclude il settore militare, si ha nel campo dell'astronomia. L'osservazione delle meteoriti, la ricerca di stelle *novae* e la scoperta di nuove comete, per fare qualche esempio, sono attività che si possono svolgere principalmente grazie al binocolo.

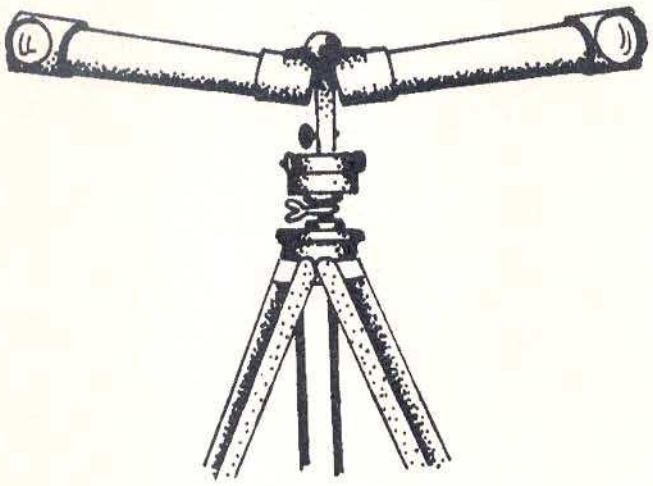
Il binocolo è uno dei più complessi strumenti ottici, molto più di un cannocchiale. Esso è infatti composto da un grande numero di elementi ottici e da una montatura meccanica che deve essere di grande precisione. Inoltre il tutto è moltiplicato per due, per consentire la visione con entrambi gli occhi. Ciò spiega perché il suo costo sia inevitabilmente alto, se confrontato con quello di un cannocchiale.

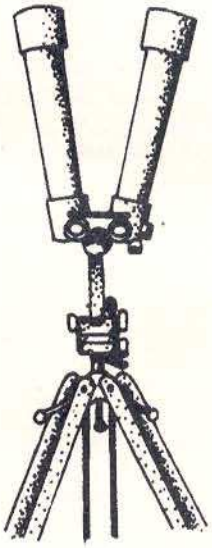
Ci si potrà chiedere perché per molti usi il binocolo sia preferito a un cannocchiale. La risposta è semplice: perché offre la possibilità di guardare con i due occhi, cosa che è piacevole e che fornisce una percezione del rilievo degli oggetti che uno solo dei due sistemi ottici non darebbe. Esso, in altri termini, offre un'immagine stereoscopica.

In figura è rappresentato lo schema del tipo di binocolo a prismi più diffuso. I prismi svolgono varie fun-

Spaccato di un tipico binocolo a prismi. Il sistema di messa a fuoco, in questo caso, è indipendente su ogni oculare.







Binocolo a forbici in posizione periscopica (in basso) e in posizione tale da esaltare l'effetto stereoscopico (in alto).Questo tipo di binocolo era usato molto dai militari.

zioni. La prima è quella di rovesciare l'immagine capovolta fornita dall'obiettivo e quindi di presentarla dritta agli occhi dell'osservatore. La cosa non è importante per l'impiego astronomico, ma lo è ovviamente per quello terrestre. La seconda funzione dei prismi è quella di far fare ai raggi luminosi un percorso tortuoso, rendendo lo strumento molto più compatto, pur possedendo il sistema ottico una ragguardevole lunghezza. La terza importante funzione è quella di consentire che gli obiettivi siano posti tra loro a una distanza superiore a quella degli occhi, cosa che esalta l'effetto stereoscopico. Tale effetto può risultare eccessivo se si osservano con il binocolo oggetti molto vicini, mentre risulta poco evidente guardando oggetti molto lontani, per i quali la sia pure maggiorata distanza tra gli obiettivi è comunque insignificante. Esiste tuttavia un campo di distanze di osservazione in cui l'effetto stereoscopico è ampiamente apprezzabile, utile e gradevole. L'esaltazione dell'effetto stereoscopico non era possibile con i vecchi binocoli galileiani, che avevano i vari componenti ottici sullo stesso asse e che quindi non potevano avere gli obiettivi a una distanza tra loro maggiore della distanza tra i due occhi. Nei moderni binocoli un sistema di regolazione ad attrito dolce permette la regolazione della distanza tra gli oculari in modo che corrisponda esattamente alla distanza tra gli occhi dell'osservatore. Si deve infatti considerare che un bambino, per esempio, ha una distanza interoculare notevolmente inferiore a quella di un adulto. Tra gli stessi adulti tale distanza può variare tra i 6 e gli 8 cm. Alcuni binocoli per usi professionali, detti *a forbici*, sono dotati di un sistema per variare a piacere la distanza tra gli obiettivi, mantenendo costante quella tra gli oculari; con questi strumenti è possibile ottenere quindi un notevole effetto stereoscopico anche osservando oggetti molto lontani; essi, per le loro caratteristiche costruttive, possono essere impiegati anche come periscopi e quindi si può capire come fossero diffusi nelle trincee.

La possibilità di osservare con il binocolo è affidata al fatto che tutti gli elementi dei due sistemi ottici siano correttamente allineati o, come si suole dire, 'collimati'. Se ciò non avviene, a causa di uno scorretto montaggio o dello spostamento di un elemento, generalmente di un prisma, le immagini non si fondono e si 'vede doppio'. In questo caso si deve fare revisionare lo strumento o, se ciò non fosse possibile, smembrarlo per ottenerne due 'monocoli'. Comunque se gli assi ottici non sono più collimati il binocolo cessa di esistere come tale.

Per quel che riguarda le caratteristiche ottiche vi è una grande variabilità nella qualità dei materiali impiegati, che si riflette ovviamente nel costo dello strumento. Un particolare cenno meritano gli oculari, che sono in genere poco considerati dalla persona poco esperta. Due oculari di buona qualità possono costare molto più di un intero binocolo di qualità media. Un altro elemento a cui spesso non è data la necessaria importanza è il diametro degli obiettivi, da cui dipende la luminosità dell'immagine. Un obiettivo di 60 mm di diametro raccoglie, per esempio, 4 volte più luce di un obiettivo di 30 mm di diametro.

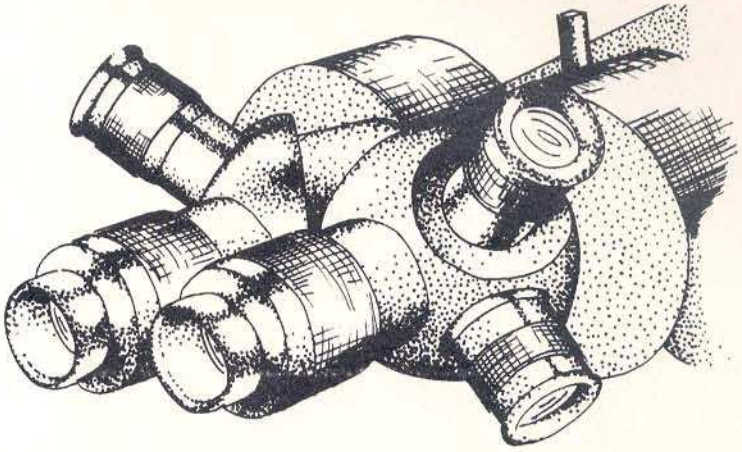
Ogni binocolo è definito con una sigla numerica di questa forma

a x b

dove a è l'ingrandimento e b il diametro degli obiettivi in millimetri. Per esempio un 8 x 30 è un binocolo con 8 ingrandimenti e lenti del diametro di 30 mm; un 6 x 50 ha invece 6 ingrandimenti e lenti del diametro di 50 mm. A volte è riportata anche l'indicazione del campo visivo in gradi, che dipende dall'ingrandimento. Per esempio con 8 ingrandimenti si ha un campo di 7° circa, mentre con 10 ingrandimenti di 5° circa.

L'ingrandimento è un altro elemento che viene generalmente male valutato. Molti pensano che un binocolo con più ingrandimenti sia più pregiato di uno con un ingrandimento minore, mentre spesso è ve-

Sistema di oculari intercambiabili 'a revolver'. Esso permette l'osservazione con tre diversi ingrandimenti.



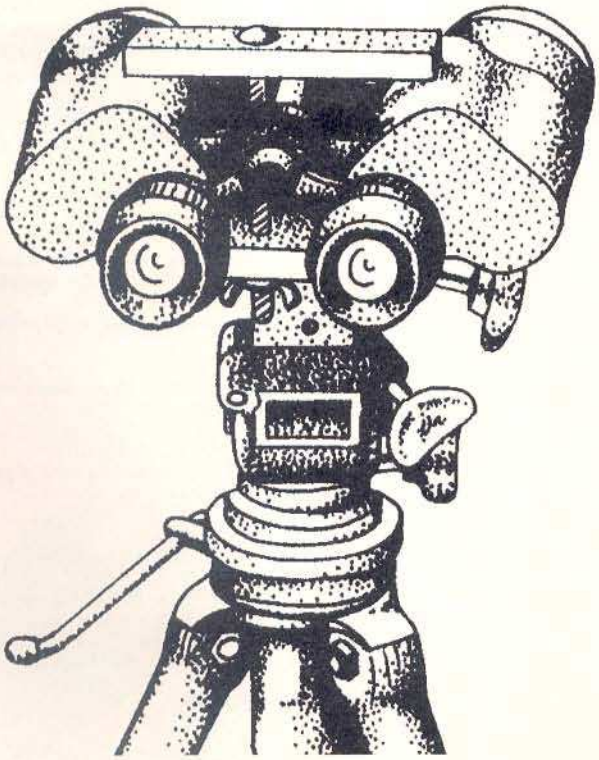
ro il contrario. Il problema dell'ingrandimento va anche valutato in base all'impiego a cui è destinato lo strumento. Se esso deve essere usato a mano libera 8 ingrandimenti, o al massimo 10, rappresentano il limite. Nell'impiego a mano libera si deve cercare comunque di appoggiare il binocolo o di appoggiarsi con i gomiti su qualche elemento fisso, in modo da evitare il tremolio e lo spostamento dello strumento. Al di sopra di 10 ingrandimenti circa il treppiede è da considerarsi indispensabile. Il binocolo può essere collegato al treppiede con appositi attacchi, generalmente forniti dal costruttore. Ve ne sono tuttavia di universali. In alternativa si può usare un treppiede per macchina fotografica e autocostruire un sistema di fissaggio.

L'ingrandimento di un binocolo è il rapporto tra la lunghezza focale dell'obiettivo e quella dell'oculare. I binocoli di più alta qualità, quasi sempre di grandi dimensioni, posseggono un sistema che permette di cambiare tre o quattro coppie di oculari, con il risultato che si possono ottenere tre o quattro ingrandimenti diversi.

I migliori binocoli, sempre di grandi dimensioni, offrono la possibilità di inserire filtri di diverso colore lungo il percorso dei raggi luminosi. Essi sono utili in quanto determinano variazioni di contrasto dell'immagine o l'eliminazione di componenti indesiderate della radiazione luminosa, con un miglioramento della visione in particolari condizioni.

Per quel che riguarda la messa a fuoco la maggior parte dei binocoli possiede un sistema di regolazione che varia la posizione dei due oculari contemporaneamente. Per ovviare a eventuali differenze nella capacità visiva dei due occhi un oculare è anche regolabile separatamente. Per regolarlo in base alla propria capacità visiva si deve puntare a qualche oggetto non troppo vicino con il solo occhio che guarda nel monocolo con oculare non regolabile e mettere a fuoco con la rotella di messa a fuoco. Poi si guarda lo stesso oggetto con il solo occhio che guarda nel monocolo con oculare regolabile e si mette a fuoco ruotando la ghiera dell'oculare. Lo strumento è così regolato e la messa a fuoco dovrebbe d'ora in poi essere garantita azionando la sola rotella di messa a fuoco. Se lo strumento deve essere usato da più persone la regolazione descritta va ripetuta da ogni persona. Alcuni binocoli hanno un sistema di messa a fuoco indipendente sui due oculari. In questo caso, per mettere a fuoco, si deve regolare ciscun oculare indipendentemente chiudendo prima un occhio poi l'altro.

Cavalletto improvvisato per binocolo.



ATTENZIONE!

Nell'impiego del binocolo (e di ogni altro strumento ottico) si deve prestare la massima attenzione a non guardare il sole, pena l'irrimediabile danneggiamento della retina.