

Appunti di Cartografia e Orientamento

Indice dei contenuti

1	Introduzione	2
2	Cartografia	2
2.1	Forma della Terra, Coordinate Geografiche.....	2
2.2	Definizioni	3
2.3	Campo Geodetico	4
2.4	Campo Topografico.....	4
2.5	Generalità sulle carte topografiche	4
2.6	Carta di Gauss-Boaga.....	6
2.7	La cartografia italiana dell'IGM.....	7
2.8	Cartografia disponibile per lo scialpinista	10
3	La Bussola.....	11
4	L'Altimetro.....	13
4.1	Principio di funzionamento.....	13
4.2	Taratura dell'altimetro.....	14
5	Orientamento con Bussola e Carta	15
5.1	Collimazione di un punto	15
5.2	Determinazione di un punto visibile sul terreno.	15
5.3	Determinazione della propria posizione.....	16
5.4	Determinazione della direzione di marcia sulla carta.....	17
5.5	Costruire il tracciato di rotta	17
5.6	Come aggirare un ostacolo	21
5.7	Uso dell'errore predeterminato	22
5.8	Schizzo di rotta con altimetria	24
6	L'Altimetria e la misura della Pendenza	25
7	Orientamento con carta e altimetro.....	25
8	Orientamento empirico con il cielo.....	26
8.1	Orientamento empirico con il sole.	27
8.2	Orientamento empirico con la stella polare.	29
8.3	Orientamento empirico con la luna.	30
9	Orientamento solo con la carta.....	30
9.1	Punto di stazione conosciuto.....	31
9.2	Punto di stazione non conosciuto.....	31

1 Introduzione

Sapersi orientare vuol dire:

- muoversi con sicurezza su di un terreno poco noto o del tutto nuovo
- conoscere in ogni istante la propria posizione
- essere in grado di individuare il percorso migliore per raggiungere una meta prestabilita

Per lo Scialpinista l'orientamento serve per:

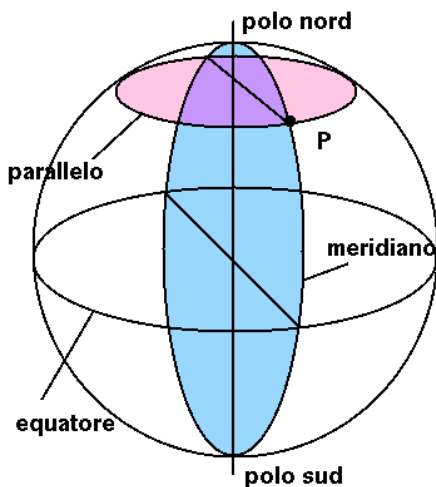
- studiare l'itinerario di una gita (prima)
- eseguire l'itinerario prescelto (durante)
- fronteggiare situazioni impreviste

Per raggiungere questi obiettivi è necessario:

- saper leggere una carta topografica
- conoscere l'uso della bussola
- conoscere alcune tecniche di base
- acquisire esperienza sul campo

2 Cartografia

2.1 Forma della Terra, Coordinate Geografiche



La superficie fisica del nostro pianeta è molto irregolare, corrugata da montagne e da abissi marini; però questi corrugamenti sono ben piccola cosa in confronto alle sue dimensioni; infatti la massima vetta, l'Everest, è alta sul mare poco più di un millesimo del raggio terrestre.

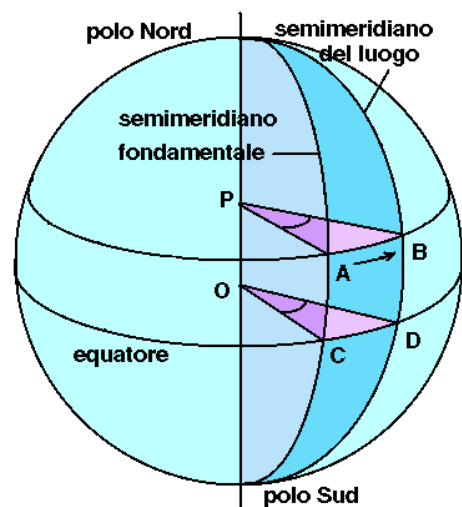
Se si osservasse la Terra da una grande distanza, ad esempio la Luna, si avrebbe ugualmente, malgrado le irregolarità della crosta terrestre, l'impressione di una superficie liscia ed uniforme; la Terra apparirebbe cioè come una palla di forma pressochè sferica.

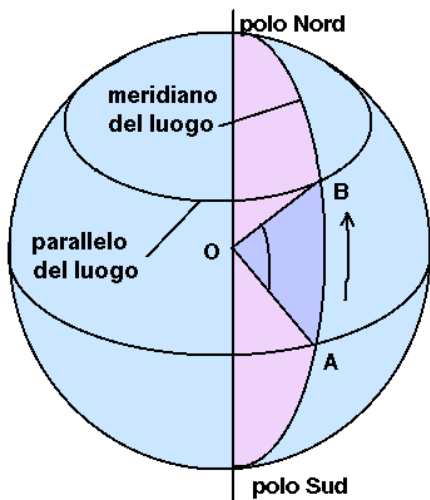
Quando si parla di forma della Terra, si intende perciò una superficie regolare che segue mediamente

l'andamento generale del profilo terrestre sfiorando il livello del mare e passando sotto le montagne; questa superficie si chiama **GEOIDE**.

Date le difficoltà di determinare la vera forma del geoide, si ricorre a superfici approssimate più semplici, quali l'**elissoide**, che può considerarsi generato dalla rotazione di una ellissi intorno all'asse minore, detto **asse terrestre**, che incontra la superficie nei punti N e S detti **poli**.

In tale rotazione un punto P descrive un cerchio **parallelo** che, quando il suo raggio è uguale al semiasse maggiore, si chiama **equatore**. Un piano contenente l'asse terrestre taglia la superficie secondo un **meridiano**.

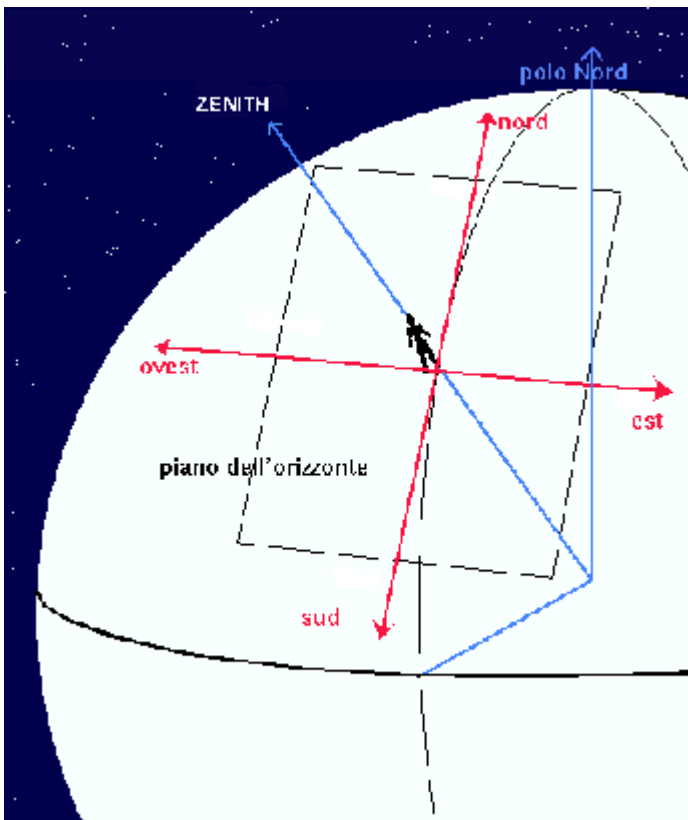




L'angolo formato dalla verticale passante per un punto ed il piano dell'equatore dicesi latitudine del punto, mentre l'angolo formato da un piano meridiano prestabilito con quello passante per il punto, dicesi longitudine. Latitudine e longitudine si chiamano coordinate geografiche.

Si usa prendere come piano meridiano fondamentale quello passante per un punto dell'Osservatorio di Greenwich, però nelle operazioni topografiche che riguardano zone limitate (anche se comprendono una intera nazione), si sceglie come riferimento un meridiano più prossimo alla zona interessata; ad esempio in Italia si assume quello passante per il vertice trigonometrico di Monte Mario a Roma (la longitudine di Monte Mario rispetto a Greenwich è $12^{\circ}27'18''$ Est).

La Latitudine varia da 0° a 90° Nord e da 0° a 90° Sud, mentre la longitudine da 0° a 180° Est e da 0° a 180° Ovest.



2.2 Definizioni

Chiamasi **verticale** la traiettoria seguita da un peso che cade liberamente nel vuoto e comunemente individuata, in un punto, dalla direzione del filo a piombo: **piano verticale** qualunque piano contenga una verticale.

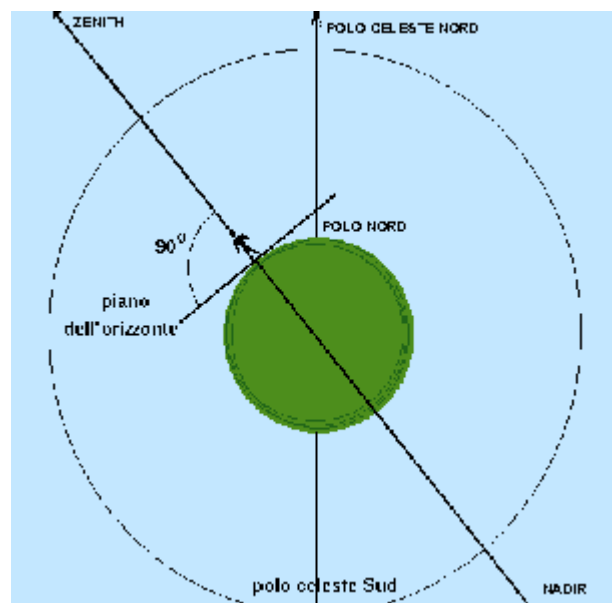
Il punto all'infinito della direzione verticale con senso verso l'esterno della Terra dicesi **zenit**, quello verso l'interno **nadir**.

Chiamasi **retta o piano orizzontale** ogni retta o piano perpendicolare ad una verticale; comunemente quest'ultimo è individuato da una superficie di liquido in quiete.

Più in generale si dice **linea (o superficie) orizzontale** quella linea (o superficie) che in ogni suo punto è perpendicolare ad una verticale.

Chiamasi **distanza topografica** fra due punti la lunghezza della congiungente le proiezioni di questi sulla superficie di riferimento. In Topografia, tutte le volte che si dice "distanza" si intende appunto quella topografica.

In Topografia interessano due specie di angoli: quelli orizzontali formati dalle proiezioni di direzioni qualunque sopra un piano orizzontale; quelli verticali formati tra due direzioni giacenti sullo stesso piano verticale. Gli **angoli orizzontali o azimutali** si chiamano **angoli di direzione**, quando una delle due direzioni è fissa e l'angolo considerato è quello di cui



essa deve ruotare nel senso del moto delle lancette dell'orologio (destrorso o senso orario) per sovrapporsi all'altra direzione. Quando la direzione fissa è quella di un meridiano, l'angolo di direzione si dice **azimut**.

Gli angoli verticali si dividono in :

- **zenitali**, se una delle direzioni è quella della verticale diretta allo zenit;
- **di inclinazione o di altezza** se una delle direzioni è orizzontale. Questi ultimi possono essere: di elevazione se la seconda direzione è al di sopra dell'orizzonte (si assumono positivi), di depressione se al di sotto (si assumono negativi).

Gli angoli zenitali possono variare da 0° a 180° , quelli di elevazione da 0° a $+90^\circ$, mentre quelli di depressione da 0° a -90° . gli angoli zenitali e quelli di altezza sono tra loro complementari.

2.3 Campo Geodetico

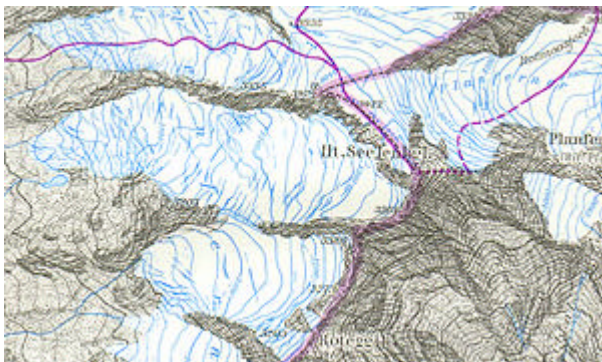
L'ellissoide terrestre differisce poco da una sfera; ciò consente, con opportune limitazioni, di scegliere come superficie di riferimento una sfera in luogo dell'ellissoide stesso.

Ne deriva che, dovendo operare in una certa zona di terreno, si può considerare la porzione sottostante di ellissoide come sferica, purchè si mantenga entro convenienti limiti di distanza.

Se il raggio della zona considerata non oltrepassa i 130 km, la differenza tra una distanza misurata sull'ellissoide e quella corrispondente della sfera non supera un milionesimo del suo valore.

In modo diverso vanno le cose quando si calcolano le quote, poichè il distacco tra le due superfici diviene sensibile relativamente presto; a 30 km dal punto di tangenza esso non è più trascurabile.

La sfera considerata si chiama **sfera locale**, ad indicare che essa viene sostituita dall'ellissoide localmente, cioè in una sua piccola porzione, ma non integralmente.



La zona entro cui è lecita la sostituzione di una sfera locale all'ellissoide per le operazioni planimetriche, cioè per misure di angoli e distanze, si chiama **campo geodetico**.

2.4 Campo Topografico

È quella parte della superficie terrestre nell'intorno di un punto, entro la quale si può ritenere che la superficie del geode coincida con il piano ad essa tangente nel punto, senza commettere errori che influiscano sensibilmente sui risultati.

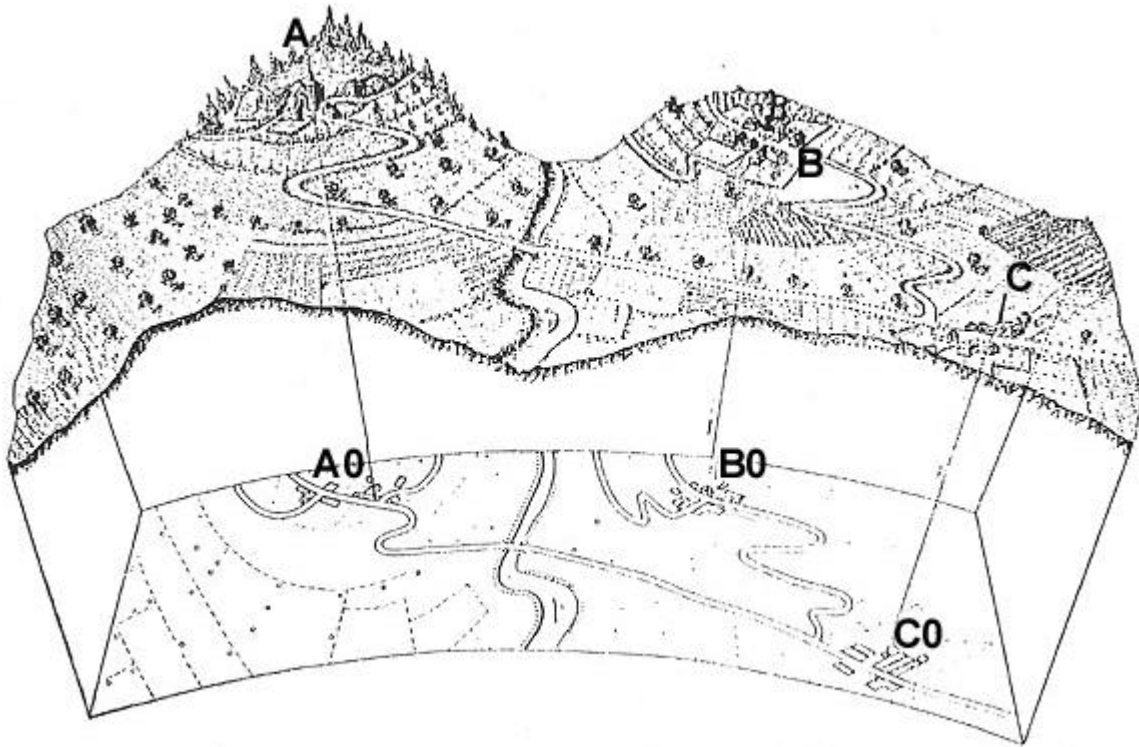
Chi considera una parte limitata della superficie del mare ha l'impressione che essa sia piana, mentre, essendo in ogni punto perpendicolare alla verticale, ha invece, una forma geoidica, e quindi approssimativamente sferica.

Considerando l'errore di sfericità nelle distanze topografiche, entro un raggio di 10 km è lecito in ogni caso ritenere la Terra piana; invece per quanto riguarda l'errore di sfericità del dislivello l'estensione del campo topografico è in ogni modo limitato ad alcune centinaia di metri.

2.5 Generalità sulle carte topografiche

Stabilito come superficie di riferimento un determinato piano orizzontale, lo scopo del cartografo è in generale quello di eseguire la rappresentazione grafica, in una data scala, di una data zona, mettendo in evidenza le caratteristiche planimetriche (cioè la posizione relativa dei vari punti del terreno immaginandoli proiettati sulla superficie di riferimento) e quelle altimetriche (cioè la posizione dei punti in relazione alla distanza verticale dalla superficie di riferimento).

Per chiarire questo concetto occorre dire come viene rappresentato il terreno in cartografia: ogni punto A,B,C della superficie fisica si proietta verticalmente in A0, B0, C0 sul geoide; l'insieme delle proiezioni di tutti i punti costituisce la rappresentazione planimetrica del terreno, specie di gigantesco mappamondo su cui siano tracciate, ma senza rilievo, tutte le particolarità della superficie fisica. Per conoscere la posizione effettiva dei punti A,B,C, ecc., basta poi determinare e rappresentare convenientemente, con numeri o con curve di livello, le lunghezze dei segmenti A0A, B0B, ecc., ossia le quote dei punti stessi.



Il problema della costruzione delle carte sarebbe pienamente risolto se si potesse rappresentare su di esse, senza alcuna deformazione, ciò che si dovrebbe disegnare sull'elissoide di riferimento, però è facile convincersi che ciò non è possibile, perchè non si riesce in alcun modo ad appoggiare la superficie elissoide sopra un piano. Come succede a chi, rompendo una palla di gomma, cerca invano di spianarla, altrettanto accade al geografo che cerca di disegnare la Terra sulla carta e per quanti sforzi faccia, ottiene sempre una immagine deformata.

Il suo compito diviene allora quello di ottenere che la carta rappresenti la planimetria del terreno con le minime deformazioni possibili o, almeno, che di tali deformazioni si possa tenere conto per risalire, dalla posizione dei punti sulla carta, a quella dell'elissoide e quindi si possa calcolare la loro effettiva distanza e l'azimut della loro congiungente.

Il problema della costruzione di una carta topografica si semplifica quando la zona da rappresentare ha dimensioni non superiori a qualche decina di chilometri. Infatti in tal caso tutta la zona è compresa nel campo topografico di un suo punto centrale e si può allora sostituire alla porzione di ellisse interessata il piano tangente nel punto centrale senza errori sensibili. La Terra può essere considerata piana e quindi la rappresentazione cartografica è praticamente fedele. Diciamo praticamente, perchè in effetti le deformazioni esistono sempre, ma sono così piccole da potere essere trascurate.

Il problema si presenta invece in tutta la sua importanza nel disegno di grandi carte d'insieme, quali sono quelle per la navigazione, per le carte nazionali, ecc.

Siccome non è possibile disegnare una carta perfetta, esistono moltissimi tipi di carte, tutte imperfette, esse però posseggono ciascuna alcuni requisiti particolari, che le rendono assai utili per determinati scopi.

Per la cartografia ufficiale italiana ed in molti paesi del mondo si è stabilito di usare la proiezione di GAUSS-BOAGA.

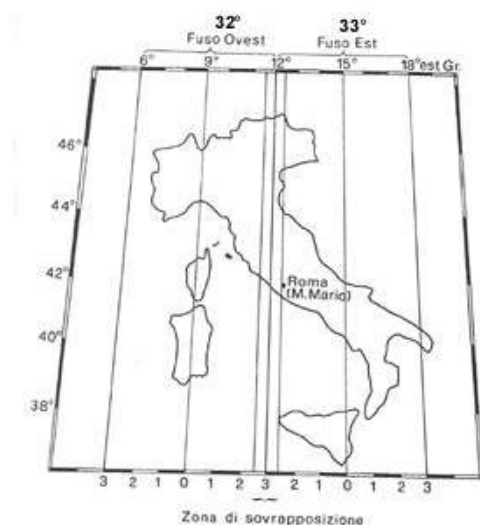
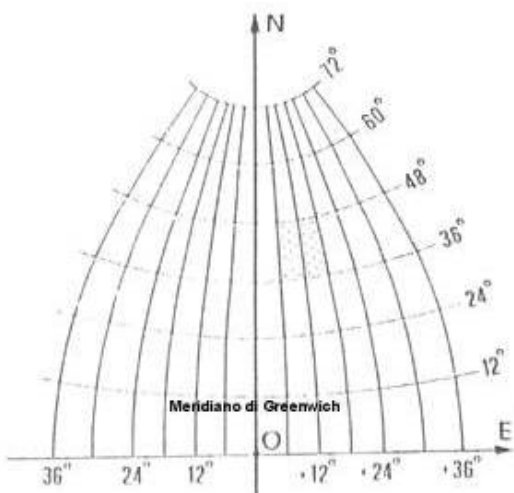
2.6 Carta di Gauss-Boaga

Questo tipo di proiezione basato su un sistema di assi coordinati ortogonali produce carte con la proprietà di conservare gli angoli (carta conforme), cioè di rappresentare le figure (convenientemente piccole) tracciate sull'ellissoide, in altre simili; però il rapporto di similitudine, ossia la scala della carta, è variabile da punto a punto. La deformazione cresce allontanandosi dal meridiano di riferimento

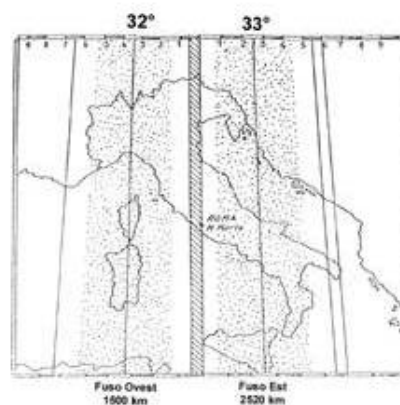
Si rimedia a questo inconveniente dividendo il territorio da rappresentare in fusi, compresi tra i meridiani di 6° di differenza di longitudine, prendendo, per ogni fuso, come sistema di riferimento l'equatore (asse delle ascisse) e il meridiano centrale (asse delle ordinate).

Tale tipo di carta non deforma gli angoli, ma varia invece le distanze tanto più ci si allontana dal meridiano centrale del fuso. La misura di questa deformazione si ricava attraverso il cosiddetto modulo di deformazione lineare m il quale rappresenta il rapporto fra la distanza tra due punti misurata sul piano della rappresentazione e la distanza fra i punti corrispondenti sul globo.

Per ridurre il valore agli estremi del fuso, dove le deformazioni sono massime, si è creato sul meridiano centrale del fuso una deformazione di contrazione. I due meridiani, ad Est e ad Ovest del meridiano centrale, sui quali non si hanno deformazioni, si chiamano meridiani standard; si hanno perciò deformazioni negative (contrazioni) nella zona compresa fra i meridiani standard e deformazioni positive (dilatazioni) nella parte restante del fuso. Nella cartografia italiana i meridiani standard sono a 2° di differenza di longitudine rispetto al meridiano centrale del fuso.



La carta dell'Italia divisa nei due fusi di 6° in 6°



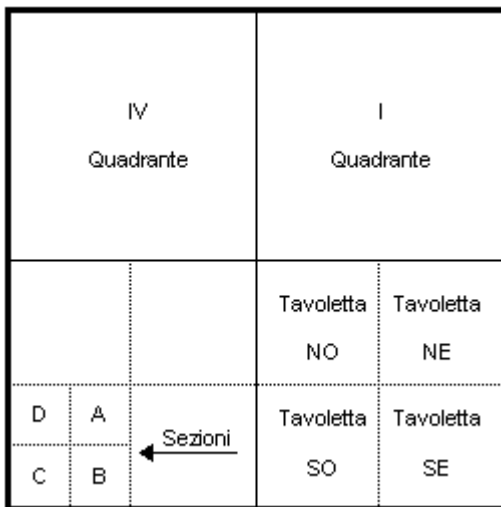
Sempre la carta d'Italia con i fusi di appartenenza

2.7 La cartografia italiana dell'IGM

Questa rappresentazione si presta assai bene per la particolare situazione geografica dell'Italia, la cui dimensione maggiore è, approssimativamente, nel senso dei meridiani e quindi una rappresentazione per fusi come quella di Gauss produce deformazioni piuttosto limitate.

Fu il prof. Boaga che, quale capo dell'I.G.M., studiò il modo di applicare tale sistema alla cartografia italiana, e per tale motivo a questo tipo di rappresentazione si dà oggi il nome di Gauss-Boaga.

Per limitare le deformazioni, è stato stabilito di suddividere il territorio italiano in due fusi di 6° di ampiezza ciascuno, potendo in tal modo garantire la precisione necessaria anche nei calcoli geodetici. I meridiani di riferimento dei fusi si fanno risultare quelli di 9° Est e quelli di 15° Est da Greenwich, per consentire il facile riferimento nel sistema U.T.M. mondiale.



Le nuove carte che mantengono l'originaria suddivisione in fogli al 100.000, quadranti al 50.000 e tavolette al 25.000 sono riferite al reticolo chilometrico ossia ad una quadrettatura le cui maglie hanno lati rappresentanti un chilometro o suoi multipli.

Il reticolato chilometrico è riferito ad un sistema di assi cartesiani, di cui uno rappresenta l'equatore e l'altro il meridiano centrale del fuso.

Le coordinate di un punto rispetto agli assi cartesiani prendono il nome di:

- **Coordinate E (Est)**, le ascisse rispetto all'origine convenzionale, relative al valore stabilito per il meridiano centrale.
- **Coordinate N (Nord)**, le ordinate rispetto all'equatore.

L'individuazione di un elemento sulla carta si esegue nel seguente modo:

1. Un quadretto si individua con le sue coordinate del suo vertice Sud-Ovest, incominciando con la coordinata Est.
2. Un punto si individua con le sue coordinate ottenute aggiungendo a quelle del quadretto cui appartiene, quelle del punto rispetto al quadretto.

Esaminando una tavoletta con la quadrettatura chilometrica, troviamo su di essa indicati:

- a) Il fuso a cui appartiene
- b) Il coefficiente di riduzione delle coordinate piane dei punti
- c) L'ampiezza del fuso
- d) Il meridiano centrale del fuso: 9° E o 15° E Greenwich
- e) L'origine delle coordinate
- f) Il modulo di deformazione lineare, relativo al centro del foglio, che si può ritenere praticamente costante per tutta l'estensione di questo

In campo internazionale si è pensato bene di estendere la rappresentazione di Gauss a tutto il globo terrestre e si è chiamata rappresentazione **Universale Trasversa di Mercatore (U.T.M.)**. Per questo si è diviso il globo in 60 fusi, con meridiani intervallati di 6° in 6°. I fusi sono individuati con numeri

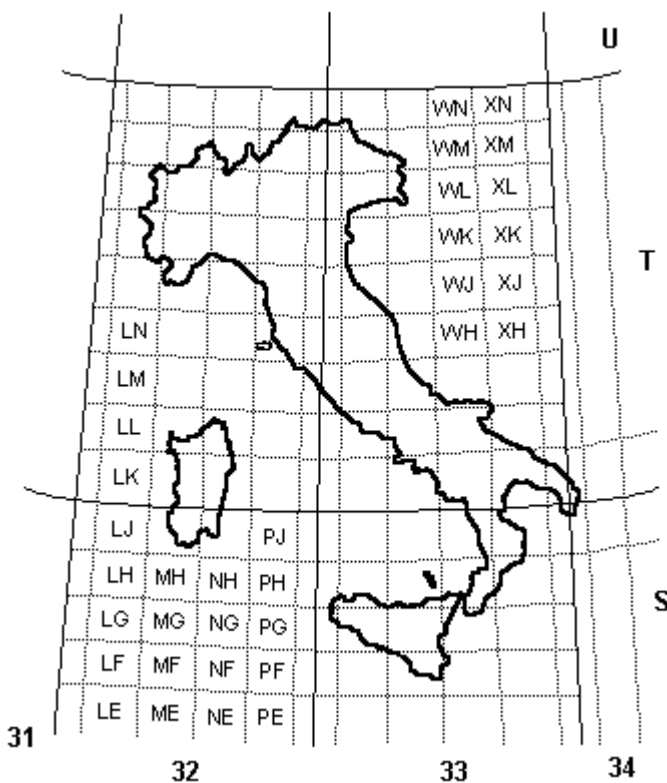
arabi; il numero **1** è l'opposto del meridiano di Greenwich e la rotazione è nel senso del moto di rotazione della Terra.

Per suddividere ancor più la superficie del globo, oltre ai fusi, si individuano le fasce, costituite dalle superfici comprese fra due paralleli successivi, aventi un differenza di latitudine di 8° a partire dall'equatore, fino a 80° N e a 80° Sud.

Le fasce risultano essere 10 a Nord e 10 a Sud, e sono indicate con lettere maiuscole.

Nell'intersezione dei fusi si hanno le zone, le quali sono indicate con il numero del fuso accompagnato dalla lettera della fascia.

Con questo sistema la Terra risulta divisa in 1.200 zone, che però sono ancora troppo grandi per poter essere disegnate su una cartina con tutti i particolari. Per questo motivo le zone sono state ulteriormente divise in tanti **quadrati di 100 km di lato**, costruiti tracciando le parallele all'equatore ed al meridiano centrale compreso nella zona: si forma così il **reticolato chilometrico**. Ogni quadrato è identificato da una coppia di lettere: la prima individua la colonna e la seconda la riga.



Per capire meglio osserviamo la figura, dove è disegnata l'Italia con indicate le sei zone che la comprendono. Per semplicità sono indicate le lettere soltanto di alcuni quadrati.

L'Italia è compresa nelle zone :

32 S, 32 T, 33 T, 33 S, 34 T, 34 S

Per aver maggiore frazionamento, si scompone la zona in quadrati di 100 km di lato, che si individuano con altre lettere maiuscole, indipendenti da quelle delle fasce.

Ad ogni colonna di quadretti si dà una lettera e così ad ogni riga, in modo che un quadretto è individuato da due lettere, quella della propria colonna e quella della propria riga, che si scrivono in questo ordine.

Sulle tavolette o sui fogli dell'I.G.M., con la sigla U.T.M., le coppie di lettere relative al quadrato cui queste appartengono, sono scritte al centro della carta, se questa interessa un quadrato solo, o presso le linee di separazione dei quadrati, quando su di essa ne sono

interessati più di uno.

Nelle carte dell'I.G.M., normalmente, le coordinate dei punti sono date con l'approssimazione del decametro (10 m.) per le carte al 25.000, dell'ettometro (100 m.) per le carte al 50.000 ed al 100.000.

La designazione di un punto si effettua scrivendo le cifre una di seguito all'altra, senza spaziature né virgole; prima l'ascissa, poi l'ordinata, in numero di cifre uguali.

I quadrati di 100 km di lato si suddividono ulteriormente in quadrati piccoli, con lato di 10 km per le carte in scala 1:1.000.000 e di 1 km per le carte 1:50.000 e 1:25.000.

Per le carte alla scala 1:100.000 le prime cifre dell'ascissa e dell'ordinata rappresentano rispettivamente il valore del meridiano rete a Ovest del punto e del parallelo rete a Sud del punto.

Per le carte al 25.000 e al 50.000 gli stessi valori sono rappresentati dalle prime due cifre di ciascun gruppo.

Così un punto su tavoletta, indicato con :

49277375

è entro il quadrato che ha il meridiano rete a Ovest 49 km, e il parallelo rete a Sud 73 km a distanza dal primo di 27 dam e dal secondo di 75 dam.

Se il punto si trova nel quadrato di 100 km indicato con PQ ed è nella zona 32 T, la sua indicazione completa è :

32 T PQ 49277375

Le carte aventi indicazione U.T.M. portano tracciato il reticolato U.T.M., mentre quello Gauss -Boaga è segnato sulla cornice con dei trattini portanti ad un estremo un cerchietto se si tratta del fuso Ovest o una forcella se si tratta del fuso est.

2.8 Cartografia disponibile per lo scialpinista

Di seguito è riportata un elenco (parziale) della cartografia disponibile per l'Appennino e le Alpi, con alcuni dati utili per l'utilizzo del GPS.

Editore	Denominazione	Zona geografica	Scala	Map Datum	User Datum del GPS	User grid del GPS
Institut Géographique National http://www.ign.fr	Carta topografica della francia	Francia	1:25.000 1:100.000	NTF (Nouvelle Triangulation de la France)	DA = -112 DF = -0.5473884 DX = -168 DY = -60 DZ = +320	Long. di origine: Falso Est: Scala: Falso Nord:
Istituto Geografico Militare	Carta Ufficiale dello Stato Serie 25 Serie 100	Italia	1:25.000 1:50.000 1:100.000 1:1.000.000	Proiezione: UTM Ellissoide: Internazionale Map Datum: Europa 1950	n/a	n/a
Istituto Geografico Militare <hr/> Regioni	Carta Ufficiale dello Stato Serie 25 Serie 100 <hr/> Carta Tecnica Regionale (C.T.R.)	Italia ATTENZIONE! Questi sono dati alternativi all'UTM. Non usarli se la carta in vostro possesso riporta un reticolato UTM.	1:25.000 1:50.000 1:100.000 1:1.000.000 <hr/> 1:10.000 1:5.000 1:2.000 1:1.000	Proiezione: Gauss - Boaga Ellissoide: Internazionale Map Datum: Roma 1940	DA = -251 DF = 0.14192702 DX = -225 DY = -65 DZ = +9	ZONA 1 Long. di origine: 9°00.0E Falso Est: 1500000m Scala: 0.9996 Falso Nord: 0m <hr/> ZONA2 Long. di origine: 15°00.0 Falso Est: 2520000m Scala: 0.996 Falso Nord: 0m

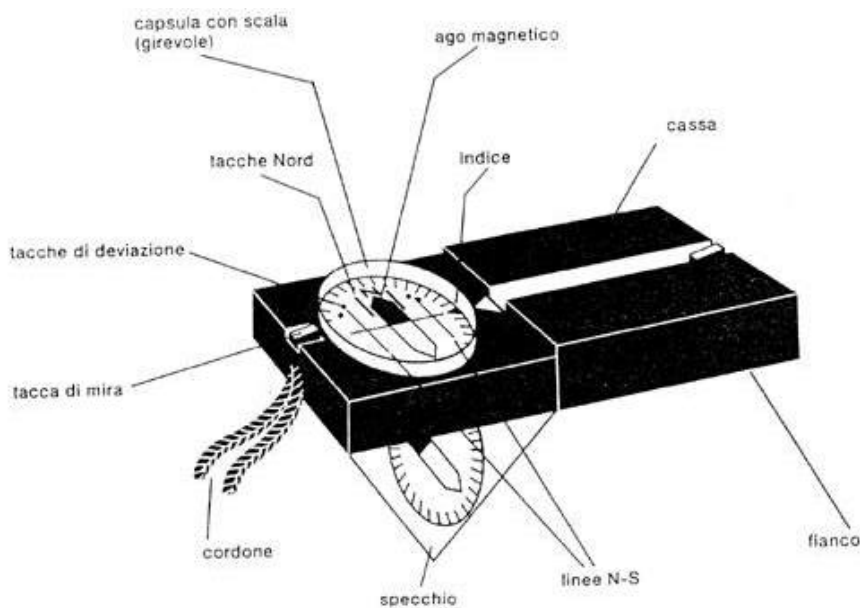
Editore	Denominazione	Zona geografica	Scala	Map Datum	User Datum del GPS	User grid del GPS
Euroedit (per l'Italia)	Kompass	Alpi e molte altre zone turistiche	1:25.000	Proiezione:UTM Ellissoide: Internazionale Map Datum: Europa 1950	n/a	n/a
Ufficio Federale di Topografia http://www.swisstopo.ch	Skitourenkarte SSV (Scialpinismo) Serie«S» 1 : 50'000	Tutte le alpi svizzere	1:50.000			
	Landeskarte	Tutte le alpi svizzere	1:25.000			
Tabacco	Carta Topografica per escursionisti	Alpi (parte)	1:25.000			
C.A.I.	Carta dei Sentieri	Tutti i gruppi montuosi dell'Appennino	1:25.000			
OeAV, Istituto cartografico Austriaco		Alpi Austriache	1:25.000			

3 La Bussola

La bussola è lo strumento fondamentale per orientarsi in qualsiasi condizione di tempo e visibilità .

E' costituita essenzialmente da un ago magnetizzato, libero di ruotare su un piano orizzontale, che per effetto del campo magnetico terrestre, si dispone sempre lungo il meridiano del luogo, indicando quindi la direzione Nord Sud.

Delle due estremità dell'ago calamitato una è generalmente annerita o colorata, o a forma di freccia; è quella che indica la direzione Nord mentre l'altra, indica naturalmente il Sud.

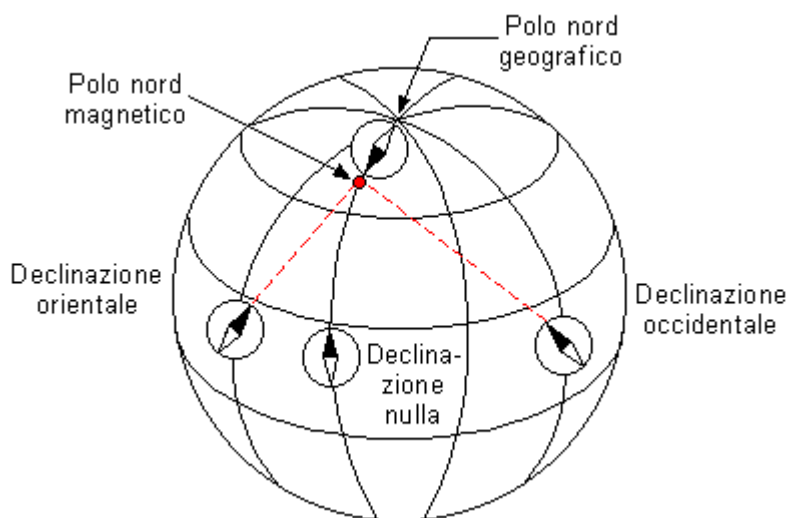


In tutti i tipi di bussola per eseguire dei rilevamenti vi è indicata sempre la direzione in cui si deve guardare per compiere l'osservazione. Il lato diritto della bussola, che serve per misurare o riportare distanze sulla carta, è graduato in millimetri.

La terra possiede un campo magnetico la cui origine non è stata ancora scientificamente scoperta. Se al centro della terra fosse posta una barra magnetica il cui asse formasse un angolo di 11 gradi con l'asse di rotazione terrestre si otterrebbe un campo magnetico la cui struttura sarebbe simile a quella che effettivamente si espande nello spazio intorno al pianeta.

La sua rappresentazione mostra le sue linee di forza che entrano ed escono dai poli magnetici, la cui intensità diminuisce con la distanza dalla terra. I poli magnetici reali non coincidono con i poli geografici e peraltro non sono fissi.

Il polo magnetico effettivo dell'emisfero settentrionale si trova nell'arcipelago artico canadese e a metà degli anni ottanta era a circa 75 gradi di latitudine nord e 100 gradi di longitudine ovest.



Quello dell'emisfero meridionale è situato nella Terra Vittoria a 68 gradi di latitudine S e 156 gradi di longitudine E.

Un ago magnetizzato, immerso in un punto qualsiasi del campo magnetico e libero di ruotare, sotto l'influenza di questa forza si allinea con l'andamento della linea di forza su cui si trova.

La forza che orienta l'ago nello spazio ha una componente orizzontale ed una componente verticale.

La componente orizzontale allinea l'ago secondo la direzione N-S, con approssimazione diversa da zona a zona

principalmente per la non coincidenza tra i poli magnetici e geografici.

La differenza di direzione della linea di campo rispetto alla direzione del meridiano è chiamata **declinazione magnetica**. Questa componente è massima all'equatore e vale zero già nell'intorno del polo magnetico. L'origine del campo magnetico terrestre è per il 96% di origine interna, il resto è dovuto al contributo delle "anomalie magnetiche". Queste causano un andamento dei paralleli e dei meridiani magnetici così irregolare che risultano linee piuttosto contorte.

Anche il sole partecipa a causare anomalie e provoca variazioni sia regolari e periodiche sia irregolari.

Pure il campo interno è soggetto a variazioni che sono regolari con ciclo secolare. Se il polo magnetico si trova più a est del polo geografico si ha la "**declinazione orientale**" a cui si associa il segno aritmetico +; se il polo magnetico si trova ad ovest si ha la **declinazione occidentale** a cui si associa il segno aritmetico -.

Vi sono ovviamente punti in cui si ha declinazione nulla, dove cioè la direzione del nord magnetico coincide con quella del nord geografico.

La componente verticale inclina l'ago magnetico rispetto al piano orizzontale verso il basso nell'emisfero settentrionale e verso l'alto in quello meridionale; è variabile con la latitudine e vale zero all'equatore ed è massima ai poli magnetici ed è detta **inclinazione magnetica**.

Con ampia approssimazione si può considerare che l'angolo di deviazione imputabile all'inclinazione magnetica è uguale alla latitudine del punto di osservazione.

La bussola, in sostanza, è costituita da un ago calamitato, che, in virtù della componente orizzontale, orienta un estremo (in genere dipinto di rosso) verso il polo magnetico Nord.

4 L'Altimetro

4.1 Principio di funzionamento



La terra è circondata da un involucro gassoso, l'atmosfera, che per effetto della gravità esercita una pressione. Più tecnicamente espresso, la pressione è il peso della colonna d'aria sovrastante una superficie unitaria. L'unità di misura è l' "ettopascal" (hPa), equivalente ad una forza di 100 Newton che agisce su di una superficie di un metro quadrato.

in formula

$$\text{hPa} = 100 \text{ N/m}^2$$

Al livello del mare la pressione vale 1013 hPa.

Variando con la quota, l'altezza della colonna d'aria si riduce di peso e quindi la pressione. Con buona approssimazione fino a 20.000 metri di quota la pressione si dimezza ogni 5000 metri.

Lo strumento che misura la pressione è detto **barometro**. L'apparecchio trasportabile, estremamente comodo e leggero, in pratica è costituito da una capsula circolare metallica a pareti sottili, ermeticamente chiusa, in cui è stato fatto il vuoto. Al variare della pressione esterna il coperchio, contrastato da una molla interna, si deforma. Attraverso una serie di leve e movimenti meccanici gli spostamenti vengono amplificati e sono trasmessi ad una lancetta che su un quadrante indica il valore della relativa pressione. se accanto alla scala delle pressioni si pone quella delle corrispondenti quote il barometro diventa un **altimetro**.

Il barometro (o altimetro) è sensibile alle variazioni di peso dell'aria che dipendono dall'altezza della colonna ma anche dalla densità e dall'umidità. Poiché queste ultime sono funzione delle variazioni di temperatura, a loro volta connesse al cambiamento delle condizioni meteorologiche, l'altimetro, quando resta per alcune ore alla stessa quota, può fungere da piccola stazione meteorologica.

Altimetro della americana Avocet	Altimetro della giapponese Casio	Altimetro della finlandese Suunto

La temperatura modifica anche il comportamento delle parti metalliche; per cui i migliori altimetri sono compensati, hanno cioè degli artifici per bilanciare queste variazioni e garantire che gli spostamenti dell'indice siano imputabili soltanto alla variazione di quota o di densità dell'aria.

Oggi agli altimetri meccanici (Thommen o Barigo) sono stati completamente sostituiti dagli altimetri elettronici (Casio, Suunto, Thommen ecc.) in cui la differenza di pressione genera un impulso elettrico sui 4-20 milliampere che si trasforma nel segnale digitale che indica quota e pressione. Tali altimetri sempre più sofisticati ora sono compensati e arrivano alle massime altitudini della terra.

4.2 Taratura dell'altimetro

Perché l'altimetro segni effettivamente la quota in cui si trova, è necessario eliminare la differenza dovuta alla variazione di densità dell'aria. Questo è possibile in quanto la scala delle quote è posta sulla ghiera, che è libera di ruotare rispetto al corpo fisso (negli altimetri digitali esistono pulsanti di variazione):

la rotazione permette di far corrispondere alla posizione dell'indice la quota effettiva del posto.

Ogni volta che si arriva in un punto di cui si conosce esattamente la quota è opportuno fare questa operazione detta appunto taratura, in quanto anche con scostamenti relativamente limitati è possibile imbattersi in bolle o strati d'aria circoscritti ma con caratteristiche termiche diverse, e distribuiti sia orizzontalmente sia verticalmente nell'atmosfera.

La pressione atmosferica presenta inoltre variazioni regolari e periodiche. La più importante è quella diurna che mostra due massimi (alle ore 10 e 22 solari) e due minimi (alle 04 e 16 solari). E' comunque diversa in rapporto alle stagioni e alla latitudine. Per le nostre zone è limitata intorno ai 2 hPa.

Si riporta di seguito una tabella che mette in relazione quota, pressione e temperatura (valori medi, riferiti all'Atmosfera Tipo Internazionale):




Quota	Temperatura	Pressione	
(metri s.l.m.)	(°C)	(mmHg)	(millibar)
0	15,00	760,0	1013
500	11,75	716,0	955
1000	8,50	674,1	899
1500	5,25	634,2	846
2000	2,00	596,3	795
2500	- 1,24	560,2	747
3000	- 4,50	525,9	701
3500	- 7,74	493,4	658
4000	- 10,98	462,5	617
4500	- 14,23	433,2	578
5000	- 17,47	405,4	540

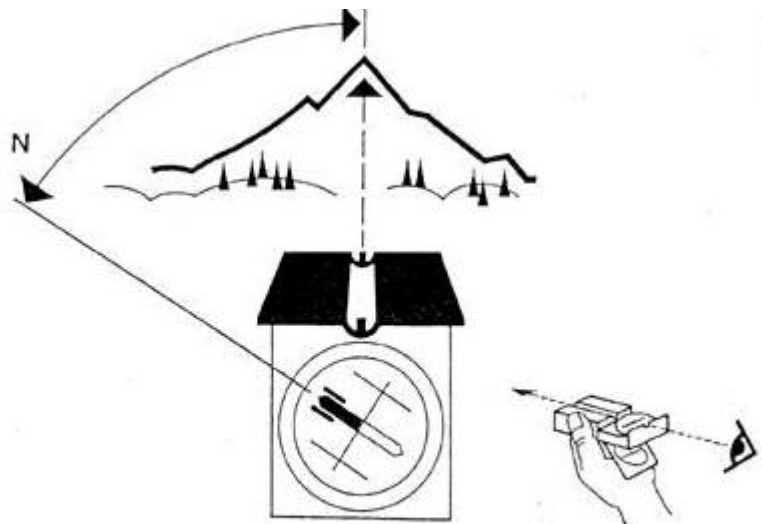
5 Orientamento con Bussola e Carta

5.1 Collimazione di un punto

Lo specchio posto sotto la capsula della bussola consente di collimare con esattezza e in maniera ben visibile la direzione di marcia o un punto del terreno (cima di una montagna, una sella, un rifugio, ecc.) in modo da determinare univocamente l'angolo che forma la direzione Nord con il punto scelto; questo angolo è definito AZIMUT.

Il metodo per individuare l'Azimut è il seguente:

	- impugnare la bussola aperta con lo specchietto inclinato e osservare attraverso la linea di mira il punto scelto;
	- ruotare la capsula fino a quando la punta rossa N dell'ago non si è posizionata stabilmente tra le due tacche Nord della capsula;
	- muovere la bussola dall'occhio e leggere, in corrispondenza della scala nel punto della tacca della linea di mira, l'angolo corrispondente alla direzione dell'oggetto rilevato.



A questo punto si è valutato l'azimut di quell'oggetto ovvero l'angolo, misurato in senso orario, che forma la direzione dell'oggetto osservato con la direzione Nord.

5.2 Determinazione di un punto visibile sul terreno.

Dopo aver proceduto alla determinazione dell'azimut di un punto questo deve venire riportato sulla carta topografica. Ricordo che è necessario in questo caso conoscere la propria posizione (ad esempio siamo al rifugio di partenza, o all'inizio di un sentiero segnato sulla carta oppure in vetta ad una montagna conosciuta).

Determinato l'azimut senza toccare la capsula ponete la bussola sulla carta.

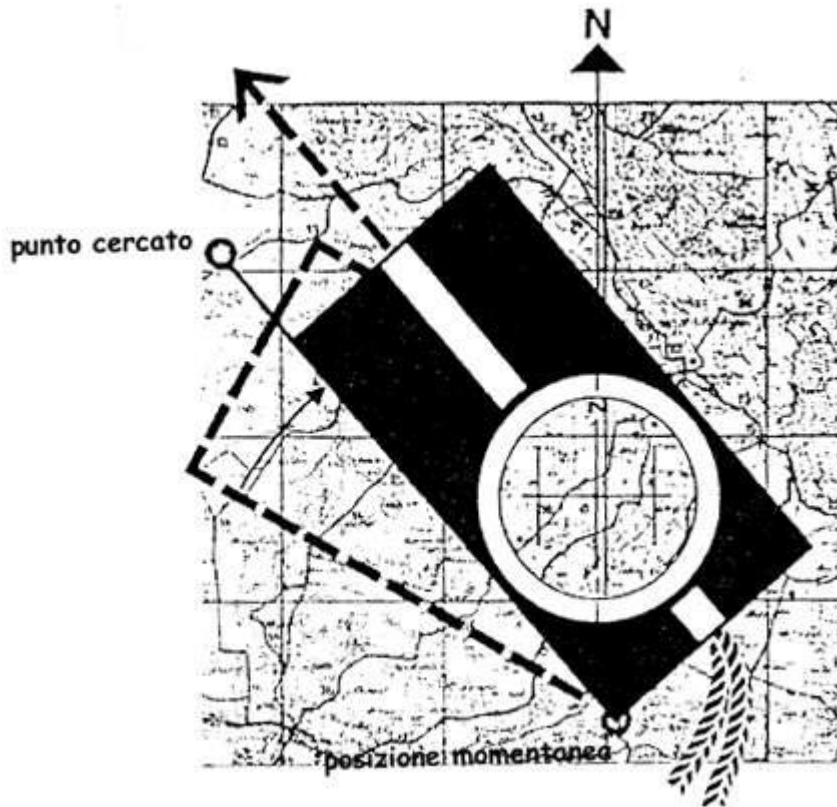
Quindi segnate sulla carta la posizione attuale (momentanea), ponete la bussola sulla carta, accostandone il bordo anteriore del cursore al punto della vostra posizione momentanea.

Fate ruotare la bussola attorno a questo punto finchè le linee N-S della capsula saranno parallele al reticolo N-S della carta.

Il punto rilevato si troverà sulla linea formata dal fianco della bussola.

In questo caso non avrete la certezza matematica della posizione del punto in quanto sulla retta ce ne sono infiniti, ma l'attenta lettura della carta topografica farà sì che il punto possa essere ben individuabile.

Ad esempio se si è rilevata la vetta di una montagna, tutte le vette sulla linea tracciata sulla carta possono rappresentare il punto collimato ma l'osservazione dell'altezza e della distanza potranno aiutare a determinare con certezza il punto.



5.3 Determinazione della propria posizione.

Il problema opposto è quello di determinare la propria posizione durante una escursione.

Può capitare di avere camminato per ore in terreno poco noto, magari nella nebbia, ed avere, al ritorno della visibilità, la curiosità o necessità di sapere dove ci troviamo (capita spesso in montagna che salendo scompare la nebbia e ci si ritrova in posizione non nota).

Osservando la carta e riuscendo ad individuare con certezza almeno due elementi dell'ambiente che ci circonda si potrà facilmente fare il punto .

Elementi noti possono essere vette di montagne note, passi o selle chiaramente identificabili, rifugi, oppure la quota a cui ci si trova o sentieri e strade che si stanno percorrendo.

Il procedimento per determinare la propria posizione è il seguente:

- | | |
|--|---|
| | - puntate la bussola su di un punto noto e determinatene l'azimut; |
| | - ponete la bussola sulla carta accostandone il fianco al punto preso di mira e fate ruotare finché le linee N-S della capsula saranno parallele al reticolo N-S della carta; |
| | - partendo dal punto preso di mira, tracciate una linea parallela al fianco della bussola, in direzione del lato frontale della stessa. |
| | - eseguite lo stesso procedimento per il secondo punto noto; |

il punto di intersezione fra le due linee indica la posizione momentanea (quanto più l'angolo compreso fra le due linee si avvicina a 90°, tanto più preciso sarà il risultato della misurazione).

Nel caso si conosca un punto e la quota (rilevata con l'altimetro) è sufficiente riportare sulla carta la linea parallela al fianco della bussola del punto noto fino all'incrocio con la curva di livello che determina la quota. La stessa cosa se si è su di una strada o sentiero noti.

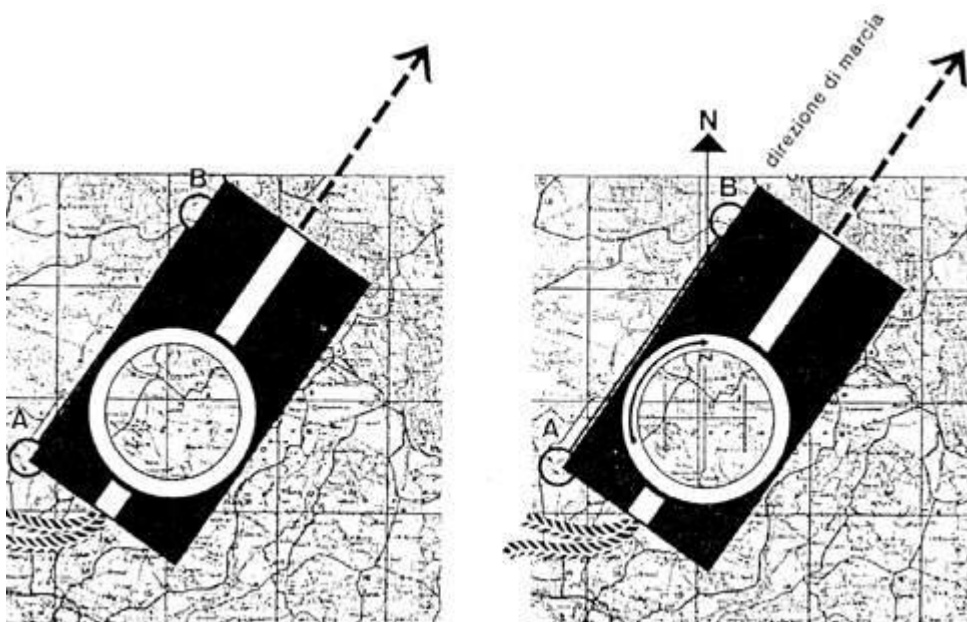
5.4 Determinazione della direzione di marcia sulla carta.

Quando si progetta una gita di sci -alpinismo in una zona poco conosciuta, oppure si è dormito in un rifugio e al mattino è salita la nebbia diminuendo la visibilità ci si trova a dover percorrere campi innevati senza nessun riferimento.

In questo caso è indispensabile prima di partire determinare sulla carta la direzione di marcia per raggiungere l'obbiettivo (nel caso di percorsi complessi sarà necessario individuare più direzioni di marcia).

Il procedimento è il seguente:

- ponete la bussola sulla carta facendo coincidere un lato longitudinale con la linea che congiunge la posizione momentanea A con la destinazione B, in modo che la parte frontale sia volta verso la posizione momentanea;
- girate la capsula della bussola finchè le linee N-S della capsula si troveranno parallele al reticolato N-S della carta;
- l'azimut che leggerete sarà la direzione di marcia da seguire;
- sul terreno sarà sufficiente impostare l'azimut determinato, ruotare la bussola fino a quando l'ago del Nord non coincide con le tacche sulla capsula e la linea di mira indicherà la direzione di marcia.



5.5 Costruire il tracciato di rotta

Nella carta viene indicata la spezzata necessaria per raggiungere il rifugio Marco e Rosa dal Rifugio Marinelli.

I dati necessari sono i seguenti:

Punto di partenza: Rifugio Marinelli (quota 2813)

A) azimut 50° fino a quota 3085 (si entra nel ghiacciaio)

B) azimut 342° fino a quota 3025 (si rimane tra due speroni rocciosi)

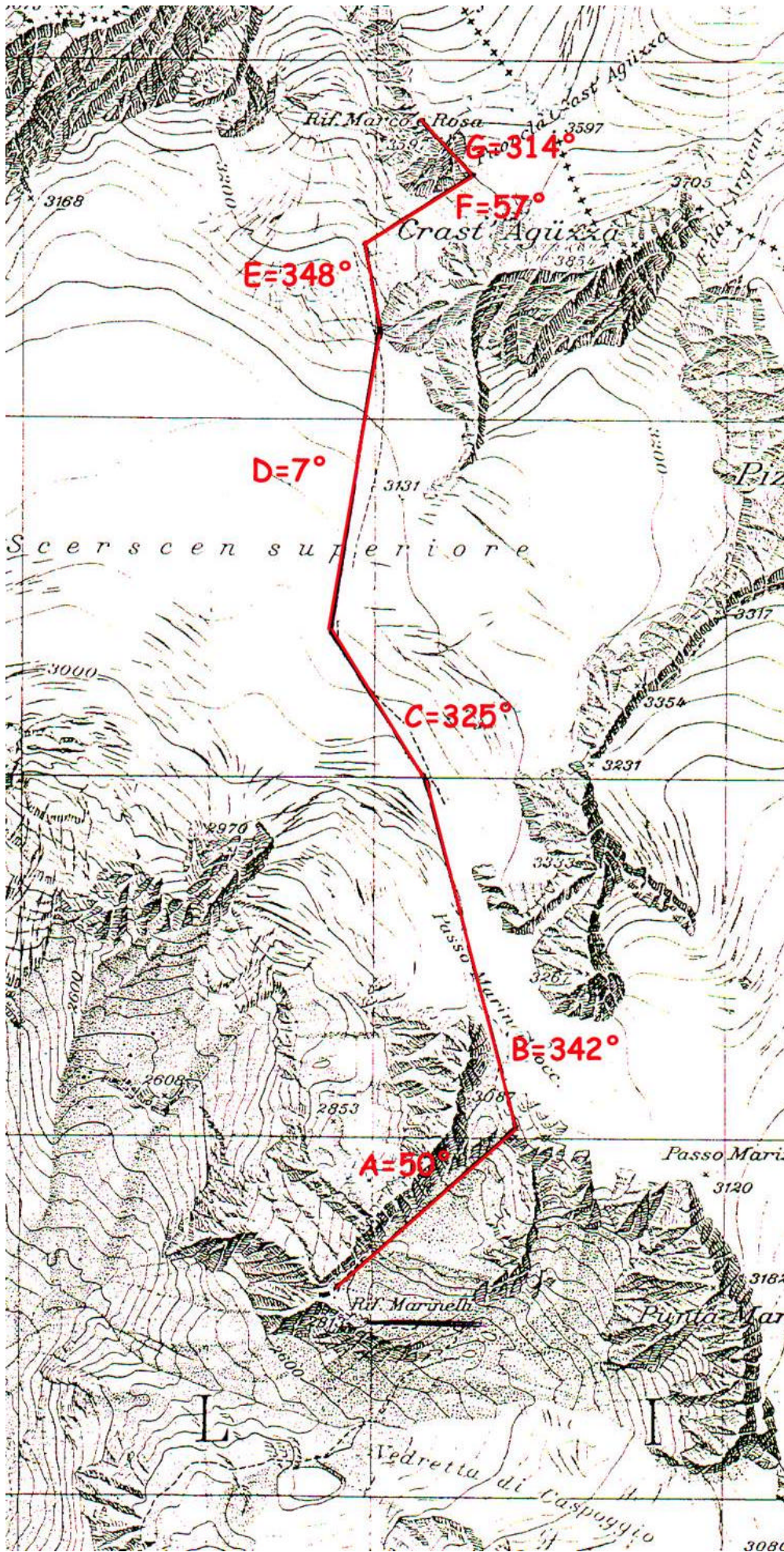
C) azimut 325° fino a quota 3075 (attenzione poca salita)

D) azimut 7° fino a quota 3175 (si raggiunge uno sperone roccioso)

E) azimut 348° fino a quota 3225 (attenzione crepacci a sinistra)

F) azimut 57° fino a quota 3400 (salita ripida)

G) azimut 314° fino al Rifugio Marco e Rosa a quota 3597



Questi dati ricavati sulla carta prima di partire dal rifugio vanno controllati durante il percorso ed in ogni momento di visibilità, si potrà verificare l'esattezza dei calcoli determinando la propria posizione con punti noti, in caso di repentina diminuzione della visibilità si è certi della posizione con la possibilità di poter procedere o di eventualmente tornare indietro con la sicurezza di non perdersi (per ripercorrere la spezzata all'indietro è sufficiente ricalcolare gli azimut sommando l'azimut della direzione di marcia trovato a 180° esempio in andata l'azimut era 50° al ritorno l'azimut sarà di 230° oppure se l'azimut era di 342° al ritorno sarà uguale alla somma dell'angolo con 180° meno 360° cioè 162°).

Si consiglia di scegliere una spezzata che raggiunge punti ben definiti sul terreno per poi poterli riconoscere alla bisogna, quali speroni rocciosi, passi, canali ecc.

Osservare bene la carta ed imprimere nella memoria le caratteristiche del terreno che si rilevano da essa (è importante definire se si dovranno percorrere impluvi o displuvi cioè dalle curve di livello si vede se durante la salita queste si dispongono in modo convesso ci troviamo in un vallone (impluvio) se in modo concavo ci troviamo su di uno spallone o cresta (displuvio).

I problemi che sorgono dopo aver determinato la spezzata da seguire sono quello più importante di mantenere la direzione di marcia in modo efficace senza perdere tempo.

Infatti sul terreno ci troveremo davanti ad ostacoli imprevisi (crepacci, rocce, alberi) ed ancora più importante, se non si è studiata bene la carta, ci potremo imbattere lungo il percorso ad avvicinarci pericolosamente a zone soggette alla caduta di possibili valanghe quindi da evitare.

Di seguito alcuni consigli per evitare questi problemi ed imparare a mantenere la direzione di marcia prefissata.

Nel caso di marcia in gruppo si deve fare attenzione che chi guida la fila tende lentamente ad allontanarsi dalla direzione prefissata in quanto le sue gambe non avendo entrambe la stessa forza tendono ad allungare leggermente di più il passo dalla parte destra (in un mancino la sinistra) facendo così deviare la fila dalla rotta (in caso di scarsa visibilità questo fenomeno si accentua non avendo punti di riferimento e si arriva al classico girare in tondo che fa perdere l'orientamento).

Il metodo per evitare questo problema è quello di disporre il gruppo distanziato ai limiti della visibilità e l'ultimo della fila usando la bussola come puntamento e le teste dei compagni come paletti allineatori dirige la fila nella direzione giusta.

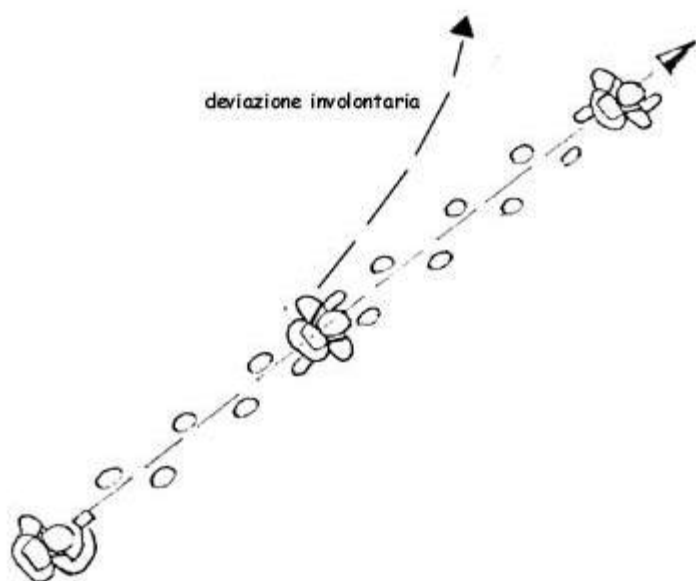
In discesa con gli sci, sempre in caso di scarsa visibilità, un paio di sciatori si dispongono in successione ai limiti della visibilità e il capogruppo sempre con la bussola li allinea lungo la direzione di marcia, fatto ciò sposta tutto il restante gruppo sul secondo sciatore mentre il primo ripete la procedura con il gruppo e il secondo sciatore che nel frattempo si è spostato in una nuova posizione ai limiti della visibilità. Ripetendo il procedimento molte volte si mantiene la direzione di marcia che si era calcolata sulla carta. (con questo metodo si capisce che in un gruppo ci devono essere almeno due bussole.).

In salita su pendii ripidi dove la traccia con gli sci costringe a salire a zig-zag bisogna fare molta attenzione perché la direzione di marcia in questo caso si può perderla facilmente.

Bisogna incrociare l'ipotetica direzione cercando di eseguire inversioni di lunghezza costante e con pendenza simile. In questo modo non ci si discosta molto dalla direzione ideale ma si fa presente la notevole difficoltà a mantenere questi parametri.

Lo studio della carta aiuterà ad evitare direzioni di marcia troppo perpendicolari a pendii ripidi per evitare la possibile perdita della stessa.

In pratica occorre osservare che è già difficile guardare e camminare contemporaneamente; inoltre ogni impedimento che ci facesse spostare dalla linea ideale potrebbe farci continuare poi su una direttrice diversa; più ostacoli maggior errore.






Più opportuno è allora individuare sull'orizzonte (o comunque abbastanza lontano) nella direzione dell'azimut un elemento chiaramente distinguibile. Diventa molto facile allora indirizzarsi verso di esso, eventualmente seguendo un percorso non rettilineo, e una volta raggiunto ripetere l'operazione.

La pratica appena proposta è valida anche in caso di scarsa visibilità: diventa solo più piccolo l'orizzonte e più numerose le tappe intermedie. Tuttavia appena si doversi supporre un peggioramento, se ci trovassimo fuori dalla linea ideale è opportuno riportarsi immediatamente su essa e su questa continuare con mete intermedie e ravvicinate.

Quando però dovessimo attraversare ampi spazi con la nebbia fitta anche questi metodi risultano insufficienti e bisogna attenersi ai metodi sovracitati.

Qualora si riscontrasse uno scostamento significa che non si verifica contemporaneamente la collimazione (del punto di partenza) e l'allineamento (dell'indicatore con l'ago).

Per la correzione vale la pena adottare questo sistema valido solo se si ha visibilità :

	si ruota la bussola di 180° (il senso di marcia è rivolto verso noi)
	si collima il punto di partenza o l'ultimo punto noto (se esiste errore nella direzione di marcia attraverso lo specchio della bussola vediamo che l'indicatore del Nord e l'ago non risultano allineati)
	ci si sposta a destra o a sinistra a seconda dei casi, fino a raggiungere il contemporaneo verificarsi della collimazione e dell'allineamento.

Con questa operazione abbiamo eliminato l'errore; quindi, ruotando nuovamente la bussola di 180°, si può proseguire nella direzione giusta.

5.6 Come aggirare un ostacolo

Nel seguire una direzione stabilita può accadere di trovarsi di fronte un ostacolo che ci obblighi a deviare momentaneamente dalla direzione di marcia per poi riprenderla.

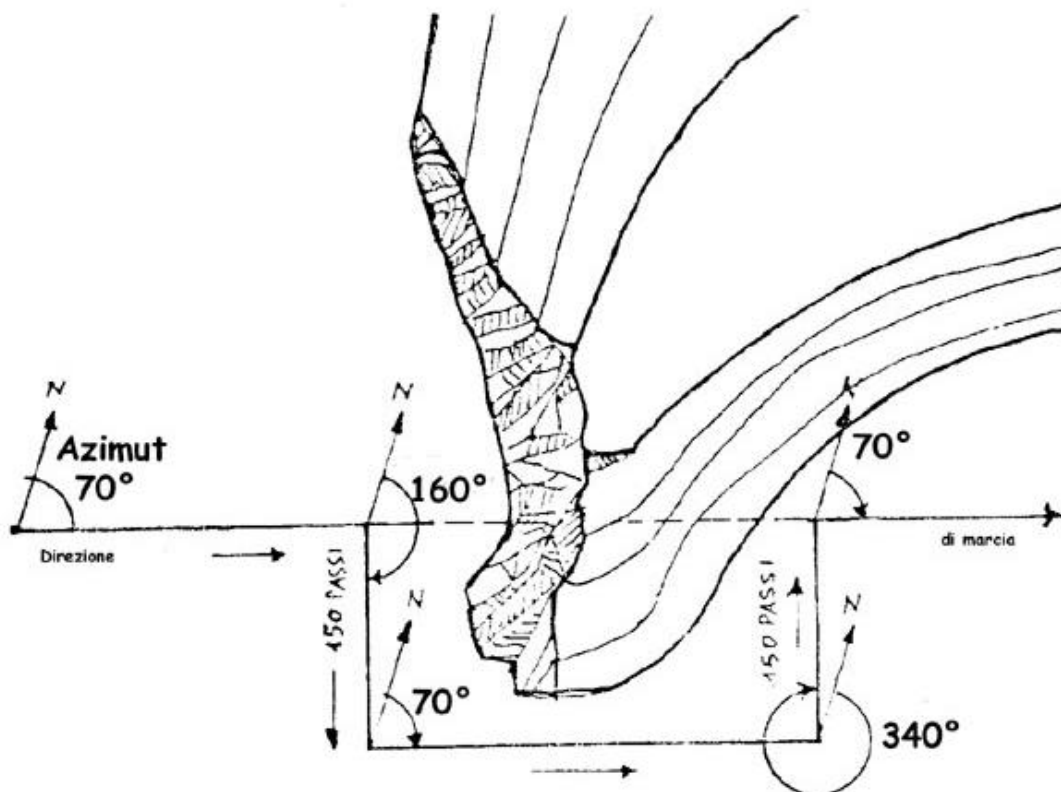
Si stia per esempio percorrendo con la bussola un ghiacciaio e si debba aggirare un grosso crepaccio riprendendo poi la direzione che stavamo già seguendo.

Si possono adottare diversi sistemi a seconda della visibilità, delle caratteristiche del terreno e della lunghezza della deviazione.

In caso di visibilità buona o che comunque permetta di vedere il terreno oltre l'ostacolo, basterà individuare con la bussola un elemento riconoscibile sulla direzione di marcia e raggiungerlo, dopo l'aggiramento dell'ostacolo, per poi continuare nella nostra direzione.

Nel caso non vi siano particolari individuabili si potrà mandare avanti un compagno, farlo sistemare con l'aiuto della bussola nella continuazione della direzione di marcia, dall'altra parte dell'ostacolo, e raggiungendolo continuare poi da quel punto nella direzione precedente.

Nel caso invece non vi sia visibilità il sistema più semplice è quello di deviare a destra o sinistra di 90° , percorrere in questa nuova direzione il tratto necessario, contando i passi, ritornare nella direzione primitiva e, senza bisogno di tener conto dei passi fatti, camminare quanto serve a superare l'ostacolo, deviare nuovamente, nella direzione opposta, di 90° e, contando lo stesso numero di passi della prima deviazione, raggiungere la nuova posizione sul prolungamento dell'itinerario primitivo e con una nuova conversione a 90° riprendere il cammino nella direzione voluta.



5.7 Uso dell'errore predeterminato

E' ovvio considerare che l'errore sia inversamente proporzionale alla cura posta nelle determinazioni e nelle verifiche. in ogni caso l'errore è ineliminabile e generalmente viene recuperato alla fine, quando la meta è raggiungibile a vista.

Se camminassimo bendati su una linea lunga alcune decine di metri constateremmo di non essere stati in grado di mantenere la direzione e di trovarci scostati da essa, a destra o a sinistra, di una certa entità. lo scostamento, quanto il lato su cui avviene, dipende dalla differenza esistente tra l'orecchio destro e quello sinistro, a livello degli apparati interni dove ha sede il controllo dell'equilibrio: è quindi soggettiva.

Sapendo quale è il nostro personale errore dopo 100 passi ad esempio è possibile recuperarlo spostandosi verso la direzione teorica della stessa entità. Si riesce a mantenere la direzione eseguendo in realtà un percorso a "denti di sega".

Spesso un piccolo errore può creare però un grande problema. Si pensi ad esempio di dover raggiungere nella nebbia un ponte posto in una ampia valle.

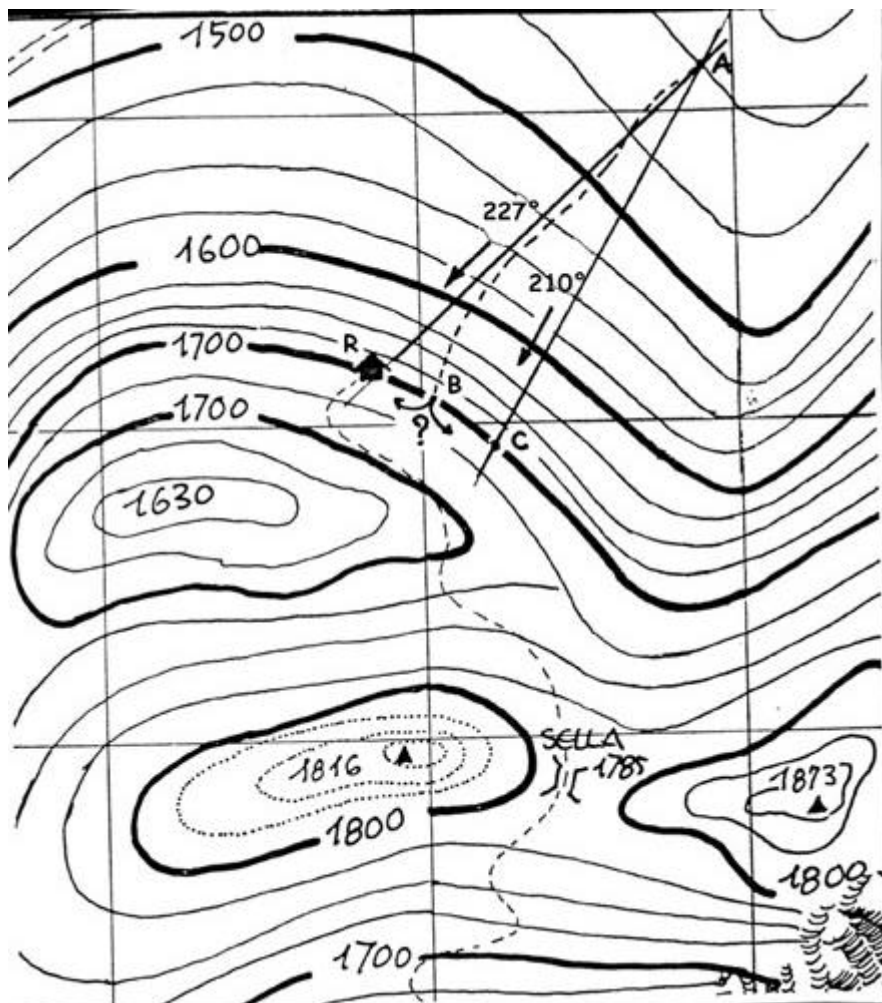
Puntando l'azimut direttamente al ponte in caso di errore arriveremmo sulla sponda senza vederlo e senza sapere se esso sia posto a monte o a valle rispetto a noi.

In questi casi conviene comportarsi come segue :

- scegliere un azimut abbastanza distante dal ponte (in genere a monte se siamo già più in alto e a valle se siamo già in salita); la distanza è tanto più grande quanto meno cura avremo per i controlli. Questo espediente, detto appunto dell'errore predeterminato, garantisce di farci arrivare sempre sullo stesso lato del ponte (a monte o a valle) pur commettendo anche un ampio errore.
- raggiunto il fiume è quasi certo che non scogeremmo il ponte, ma sarà sufficiente spostarsi lungo la sponda e raggiungere l'obiettivo.

E' utile ricordare che lo stesso metodo può essere adottato con l'altimetro.

Altro esempio : Nel caso si voglia raggiungere un rifugio con scarsa visibilità partendo dal punto A si misurerà come al solito sulla carta la direzione da seguire, nel nostro caso 227° .



Seguendo tale direzione per 250 metri di dislivello si potrà incorrere in qualche errore e trovarsi, alla quota del rifugio, nel punto B senza scorgerlo e con il dubbio se questo si trovi a destra o a sinistra della nostra posizione.

Quindi si sceglie una direzione, ad esempio 210°, che ci porti nettamente a sinistra del rifugio, nel punto C, e da questo, percorrendo a destra la curva di livello raggiungere la meta senza indecisioni.

5.8 Schizzo di rotta con altimetria

Fin dall'inizio avevo lasciato intuire che l'orientamento fosse uno strumento importante, a volte determinante, per assicurare la riuscita della nostra iniziativa, e che non dovesse essere considerato solo come una serie di espedienti per risolvere il problema del rientro dopo essere finiti in difficoltà.

Ciò significa che esso deve far parte già del progetto, e assumere la funzione di fattore della sicurezza e della prevenzione. Prima della partenza quindi, va esaminata ogni possibilità, ogni percorso va studiato, deve essere prevista ogni possibile alternativa. Dopo questa indagine si decide il programma definitivo, di fatto determinando quali strumenti saranno utilizzati.

Dovrebbero comunque sempre far parte del corredo dello scialpinista almeno carta e altimetro.

Quando l'itinerario si svolge su tracciati segnalati o comunque riconoscibili, le informazioni utili per l'orientamento riguardano : le direzioni, le indicazioni, le località toccate, le difficoltà, i dislivelli e i tempi parziali e totali.

Nei casi più complessi il tragitto si sviluppa in ambienti sconosciuti, poco o per niente segnalati, scarsamente frequentati, minimamente differenziati anche a causa di particolari condizioni climatiche o meteorologiche, tutte situazioni che consigliano di preparare l'itinerario anche in base all'orientamento strumentale. In questi casi il problema più difficile è decidere quali tra gli scarsi elementi significativi, saranno i nostri riferimenti.

Sono quelli che ci consentiranno di riconoscere le diverse frazioni che comporranno il nostro percorso, di ciascuna delle quali è necessario rilevare ogni indicazione utile secondo il tipo di orientamento scelto per essa.

Tutto ciò è opportuno raccoglierlo sinteticamente in un elaborato che viene chiamato **schizzo di rotta**.

Il tipo di attività e le capacità del gruppo condizionano molto la scelta della spezzata con cui individuamo l'itinerario. Tuttavia dovremmo sempre farci guidare essenzialmente dall'ambiente ed in particolare in montagna è preferibile riferirsi agli elementi morfologici facilmente riconoscibili in ogni condizione o addirittura percorribili, e si consiglia di utilizzare l'orientamento in cui si impieghi più l'altimetro che la bussola.

Pur sapendo che un modulo unico e pratico, parimenti valido per tutte le varie esigenze non sia possibile, si può ritenere che le informazioni da rilevare dalla carta e registrare siano per ciascun tratto :

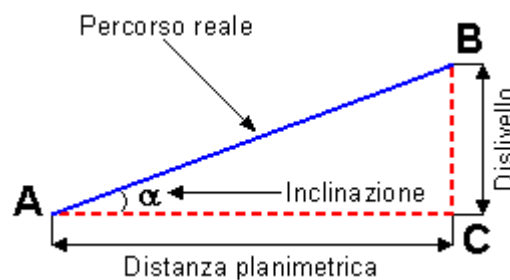
- i riferimenti di partenza e di arrivo, con relativa quota; a volte può essere solo questo l'unico riferimento possibile, per cui il nome del riferimento sarà ad esempio una lettera maiuscola.
- l'azimut; è opportuno riportare comunque questo dato anche quando il percorso dovesse poi seguire un elemento caratteristico della morfologia e risultasse pertanto piuttosto approssimato; potrebbe servire in caso di ripiego.
- il dislivello; è un elemento importante per valutare il tempo di percorrenza;
- l'inclinazione; è una informazione ritenuta indispensabile per il pericolo delle valanghe, è un elemento importante per i tratti ripidi dove l'orientamento è affidato all'altimetro.
- la distanza; tenendo presente che va calcolata in base all'inclinazione.
- il tempo presumibile; è quello prevedibilmente necessario per percorrere il tratto; la valutazione deve tenere conto di molti fattori: il numero dei partecipanti, la loro omogeneità rispetto alla prestazione, la quantità di neve fresca, il dislivello e altri fattori.
- l'azimut reciproco; importante in caso di ripiego.

Nelle note vanno riportate inoltre : l'esposizione dei vari tratti, l'esistenza di zone crepacciate, passaggi difficili, i nomi delle valli e delle cime, la presenza di fossi, creste, morene, limiti del bosco, ecc.

6 L'Altimetria e la misura della Pendenza

Finora ci siamo occupati della cosiddetta **planimetria**. Per studiare anche i rilievi e le depressioni della superficie terrestre dobbiamo invece ricorrere all' **altimetria**. Prima di vedere, però, come questi vengono disegnati sulla carta, bisogna chiarire alcuni concetti importanti.

Osserviamo la figura: A e B sono due punti, visti di lato, che si trovano a due altitudini diverse; tra di loro esiste quindi un certo **dislivello**, rappresentato dal segmento BC. Se invece guardiamo A e B dall'alto, la distanza tra di loro ci appare minore, come se fosse quella **planimetrica**, e cioè come il segmento AC.



Si definisce **inclinazione** la misura dell'angolo α (alfa) formato dal percorso reale con la sua distanza planimetrica ed è espressa in gradi sessagesimali. Si definisce **pendenza** il rapporto tra il dislivello e la distanza planimetrica e solitamente è misurata con valori percentuali. Sempre seguendo la figura, abbiamo quindi che:

$$p = \frac{BC}{AC} \cdot 100 = \text{tg } \alpha \cdot 100$$

Chi conosce la trigonometria avrà riconosciuto la funzione tangente dell'angolo inclinazione. A chi invece non sa che cosa significa basti sapere che la tangente si trova con una calcolatrice scientifica scrivendo il numero dei gradi e premendo il tasto "tan". Se non ne avete una a disposizione, potete usare la tabella qui sotto, che riporta alcuni valori fino a 45°.

Inclinazione (α)	Pendenza (p)
5°	8,7%
10°	17,6%
15°	26,8%
20°	36,4%
25°	46,6%
30°	57,7%
35°	70%
40°	83,9%
45°	100%

Per avere un'idea un po' più chiara di che cosa sia la pendenza, si può dire che un valore ad esempio del 7% significa che ogni 100 metri di strada in orizzontale si sale o si scende di 7 metri.

7 Orientamento con carta e altimetro

Quando verificiamo la quota con l' altimetro di fatto controlliamo se stiamo rispettando la tabella di marcia, se a quella velocità faremo in tempo a raggiungere la meta, se dobbiamo optare per soluzioni alternative.

Tutto ciò è orientamento, solo che viene sviluppato in senso verticale invece che in quello orizzontale. Come abbiamo detto più volte, un ambiente molto vario ha parecchi elementi morfologici e paesaggistici attraverso i quali è abbastanza facile stabilire il punto in cui ci troviamo o che facilmente possiamo raggiungere. In questo caso se l'altimetro conferma il risultato siamo senza dubbio molto rassicurati; ma molto spesso data la praticità e la velocità del suo impiego può esso stesso diventare strumento dell'orientamento.

Abbiamo imparato a raggiungere la meta seguendo l'azimut. In genere però non abbiamo la bussola, proprio perché presupponiamo di muoverci in ambiente piuttosto limitato e facilmente riconoscibile. E anche quando l'avessimo spesso la via diretta è resa impossibile da ostacoli, pericoli, difficoltà insuperabili, che obbligano a trovare un percorso a zig-zag più complesso e articolato sia da progettare che da seguire. Tutto ciò scoraggia l'uso della bussola.

Con la carta e l'altimetro in effetti è possibile risolvere una percentuale significativa dei problemi di orientamento in ambiente alpino invernale.

Facciamo un esempio semplice di soluzione pratica, anticipando che quelli più complicati in sostanza si risolvono con l'iterazione di questo.

Invece che determinare sulla carta l'azimut della meta per ottenere un percorso diretto, si può :

- Scegliere un itinerario alternativo, che in genere non conduce alla meta; deve però, essere riconoscibile naturalmente senza ausili strumentali perché fortemente caratterizzato nell'ambiente (una cresta, un lungo dosso, una valletta, il limite del bosco, un rio, un sentiero, una morena), e raggiungere la stessa quota dell'obiettivo. Nel trasferimento sarà proprio e solo l'altimetro ad avvertirci di aver raggiunto quella quota determinata.

- Seguire ora la curva di livello nella direzione opportuna fino a raggiungere la meta. In questa fase lo strumento diventa fondamentale in quanto mantenere la quota, o comunque riprenderla, è impossibile, specialmente se si devono attraversare particolari andamenti morfologici o in caso di scarsa visibilità.

Il superamento di ostacoli non comporta alcun problema: qualunque spostamento debba essere fatto sul pendio, sarà sempre facile alla fine ritornare alla quota di partenza.

8 Orientamento empirico con il cielo.

Anche quando non è subito evidente, il problema principale dell'orientamento, e in ogni caso il primo, è quello di individuare i punti cardinali sull'orizzonte.

L'orientamento pratico, cioè senza l'ausilio di strumenti, utilizza come riferimento la posizione degli astri - sia di quelli che l'hanno fissa sia quelli che consentono di prevederla con una buona approssimazione conoscendo il loro ciclico movimento. **Non è banale osservare che, essendo la valutazione essenzialmente basata sull'osservazione, è indispensabile che ci sia visibilità.**

Con riferimento ad alcune conoscenze scientifiche è anche possibile migliorare le approssimazioni, e a volte potrebbe sembrare utile approntare per la circostanza qualche rudimentale strumento; in ambedue i casi però le più precise rilevazioni non sempre si traducono in effettivo vantaggio nella successiva fase di utilizzo.

In pratica si tratta di determinare la posizione sull'orizzonte di un primo punto cardinale, quello che è facile per la situazione data.

Quando è sufficiente un'ampia tolleranza si risale poi alle altre direzioni della "rosa dei venti", completando l'orientamento nel punto di osservazione.

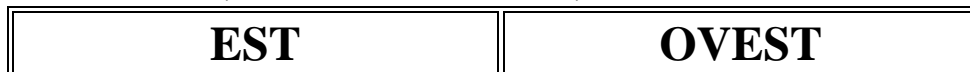


8.1 Orientamento empirico con il sole.

Il sole è un astro che nel cielo è in movimento, non ha una posizione fissa. Questo complica la determinazione dell'orientamento e ancor più se si considera che tale movimento non è uniforme.

a) Determinazione dei punti cardinali est ed ovest.

In base alla nostra esperienza sappiamo che all'alba e al tramonto il moto del sole interseca la linea dell'orizzonte individuando rispettivamente su di essa due punti teoricamente fissi :



Una tale rilevazione è però troppo grossolana, anche quando è sufficiente un'ampia tolleranza. Gli scostamenti dalla effettiva posizione derivano sia dallo spostamento stagionale sull'orizzonte delle posizioni dell'alba e del tramonto sia dalla difficoltà di determinare il momento preciso di ciascun fenomeno.

A causa dell'inclinazione dell'asse terrestre queste due posizioni sull'orizzonte corrispondono esattamente con i relativi punti cardinali solo in coincidenza degli equinozi.

Negli altri giorni dell'anno si ha una differenza variabile che raggiunge il suo massimo al momento dei solstizi e purtroppo, per effetto della sfericità della Terra, diventa via via più significativa all'aumentare della latitudine.

Al di sopra dei 55 gradi di latitudine il movimento del sole è così basso sull'orizzonte da rendere incerti i momenti dell'alba e del tramonto; addirittura oltre il circolo polare artico, per qualche periodo dell'anno, i fenomeni dell'alba e del tramonto non hanno proprio luogo.

Alla nostra latitudine, circa 41°, al solstizio d'inverno il sorgere e il calare del sole hanno il massimo spostamento di 35° verso sud risultando, per l'alba nella direzione intermedia ESE e SE (pari a circa 125°) e per il tramonto nella direzione tra SW e WSW (pari a circa 235°); al solstizio d'estate lo spostamento ha luogo verso nord e raggiunge lo spostamento di 35°, quindi per l'alba si ha una direzione tra NNE e NE (pari a circa 55°) e per il tramonto è tra NW e NNW (pari a 305°).

Utilizzando le sigle della rosa dei venti risulta piuttosto complicato indicare le direzioni diverse da quelle principali. È più conveniente sostituire quest'ultima, come già anticipato, con il piano dell'orizzonte suddiviso in 360 gradi.

Osserviamo che l'Est si trova a 90°, il sud a 180°, l'Ovest a 270° e il Nord a 360° o 0°. Facendo ora una piccola proporzione si può osservare che in media la differenza, sempre per la nostra latitudine, varia, alternativamente nelle direzioni già descritte, di circa 2° ogni cinque giorni; dalla differenza in giorni dagli equinozi si può calcolare uno scostamento in gradi tra la riscontrata posizione del sole e l'effettiva posizione dell'Est con la seguente formula approssimata:

$$\text{scostamento} = \frac{\text{giorni} \times 2}{5}$$

Possiamo allora correggere la rilevazione ottenendo un'approssimazione finale di 3-4 gradi.

b) Determinazione dei punti cardinali Sud e Nord

Nel corso della giornata il sole raggiunge un'altra posizione nota, il mezzogiorno. Si sa che, volgendo in quel momento le spalle al sole, il prolungamento della nostra ombra sull'orizzonte indica il Nord.

Ancora una volta si tratta però di un'indicazione molto grossolana, questa volta a causa della difficoltà di definire esattamente il momento del mezzogiorno (attenzione all'ora legale).

La difficoltà nasce perché la posizione del sole, peraltro non evidente nel suo culmine, non incrociando direttamente l'orizzonte, non individua un punto. Un primo modo per ottenerlo non si serve dell'orologio sfruttando invece direttamente gli effetti del movimento del sole.

Piantando al mattino un'asticciola perpendicolarmente in terra osserveremo che la sua ombra si modificherà nella lunghezza quanto nella direzione. Segnando di tanto in tanto sul terreno tali variazioni noteremo dapprima una diminuzione della lunghezza dell'ombra e dopo il mezzogiorno, proprio di quel dato posto (non quindi dell'orologio), un successivo aumento.

La direzione dell'ombra più corta indica **effettivamente il Nord**, da cui ogni elemento per l'orientamento.

Un secondo modo, che consente di ridurre il tempo di rilevazione, prevede di usare l'orologio per cogliere il momento del mezzogiorno. Però, anche supponendo di possedere uno strumento molto affidabile, le cose si complicano parecchio, perché i risultati possono essere utilizzabili solo se riusciamo a ridurre convenientemente tre diversi errori.

1) La durata del giorno astronomico non è costante e le 24 ore ne rappresentano solo la media. L'orbita terrestre però non è un cerchio, ma un'ellisse in cui il sole occupa uno dei fuochi. Graficamente è possibile verificare che l'angolo di rotazione tra due situazioni di perpendicolarità non è costante, e varia ciclicamente secondo la distanza dal sole. Vi è quindi una differenza tra l'ora media segnata dall'orologio e quella effettiva del mezzogiorno astronomico; tale differenza raggiunge anche il quarto d'ora, come si può notare dal diagramma detto "analemma"

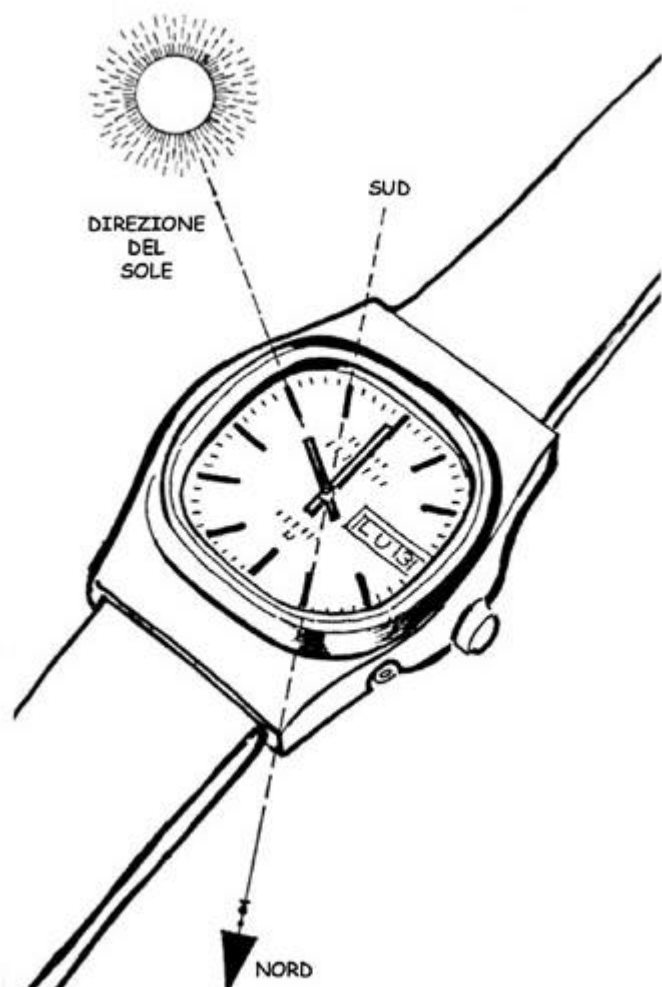
2) L'ora segnata dall'orologio è quella ufficiale del fuso orario, e corrisponde solo a quella del meridiano centrale del meridiano centrale del fuso. Quando il punto di misura si trova a Est o a Ovest di questo, il mezzogiorno effettivo è rispettivamente in anticipo o in ritardo di quattro minuti per ogni grado di differenza. Gli alpinisti orientali ad esempio che si spostano sulle montagne valdostane notano subito il ritardo di circa mezz'ora dell'alba e l'altrettanto prolungamento del pomeriggio. I residenti nel nord-ovest che si recano in vacanza in Puglia dovrebbero osservare una differenza ancor più vistosa. Usando l'orologio, per ridurre l'errore a livelli accettabili occorre conoscere l'effettivo meridiano in cui ci troviamo e, o tenere conto della differenza, o mettere l'orologio sull'ora effettiva (verificando eventualmente con il metodo dell'ombra del bastoncino).

3) L'ora dell'orologio è ovviamente tanto diversa dall'effettiva astronomica quanto più ci si sposta in direzione dei paralleli. Per rinunciare all'utilizzo dell'orologio, in uno spostamento verso Est o verso Ovest, che peraltro può farci uscire dal fuso orario di partenza, è necessario rivedere la differenza (eventualmente attraverso il numero dei chilometri fatti).

c) Determinazione del Nord con l'orologio.

Dagli argomenti precedenti sappiamo che c'è una relazione tra l'ora segnata dall'orologio e la posizione del sole nel cielo.

Se il quadrante fosse suddiviso in 24 ore, se cioè la lancetta delle ore facesse un solo giro il giorno, poiché le 12 indicherebbero il Sud, la lancetta che segna l'ora indicherebbe la posizione sull'orizzonte



del sole in quel preciso momento, con una precisione che dipende, teoricamente, dalla qualità delle suddivisioni del quadrante.

Allineando quindi la lancetta delle ore con il sole le 24 indicherebbero la posizione del nord (e ovviamente le sei l'Est, le 18 l'Ovest). I normali orologi hanno però il quadrante suddiviso in 12 ore. La lancetta delle ore fa cioè due giri ogni giorno (pari a $2 \times 360^\circ$) o, meglio detto per essere utilizzato, per ogni intervallo di tempo considerato essa compie un arco doppio rispetto a quello dell'orologio con eventuale quadrante a 24 ore; il quale, come abbiamo visto, indica direttamente la direzione del sole.

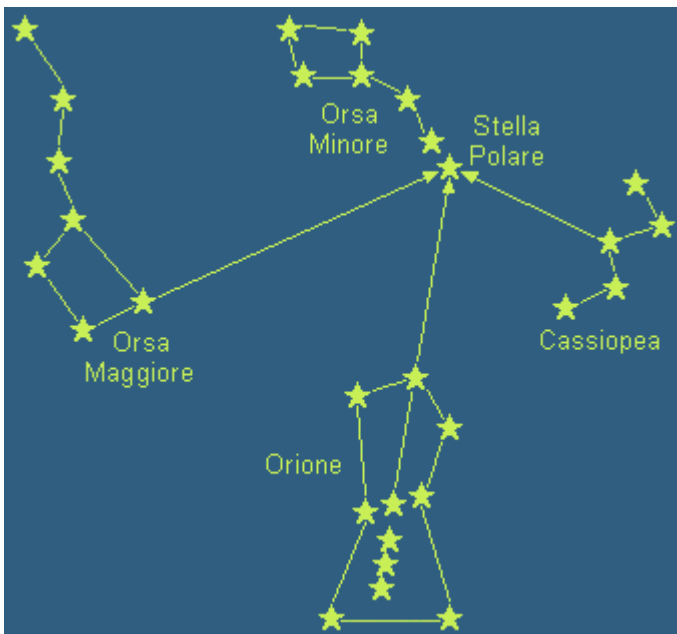
A questo punto la soluzione è ovvia: allineando verso il sole la lancetta delle ore, la bisettrice dell'angolo tra questa e le 12 indica il Nord. La regola appare ovvia e facilmente applicabile per le ore del mattino.

Meno intuitiva per le ore pomeridiane, se non ci si ricorda che l'angolo da dividere è quello dell'ora segnata + 360° . Se ad esempio fossero le 18 (l'orologio segna le 6), l'angolo effettuato dalla lancetta delle ore sarebbe di 180 (per le 6) + $360 = 540$. La metà vale 270 che corrisponde alla direzione delle ore 9 come deve essere. Forse più praticamente, si può considerare che la bisettrice come sopra definita, segna il Nord di mattino e il Sud di pomeriggio (e naturalmente il Nord nel verso opposto).

Il metodo è pratico e consente, durante le ore di luce, di determinare o controllare in ogni momento l'orientamento. Purtroppo le approssimazioni risultano sempre abbastanza ampie. Infatti anche qui esistono gli errori già indicati che si possono ridurre conoscendo il meridiano e l'errore indicato dall'[analemma](#). Ricordarsi inoltre che tutto ciò non si può fare con un orologio digitale.

8.2 Orientamento empirico con la stella polare.

L'orientamento con il sole diventa ovviamente impossibile dopo il tramonto. Ma anche di notte, in assenza di strumenti, il cielo ci può ancora aiutare. È importante ricordare che il tramonto e l'alba sono separate dal buio della notte da due fasi, dette crepuscolo, la cui luminosità è sufficiente per impedire l'osservazione delle stelle e anche quindi l'orientamento. La durata del crepuscolo, una volta di più per complicare le cose, varia all'aumentare della latitudine fino ad eliminare di fatto la notte oltre il circolo polare.



Fin dalle prime conoscenze astronomiche impariamo che la [Stella Polare](#) è, nel nostro emisfero, il riferimento notturno per l'orientamento; e resta ancora il miglior riferimento perché si discosta dal [Nord geografico](#) solo di circa 1° . La stella polare ha il grande vantaggio essere fissa, per cui la determinazione sull'orizzonte del nord attraverso la sua posizione nel cielo può presentare qualche inconveniente solo alle alte latitudini. La stella polare non è molto luminosa, e quindi si trova solo indirettamente. Per effettuare la ricerca occorre ricordare che appartiene alla costellazione dell' Orsa Minore, o Piccolo carro, ed è la terza e più lontana stella del suo arcuato timone. Giace sul prolungamento del lato posteriore della vicina costellazione dell' Orsa Maggiore, o Grande

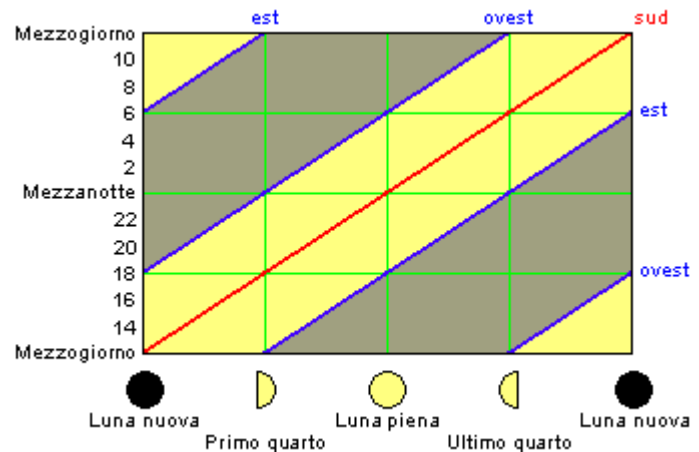
Carro, ad una distanza di cinque volte la lunghezza di tale lato.

Il Grande Carro ruota in senso antiorario in un'orbita circumpolare. Rispetto ad essa la stella polare si trova: d'estate ad est (destra); d'autunno più lontana dall'orizzonte (verso zenit); d'inverno si trova ad Ovest (sinistra), e in primavera più vicina alla linea dell'orizzonte.

8.3 Orientamento empirico con la luna.

La luna, specialmente se piena, illumina il cielo e rende più difficoltoso individuare le stelle; ostacola cioè l'orientamento. In questo caso conviene far "buon viso a cattivo gioco", come si suol dire e utilizzare la luna stessa come riferimento. Con la luna piena si può utilizzare l'orologio, adottando lo stesso sistema ma ricordando che il punto cardinale trovato è in questo caso il sud.

Forse è bene ricordare che le precauzioni, quelle che occorre osservare per l'orientamento con il sole per evitare possibili errori, sono necessarie anche nel caso della luna. La luna al primo quarto crescente approssimativamente indica : alle ore 18 il sud, alle ore 24 l'ovest. La luna all'ultimo quarto, calante approssimativamente indica alle 24 l'est e alle ore 6 il sud. La luna nuova fortunatamente non si vede e così le stelle possono essere utilizzate meglio.



Se si possiede un calendario con le fasi lunari, si può usare lo specchietto qui a fianco, nel quale sull'altezza ci sono le ore e sulla linea di base sono riportate le fasi nei vari giorni (ogni ciclo dura poco più di 29 giorni e mezzo). La luna è visibile soltanto quando ricade in una delle aree gialle, mentre in quelle grigie non lo è; la linea rossa indica il momento in cui essa si trova a sud, quelle blu quando si trova ad est e ad ovest. La lettura si effettua tenendo conto dell'orario in cui si compie l'osservazione e della fase che c'è in quel giorno, come negli esempi seguenti: quando la luna è piena sorge (ad est) alle 18, è a sud a mezzanotte e tramonta (ad ovest) alle 6; quando è all'ultimo quarto sorge a mezzanotte, passa per il sud alle 6 e tramonta a mezzogiorno e via discorrendo.

Tenete inoltre presente il proverbio che dice: "Luna crescente, gobba a ponente; luna calante, gobba a levante". Si dice anche che "la luna è bugiarda" perché quando è a forma di D è crescente e quando è a forma di C è decrescente.

9 Orientamento solo con la carta

La carta della zona, anche se è l'unico strumento disponibile, già aumenta notevolmente le possibilità di spostarsi in modo corretto e sicuro. Consente infatti di mettere in relazione il punto di partenza con la meta, evidenzia ostacoli e punti pericolosi che possono essere evitati, permettendo di costruire il tragitto più opportuno, prevedendo difficoltà e tempo di percorrenza di ciascun tratto in cui sia eventualmente suddiviso.

È specialmente utili in ambiente articolato, dove spesso non serve una gran precisione della direzione da seguire potendo utilizzare caratteristiche del paesaggio che siano riportate anche sulla carta.

Il loro riconoscimento è certamente possibile, certamente molto facilitato, se orientiamo la carta.

Orientare la carta significa disporre la sua congiungente N-S con la corrispondente direzione N-S del luogo.

Un tempo orientare aveva significato di rivolgere ad "oriente". Fino a quando la loro costruzione non fu affrontata con approccio scientifico e matematico le carte avevano il lato superiore rivolto ad Est.

Per quanto riguarda la congiungente N-S, oltre ad avere negli angoli le coordinate geografiche (cioè i valori di latitudine e longitudine, che abbiamo visto essere importanti per l'orientamento con il sole) la carta riporta all'interno un reticolo le cui linee verticali sono indirizzate verso il polo nord geografico.

In loro assenza i limiti destro e sinistro fungono allo scopo. Per quanto riguarda la N-S del luogo, nel capitolo precedente abbiamo imparato alcuni metodi per l'orientamento, che possono essere adottati.

Una volta fatto non c'è che da sovrapporre le due linee ottenendo come risultato che i particolari del paesaggio descritti dalla carta risultano disposti nello stesso ordine e nella stessa direzione di quelli reali.

In ambienti articolati, che presentano singolarità facilmente riconoscibili e riportate sulla carta, si possono evitare quei rilievi laboriosi, e sfruttando la carta stessa, operare in maniera più pratica e veloce.

9.1 Punto di stazione conosciuto.

In genere sappiamo in quale punto ci troviamo in quel momento, o perché è segnato sul posto o perché riusciamo a risalirci per deduzione. Nell'ambiente che ci circonda si scelga allora un riferimento ben distinguibile (ad esempio : una cima, una forcella, un ponte, una diga, la sponda di un lago); ruotando ora la carta, allineare la direzione dei due punti rappresentati (la linea cioè che congiunge la rappresentazione del punto di stazione con la rappresentazione del riferimento) con quella effettiva che congiunge i due punti reali.

In questa maniera si ottiene l'orientamento del luogo e della carta con un'unica operazione. Per facilitare l'allineamento e aumentare la precisione è utile sulla carta segnare la direzione con la matita. Se ci manca la matita possono essere utili due spilli.

9.2 Punto di stazione non conosciuto.

Qualche volta potremmo non disporre di alcun elemento decisivo per conoscere a priori il punto di stazione. In tal caso non è più sufficiente riferirsi ad un solo punto dell'ambiente. Per effettuare l'orientamento occorre individuare nell'ambiente un primo allineamento, cioè una linea che congiunga due punti posti nella stessa direzione rispetto al rilevatore.

Il suo prolungamento passa quindi anche per il punto di stazione, che in teoria è però uno degli infiniti punti della linea. In pratica invece nell'immediato intorno del punto di stazione qualche caratteristica del paesaggio o dell'ambiente (il limite della vegetazione, un fosso, una cresta) ci consente di determinare comunque il punto di osservazione.

Se comunque ciò non fosse possibile occorre cercare un secondo allineamento ed operare nella stessa maniera. E' più conveniente riportare le due linee sulla carta, ma in ogni caso nel punto di incrocio è situato il punto di stazione. Per ridurre al massimo gli inevitabili errori, è bene scegliere i due punti di ciascun allineamento sufficientemente distanti tra loro. Inoltre i due allineamenti dovrebbero essere quasi ortogonali tra loro.