

APPOGGIO A TERRA

Operazioni per l'appoggio a terra dei fotogrammi

Il lavoro topografico a terra si articola in 3 fasi:

- definizione della **rete di inquadramento**, consiste nell'individuare tutti i vertici della rete trigonometrica di Stato o IGM95e i capisaldi di livellazione presenti nella zona interessata al rilievo fotogrammetrico
- definizione e **raffittimento** della rete precedente con nuovi punti
- definizione e rilievo della **rete dei punti d'appoggio** (almeno 5 per ogni modello stereoscopico)

Nella fotogrammetria aerea tutti i rilievi topografici vengono ormai eseguiti con metodologia GPS. Nella fotogrammetria terrestre con i metodi classici.

Strumenti topografici

- Teodoliti
- Livelli
- Distanziometri
- GPS
- Stazioni totali

Per ciascuna categoria esistono strumenti che si differenziano:

- per la struttura (tecnologia di costruzione)
- per il grado di precisione
- per campo di applicazione

La stazione totale



E' l'integrazione di un teodolite e di un distanziometro ad onde, quindi misura:

- Angoli azimutali
- Distanze zenitali
- Distanze

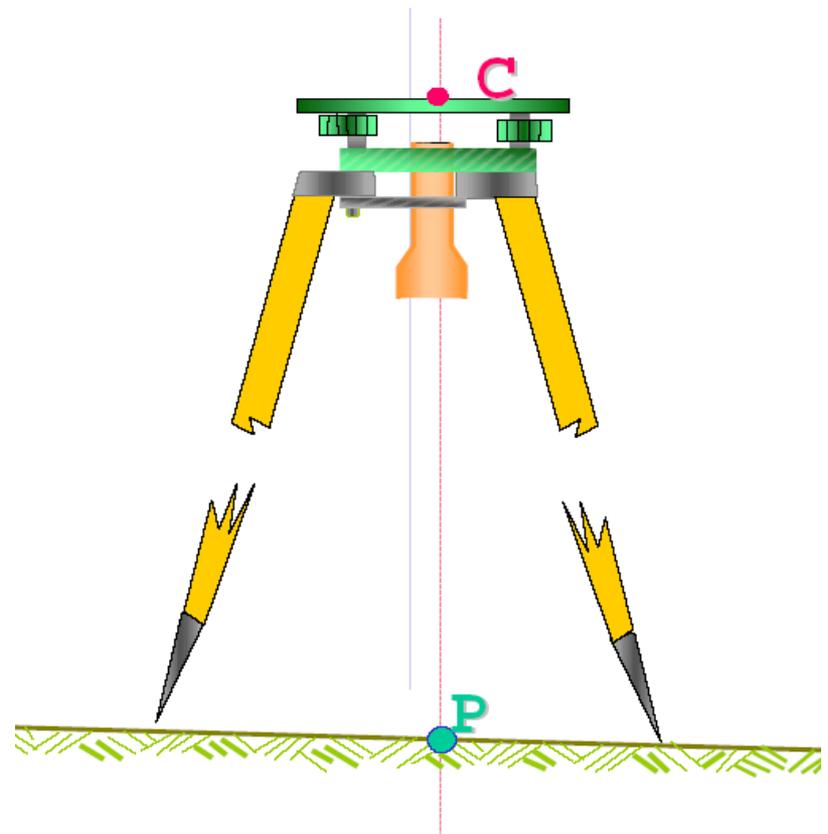


Messa in stazione

Mettere in stazione la stazione totale significa rendere il suo asse principale verticale e passante per il punto di stazione a terra.

Per la messa in stazione si utilizzano le viti calanti per centrare la livella torica presente sul basamento dello strumento.

La condizione di rettifica della livella torica è che la tangente centrale sia ortogonale all'asse primario a_1



MISURA DEGLI ANGOLI

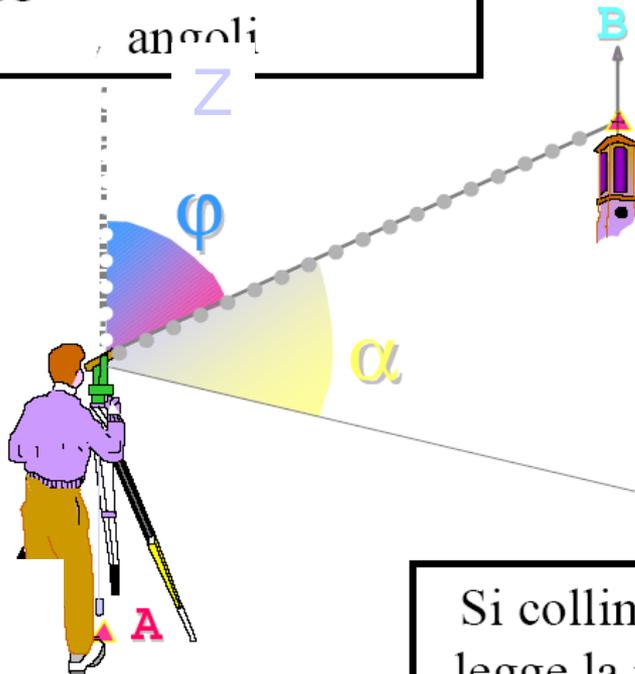
La misura degli angoli viene eseguita con due cerchi graduati in *gradi centesimali*:

- Il cerchio per le ***misure azimutali*** è perpendicolare all'asse a_1 e *solidale alla base*, mentre l'*indice* di lettura è posto sull'alidada che *ruota*, la lettura che si fa collimando un punto (detta *direzione azimutale*) rappresenta un angolo con la direzione dello zero che non è nota, per avere la misura di un angolo con senso topografico occorre fare una differenza tra due differenze.

- Il cerchio per le ***misure zenitali*** è normale all'asse a_2 , ad esso fisso, per cui *ruota insieme al cannocchiale* mentre l'*indice* di lettura è verticale. Il *cerchio zenitale* funziona come uno *strumento d'indice* (o di zero): in condizioni di riposo (lettura a cannocchiale verticale) indica lo zero. La *lettura indica* l'angolo zenitale.

Misura di angoli azimutali α e zenitali Z

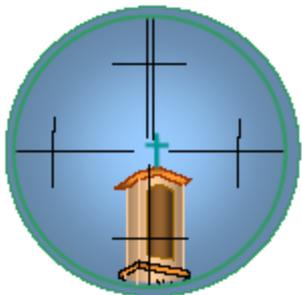
1 Si collima il punto e si legge la misura dei due angoli



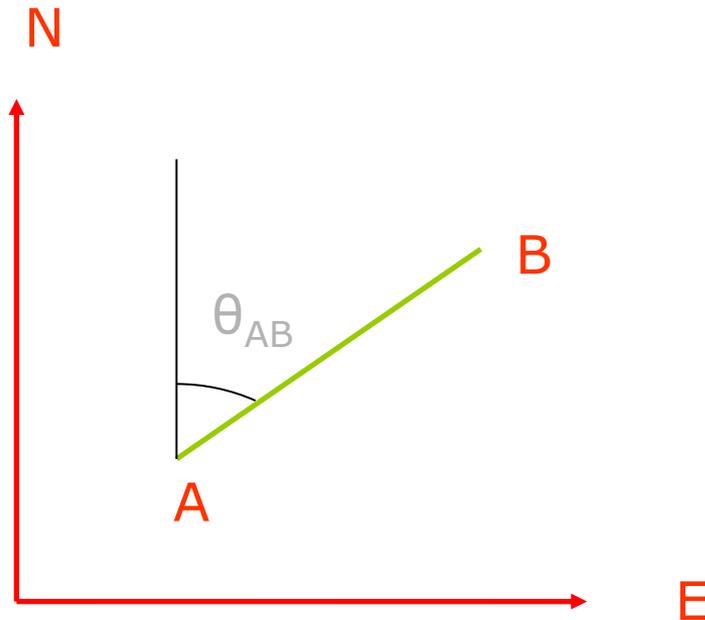
L'asse del cannocchiale materializza l'asse di collimazione

3 Si fa la differenza fra le due misure azimutali e si trova l'angolo α

2 Si collima il punto e si legge la misura dei due angoli

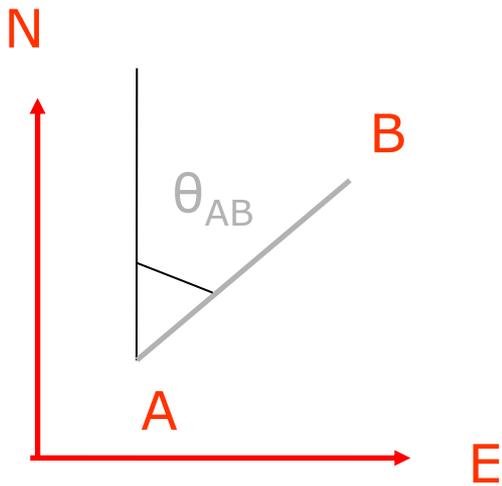


ANGOLO DI DIREZIONE



θ_{AB} Angolo di direzione
rappresenta l'angolo che la
direzione AB forma con la
parallela all'asse N

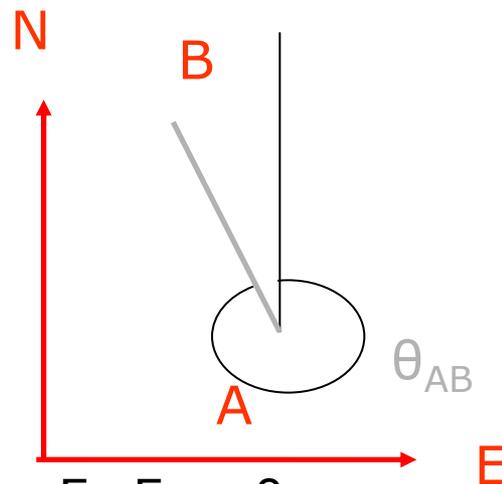
$$\theta'_{AB} = \operatorname{arctg} \frac{|E_B - E_A|}{|N_B - N_A|}$$



$$E_B - E_A > 0$$

$$N_B - N_A > 0$$

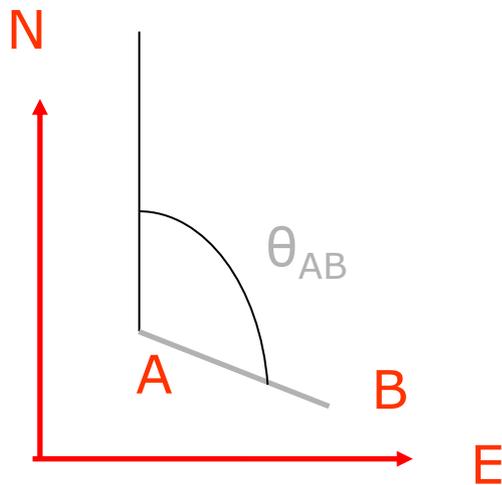
$$\theta_{AB} = \theta'_{AB}$$



$$E_B - E_A < 0$$

$$N_B - N_A > 0$$

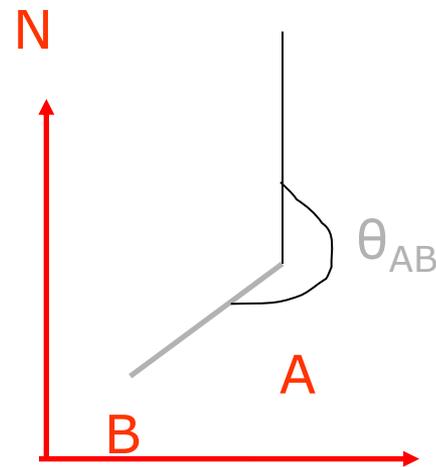
$$\theta_{AB} = 400^g - \theta'_{AB}$$



$$E_B - E_A > 0$$

$$N_B - N_A < 0$$

$$\theta_{AB} = 200^g - \theta'_{AB}$$



$$E_B - E_A < 0$$

$$N_B - N_A < 0$$

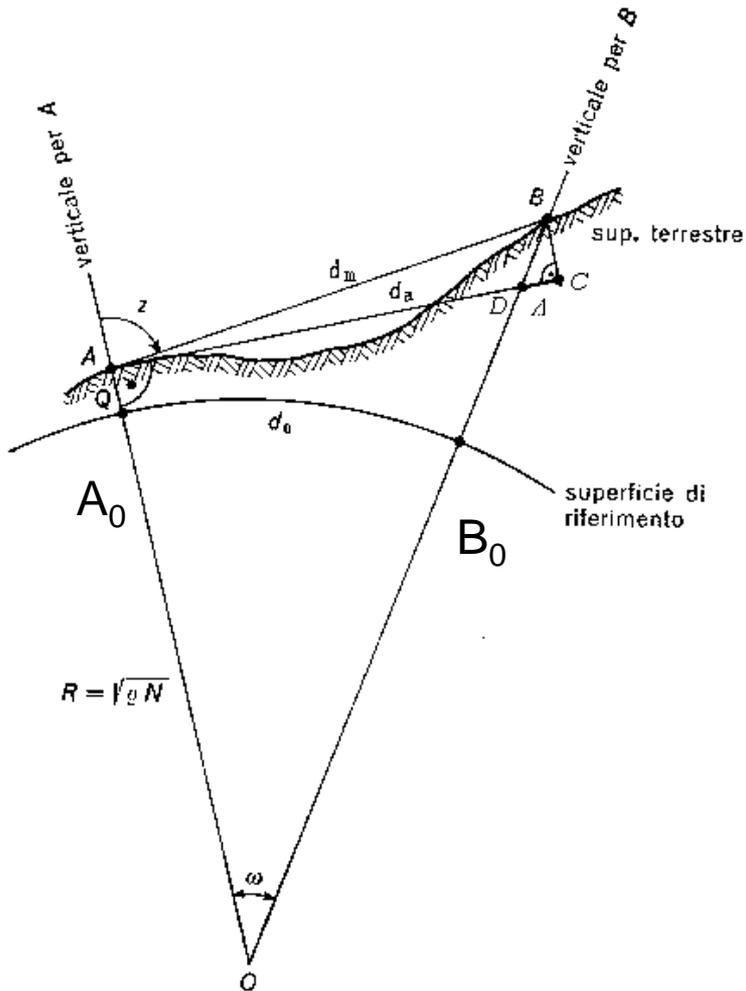
$$\theta_{AB} = 200^g + \theta'_{AB}$$

PUNTO	EST m	NORD m
A	1452368	4578245
B	1455789	4599658
C	1458964	4564879
D	1456334	4552965

Calcolare gli angoli di direzione tra le direzioni:

- **AB**
- **BC**
- **CD**
- **AD**

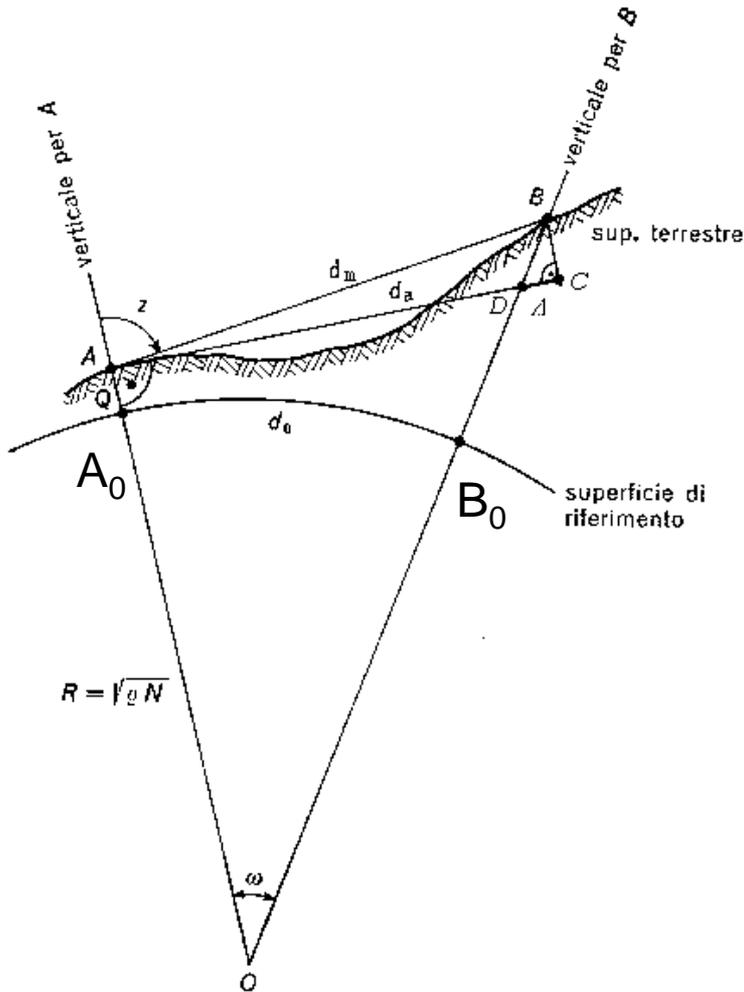
Le distanze in topografia



Ricordiamo che per distanza d_0 fra due punti A e B della superficie terrestre si intende la lunghezza dell'arco di geodetica che congiunge le proiezioni A_0 e B_0 dei due punti sull'ellissoide di riferimento. Quando con uno strumento si misura una distanza di fatto si sta eseguendo la misura secondo la traccia di una sezione normale, in quanto la misura viene eseguita in un piano contenente la verticale sul punto di stazione ed il punto collimato. In topografia la distanza d_0 viene indicata anche come **distanza topografica**, ovvero la distanza ridotta alla superficie di riferimento.

Quella che si misura è d_m distanza effettiva.

d_a è la distanza orizzontale.



Sia d_m la distanza misurata sul terreno secondo la congiungente i due punti A e B, z la distanza zenitale del punto B rispetto al punto A misurata anch'essa sul terreno e Q la quota nota del punto A.

Si indichi con d_a la distanza AB valutata secondo il piano orizzontale passante per A, detta *distanza orizzontale* (segmento AC), e con d_o la distanza sulla superficie di riferimento, detta, nel linguaggio topografico comune, **distanza topografica**.

RIDUZIONE ALL'ORIZZONTE

$$d_a = d_m \operatorname{sen} z$$

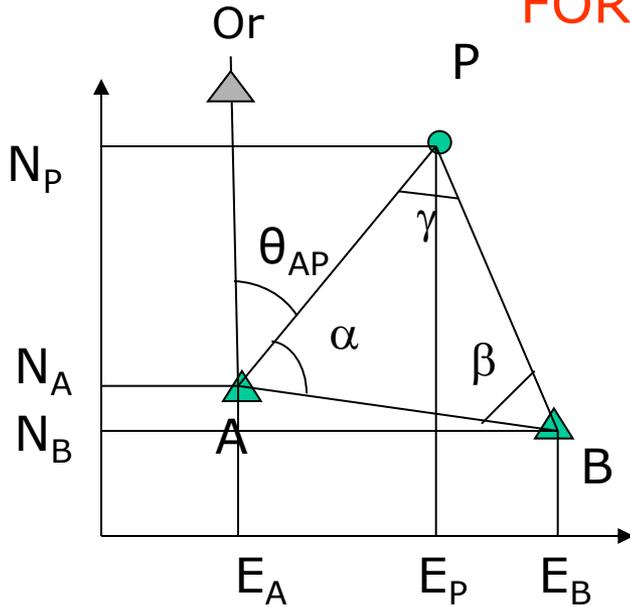
Z DISTANZA ZENITALE AB

R raggio della sfera locale

Q quota del punto A

ω angolo al centro della terra sotteso da d_o

FORMULE IRRAGGIAMENTO



A punto noto (100, 100, 100)

Si sono misurati:

- l'angolo azimutale tra l'orientamento (0°) e la direzione AP che corrisponde all'angolo di direzione θ_{AP}

- l'angolo zenitale Z_P

- la distanza inclinata AP_i

La distanza orizzontale AP sarà data da:

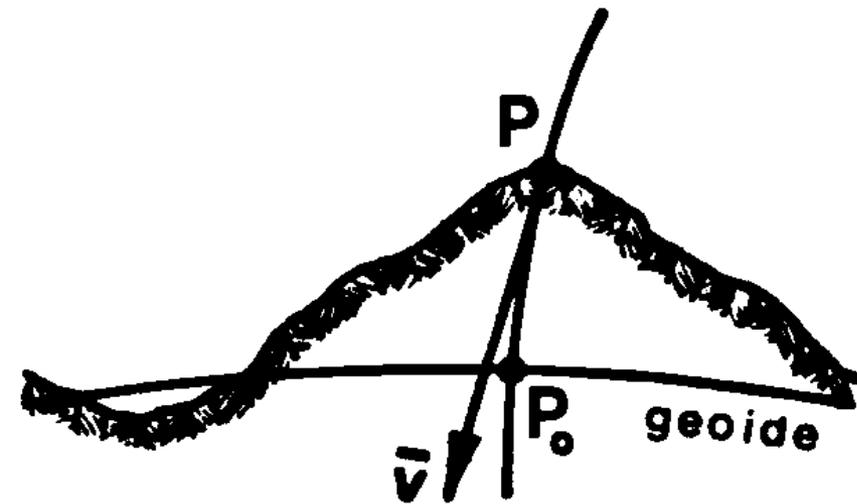
$$AP = AP_i \sin Z$$

Le coordinate E_P ed N_P sono date dalle formule:

$$E_P = E_A + AP \sin \theta_{AP}$$

$$N_P = N_A + AP \cos \theta_{AP}$$

Quota di un punto



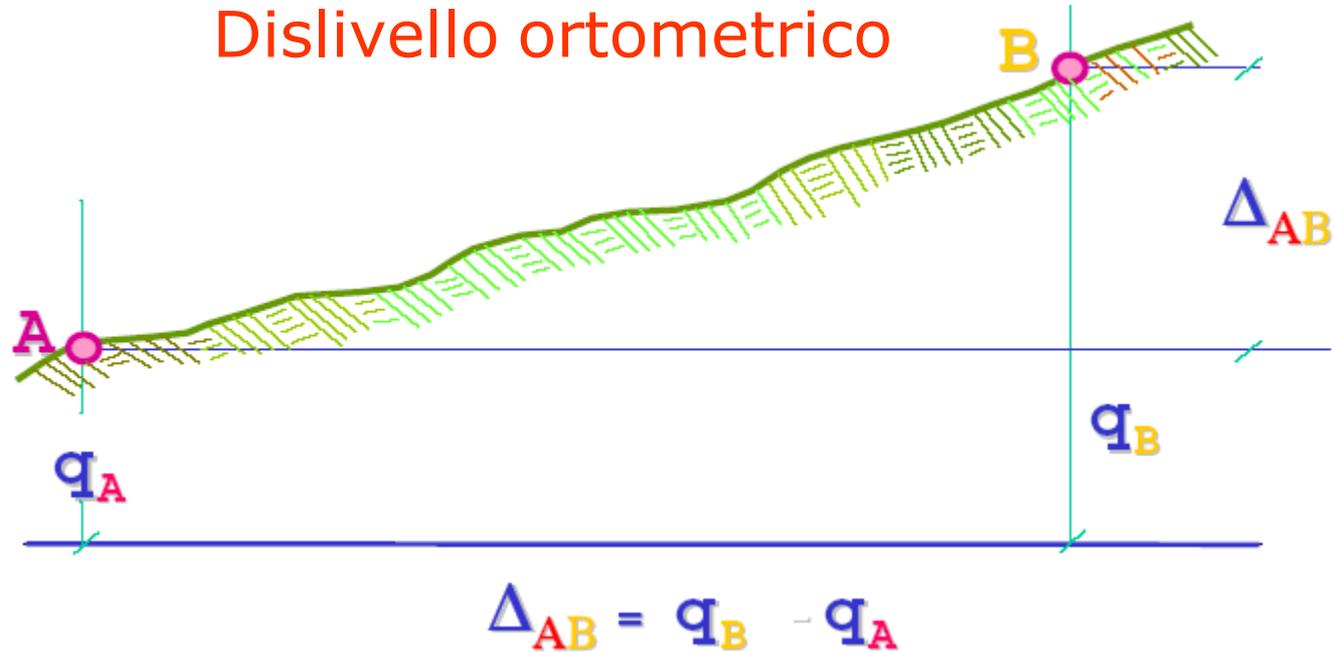
La **planimetria** di un punto P sul geoida andrebbe fatta secondo la linea di forza del campo gravitazionale passante per P ottenendo così il punto P_0 che si indica col nome di *planimetria di P* .

La distanza di P da P_0 , misurata lungo tale linea di forza viene detta **quota ortometrica di P** .

L'arco PP_0 è in generale molto piccolo rispetto al raggio terrestre per cui si ritiene lecito considerare tale arco coincidente con la verticale passante per P (che gli è tangente in P).

Ricordando che il geoida si può materializzare con il livello medio marino la *quota ortometrica* è quella che comunemente si indica come *quota di un punto* (in Italia spesso si aggiunge al numero il riferimento *s.l.m.*); nel linguaggio scientifico si indica anche come **quota geoidica**.

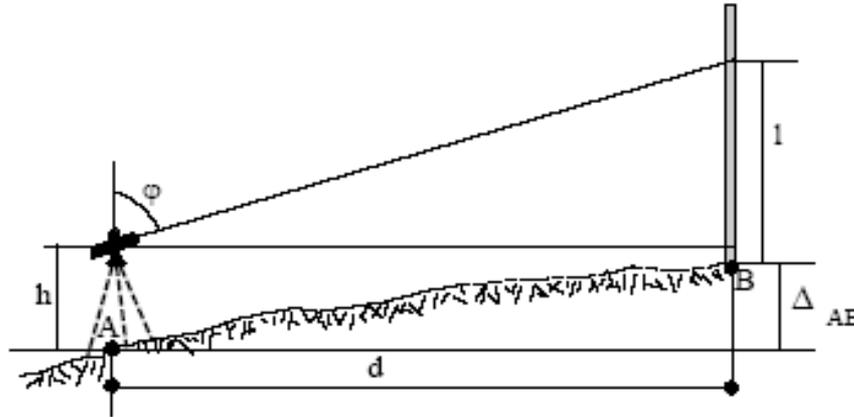
Dislivello ortometrico



In topografia la **quota assoluta** di un punto non si riesce a determinarla; quello che riusciamo a determinare è la **differenza di quota**, meglio nota come **dislivello** fra punti della superficie fisica del terreno. La misura diretta di una quota non è in genere possibile per cui, definito un punto di quota nulla e partendo da esso, con successive misure di dislivelli si possono ottenere le quota assolute di tutti i punti della terra. Il punto di quota nulla, corrispondente al livello medio marino, viene determinato con opportuni strumenti detti mareografi.

Il mareografo è collegato altimetricamente ad un caposaldo che si chiama **punto di derivazione delle quote**.

LIVELLAZIONE TACHEOMETRICA

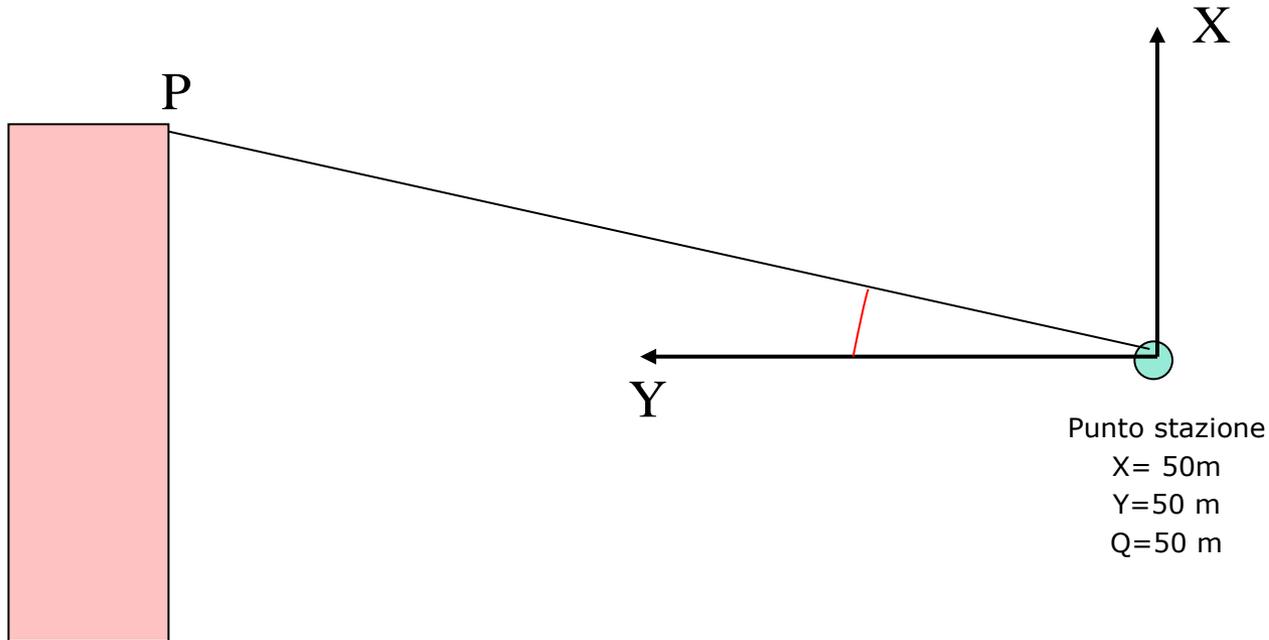


Si esegue utilizzando il tacheometro e stadia o distanziometro e consente di determinare il dislivello tra due punti. Con semplici considerazioni geometriche si ricava che il dislivello tra i due punti è dato da:

$$\Delta Q_{AB} = d \cdot \cotgz + h - l$$

- d distanza topografica tra i due punti;
- z distanza zenitale;
- h altezza strumentale;
- l altezza prisma in B.

Schema rilievo



$$X_P = X_A + SP \sin \theta_{AP}$$

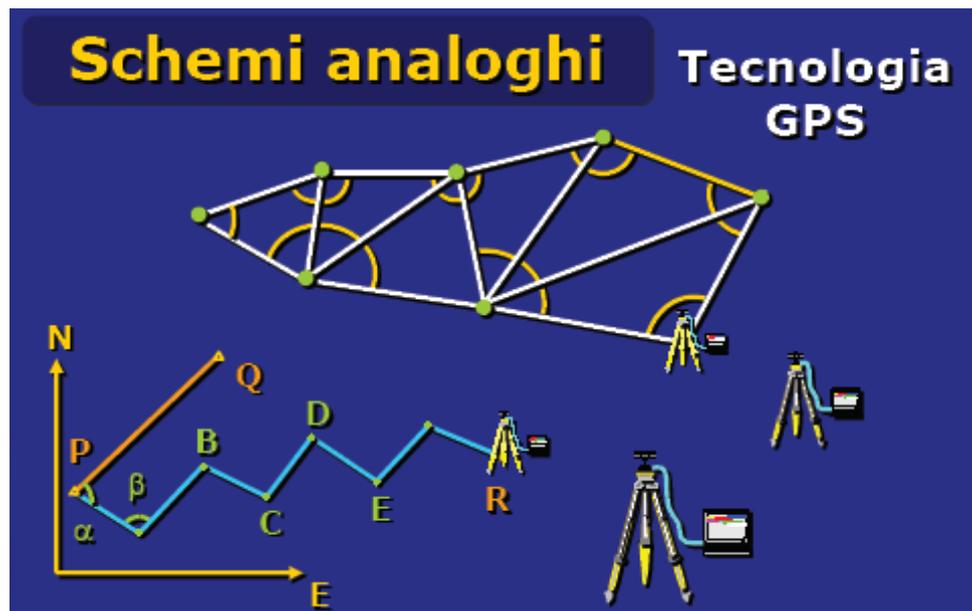
$$Y_P = Y_A + SP \cos \theta_{AP}$$

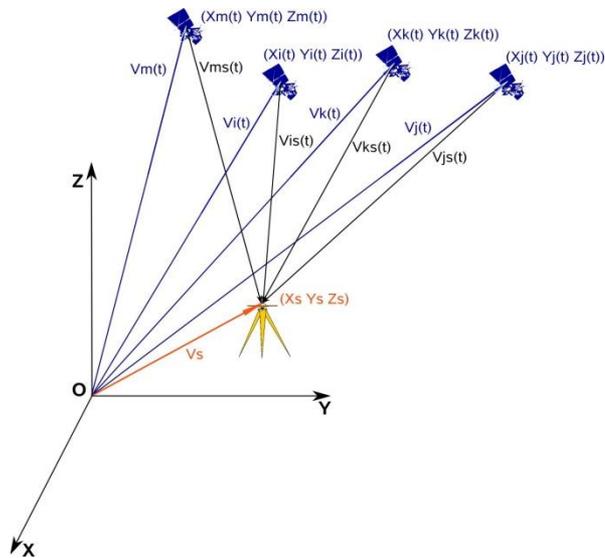
$$\Delta Q_{SP} = SP \cdot \cotgz + h - l$$

$$Q_P = Q_S + SP \cdot \cotgz + h$$

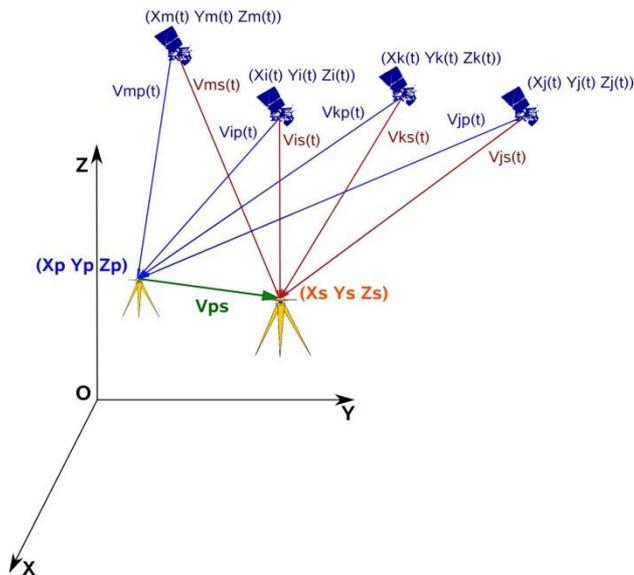
RILIEVO GPS

Il sistema GPS restituisce le coordinate dei punti nel sistema **WGS84**. Tale sistema è quello che dal 1 gennaio 2009 l'IGM ha adottato come riferimento in Italia seguendo le direttive INSPIRE.





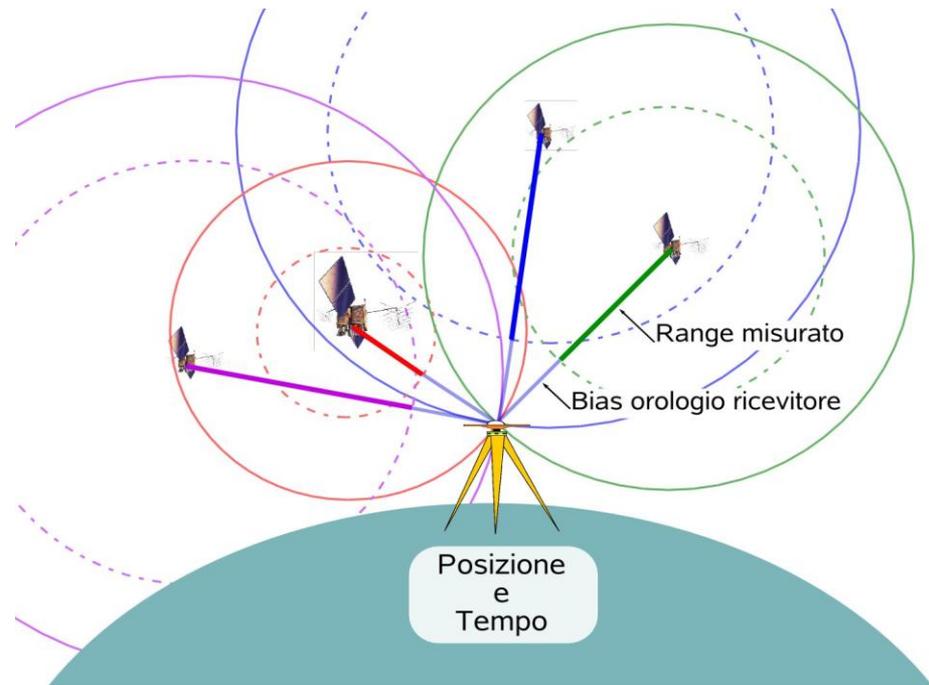
Posizionamento assoluto: è quello che viene ottenuto da un singolo ricevitore GPS che nella maggioranza de casi esegue solo misure di codice su quattro o più satelliti. Nella terminologia internazionale sono sinonimi i termini *point positioning*, *absolute point positioning*, *single point positioning*.



Posizionamento relativo: è quello che si ottiene utilizzando le osservazioni di codice o di fase di due ricevitori, effettuate simultaneamente sugli stessi satelliti. Solitamente uno dei due ricevitori è in posizione nota, perciò le coordinate del secondo ricevitore sono determinate rispetto al primo. Di solito si parla di posizionamento relativo quando le osservabili sono quelle di fase.

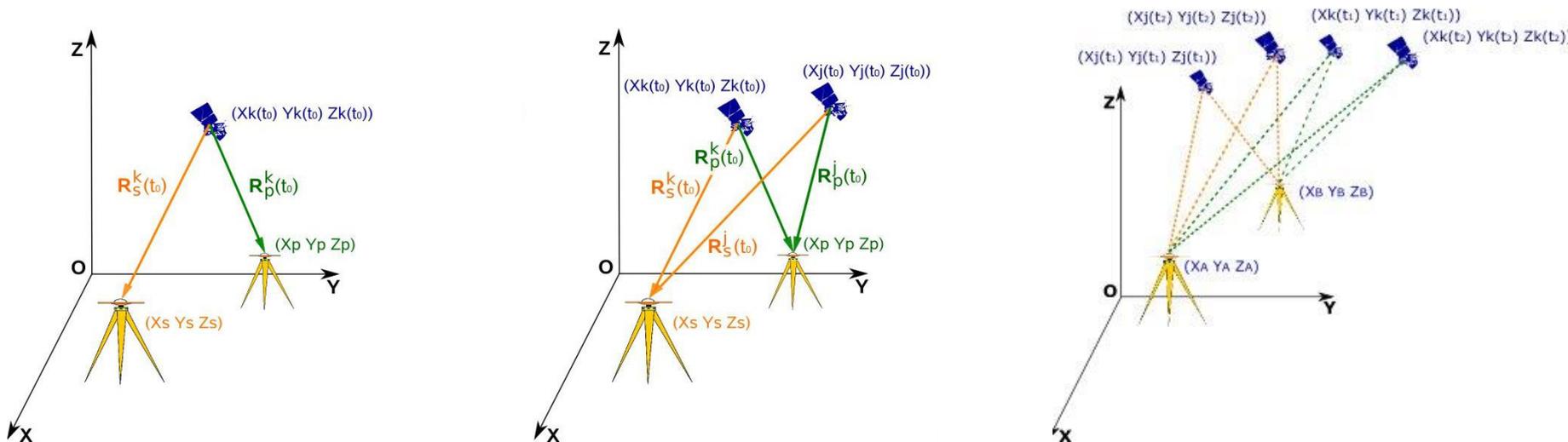
Posizionamento di codice

- è il posizionamento ottenuto utilizzando le osservabili del codice C/A modulato in fase sulla L1 o, negli strumenti abilitati, il codice P(Y) modulato in fase sia sulla L1 che sulla L2. Consente una precisione nel posizionamento che per il codice C/A è **dell'ordine dei metri**.



Posizionamento di fase

- E' il posizionamento ottenuto utilizzandole osservabili sulle onde portanti sia sulla L1 che sulla L2 dopo aver rimosso i codici C/A e P ed il messaggio di navigazione. A differenza dell'osservabile di codice, presenta una ambiguità di fase iniziale che deve essere determinata. Il posizionamento avviene attraverso varie combinazioni di misura denominate singole, doppie e triple differenze. Consente una precisione nel posizionamento che arriva fino a **pochi millimetri**



Posizionamento differenziale

- Nel posizionamento differenziale una stazione sta in posizione fissa stabile così che se ne possano possedere le coordinate con elevata precisione. Quando la stazione esegue un posizionamento singolo, le coordinate ottenute in tempo reale differiranno da quelle note a causa degli errori presenti nel posizionamento assoluto. La conoscenza delle coordinate precise consentirà di stimare delle correzioni da inviare ai rover che li utilizzeranno per correggere le proprie misure ed ottenere una stima più precisa della posizione.
- La correzione differenziale viene trasmessa in tempo reale dal ricevitore base al rover che la applica immediatamente, tramite il protocollo RTCM o tramite formati proprietari delle ditte costruttrici dei ricevitori. La precisione nel posizionamento differenziale DGPS dipende dalla distanza del rover dalla stazione master, e varia da 0.60 m a 3 m per distanze del rover dalla stazione master che variano da pochi fino a 300 chilometri.
- Nelle misure di fase, oltre una certa distanza (approssimativamente 20,30 km), non si riesce più ad eseguire l'inizializzazione a causa della parte non differenziabile dei vari bias. La soluzione per misure RTK a grandi distanze dalla stazione base è allora la determinazione dei bias a partire dalla loro stima e interpolazione in una rete di stazioni permanenti GPS.

Posizionamento differenziale

