RIEPOLIOGO
LIVELLAZIONI A VISUALE INCLINATA

PENDENZA

Immaginiamo una linea retta che congiunga i punti A e B sul terreno:

- Si definisce **pendenza** di questa retta, la **tangente dell'angolo** α che questa retta forma con l'orizzontale: $p_{AB} = \mathrm{tg}\,\alpha$

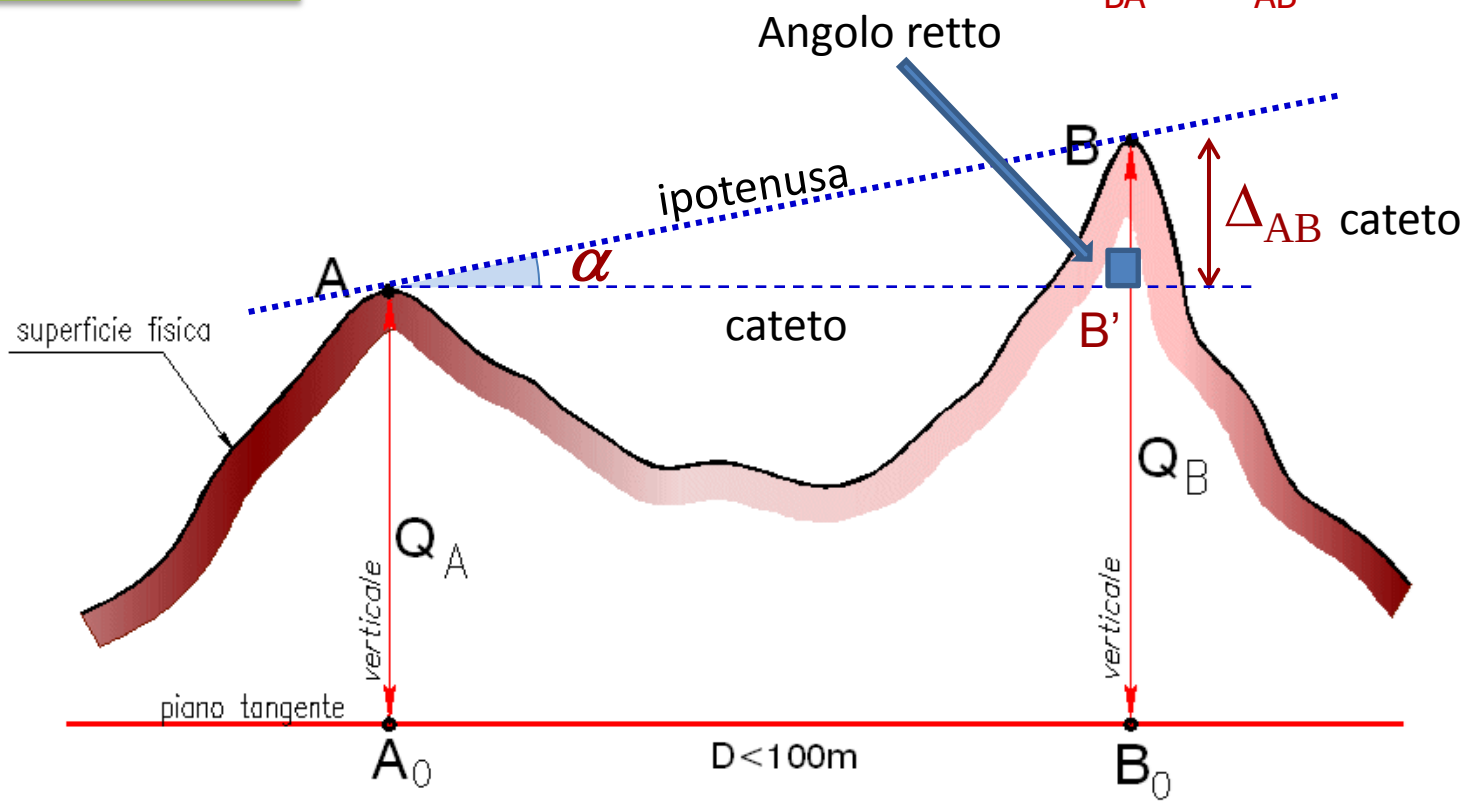
- Considerando il triangolo retto ABB' la **pendenza** della retta AB può essere ridefinita con una forma più utile e conveniente:

$$p_{AB} = \frac{\Delta_{AB}}{AB'} = \frac{\Delta_{AB}}{D}$$

$$Q_B = Q_A + \Delta_{AB}$$

$$\Delta_{AB} = Q_B - Q_A \qquad \Delta_{BA} = Q_A - Q_B$$

$$\Delta_{BA} = -\Delta_{AB}$$



LIVELLAZIONE ECLIMETRICA (errore 1-2cm su 100m)

distanza massima 300-400m con mira o prisma

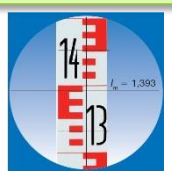
distanza massima 100-120m se uso stadia

$$\Delta_{AB} = h_{strumento} + D \cdot cotg\varphi - l_{stadia/mira/prisma}$$

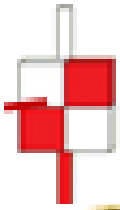
$$\Delta^* = D \cdot cotg\varphi$$

(se uso stazione Δ totale viene calcolata in automatico)*

L_{stadia} = *lettura filo medio stadia*

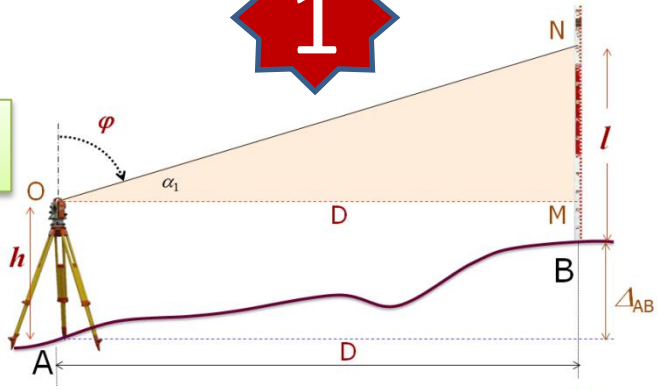


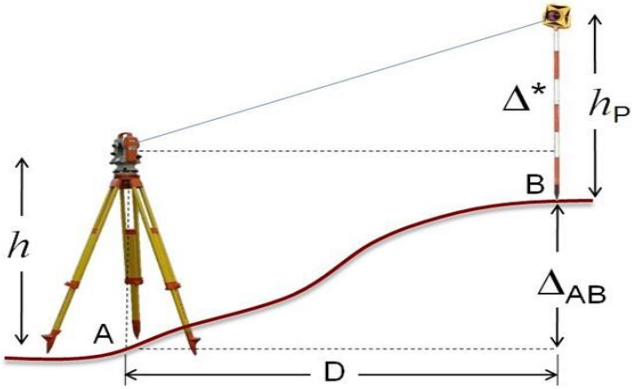
L_{mira} = *collimo il punto centrale della mira*



L_{mira} = *collimo il prisma se uso stazione totale*

1



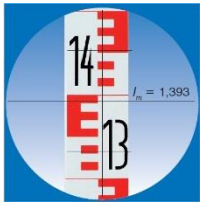


LIVELLAZIONE TACHEOMETRICA 100-120 M (abbandonata) (errore 5-7 cm su 100m)

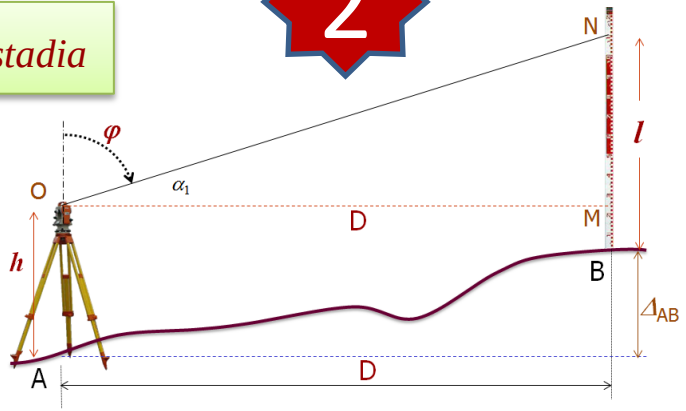
$$\Delta_{AB} = h_{strumento} + K \cdot S \cdot sen\varphi \cdot cos\varphi - l_{stadia}$$

S = *Lettura filo superiore – Lettura filo inferiore*

L_{stadia} = *lettura filo medio stadia*



2



LIVELLAZIONE TRIGONOMETRICA (semplificata)

> 400M MA MAX 2-4 KM

Livellazione eclimetrica + errore complessivo «e» di sfericità e rifrazione

3

$$\Delta_{AB} = h_{strumento} + D \cdot cotg\varphi - l_{mira} + \frac{1-K}{2 \cdot R} \cdot D^2$$

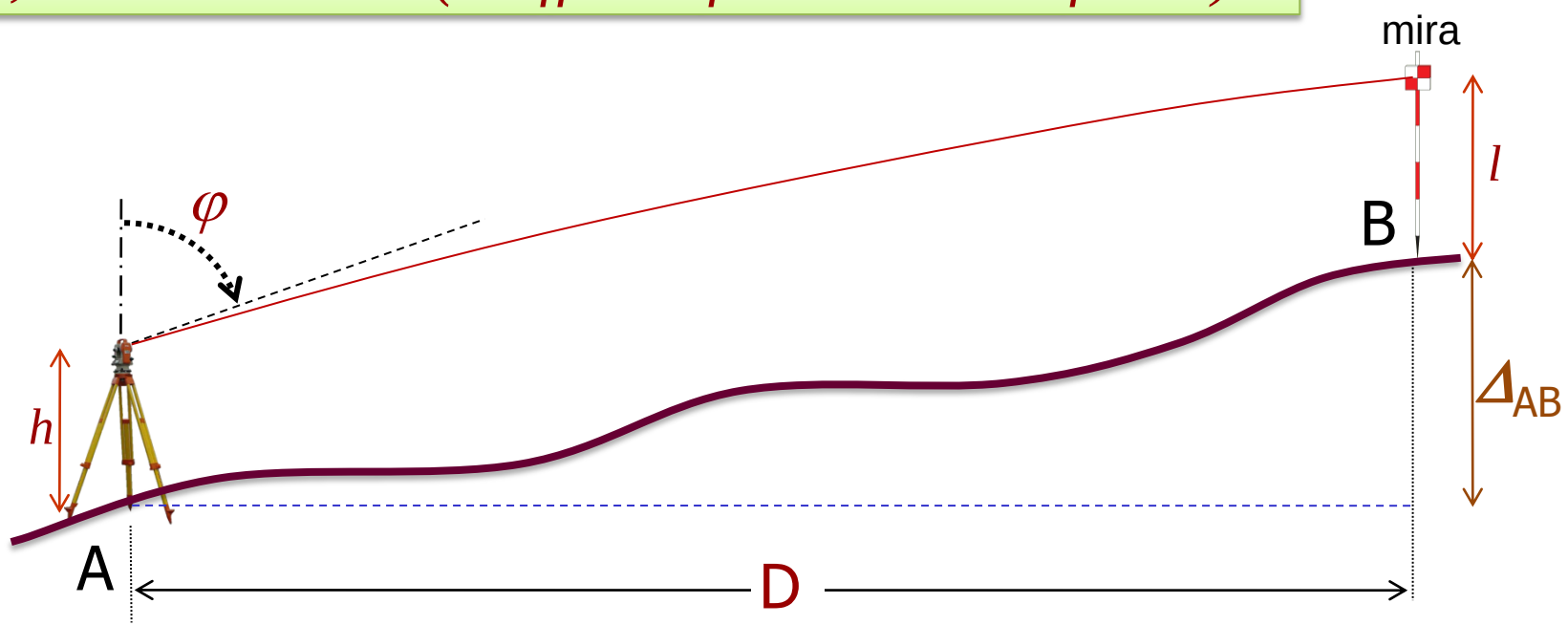
dall'**errore complessivo** di sfericità e rifrazione (*e*)

l = altezza della mira

h= altezza strumento

R= 6370000m (raggio sfera locale)

K= 0,13 valore medio (coeff. di rifrazione atmosferica)



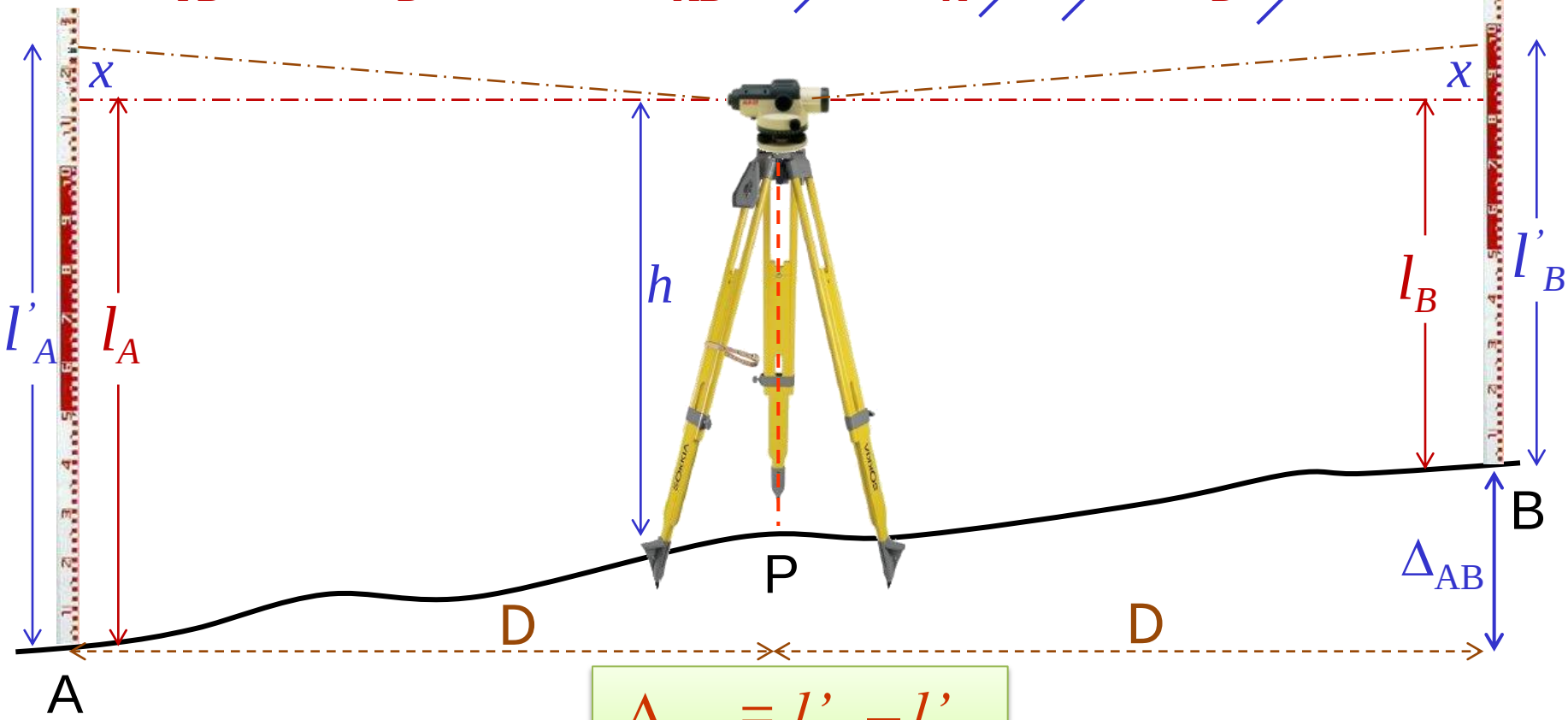
RIEPOLIOGO
LIVELLAZIONI A VISUALE ORIZZONTALE

LIVELLAZIONE GEOMETRICA DAL MEZZO

In questo metodo il livello **viene collocato** su un **punto generico** P **scelto a piacere** ma **approssimativamente <u>equidistante</u>** dagli estremi A e B, in generale **fuori** dall'allineamento AB. Così viene **annullato** l'errore causato dalla imperfetta orizzontalità della linea di mira (infatti essendo $PA \simeq PB$ dovrà anche essere : $x_A = x_B = x$).

$$\Delta_{PA} = h - l'_A + x \qquad \Delta_{AB} = \Delta_{AP} + \Delta_{PB}$$

$$\Delta_{PB} = h - l'_B + x \qquad \Delta_{AB} = -\cancel{h} + l'_A - \cancel{x} + \cancel{h} - l'_B + \cancel{x}$$



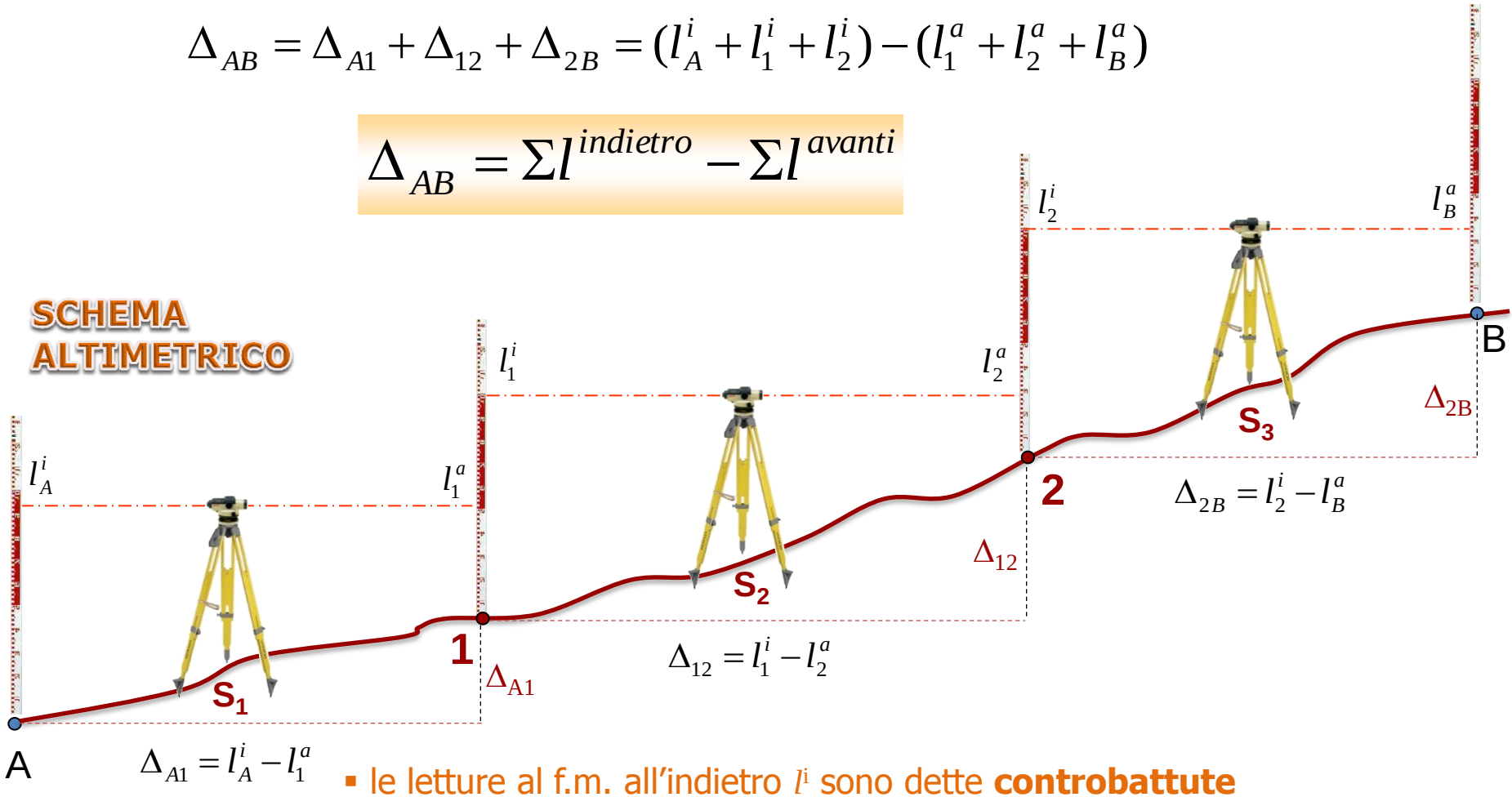
$$\boxed{\Delta_{AB} = l'_A - l'_B}$$

LIVELLAZIONE COMPOSTA DAL MEZZO

Percorrendo la linea livellata da *A* verso *B*, collocando il livello nei punti S_1, S_2, S_3, scelti in modo arbitrario (ma equidistanti dagli estremi della tratta), si misurano i **dislivelli parziali** relativi ai diversi tratti :

$$\Delta_{AB} = \Delta_{A1} + \Delta_{12} + \Delta_{2B} = (l_A^i + l_1^i + l_2^i) - (l_1^a + l_2^a + l_B^a)$$

$$\Delta_{AB} = \Sigma l^{indietro} - \Sigma l^{avanti}$$



- le letture al f.m. all'indietro l^i sono dette **controbattute**
- le letture al f.m. in avanti l^a sono dette **battute**
- Sui **punti intermedi** sono eseguite **sia** letture in **avanti, sia** all'**indietro**; mentre sugli **estremi** solo in avanti oppure solo all'indietro.

REGISTRO DELLA LIVELLAZIONE COMPOSTA

Le letture alla stadia della livellazione composta vengono raccolte in un opportuno **registro** di campagna sul quale si riconoscono essenzialmente due colonne, una per le *battute*, l'altra per le *controbattute* :

Staz.	Punto battuto	Letture f.m. stadia	
		indietro	avanti
S_1	**A** **1**	2,215	1,015
S_2	**1** **2**	1,986	0,874
S_3	**2** **3**	2,124	1,414
S_4	**3** **B**	1,819	0,616
	$\sum l$ indietro	**8,144**	
	$\sum l$ avanti		**3,919**
	Dislivello	Δ_{AB} = 8,144 - 3,919 = + 4,225	

Punto battuto	Letture f.m. stadia	
	indietro	avanti
A	2,215	---
1	1,986	1,015
2	2,124	0,874
3	1,819	1,414
B	---	0,616
$\sum$	**8,144**	**3,919**
Δ	Δ_{AB} = 8,144 - 3,919 = + 4,225	

- i **dislivelli parziali** Δ_{A1}, Δ_{12}, ... possono (eventualmente) essere calcolati facendo la differenza tra la lettura indietro e quella in avanti del tratto considerato.
- nel registro tali letture vanno individuate **diagonalmente.**

CONTROLLO E COMPENSAZIONE

- L'errore di chiusura altimetrica deve essere contenuto entro i limiti di **tolleranza** prevista per la misura.

$$|\delta_\Delta| \leq T_a$$

- La **tolleranza** per il controllo dell'errore di chiusura altimetrica, espressa in **millimetri**, è data da una formula in cui è presente l'**errore medio chilometrico** μ_k (caratteristico di ciascun livello, e **certificato** dalla Casa costruttrice), e dallo sviluppo L della linea livellata **espressa in Km**.

$$T_a = 3\mu_K\sqrt{L}$$

in millimetri

- La compensazione altimetrica (empirica) inizia con il calcolo dello **errore unitario** K_Δ (per m di linea livellata).

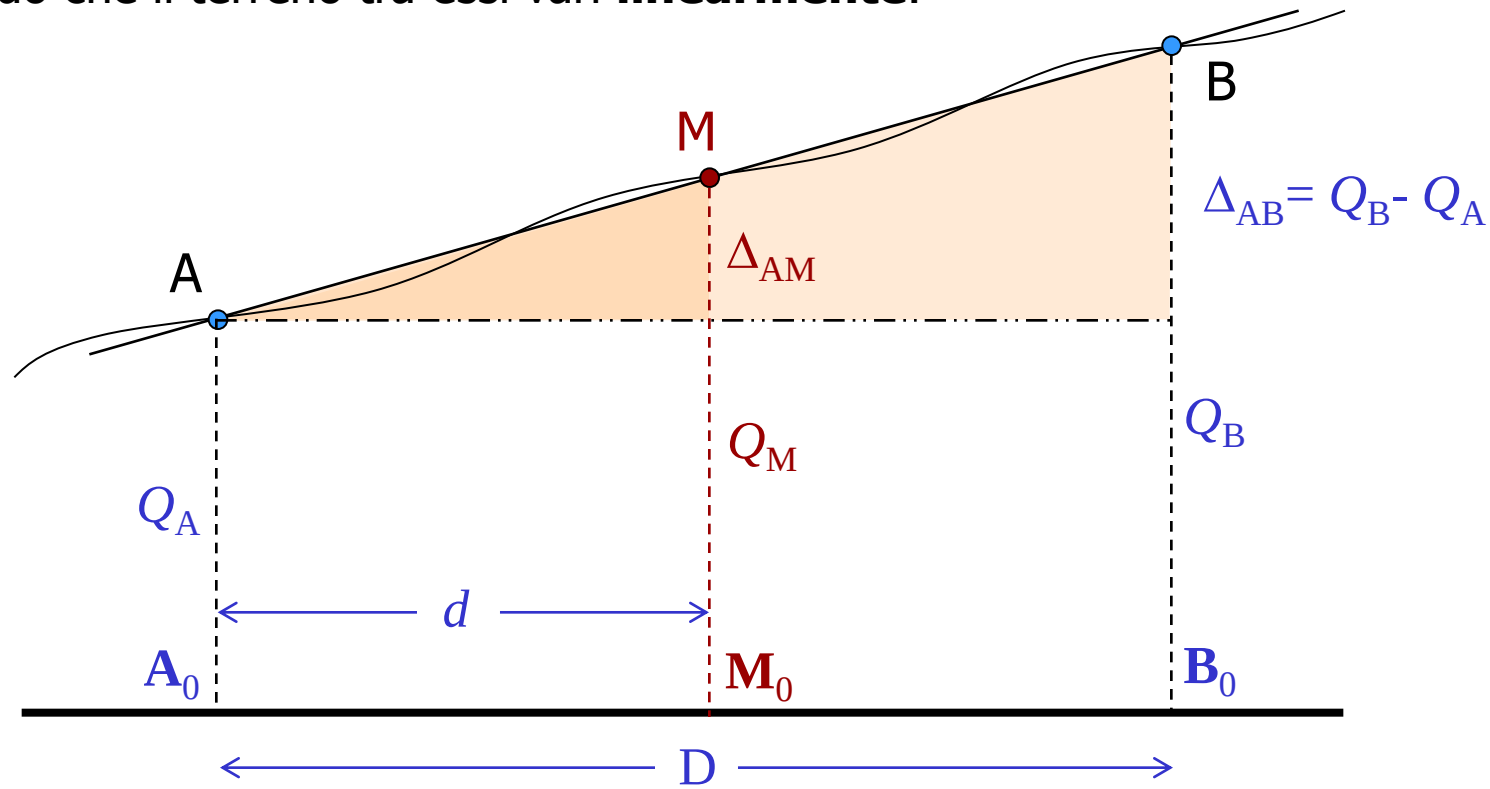
$$K_\Delta = -\frac{\pm\delta_\Delta}{L}$$

- Successivamente si correggono i singoli dislivelli parziali proporzionalmente alla **lunghezze** delle corrispondenti tratte, e invertendo il segno.

$$\Delta'_{A1} = \Delta_{A1} + K_\Delta \cdot A1$$
$$\Delta'_{12} = \Delta_{12} + K_\Delta \cdot 12$$
$$\Delta'_{23} = \Delta_{23} + K_\Delta \cdot 23$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

PROBLEMI FREQUENTI CON I DISLIVELLI

PROBLEMA 1 : Determinare la **quota** di un punto M appartenente all'allineamento tra altri due punti A e B di quote e distanza note (Q_A, Q_B, D), immaginando che il terreno tra essi vari **linearmente**.



1° modo

$$\frac{\Delta_{AM}}{\Delta_{AB}} = \frac{d}{D} \qquad \Delta_{AM} = \frac{d}{D} \cdot \Delta_{AB}$$

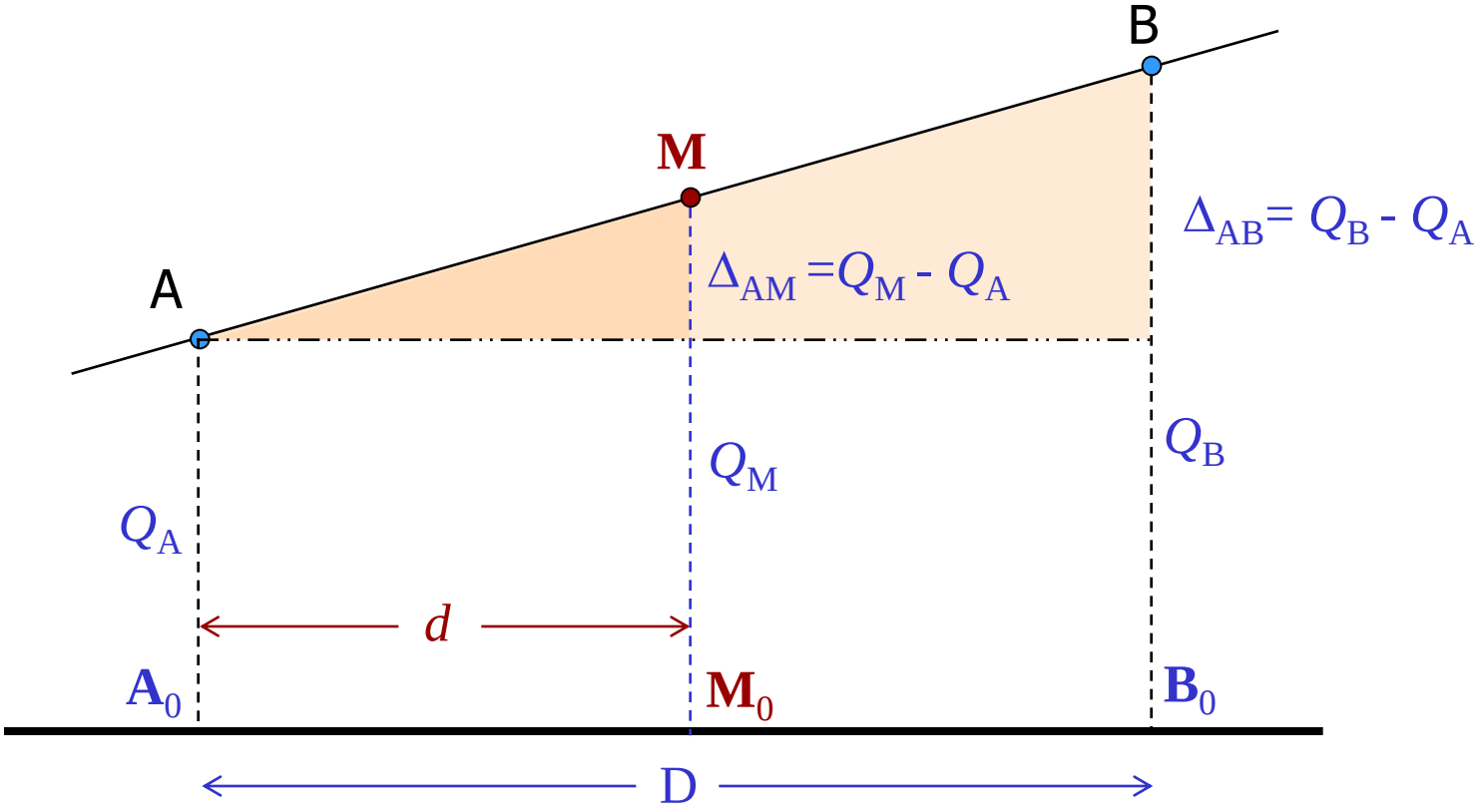
$$\boxed{Q_M = Q_A + \Delta_{AM}}$$

2° modo

$$\Delta_{AM} = p_{AM} \cdot d \qquad p_{AM} = p_{AB} = \frac{\Delta_{AB}}{D}$$

$$\boxed{Q_M = Q_A + \Delta_{AM}}$$

PROBLEMA 2 : Determinare la **posizione** (es. distanza da A) di un punto M di **quota nota** Q_M , appartenente all'allineamento tra altri due punti A e B di quote e distanza note (Q_A, Q_B, D), immaginando che il terreno tra essi vari **linearmente**.



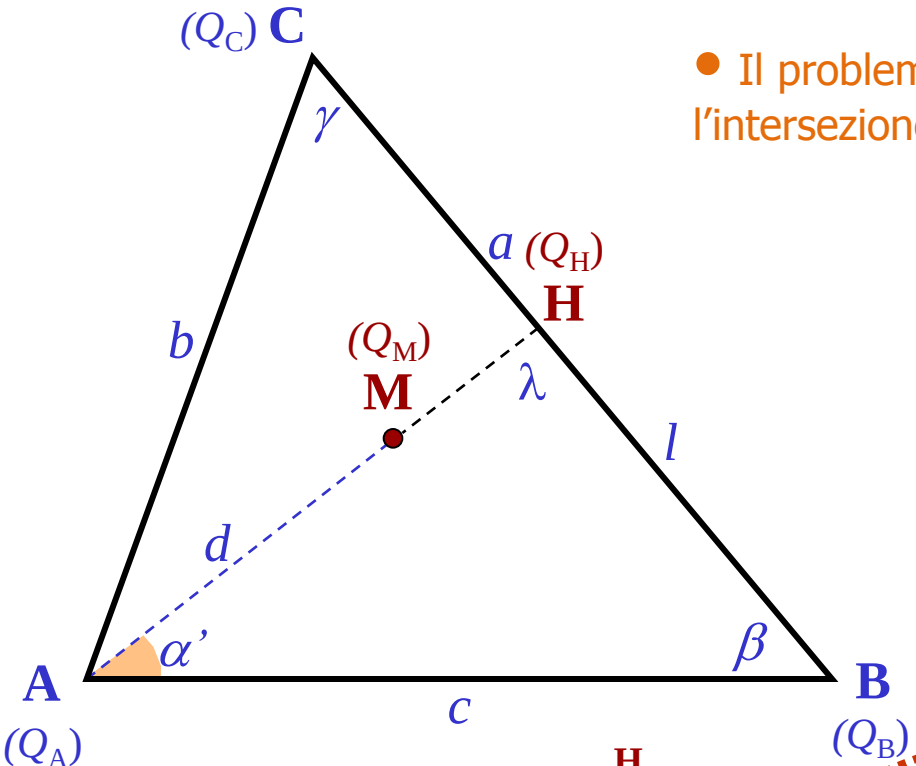
1° modo

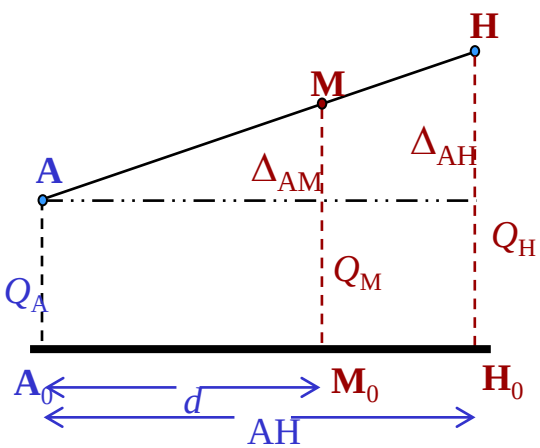
$$\frac{\Delta_{AM}}{\Delta_{AB}} = \frac{d}{D} \qquad \boxed{d = \frac{\Delta_{AM}}{\Delta_{AB}} \cdot D}$$

2° modo

$$\boxed{d = \frac{\Delta_{AM}}{p_{AM}}} \qquad p_{AM} = p_{AB} = \frac{\Delta_{AB}}{D}$$

PROBLEMA 3 : Determinare la **quota** di un punto **M** di **posizione nota** (es. noti AM=d e α'=MAB), **appartenente** al piano (**falda**) definito da tre punti A, B e C di posizione e quote note (a,b, c, Q_A, Q_B, Q_C).





- Il problema si risolve conoscendo $p_{AM} = p_{AH}$, in cui H è l'intersezione del lato BC con il prolungamento di AM:

$$\boxed{Q_M = Q_A + d \cdot p_{AM}}$$

1-Per calcolare la pendenza $p_{AM} = p_{AH}$ è necessario **partire** dal triangolo AHB (o da quello AHC) da cui calcolare λ, l, AH

$$l = \frac{c}{\sin\lambda}\sin\alpha' \qquad AH = \frac{c}{\sin\lambda}\sin\beta$$

2-Ora è possibile calcolare la quota del punto H, comprese tra B e C (problema 1)

$$Q_H = Q_B + l \cdot p_{BC}$$

3-Infine si calcola pendenza $p_{AH} = p_{AM}$ che permette la soluzione del problema

$$p_{AH} = \frac{\Delta_{AH}}{AH} = \frac{Q_H - Q_A}{d + MH}$$