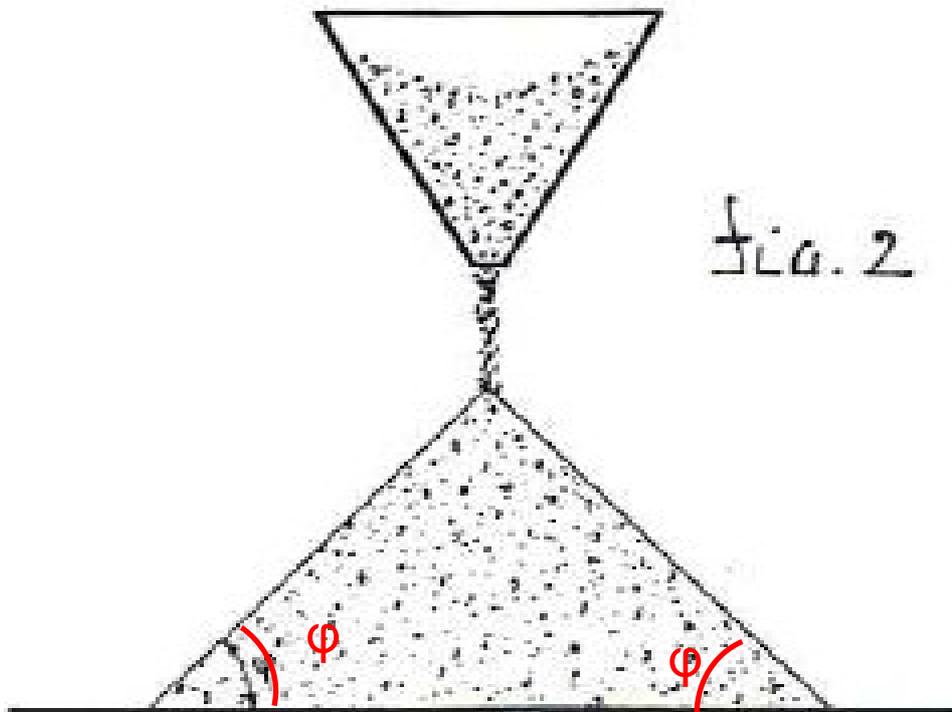
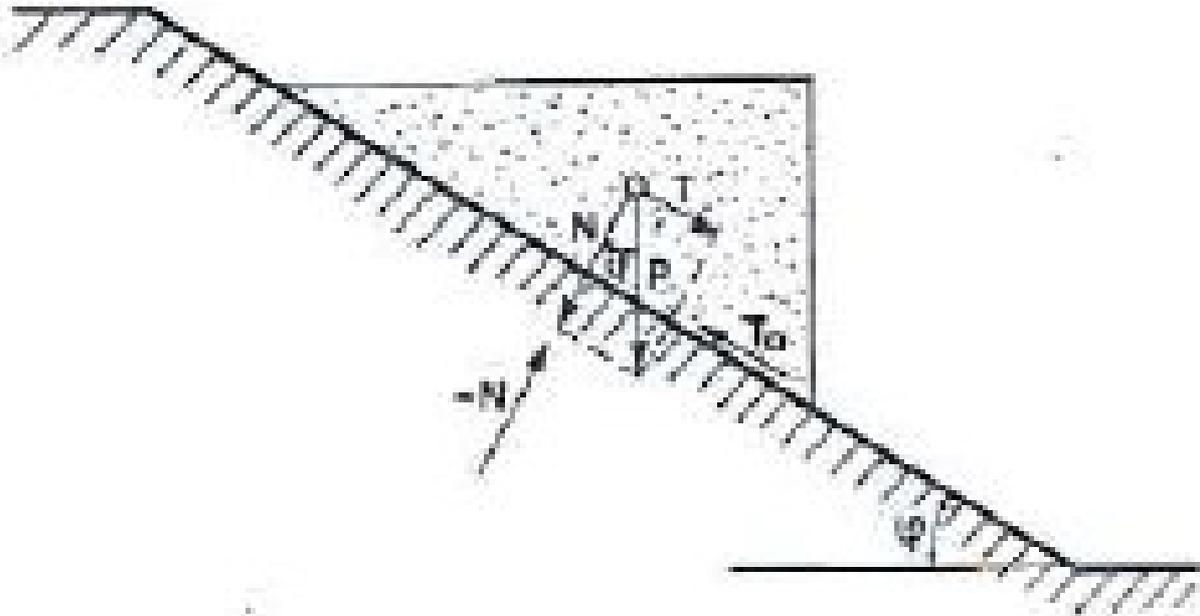


## LA SPINTA DELLE TERRE

- Per spinta delle terre, si intende la pressione che un determinato masso di terra esercita contro un muro o un qualsiasi paramento atto ad impedire il franamento del masso di terra.
- Tra le particelle di una massa di terra allo stato granulare, esiste un attrito ( attrito interno) il quale oppone resistenza allo scorrimento mutuo delle particelle. Tale resistenza dipende dalla coesione "c".
- L'attrito interno, è rappresentato dall'angolo d'attrito che è l'angolo che la scarpa di una massa di terreno forma con l'orizzontale, quando viene lasciata cadere dall'alto ( fig.2).



Se si considera un prisma di terra inclinata dell'angolo  $\varphi$  rispetto all'orizzontale fig. 1 il peso di detto prisma ammette una componente orizzontale  $T$  e una componente orizzontale  $N$



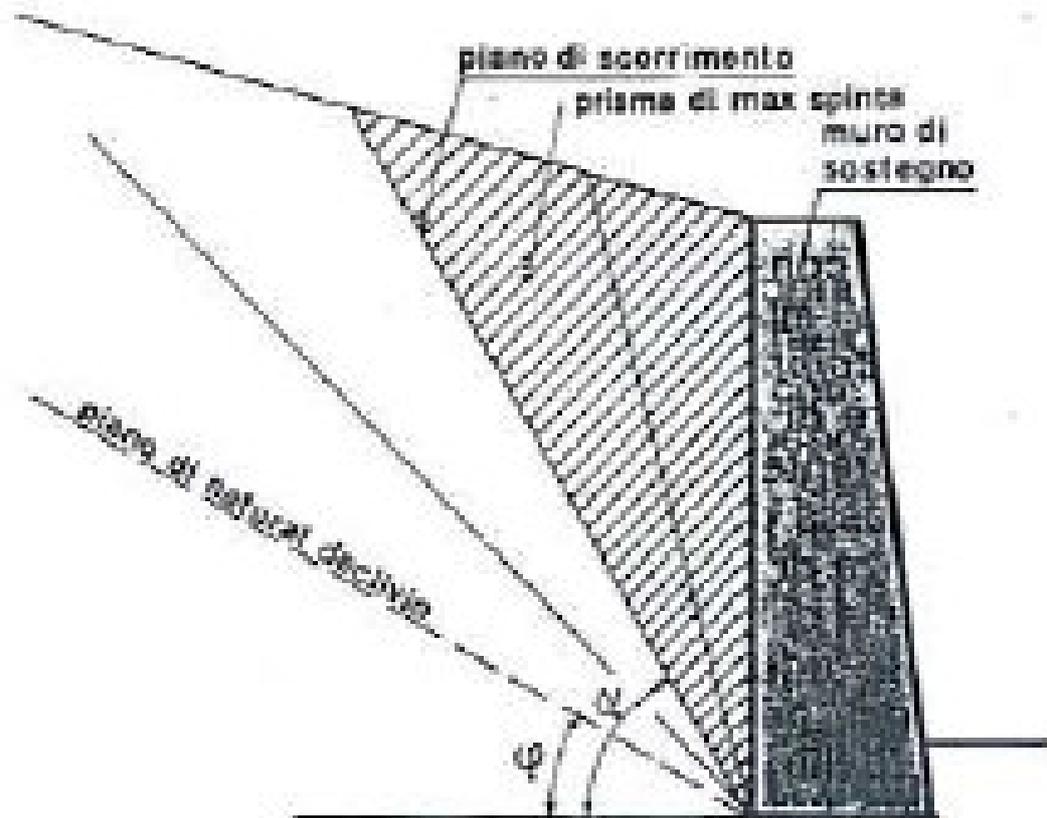
Quando il piano di scorrimento è inclinato dell'angolo di attrito  $\varphi$  la componente tangenziale  $T$  è equilibrata dalla resistenza d'attrito  $T_0 = N \cdot \operatorname{tg} \varphi$ .

fig. 1

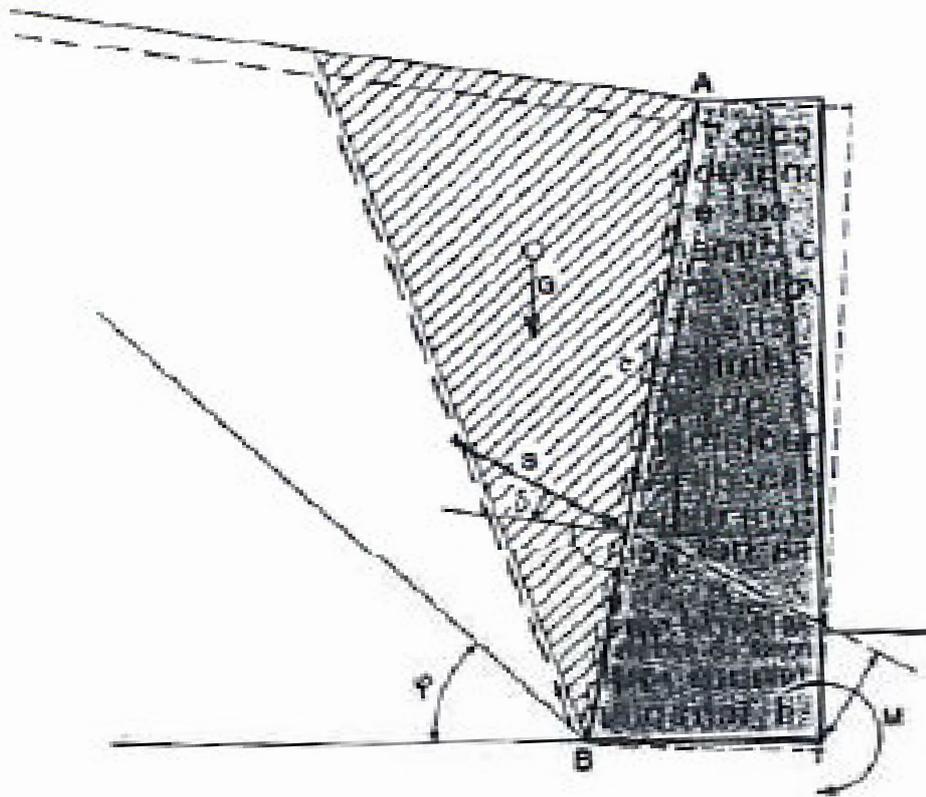
La resistenza d'attrito sarà data da:

$$T_0 = N \times \operatorname{tg} \varphi$$

Tutti i piani che formano angoli  $>$  di  $\varphi$  sono probabili piani di scorrimento di prismi di terra spingenti contro il muro di sostegno.



• Tutti i piani che formano angoli  $>$   $\varphi$  sono probabili piani di scorrimento di prismi di terra spingenti contro il muro di sostegno.



- L'angolo d'attrito terra-muro  $\delta$  definisce l'inclinazione della spinta sulla normale al paramento del muro.

L'angolo  $\varphi$  coincide con *l'angolo di natural declivio* in caso di terreni asciutti incoerenti.

Si possono creare resistenze di attrito fra terra e muro.

Il relativo angolo d'attrito viene indicato con  $\varphi_1$ .

Esso definisce l'angolo d'inclinazione della spinta della terra, rispetto alla normale del paramento del muro.

*$\varphi_1$  assume generalmente il valore di  $1/2 \div 2/3$  di  $\varphi$*

# Parametri del terreno

- peso specifico ovvero peso nell'unità di volume kN/mc
- $\phi$  angolo d'attrito (gradi)
- C coesione kN/mc

Tali valori vengono ottenuti attraverso prove di laboratorio effettuate su campioni di terreno, prelevati dal sito in cui dovrebbe sorgere l'opera in progetto.

La tabella di cui alla figura seguente rappresenta il valore della tensione ammissibile relativa a terreni di varia natura e specie.

Tensioni ammissibili dei terreni in daN/cm <sup>2</sup>					
Tipi di terreni	Per fondazioni alla profondità	Tensioni ammissibili per larghezza di fondazione in m $\geq$ a			
		0,40	1,00	5,00	10,00
a) Terre incoerenti compatte:	fino a 0,5 m	1,2	1,5	2,0	2,5
— sabbia fine e media	da 0,5 a 1,0 m	1,5	2,5	3,0	4,0
	da 1,0 a 2,0 m	2,0	3,0	4,0	5,0
— sabbia grossa ghiaia	fino a 0,5 m	1,5	2,5	3,0	4,0
	da 0,5 a 1,0 m	2,0	3,0	4,0	5,0
	da 1,0 a 2,0 m	2,5	3,5	5,0	6,0
b) Riporti recenti, argilla molle, sabbia finissima in acqua, torba					
0,00					
c) Terre coerenti:					
Argilla molle plastica					0,4
Argilla solida plastica					1,0
Argilla semisolida					1,5
Argilla solida					3,0-5,0
d) Roccia non fessurata					
10+30					
e) Tufo, Tufetto, Pozzolana compatta					
3,0+5,0					

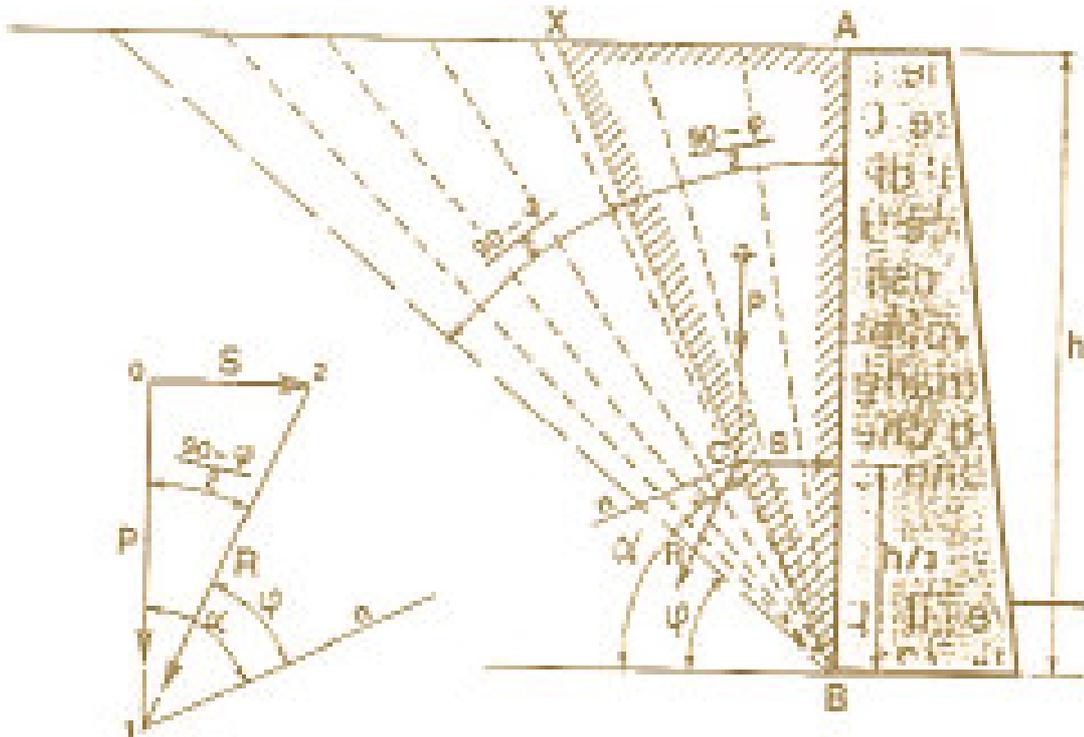
# La teoria di Coulomb

• La teoria di Coulomb per il calcolo della spinta attraverso un procedimento analitico, si basa su cinque ipotesi fondamentali:

1. Il masso di terra spingente è privo di coesione
2. Il muro subisce un piccolo cedimento in avanti non appena viene caricato dal terrapieno, ruotando per esempio attorno a punto B
3. La superficie di scorrimento del prisma di terra, viene considerata piana (in realta è curva)
4. La superficie del terreno è orizzontale ed il paramento del muro di sostegno è verticale.
5. L'angolo d'attrito  $\varphi_1$  è uguale a zero, quindi la spinta è sempre perpendicolare al paramento del muro.

$$S = \frac{\gamma t}{2} h^2 \operatorname{tg}^2 \left( \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)$$

La spinta della terra è applicata ad 1/3 dell'altezza del diagramma delle pressioni di forma triangolare.



- Il prisma di massima spinta di Coulomb.

Breve dimostrazione teorica della teoria di Coulomb

$$\alpha = \varphi + (90^\circ - \varphi)/2 = (90^\circ + \varphi)/2$$

$$S = P \times \operatorname{tg}(\alpha - \varphi) = P \times \operatorname{tg}((90^\circ + \varphi)/2 - \varphi) = P \times \operatorname{tg}((90^\circ - \varphi)/2)$$

Il peso del prisma di terra è dato da:

$$P = (AX) \times h \times (\gamma_t / 2)$$

$$\text{Essendo } (AX) = h \times \operatorname{tg}((90^\circ - \varphi)/2)$$

Sostituendo si ricava :

$$P = \gamma_t / 2 \times h^2 \operatorname{tg}((90^\circ - \varphi)/2)$$

Inserendo questo valore nella formula della spinta

$$S = \gamma_t / 2 \times h^2 \operatorname{tg}((90^\circ - \varphi)/2) \times \operatorname{tg}((90^\circ - \varphi)/2)$$

si ottiene :

$$S = \frac{\gamma_t}{2} h^2 \operatorname{tg}^2 \left( \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right)$$

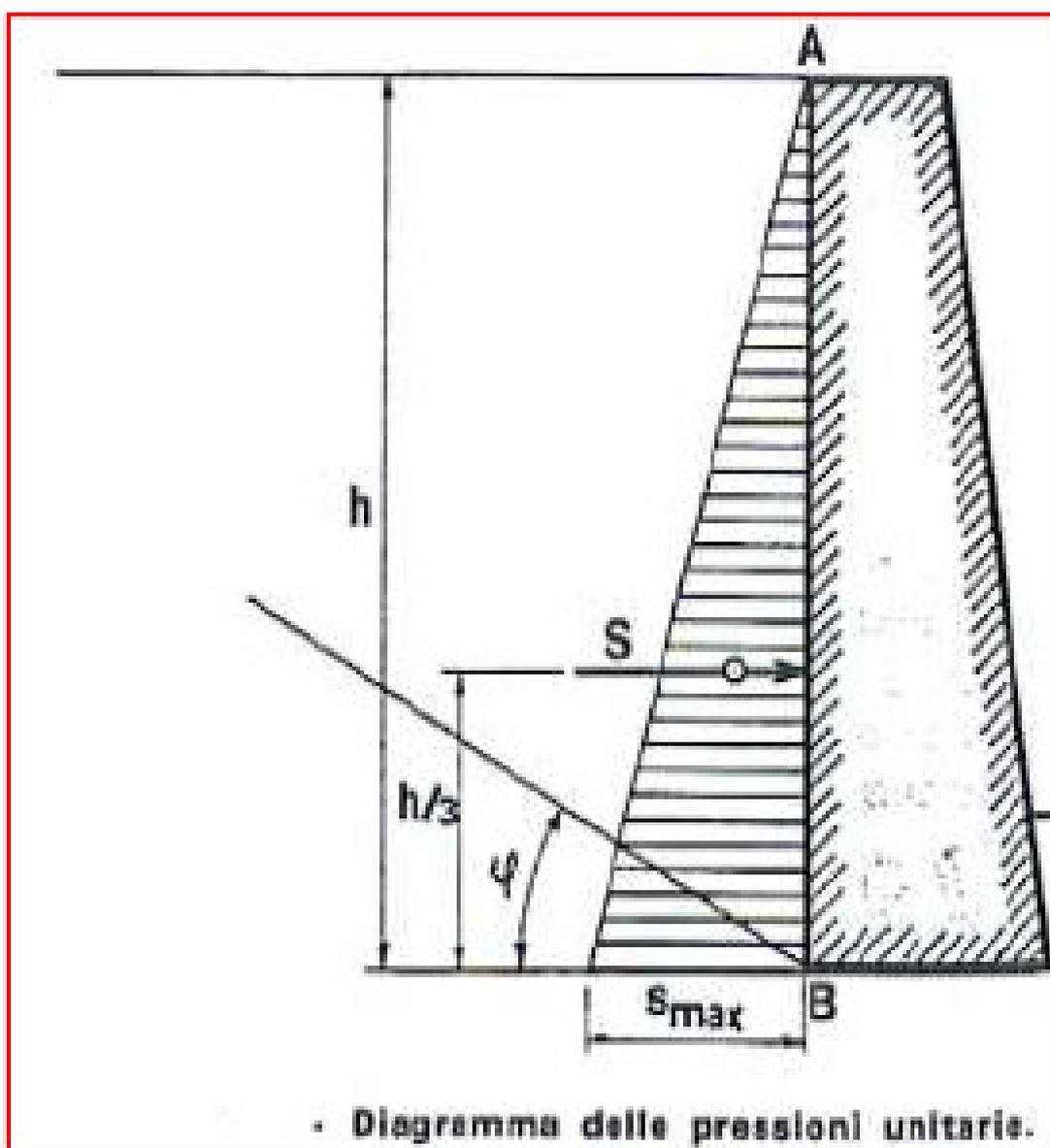
**Formula fondamentale della spinta di Coulomb**

# Diagramma delle pressioni

*Si calcola l'ordinata  $S_{max}$*

*Imponendo che l'area deve essere uguale alla sua risultante:  $(S_{max} * h)/2 = S$  ; da cui  $S_{max} = (2*S)/h$*

*Unita di misura  $kN/m^2$*



## Spinta di Coulomb terreno con sovraccarico

Per sovraccarico di un terrapieno, si intende ogni carico concentrato o ripartito, che agisce sopra il piano orizzontale che delimita il terrapieno

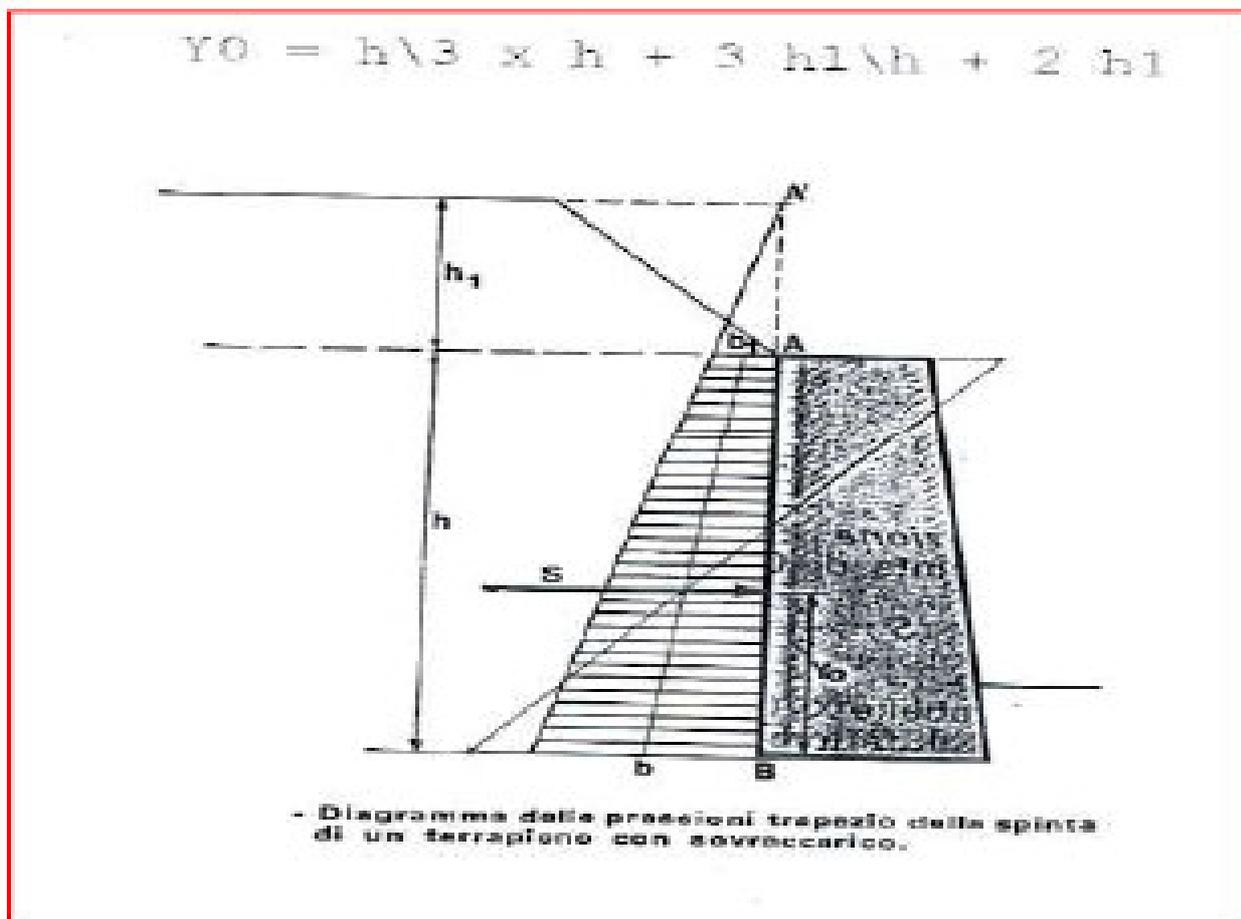
Indicando con  $h_1 = q/\gamma_t$  in cui  $q$  è il sovraccarico e  $\gamma_t$  è il **peso specifico del terreno** la formula di Coulomb diventa la

seguinte: 
$$S = \frac{\gamma_t}{2} h^2 \operatorname{tg}^2 \left( \frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \left( 1 + \frac{2 h_1}{h} \right)$$

Tale spinta, risulta applicata nel baricentro del suo diagramma che, non è più triangolare ma trapezoidale

Il baricentro del diagramma trapezio, può essere determinato con il noto procedimento grafico oppure

con la seguente formula: 
$$Y_G = \frac{h}{3} \times \frac{h + 3 h_1}{h + 2 h_1}$$



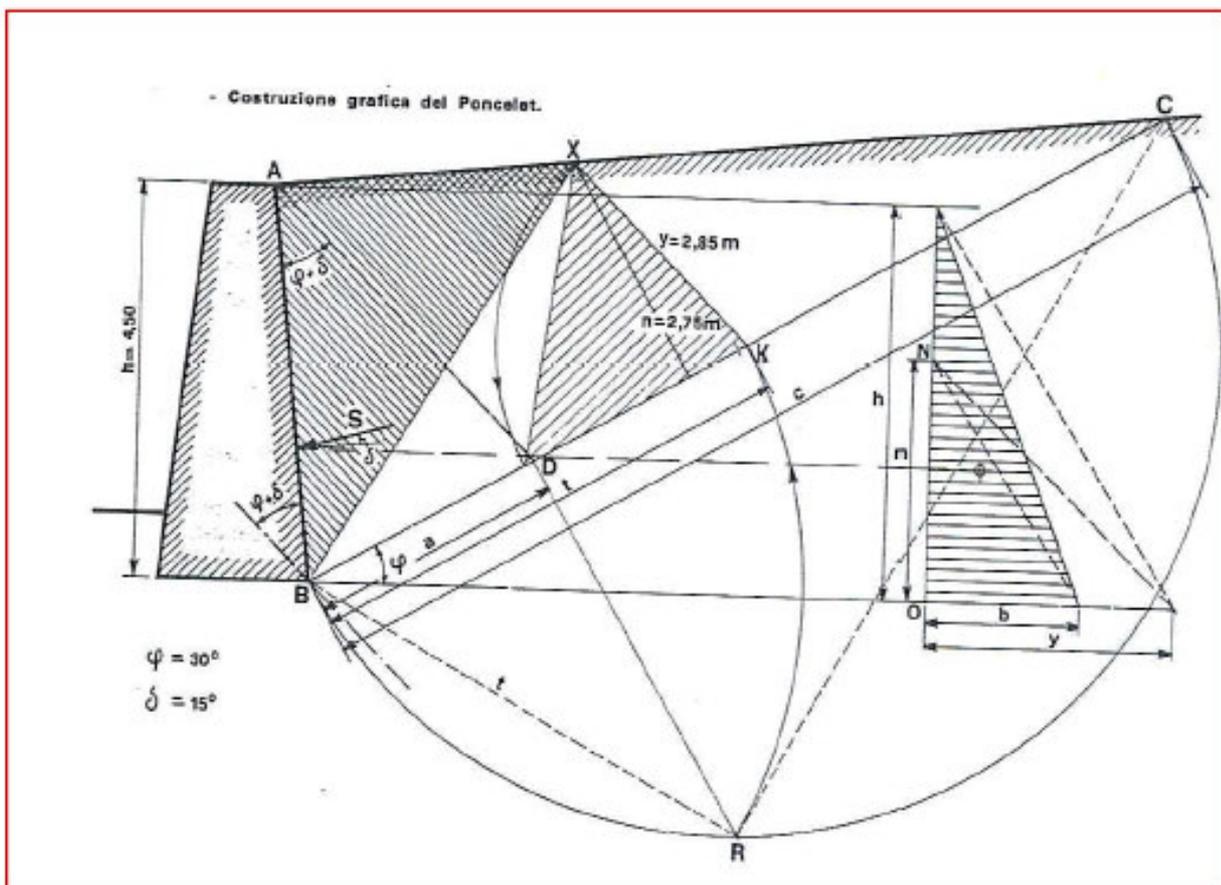
## La costruzione grafica di "Poncelet"

E' un metodo che consente di calcolare la spinta di un terrapieno basandosi su una costruzione grafica.

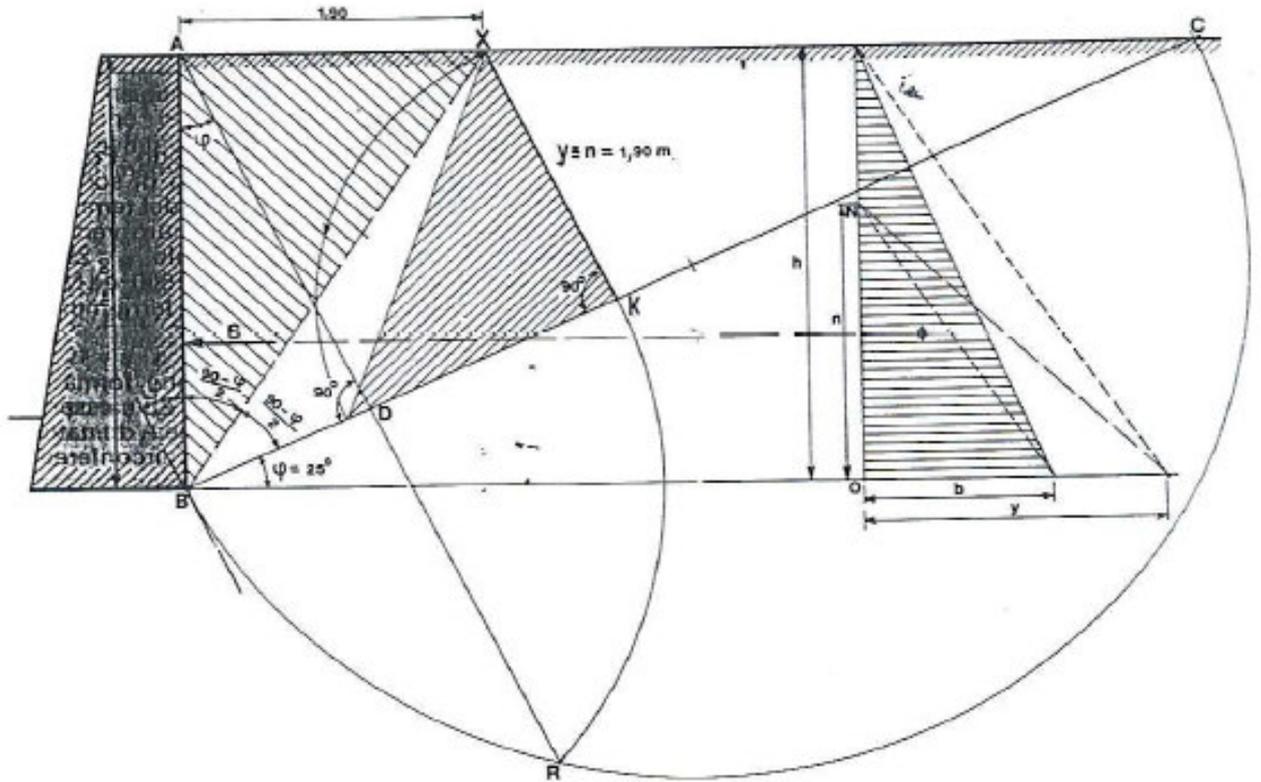
E' possibile calcolare la spinta anche in presenza di paramenti murari inclinati, non si trascura l'attrito fra terra e muro la superficie del terreno può essere comunque inclinata.

Dalla costruzione grafica di cui alla figura seguente si ricavano due valori  $y$  e  $n$  che inseriti nella seguente formula, ci permettono di calcolare la spinta:

$$S = \frac{y_t}{2} \times y \times n$$



Se l'angolo d'attrito terra/muro è uguale a zero, i due segmenti  $y$  e  $n$  coincidono.



La costruzione grafica di Poncalet nel caso particolare con  $\phi = 0$ .

Corso di Costruzioni classe 5<sup>a</sup> B

## La costruzione grafica di Poncelet in presenza di sovraccarico

La costruzione è identica alla precedente, si inserisce l'altezza fittizia del sovraccarico  $h_1$

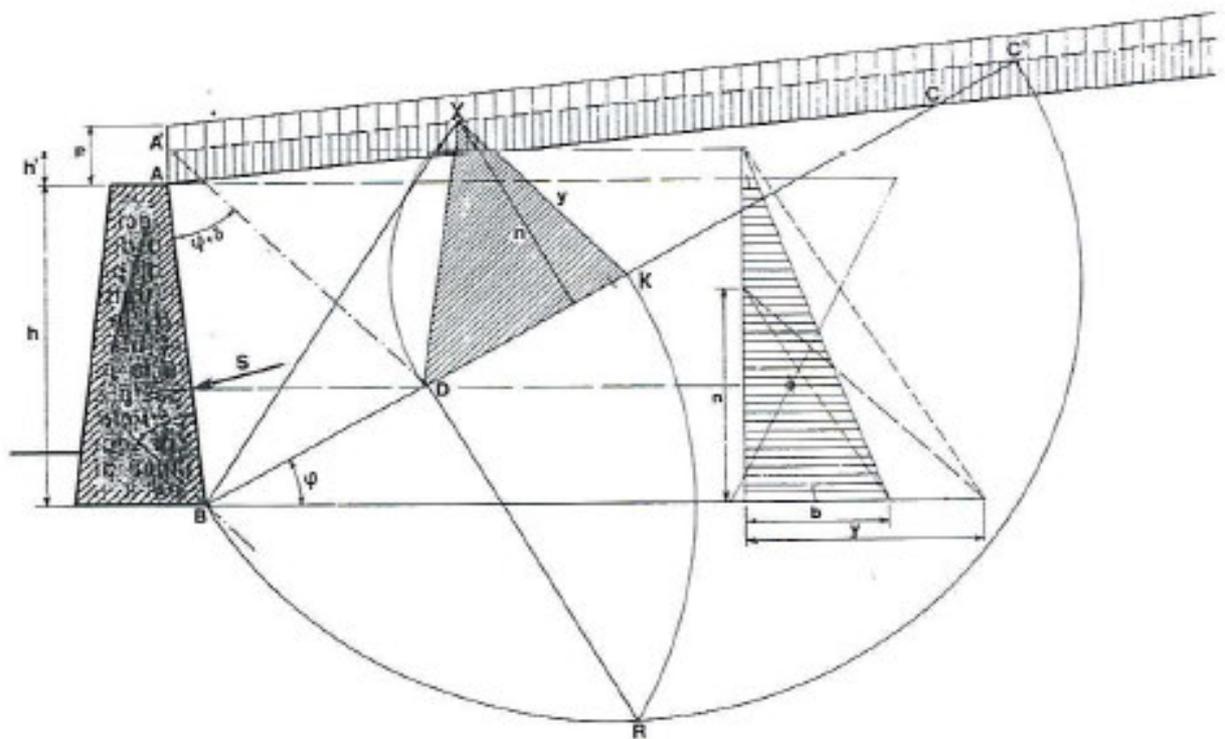


Fig. 10 - La costruzione grafica di Poncelet nel caso di terrapieno con sovraccarico.  
Corso di Costruzioni classe 5° B  
2011/2012