

Correzione dei torrenti

dimensionamento e verifica briglie

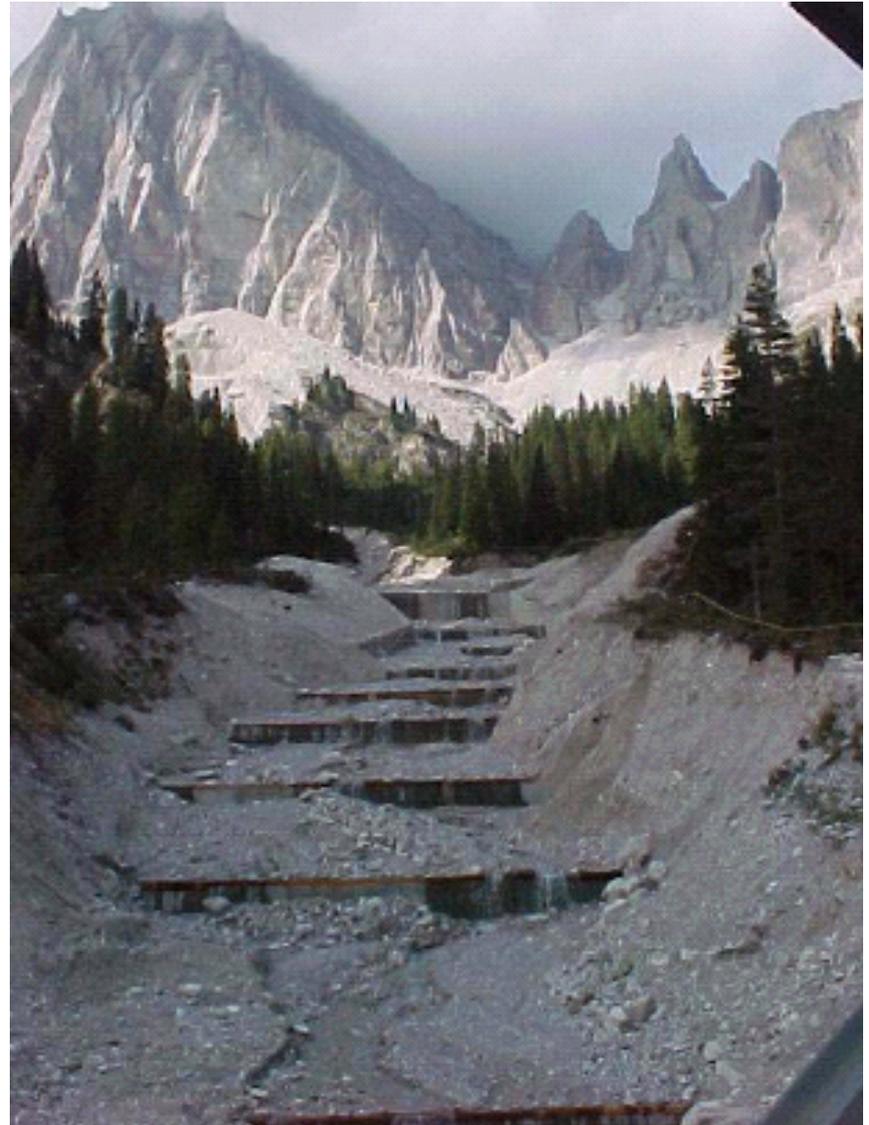
Giancarlo Dalla Fontana
Università di Padova

A.A. 2013/2014

Briglia o traversa:

manufatto trascinabile, posto trasversalmente all'alveo, con lo scopo di innalzarne il fondo

Soglia: opera trasversale di altezza molto modesta, che di solito non emerge dal fondo dell'alveo, con lo scopo di evitarne lo scavo



Briglia in legname e pietrame



Briglia in legname e pietrame (loc. Masetti - Vas - BL)



Progettazione di briglie e soglie



Soglie

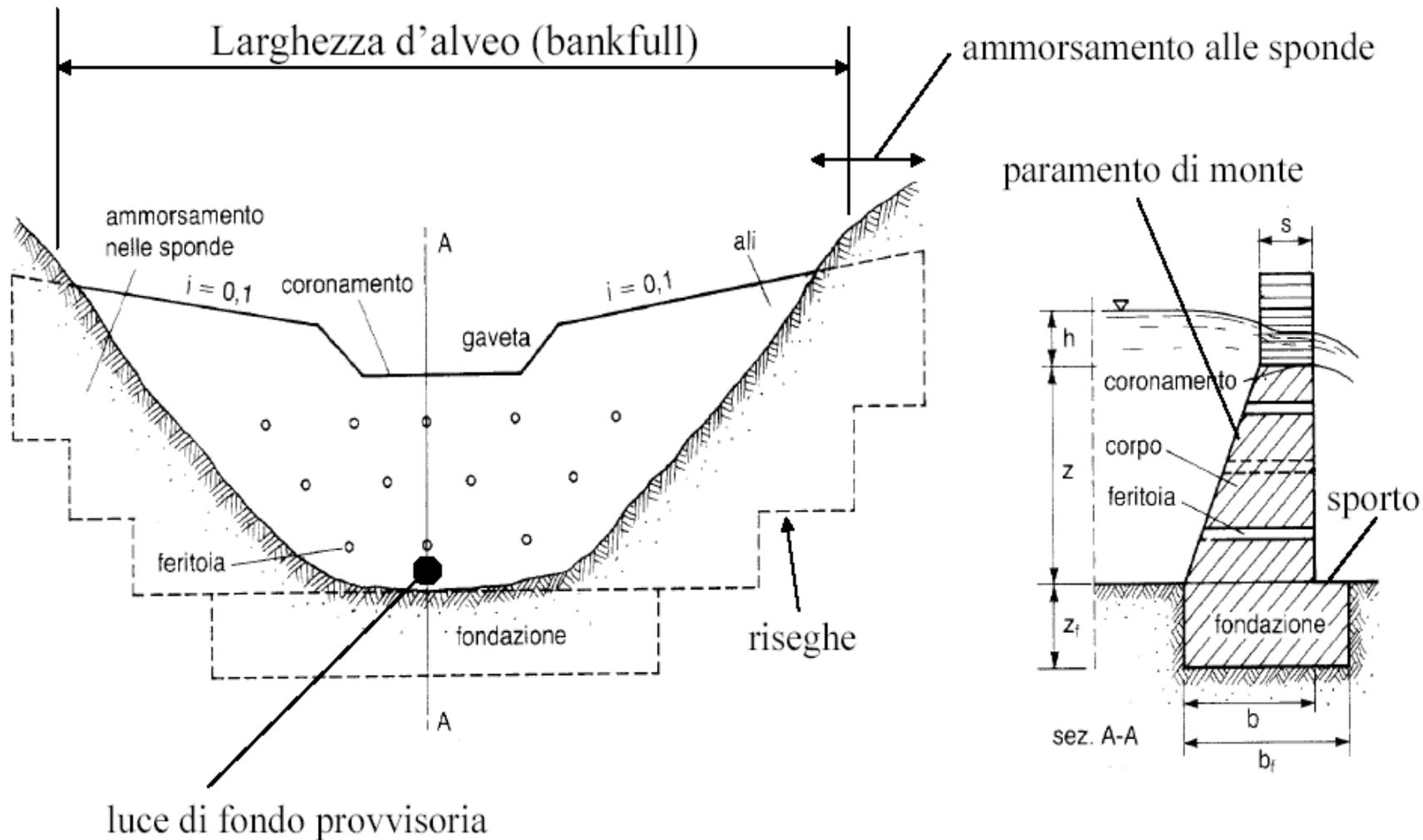


La soglia ha lo scopo di evitare lo scavo dell'alveo.

Possono essere realizzate in calcestruzzo (foto a destra) o posizionando in modo adeguato dei massi (foto sopra) → morfologia alveo



Prospetto e sezione di una briglia



Prospetto e sezione trasversale di una briglia: nomenclatura

Dimensionamento di briglie e soglie

IDRAULICO

Comporta il soddisfacimento delle condizioni di sicurezza connesse alla funzionalità dell'opera in presenza della corrente idrica: acqua, acqua + sedimento + materiale fluitato

Il dimensionamento IDRAULICO precede quello statico ed è strettamente connesso alle modalità di funzionamento ipotizzate dal progettista

STATICO

comporta il soddisfacimento delle condizioni di equilibrio e stabilità globale della briglia con il coefficiente di sicurezza opportuno ed in relazione alle forze esterne di progetto: spinta idrostatica, sottospinta, trasporto solido, azioni sismiche, spinta dei versanti, colate detritiche.

Il dimensionamento STATICO deve successivamente adeguarsi alle scelte funzionali con una scelta opportuna delle tipologie costruttive (schema statico) e delle caratteristiche dei materiali

Dimensionamento idraulico – scelta del tempo di ritorno

Dimensionamento delle sezioni che devono far defluire la portata di progetto di assegnato Tempo di Ritorno → **GAVETA – LUCE – FESSURA**

$$Q_{\text{progetto}} = f (TR_{\text{progetto}})$$

Se la briglia è realizzata a protezione di un manufatto posto a monte (es. ponte)

$$TR_{\text{briglia}} = TR_{\text{opera da difendere}}$$

Se la briglia ha funzioni di stabilizzazione dell'alveo

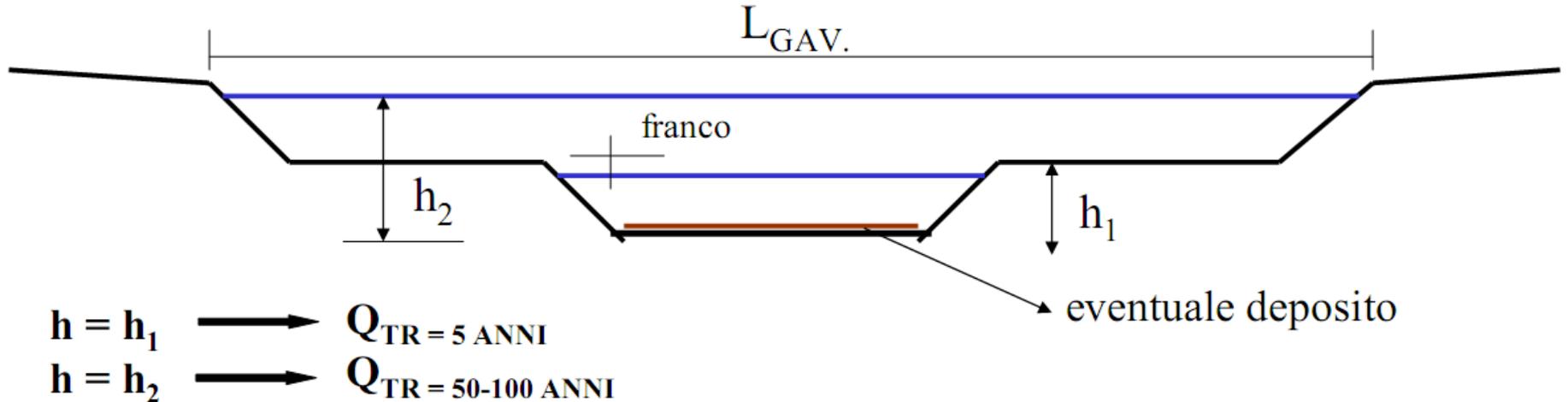
$$TR_{\text{briglia}} = 50-100 \text{ anni}$$

Se la briglia ha particolari funzioni di salvaguardia di un nucleo abitato

$$TR_{\text{briglia}} = 100-500 \text{ anni}$$

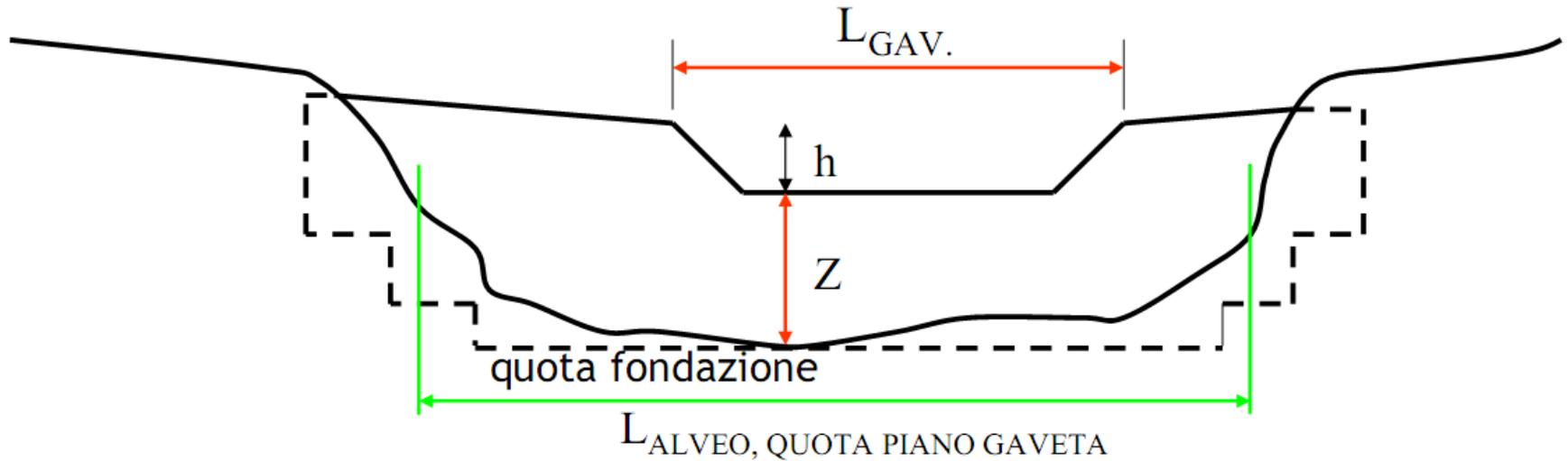
Dimensionamento della gaveta

Per la briglia tradizionale (a parete piena) è opportuno assicurare una gaveta tale da contenere, con un certo franco la portata di progetto (Q_{TR}). Una soluzione interessante può prevedere una tipologia composta con una parte centrale tale da contenere le piene ordinarie ($TR = 2-5$ anni) e una più ampia per la portata di piena a più elevato tempo di ritorno



La larghezza di ingombro della gaveta (L_{GAV}) deve essere scelta cercando di conciliare due opposte esigenze: a) proteggere le sponde dall'erosione concentrando la corrente al centro; b) evita un'eccessiva concentrazione di portata con conseguente pericolo di scavo a valle della briglia.

Dimensionamento della gaveta

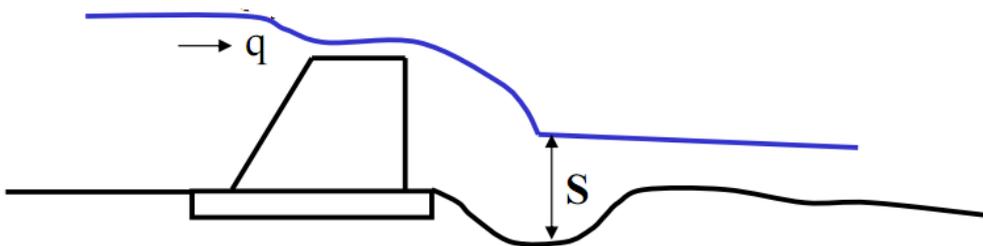


Dimensionamento di massima: $L_{GAV} \sim 0.5 L_{ALVEO}$

Se L_{GAV} è contenuta:

Vantaggi: limita il pericolo di aggiramenti; allontana la corrente dalle sponde evitandone il pericolo di erosione

Svantaggi: cresce il carico idraulico sulla soglia e a parità di Z aumenta il volume costruttivo dell'opera; la portata unitaria ($q = Q_{PROG} / L_{GAV}$) è più elevata e si incrementa la massima profondità del gorgo a valle



$$S = \alpha k q^{0.5-0.6}$$

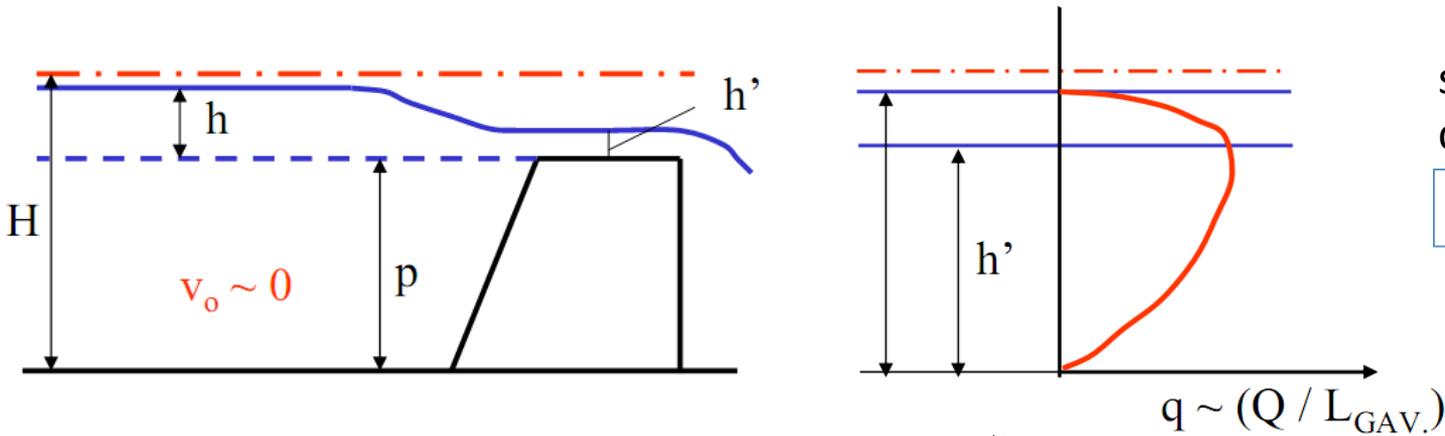
Tipi di gaveta

a geometria SEMPLICE	
RETTANGOLARE	di tipo SIMMETRICO o NON SIMMETRICO
TRAPEZIA	
TRIANGOLARE	
CATENARIA (corda molle)	

a geometria COMPOSTA	
DOPPIA TRAPEZIA	Sono la combinazione di due geometrie semplici
TRIANGOLARE + TRAPEZIA	
CATENARIA + TRAPEZIA	

Le relazioni fondamentali per dimensionare la profondità della gaveta derivano dalle equazioni della portata su di uno stramazzo in parete grossa (soglia larga rispetto al carico). Si trascura, solitamente ed a favore della sicurezza, il carico cinetico a monte della soglia. Definite le relazioni $h = f(Q_{\text{PROG}})$ per le tipologie a geometria semplice, sono facilmente ricavabili quelle a geometria complessa.

La briglia è assimilata a uno stramazzo in parete grossa



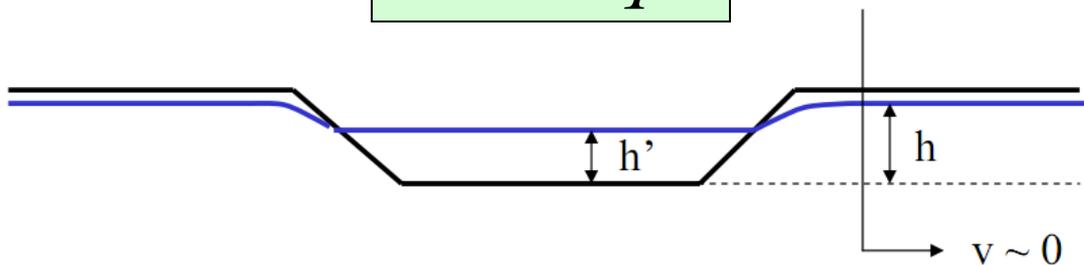
si trascura E_{cinetica}
cond. critiche

$H = \text{COSTANTE}$

Trascurando v_0 : $h' = \frac{2}{3} h$ $h' = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3}$ Altezza critica

$$\frac{2}{3} h = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{1/3} \Rightarrow q = 0.385 (2g)^{1/2} h^{3/2}$$

$$h = 0.7 q^{2/3}$$



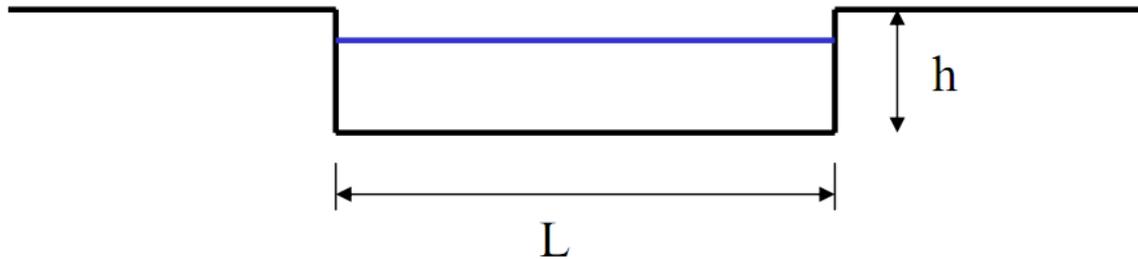
$$q = \text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{m}^{-1}$$

$$g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$$

NB. Il dimensionamento va fatto per h , non per h' .

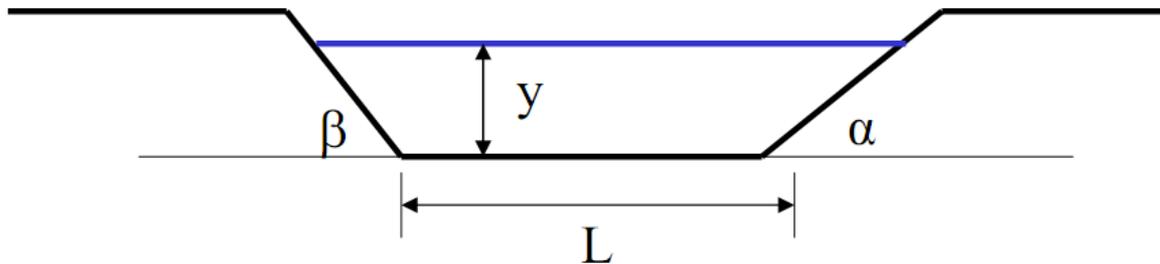
Dimensionamento della gaveta

Gaveta RETTANGOLARE



$$h = 0.7 \left(\frac{Q}{L} \right)^{2/3}$$

Gaveta TRAPEZIA

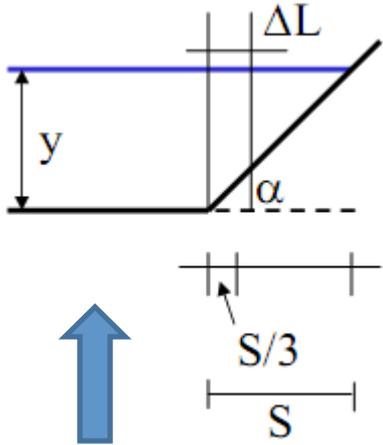


BENINI suggerisce una larghezza equivalente

$$L^* = L + 2\Delta L$$

Dimensionamento della gaveta trapezia

in cui ΔL è il contributo di ciascun triangolo laterale:



$$\Delta L = \frac{1}{3} \left(\frac{y}{\operatorname{tg} \alpha} \right) \quad \text{per } \alpha = 45^\circ \Rightarrow \Delta L = 0.33 y$$

si risolve per tentativi

$$h = 0.7 \left[\frac{Q}{L + \frac{2}{3} \frac{y}{\operatorname{tg} \alpha}} \right]$$

N.B. $y = h$ = altezza della gaveta da dimensionare

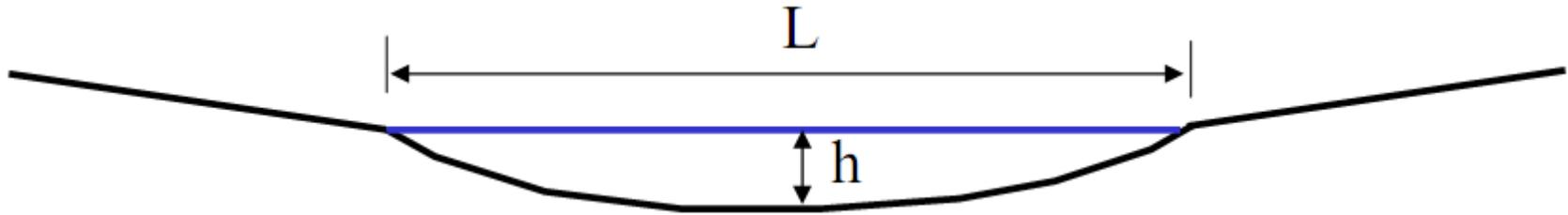
Per sponde con diversa inclinazione si può generalizzare:

$$Q = 1.705 h^{3/2} \left[L + \frac{2}{5} h \left(\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{\operatorname{tg} \beta} \right) \right]$$

Che va comunque risolta per tentativi se l'incognita è h

Dimensionamento della gaveta

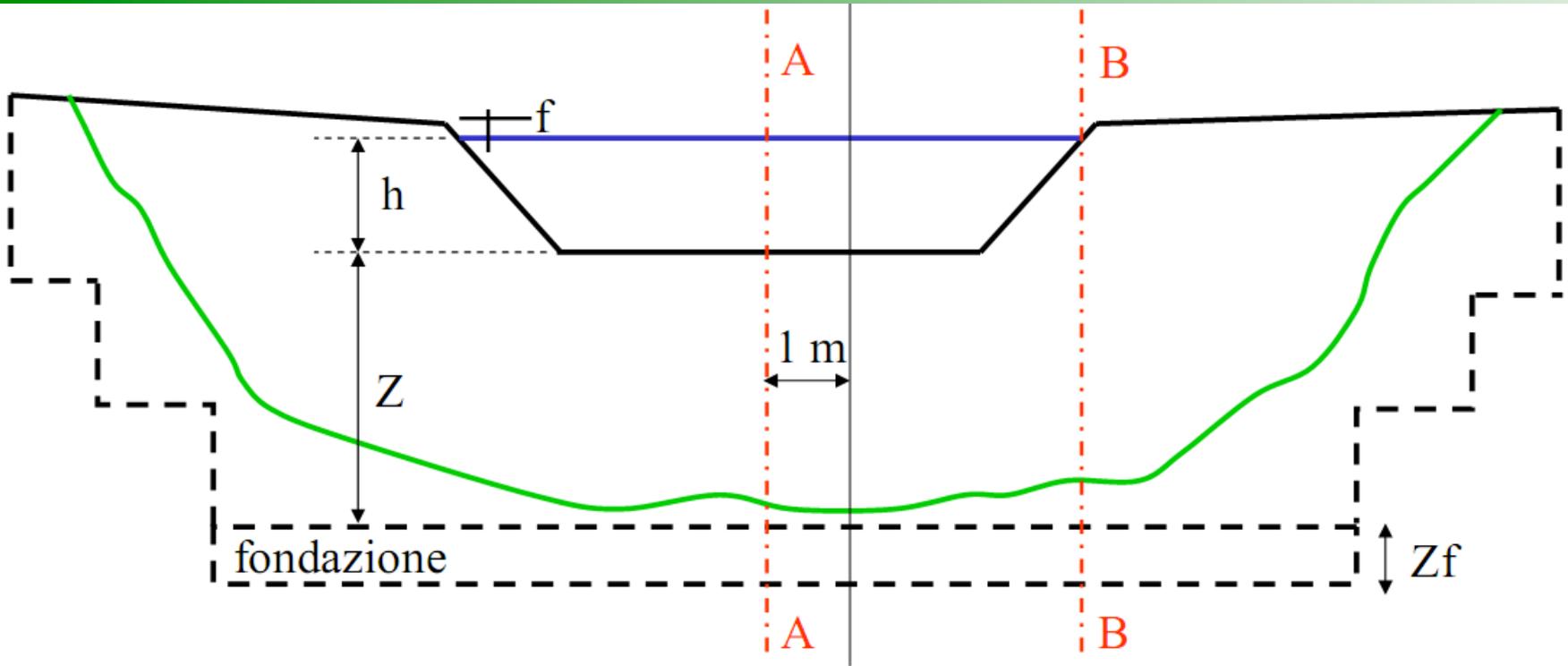
Gaveta a CATENARIA o CORDA MOLLE



$$h = \left(\frac{Q}{L} \right)^{2/3}$$

La catenaria ha il vantaggio di mantenere la corrente lontano dalle sponde, specie per piccole portate; si evitano inoltre i depositi di materiale sopra la soglia

Dimensionamento statico

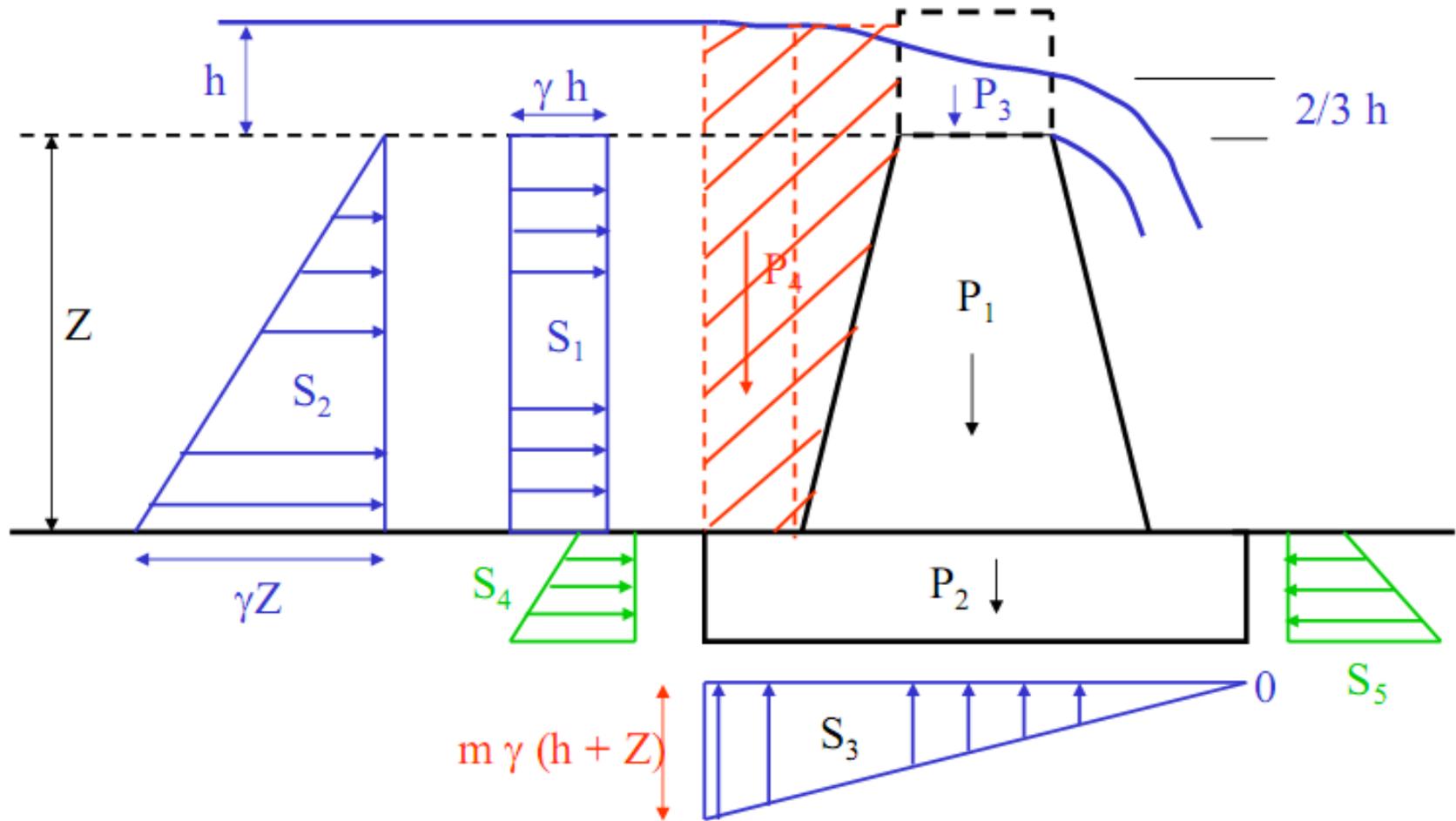


Si esegue (generalmente) un calcolo di tipo “bidimensionale” considerando il comportamento statico di un tronco di briglia di larghezza unitaria (1 m)

se $(h + f) \ll Z$: si sceglie usualmente come rappresentativa la sez. A - A (in asse alla gaveta)
se $(h + f) > 2\text{ m}$; $(h + f) / Z > 0.5$: è opportuno considerare la sez. B - B (più sollecitata)

Nel calcolo bidimensionale si trascura, a favore della sicurezza, l’apporto statico delle sponde, il concio di 1 m non riceve (dalla struttura cui appartiene) alcuna forza stabilizzante.

Forze che agiscono sulla briglia



Le forze esterne si riferiscono alla sezione centrale (A-A) della briglia non colmata a monte

Forze che agiscono sulla briglia

Forze **STABILIZZANTI**:

P_1 – peso proprio del corpo briglia

P_2 – peso proprio della fondazione

P_3 – peso dell'acqua sopra la gaveta

P_4 – peso dell'acqua sopra la fondazione e il paramento di monte

Forze **DESTABILIZZANTI**:

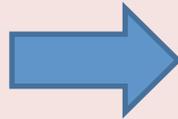
S_1 – spinta idrostatica dal sovraccarico h

S_2 – spinta idrostatica dal carico Z

S_3 – sottospinta sulla fondazione

S_4 – spinta attiva del terreno

S_5 – spinta passiva del terreno



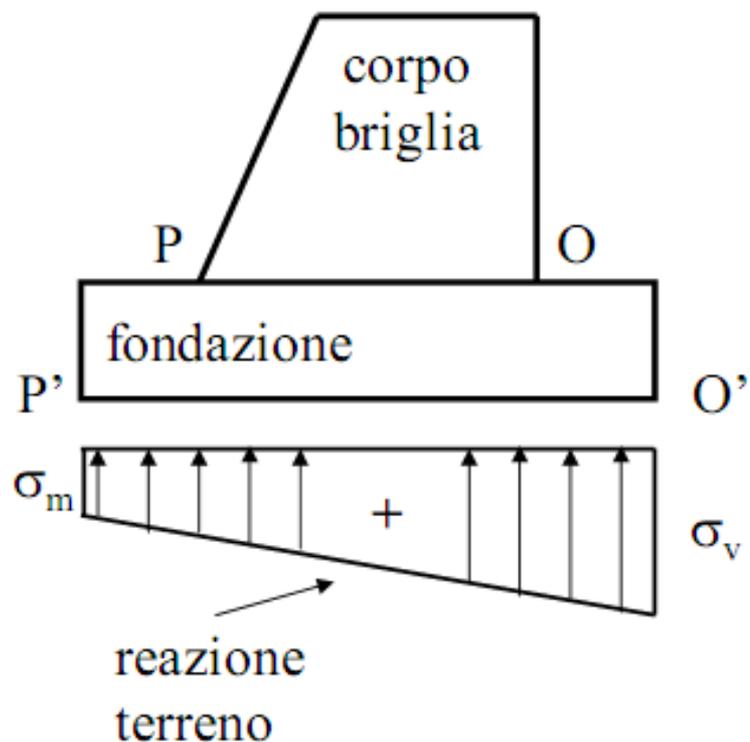
generalmente trascurate

$$S_4 = S_5$$

Può aggiungersi la spinta DINAMICA da debris-flow in sostituzione del carico idrostatico

Verifiche di stabilità

Scelte le forze esterne (forze di progetto) ed eseguito il dimensionamento di massima dell'opera (numerose formule esistenti in letteratura) si procede alla verifica di stabilità



A	B
Verifica per il CORPO BRIGLIA	Verifica per CORPO BRIGLIA + FONDAZIONE
Briglie in muratura (cls, pietrame, gabbioni, ecc.)	Briglie in muratura e briglie in cemento armato

Verifiche di stabilità

Verifica al RIBALTAMENTO

$$G_s = \frac{\sum M_{O,STAB.}}{\sum M_{O,RIB.}} \geq 1.5$$

Verifica allo SCORRIMENTO

$$\sum F_{ORIZZ.} < f \sum F_{VERT.}$$


- A. f = coeff. attrito giunto (corpo-fondazione)
- B. f = coeff. attrito fondazione terreno

Verifica allo SCHIACCIAMENTO

$$A) \quad \sigma_{MAX,TERR.} < \bar{\sigma}_{ADM,TERR.}$$


portanza

sezione presso-inflessa

$$B) \quad \sigma_{MAX,FOND.} < \bar{\sigma}_{ADM,MURATURA}$$

Sezione presso-inflessa

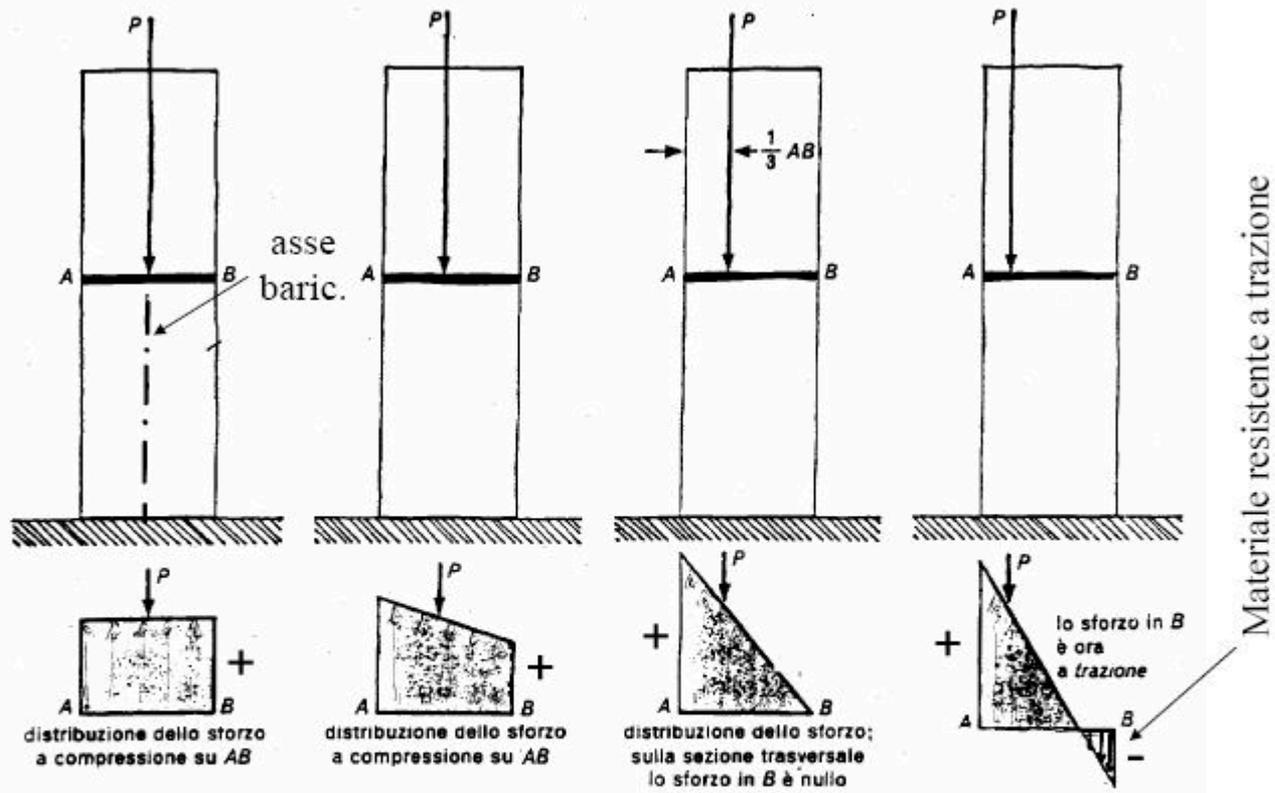


Fig.59 Carico P che agisce sul centro della giunzione AB .

Fig.60 Carico P leggermente eccentrico, ma all'interno del 'terzo medio' di AB , o nocciolo centrale d'inerzia.

Fig.61 Carico P che agisce sull'estremità del nocciolo centrale di AB .
 $AB/3$

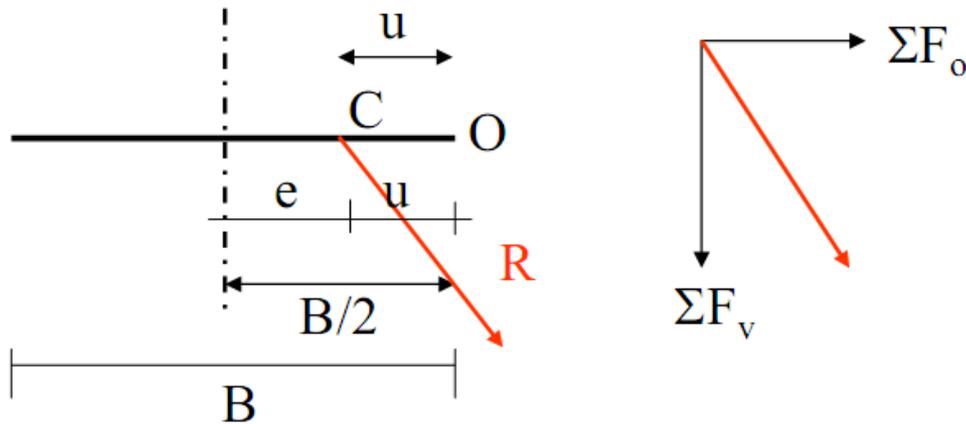
Fig.62 Carico P che agisce al di fuori del nocciolo centrale di AB .

Verifica allo schiacciamento

Muratura in pietrame : σ_{ADM} : 6 – 10 kp cm⁻² (0.6 - 1 MPa)

Calcestruzzo : σ_{ADM} : 40 – 70 kp cm⁻² (4 - 7 MPa)

Calcolo tensioni per sezione presso-inflessa di larghezza “B” e profondità 1 m



C: punto di applicazione di R
e: eccentricità $e = (B/2 - u)$

Calcolo:

$u \rightarrow$ equilibrio dei momenti rispetto ad O

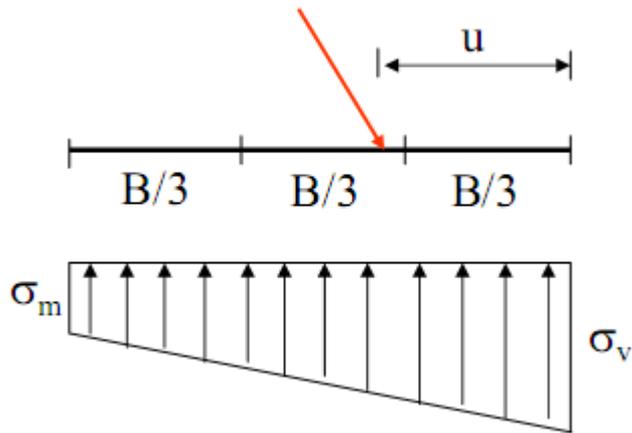
$$\sum M_{ORIZZ.} = \sum M_{STAB,O} - \sum M_{RIB,O}$$

$$\sum M_{ORIZZ.} = u \cdot \sum F_{VERT.}$$

$$u = \frac{\sum M_{S,O} - \sum M_{R,O}}{\sum F_V}$$

Verifica allo schiacciamento

Schiacciamento corpo briglia - fondazione
Schiacciamento fondazione - terreno

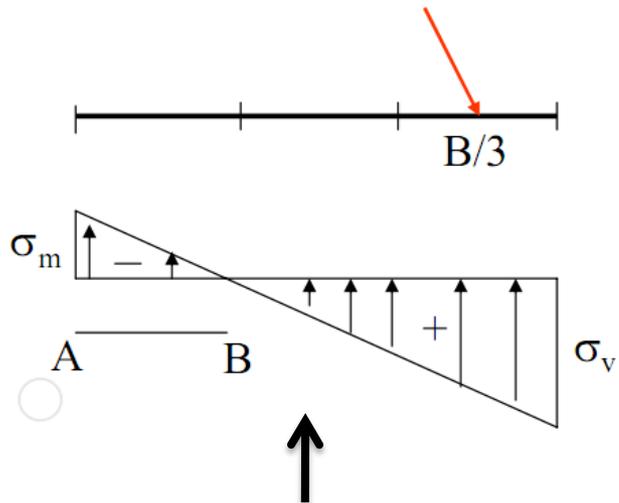


$$u \geq B/3$$

$$\begin{aligned}\sigma_m &> 0 \\ \sigma_v &> 0\end{aligned}$$

Sezione tutta compressa

$$\sigma_{M,V} = \frac{\sum F_v}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \quad \text{se } u = B/3 \Rightarrow \sigma_m = 0$$



$$u < B/3$$

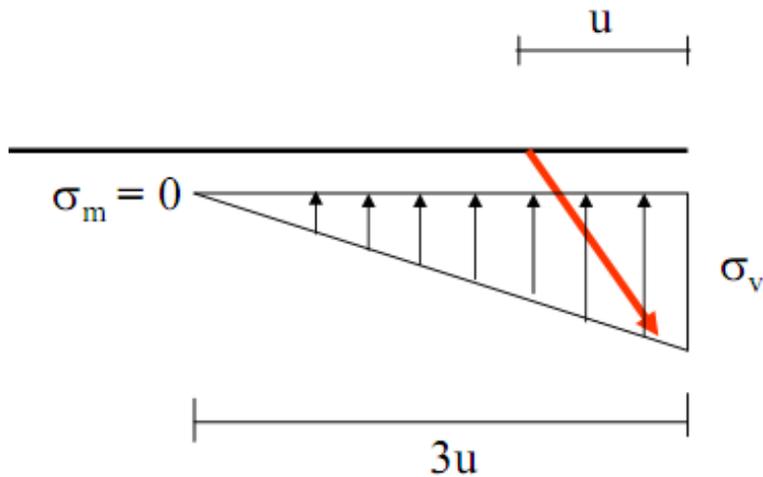
$$\begin{aligned}\sigma_m &< 0 \\ \sigma_v &> 0\end{aligned}$$

Se la sezione sopporta una certa trazione il calcolo avviene per **sezione interamente reagente**

È il caso corpo-fondazione se $\sigma_m < 0.5 \text{ kp cm}^{-2}$ (0.05 MPa)

Verifica allo schiacciamento

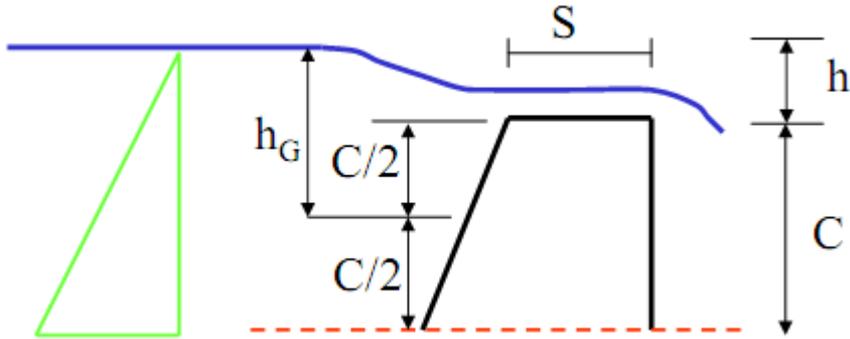
Se la sezione, invece, non può presentare trazione (fondazione-terreno) o σ_m è troppo elevato sul giunto corpo-fondazione, si suppone che la parte in trazione non reagisca (AB) → **SEZIONE PARZIALIZZATA**



$$3u \sigma_v / 2 = \sum F_V$$

$$\sigma_v = 2 \sum F_V / 3u$$

Dimensionamento del coronamento



$$f \cdot F_V > F_o \quad \text{Verifica scorrimento}$$

$$F_o = \gamma h_G A = \gamma (h + C/2)(C \cdot 1)$$

$$F_V = \gamma_C \cdot C \cdot S$$

$$f \cdot \gamma_C \cdot C \cdot S > \gamma (h + C/2) C$$

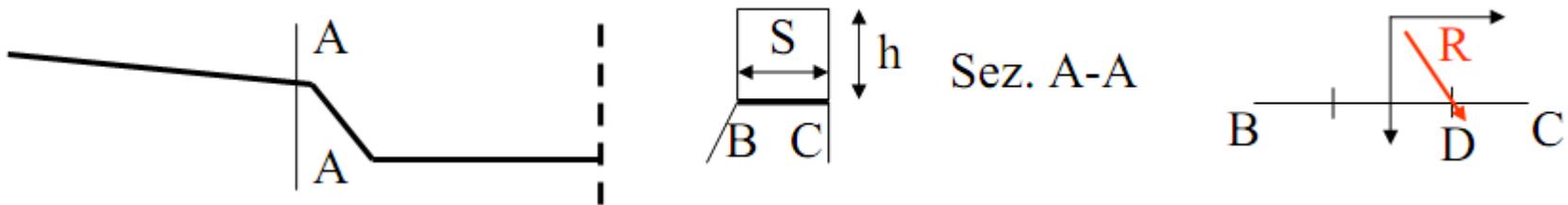
$$S > \frac{\gamma (h + C/2)}{f \cdot \gamma_C}$$

per $f = 0.75$ e $\gamma/\gamma_C = 1/2 \Rightarrow$

$$S > 0.67 h$$

OPERE
A SECCO

Spessore coronamento e ali (parte strutturale debole)



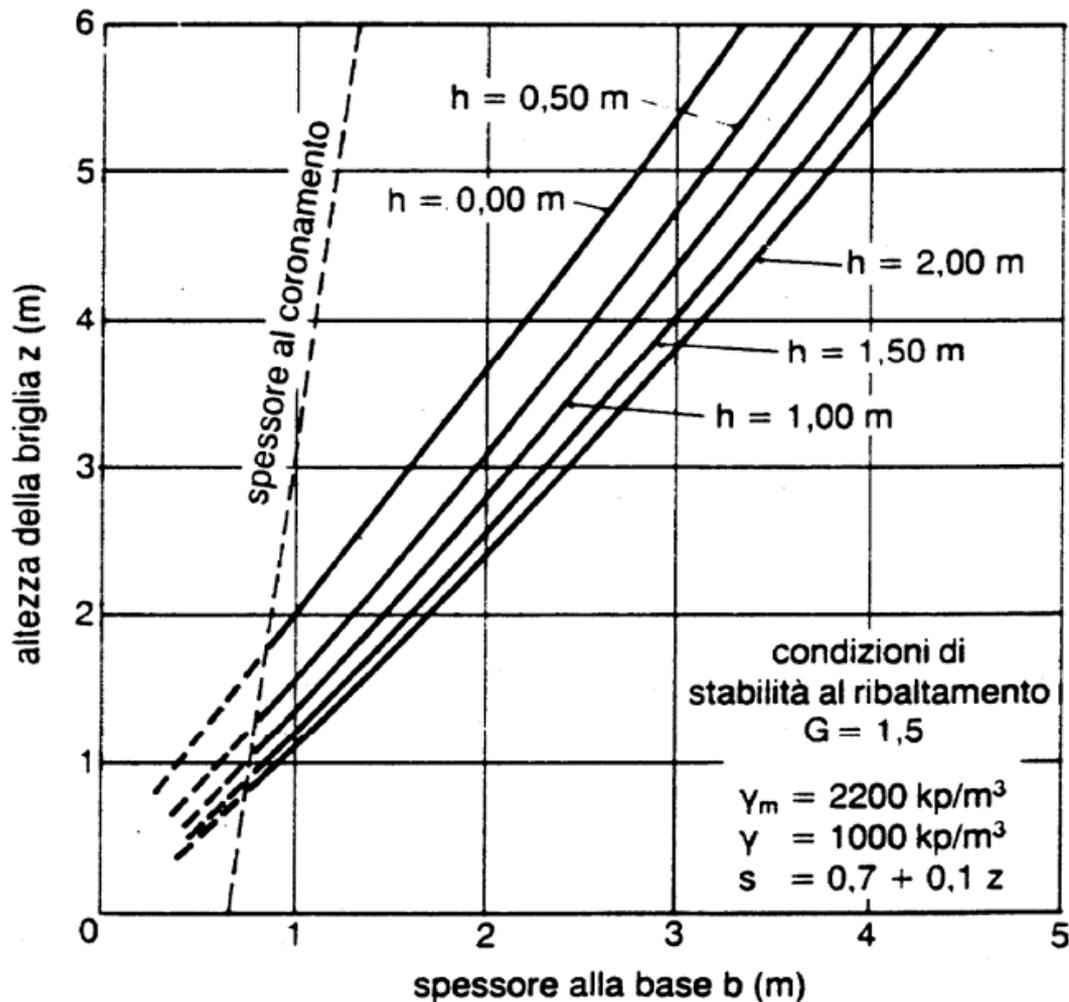
Trazione nulla: risultante cade in D (2/3 dallo spigolo)

$$\Sigma M_D = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} \gamma h^2\right) \frac{h}{3} = (\gamma_C h s) \left(\frac{S}{2} - \frac{S}{3}\right) \Rightarrow \frac{1}{6} \gamma h^3 = \gamma_C h \frac{S^2}{6} \Rightarrow S = h \left(\frac{\gamma}{\gamma_C}\right)^{1/2} \Rightarrow S = 0.7 h$$

$$\gamma/\gamma_C = 1/2$$

Dimensionamento secondo Zoli



Spessore coronamento:

$$S = 0.70 + 0.10z$$

Grafico per il calcolo rapido della base di una
briglia con paramento a valle verticale

Spessore alla base b

con paramento a valle
verticale:

$$b = z \sqrt{\frac{z + 3h - s^2/z}{z + h + 4.55}}$$

$$\sigma_m = 0.5 \text{ kp cm}^{-2}$$

Spessore coronamento

nell'ipotesi di possibili urti del
trasporto solido:

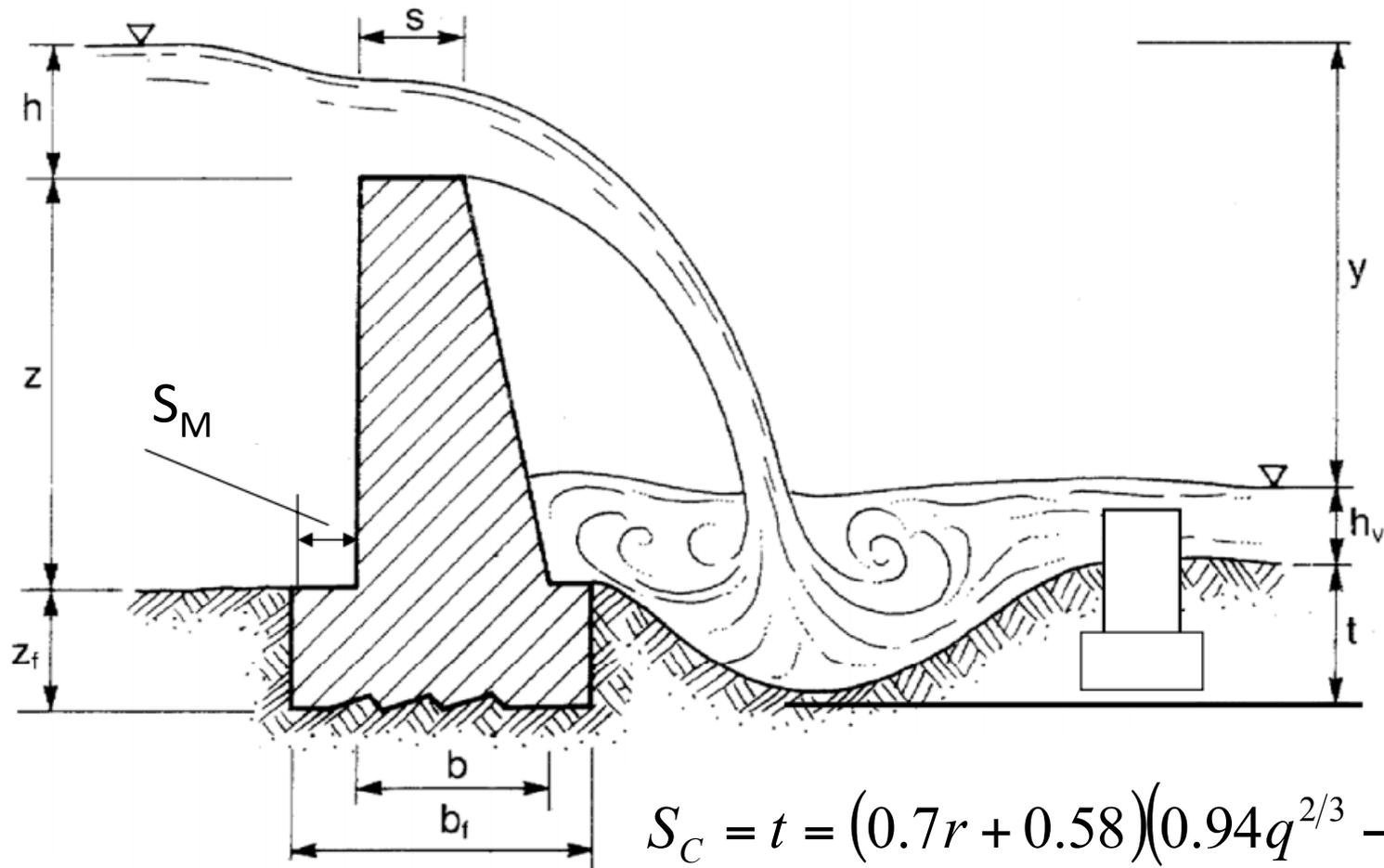
$$S = 0.80 + 2 \cdot D$$

D è il diametro in m del materiale più
grossolano trasportato dalla corrente

Nell'ipotesi di trazione di tensione da monte:

$$b = z \sqrt{\frac{z + 3h - s^2/z}{z + h}}$$

Gorgo a valle di una briglia con controbriglia



$$S_C = t = (0.7r + 0.58)(0.94q^{2/3} - 1.6D_{90})$$

$$Z_F \geq 0.7S_C$$

$$r = \frac{\text{larghezza gaveta}}{\text{larghezza letto a valle}}$$

D'Agostino, 1994

$$S_M \leq 0.7Z_F$$