

Corso di Protezione idraulica del territorio

A.A. 2008-2009

Calcolo di stabilità della briglia

Ing. Brunella Bonaccorso

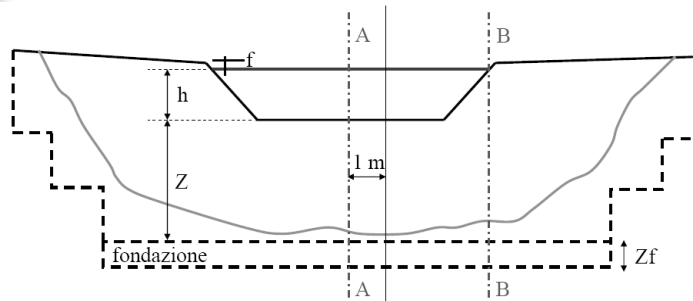
Dipartimento di Ingegneria civile e ambientale
Università degli Studi di Catania

Enna – Gennaio 2009

Premessa

- La verifica statica di una briglia consiste nel:
 1. riconoscere le forze che agiscono sul manufatto nelle due condizioni di briglia *non interrita* e *interrita*
 2. Verificare la stabilità della briglia a:
 - Ribaltamento
 - Scorrimento
 - Schiacciamento
 - Sifonamento

Sezioni di riferimento

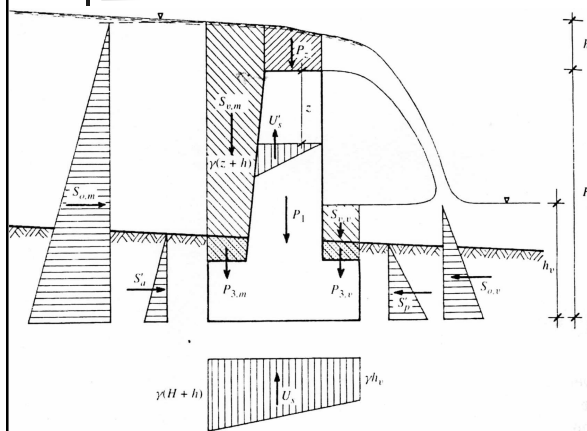


Si esegue (generalmente) un calcolo di tipo "bidimensionale" considerando il comportamento statico di un tronco di briglia di larghezza unitaria (1 m)

- se $(h + f) \ll Z$: scelgo 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 trascuro, a favore della sicurezza, l'apporto statico delle sponde →
 → il conico di 1 m **non** riceve (dalla struttura cui appartiene) alcuna forza stabilizzante

Forze agenti sulla briglia prima dell'interrimento



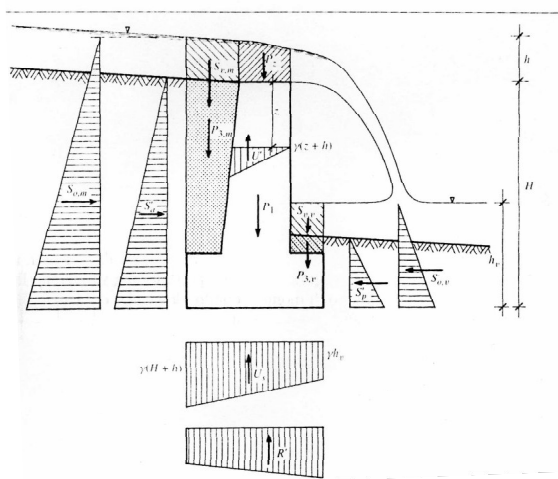
FORZE STABILIZZANTI

- Peso manufatto P_1
- Peso lama stramazzone P_z
- Peso terreno gravante sulla briglia $P_{3,m}$ e $P_{3,v}$
- Componenti verticali della spinta dell'acqua a monte e a valle $S_{v,m}$ e $S_{v,v}$
- Componente orizzontale della spinta dell'acqua a valle $S_{o,v}$
- Spinta passiva del terreno S_p

FORZE DESTABILIZZANTI

- Componente orizzontale della spinta dell'acqua a monte $S_{o,m}$
- Spinta attiva del terreno S'_a
- Sottospinte U_s e U'_s

Forze agenti sulla briglia dopo dell'interrimento



Nel caso di briglia interrta le forze agenti sono le stesse di prima ma differenti in modulo

Se la pendenza del fondo alveo a monte della briglia è debole si ammette che il tirante sulla gaveta sia pari all'altezza critica k

Se la pendenza è forte si assume un'altezza costante pari a quella di corrente in moto uniforme

Verifiche di stabilità

- Per le briglie con funzionamento a gravità (ad es. briglie in terra, in muratura, a gabbioni o in calcestruzzo semplice), le verifiche di stabilità si eseguono per diverse sezioni orizzontali della briglia, ed in particolare:
 - Sezione del piano di fondazione
 - Sezione d'incastro della mensola verticale sulla fondazione

Verifica allo scorrimento

- Deve essere soddisfatta la condizione:

$$F_{sc} = \frac{T}{O} = \frac{f \cdot V}{O} \geq 1.3$$

- T = risultante azioni tangenziali resistenti agenti sulla base della fondazione
- O = risultante forze orizzontali agenti sulla briglia
- f = coeff. d'attrito (struttura-terreno)
- V = forze verticali agenti sul piano di posa
- f pari a 0.75 per terreni rocciosi e pari a $\text{tg} \varphi$ per terreni incoerenti e permeabili (sabbia e ghiaia)
- f pari a 0.7 se la verifica si effettua in una generica sezione orizzontale della briglia

Verifica al ribaltamento

- Deve essere soddisfatta la condizione:

$$F_{rib} = \frac{M_s}{M_R} \geq 1.5$$

- M_s = momento delle forze stabilizzanti
- M_R = momento delle forze ribaltanti
- I momenti si calcolano rispetto allo spigolo di valle della fondazione o nel punto d'intersezione della sezione considerata con il paramento di valle

Verifica allo schiacciamento

- Per una sezione orizzontale qualsiasi la stabilità è garantita quando la sollecitazione max trasmessa da una parte del manufatto a quella rimanente è < tensione ammissibile del materiale con cui è realizzata l'opera
- Con riferimento al piano di fondazione, la stabilità è verificata quando:

$$\sigma_v \leq K_t$$

- essendo σ_v la sollecitazione max di compressione in corrispondenza del lembo di valle e K_t il carico di sicurezza del terreno

Valori del carico di sicurezza del terreno in funzione delle caratteristiche del terreno di fondazione

Tipo di terreno	Carico di sicurezza K_t [kg cm ⁻²]
Terreni smossi, non compatti, di riporto	0-1
Terreni incoerenti compatti	
Sabbia con particelle di dimensione inferiore a 1 mm	2
Sabbia con particelle fra 1 e 3 mm	3
Sabbia e Ghiaia (almeno 1/3 di ghiaia)	4
Terreni coerenti (classificabili in base al contenuto d'acqua presente allo stato naturale)	
Fluido, fluido plastico	0
Molle-plastico	0.4
Solido-plastico	0.8
Semisolido	1.5
Solido	3.0
Roce in buoni condizioni (se fessurate o disgregabili i carichi di sicurezza indicati vanno ridotti almeno della metà)	
Arenarie, calcari, rocce vulcaniche ecc.	10-15

Determinazione di σ_v

$$\sigma_v = \frac{V}{b} \cdot \left(1 + \frac{6e}{b} \right) \quad (\text{riferita ad un 1m lineare di opera})$$

- b = larghezza del piano di contatto della fondazione
- e = eccentricità (distanza tra il baricentro della fondazione M e il punto C di intersezione della risultante di tutte le azioni R con il piano di fondazione)

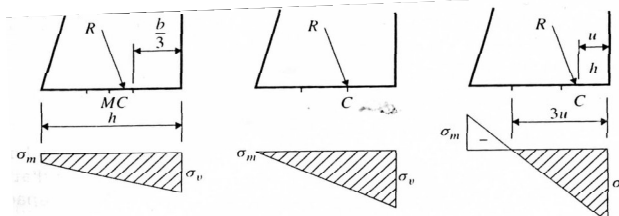
- $e = \frac{b}{2} - u$ u = distanza tra il punto C e lo spigolo di valle

$$u = \frac{M_S - M_R}{V}$$

Determinazione di σ_m

$$\sigma_m = \frac{V}{b} \cdot \left(1 - \frac{6e}{b} \right)$$

- σ_m insieme con la posizione di C rispetto al punto distante $b/3$ dallo spigolo di valle, consente di valutare il tipo di sollecitazione esistente a monte



Tipi di sollecitazione sul piano di fondazione di una briglia

Verifica a sifonamento (1/2)

- A causa del dislivello piezometrico tra monte e valle, si innesca un moto di filtrazione sotto la base di fondazione ai lati dell'opera
- Se la velocità di filtrazione dell'acqua raggiunge valori alti può verificarsi la graduale asportazione del terreno di fondazione ⇒ SIFONAMENTO

Verifica a sifonamento (2/2)

- È necessario verificare che la velocità di filtrazione in ogni punto del terreno dell'ammasso permeabile sotto l'opera sia compatibile con l'equilibrio del materiale solido presente
 - Regola di Bligh-Lane
$$L_F > c_w H$$
 - L_F = linea di scorrimento lungo la superficie di contatto tra il terreno e la fondazione della briglia
 - H = dislivello tra il pelo libero di monte e di valle
 - c_w = rapporto critico di trascinamento (funzione del tipo di terreno di fondazione)

Valori del rapporto critico di trascinamento in funzione del tipo di terreno di fondazione

- I terreni limosi sono più a rischio di sifonamento per via delle dimensioni contenute delle particelle
- I terreni migliori sono quelli costituiti da ghiaie e ciottoli e quelli impermeabili (argille dure)

Terreno	c_w
Fanghi e limi	20
Limi e sabbia finissima	18
Sabbia fine	15
Sabbia media	12
Sabbia grossa	10
Ghiaia, da fine a grossa	9-4
Argilla, da buona compattezza a molto dura	6-3

Determinazione della linea di scorrimento

$$L_F = \sum y_i + \frac{1}{3} \sum x_i$$

- in cui y_i e x_i rappresentano rispettivamente la generica porzione verticale e orizzontale della linea di scorrimento
- I tratti verticali contribuiscono alla riduzione del rischio di sifonamento in misura maggiore di quelli orizzontali di pari lunghezza