

PROG. 13179

COMUNE di BRICHERASIO

PROGETTO DEFINITIVO

***RIFACIMENTO SCOGLIERA E SISTEMAZIONE
A PROTEZIONE DEL COLLETTORE DI VALLE
ZONA CALLIERA PONTE NUOVO***

RELAZIONE DI VERIFICA IDRAULICA DELLA SCOGLIERA

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Autorizzazione	Modifiche
00	08/07/2019				

Il Committente:



**Società Metropolitana
Acque Torino S.p.A.**

**IL DIRETTORE GENERALE
Ing. Marco ACRI**

Il Progettista:

R.T.P. Endaco S.r.l. – Tuberga Stefano
Ing. Gian Piero ENRIONE

Geol. Stefano TUBERGA

endaco s.r.l. Società di Ingegneria
Piazza Lamarmora, 12 - 10015 Ivrea (TO)
Tel.+39 0125 48063
E-mail endaco@endaco.com

ASSOCIATO
oice
Associazione delle organizzazioni di ingegneria
di architettura e di consulenza tecnico-economica



Collaboratori:

Ing. Davide ENRIONE
Ing. Daniela FORNERO

Archivio file	Lav./Fase	Elaborato n.	Rev.	Scala
B17B01-DEF-A2-00	B17B01-DEF	A2	00	

COM.	SMAT S.p.A. – PROG. 13179	DOC.	B17B01-DEF-A2-00
OGG.	COMUNE DI BRICHERASIO – RIFACIMENTO SCOGLIERA E SISTEMAZIONE A PROTEZIONE DEL COLLETTORE DI VALLE ZONA CALLIERA PONTE NUOVO - PROGETTO DEFINITIVO		
DES.	RELAZIONE IDRAULICA DI VERIFICA DELLA SCOGLIERA		
		PAG.	I

INDICE

1. PREMESSE.....	1
2. TEORIA DEL MOTO INCIPIENTE.....	2
3. VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SCOGLIERA.....	6

COM.	SMAT S.p.A. – PROG. 13179	DOC.	B17B01-DEF-A2-00
OGG.	COMUNE DI BRICHERASIO – RIFACIMENTO SCOGLIERA E SISTEMAZIONE A PROTEZIONE DEL COLLETTORE DI VALLE ZONA CALLIERA PONTE NUOVO - PROGETTO DEFINITIVO		
DES.	RELAZIONE IDRAULICA DI VERIFICA DELLA SCOGLIERA		PAG. 1

1. PREMESSE

Il presente progetto interessa il collettore fognario che si sviluppa nel Comune di Bricherasio lungo la sponda sinistra del Torrente Pellice, a monte del ponte Nuovo di Bibiana della S.P.157, e lungo la Roggia di Bricherasio, a valle del medesimo ponte.

L'intervento prevede la sostituzione del collettore fognario esistente e la realizzazione di una scogliera a protezione del nuovo collettore che sarà posato lungo la sponda sinistra del Torrente Pellice.

Nella presente relazione sono riportate le verifiche idrauliche della scogliera; si precisa che tale intervento viene realizzato a difesa del nuovo collettore fognario, pertanto senza finalità di regimazione idraulica e mitigazione del rischio.

2. TEORIA DEL MOTO INCIPIENTE

La valutazione dell'inizio del moto del materiale costituente il fondo alveo di un corso d'acqua può essere effettuata analiticamente seguendo l'impostazione adottata da Shields, ossia attraverso l'imposizione dell'equilibrio fra le forze che tendono a mobilitare le particelle e quelle che tendono ad opporsi a tale movimento.

Le ipotesi che stanno alla base di tale approccio sono le seguenti: le particelle sono considerate omogenee, non coesive e poste su fondo orizzontale.

Considerando una singola particella giacente sul fondo alveo si possono distinguere quattro diverse forze agenti su di essa: la forza peso, agente verso il basso, la forza di attrito, agente orizzontalmente nel verso opposto rispetto alla corrente, la forza di portanza, agente verso l'alto e la forza di resistenza idrodinamica, agente orizzontalmente nel verso della corrente.

Imponendo l'equilibrio delle componenti orizzontali di tali forze, dopo alcuni passaggi si ottiene la seguente espressione:

$$\frac{u_*^2}{g \cdot \Delta \cdot d} = f\left(\frac{u_* \cdot d}{\nu}\right)$$

dove:

$$u_* = \sqrt{\xi \cdot g \cdot h \cdot i} = \sqrt{\frac{\tau}{\rho}} = \text{velocità di attrito locale } (\tau = \text{sforzo tangenziale})$$

$\Delta = (\rho_s - \rho) / \rho$ = densità relativa del grano immerso

d = diametro medio del materiale presente in alveo

h = battente idrico

i = pendenza della linea dell'energia

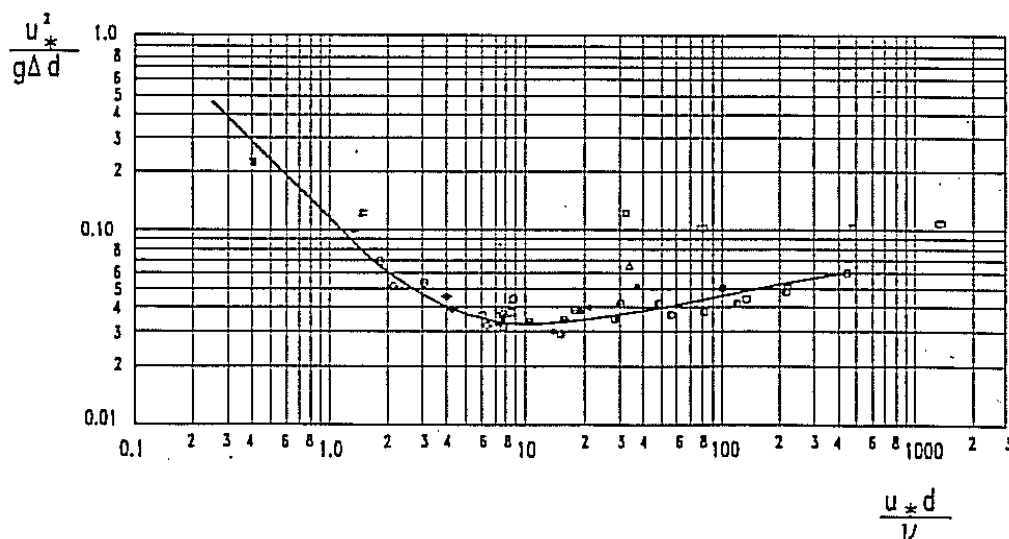
ν = viscosità cinematica dell'acqua

g = accelerazione di gravità

ξ = coefficiente che tiene conto della diversa distribuzione degli sforzi tangenziali sulla sezione a seconda della forma della stessa

L'espressione ottenuta precedentemente è esprimibile anche come $\theta = f(Re)$, dove θ è chiamato "parametro di mobilità di Shields", mentre Re è il Numero di Reynolds del grano.

La funzione f è stata determinata sperimentalmente da Shields ed è diagrammata nella figura seguente:



Tale curva separa la zona in cui le particelle sono in moto da quella in cui queste sono ferme; al di sotto di essa la corrente non è in grado di provocare il moto del materiale ($\theta < \theta_c$), viceversa la zona al di sopra della curva rappresenta le particelle in moto ($\theta > \theta_c$).

La curva fornisce quindi le condizioni di moto incipiente delle particelle ($\theta = \theta_c$) e può essere suddivisa in tre parti.

Nel primo tratto (per $Re \leq 2$), che nel diagramma bilogarithmico è rappresentato da una retta, la velocità critica delle particelle è indipendente dal diametro delle stesse, mentre dipende dalla viscosità del liquido (regime laminare).

Nel tratto intermedio ($2 < Re < 200$), la condizione di mobilità dipende sia dalla dimensione del grano che dalla viscosità del liquido; in questa zona la curva presenta il suo valore minimo $\theta_{cmin} \approx 0,02 \div 0,03$ per $Re \approx 8 \div 10$.

Nel terzo tratto della curva di Shields ($Re \geq 200$) il parametro di mobilità tende asintoticamente ($Re \rightarrow \infty$) ad un valore pressoché costante pari a $\theta_c = 0.06$; in quest'ultimo caso le condizioni di mobilità del materiale sono indipendenti dalla viscosità del fluido ed il regime di moto è del tipo turbolento.

La teoria di Shields ipotizza che la scabrezza relativa sia sufficientemente piccola, cioè tale da assumere che la distribuzione locale delle velocità obbedisca alla legge logaritmica del moto uniforme, ossia che esista uno strato di turbolenza di parete in cui valga tale legge.

Nel caso in cui la dimensione dei grani sia dello stesso ordine di grandezza del tirante idrico, ovvero si abbia una bassa sommergenza, la mobilità dei grani si riduce sensibilmente.

E' possibile introdurre coefficienti correttivi del parametro critico di mobilità di Shields che tengano conto degli effetti della bassa sommergenza ($h/d < 6$) nonché di una pendenza del fondo non trascurabile ($\tan \alpha > 0.02$) introducendo, in quest'ultimo caso, anche l'effetto della forza peso dei grani nella direzione del moto:

k1

$$\left| \cos(\alpha) - \frac{\sin(\alpha)}{\tan(\phi)} \right|$$

nel caso di pendenza del fondo non trascurabile, dove α è la pendenza del fondo alveo e ϕ l'angolo di attrito interno del materiale del fondo alveo;

k2

$$\left(1 + 0,67 \cdot \left| \frac{d}{h} \right|^{0,5} \right)$$

nel caso occorra computare gli effetti della sommergenza relativa (Armanini A.,1990).

La teoria di Shields può essere altresì estesa allo studio del moto incipiente sulle sponde moltiplicando il parametro di stabilità per un coefficiente correttivo k che tenga conto della pendenza delle sponde stesse:

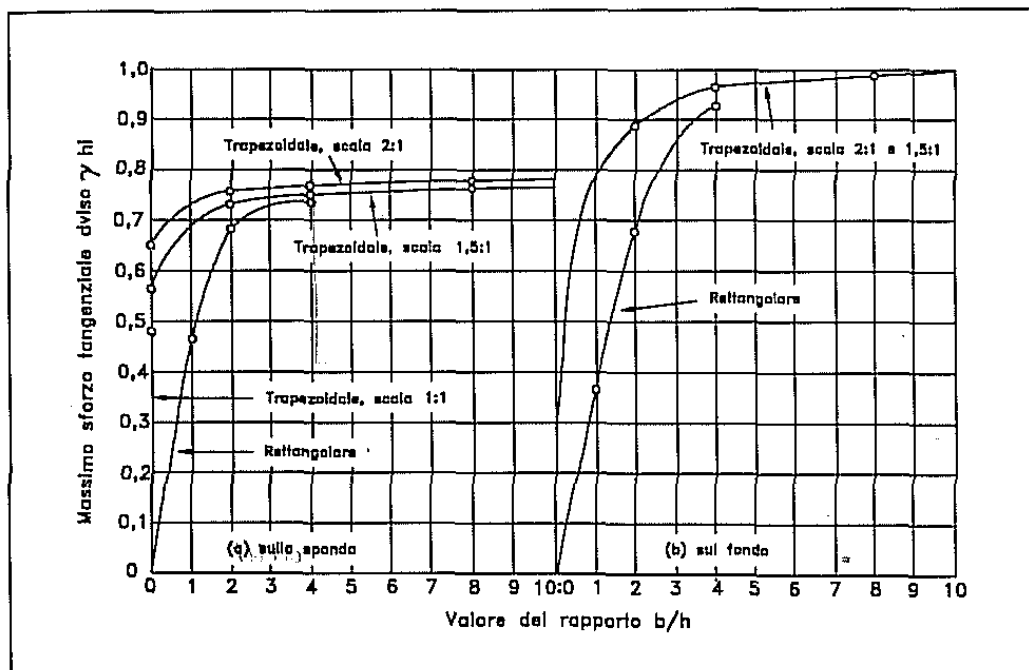
$$k = \cos \vartheta \sqrt{1 - \frac{\tan^2 \vartheta}{\tan^2 \phi}}$$

dove:

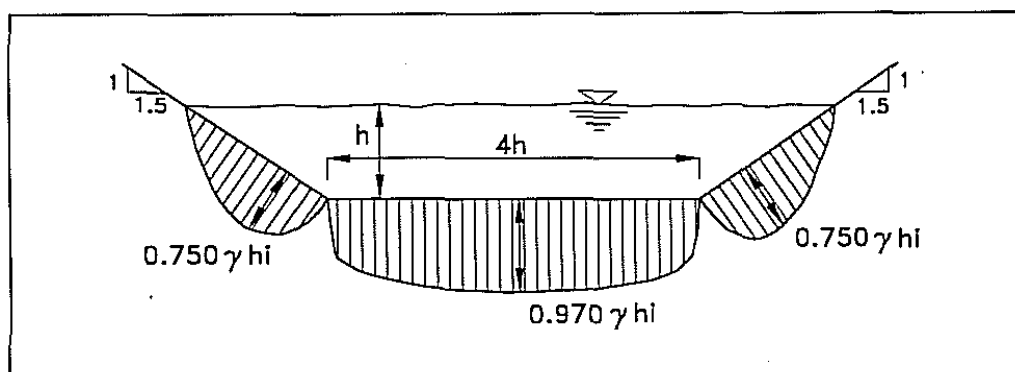
θ = inclinazione delle sponde

ϕ = angolo di attrito interno del materiale.

La determinazione del valore massimo dello sforzo tangenziale può essere fatta mediante il diagramma successivo, di natura sperimentale, elaborato da Lane e Carlson nel 1953, che presenta il massimo sforzo tangenziale sul fondo e sulle sponde in funzione della geometria della sezione e del rapporto tra la larghezza del fondo ed il tirante liquido, adimensionalizzato rispetto al prodotto $g \cdot h \cdot i$.



Il diagramma della figura seguente riporta l'andamento degli sforzi tangenziali sul fondo e sulle sponde nel caso di una particolare sezione trapezia.



Come si nota, il massimo sforzo tangenziale sul fondo si verifica in mezzeria della sezione e diminuisce debolmente avvicinandosi alle sponde.

Sulle sponde il valore massimo dello sforzo tangenziale si verifica in prossimità dell'unghia.

Questo tipo di comportamento si ripete, nella sostanza, anche nel caso di sezioni trapezie di diversa geometria.

3. VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SCOGLIERA

La teoria del moto incipiente di Shields può essere utilizzata per trattare il problema della determinazione delle condizioni di incipiente movimento dei massi utilizzati per la formazione della scogliera in progetto.

Nel caso in studio sono stati adottati i seguenti coefficienti correttivi del parametro di mobilità di Shields:

$k_1=1$ in quanto la pendenza media del fondo nel tratto in esame è inferiore al 2%;

$k_2=1$ per tener conto degli effetti più gravosi dell'elevata sommergenza dei massi in caso di piene eccezionali.

I livelli idrometrici relativi alla piena di riferimento con tempo di ritorno 200 anni sono stati desunti dal PROGRAMMA GENERALE DI GESTIONE DEI SEDIMENTI (PGS) PER I CORSI D'ACQUA PIEMONTESI - Torrente Pellice e Torrente Chisone, predisposto dal Politecnico di Torino.

La tabella seguente riepiloga i dati numerici delle elaborazioni effettuate per la verifica di stabilità dei massi posizionati sul fondo alveo:

θ_c	0.060
$g \text{ (m} \cdot \text{sec}^{-2})$	9.81
ρ_s	2.65
Δ	1.65
i	0.019
b	14
$h \text{ (m)}$	5.11
b/h	2.74
ξ	0.75
$u^* \text{ (m/sec)}$	0.85
$d \text{ (m)}$	0.74
$V \text{ (mc)}$	0.21

Come si evince dai calcoli effettuati, sul fondo alveo il massimo diametro mobilitabile dalla corrente in piena TR200 è pari a 0.74 m, corrispondente a massi di volume 0.21 mc e peso circa 550 kg.

Tali dimensioni sono inferiori a quelle dei massi impiegati per la realizzazione della scogliera (volume 0.30 mc e peso circa 800 kg), la cui stabilità sul fondo alveo risulta pertanto verificata.

Per quanto concerne la sponda, la pendenza massima per la quale risulta verificata la stabilità dei massi è di circa 23° (0.40 rad), come si evince dalla tabella successiva:

θ (rad)	0.40
ϕ (rad)	1.05
k	0.89
θ_c	0.060
$k\theta_c$	0.054
g (m·sec ⁻²)	9.81
ρ_s	2.65
Δ	1.65
i	0.019
b	14
h (m)	5.11
b/h	2.74
ξ	0.75
u^* (m/sec)	0.85
d (m)	0.82
V (mc)	0.29
P (kg)	776

Al fine di poter realizzare pendenza superiori è stato pertanto necessario prevedere l'intasamento dei giunti con cls.

Si precisa che nel già menzionato PROGRAMMA GENERALE DI GESTIONE DEI SEDIMENTI (PGS) PER I CORSI D'ACQUA PIEMONTESI - Torrente Pellice e Torrente Chisone, predisposto dal Politecnico di Torino è stato valutato un abbassamento massimo per erosione del fondo alveo a seguito della piena TR200 pari a circa 1.30 m.

La fondazione della scogliera è stata pertanto collocata ad una profondità minima di 1.50 m al fine di evitarne lo scalzamento.