

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

1.PREMESSA

Il presente esecutivo riguarda la realizzazione di interventi di sistemazione e manutenzione lungo l'asta del **Bealotto/fosso dei Mangiatori (roggia di derivazione del Canale il Beale)** nel territorio del Comune di Bricherasio (vedasi cartografia allegata e fotografia n. 3 che rappresenta il punto di derivazione).

Tali interventi, che rientrano nell'ambito dei finanziamenti dei fondi PMO, risultano necessari in quanto il precario stato di manutenzione delle aree spondali e la presenza di alcuni processi erosivi in atto, determinano una situazione di rischio idraulico che potrebbe interessare le numerose infrastrutture (strade e soprattutto attraversamenti) ed abitazioni presenti nelle aree circostanti, con un conseguente grave disagio per la popolazione ivi residente.

Le sistemazioni in progetto saranno quindi finalizzate a ripristinare i manufatti spondali in precarie condizioni di manutenzione e a proteggere le sponde in erosione. Esse sono giudicate sufficienti a migliorare la situazione attuale e ad impedire ulteriori peggioramenti dei fenomeni di disequilibrio in atto, ma non sono certamente considerate del tutto definitive soprattutto in mancanza di un complessivo ripristino del corso d'acqua, di future manutenzioni delle opere realizzate e di un ridimensionamento dell'attraversamento presente in adiacenza al tratto superiore d'intervento, attualmente privo delle adeguate condizioni di piena sicurezza idraulica (mancanza del franco idraulico di m 1,00 per Tr 200 anni).

In merito ai vincoli gravanti sulle aree d'intervento la realizzazione delle opere previste è subordinata all'ottenimento e delle autorizzazioni ai sensi del **D. Lgs 42/04** per il vincolo paesaggistico-ambientale e, per quanto riguarda la "linea idraulica", del **R.D. 523/1904** (pur non essendo iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Torino, è rappresentato con doppia linea continua sulle mappe catastali, come vengono riportate in mappa le aree demaniali).

Va subito precisato che:

- **con l'intervento in progetto non vengono modificate le sezioni d'alveo** ; i lievi incrementi di sezione idraulica sono unicamente dovuti al rifacimento dei muri spondali (evitando gli attuali "spanciamenti") ed alla ripulitura della vegetazione erbacea ed arbustiva infestante e delle relative zolle terrose;
- il comportamento della muratura in progetto è squisitamente antierosivo della scarpata.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Inoltre l'Appaltatore, prima di eseguire i lavori in alveo, dovrà obbligatoriamente ottenere l'autorizzazione ai sensi della Legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37, Norme per la gestione della fauna acquatica, degli ambienti acquatici e regolamentazione della pesca; Bollettino Ufficiale n. 01 del 4 / 01 / 2007.

2.INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Le operazioni di manutenzione previste in progetto interesseranno tre tratti contigui del **Bealotto/fosso dei Mangiatori** , tra le quote di 382,63,00 e 385,15 m s.l.m., in prossimità delle Piazza Molineris , nel centro abitato del capoluogo (Zona PRG S3 “*Spazi per il verde attrezzato, gioco, tempo libero*”) all’interno del territorio comunale di Bricherasio .

Il canale oggetto d'intervento ha origine dal *Canale il Beale* (quest'ultimo proviene da una derivazione del Torrente Pellie a monte dell'abitato di Bricherasio), ove sono situate le opere di presa. Esso ha scopo prevalentemente irriguo..

Le aree extra urbane attraversate dal tracciato sono caratterizzate dalla presenza preponderante dell'agricoltura intensiva, rappresentata da cerealicoltura (per lo più mais, in misura minore grano ed orzo) e foraggicoltura (prati stabili polifiti o avvicendati con composizione floristica a prevalenza di *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Lolium perenne*, *L. multiflorum*, *Poa pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Taraxacum officinale*); frutteti e vigneti in misura minore.

Sulle sponde del canale si afferma invece una copertura arborea costituita in prevalenza da elementi vegetazionali mediamente igrofilo quali *Alnus glutinosa* e *Fraxinus excelsior*, ai quali si associano diffusamente *Populus nigra* (in ibridi di derivazione antropica) e *Salix alba*. La robinia (*Robinia pseudoacacia*) è diffusa in invasione lungo tutto il tracciato e spesso localmente è dominante. Più sporadici sono *Prunus avium*, *Juglans regia* (in prossimità dei campi coltivati) e *Quercus robur*.

Nello strato arbustivo si rinvencono con maggior frequenza *Corylus avellana*, *Sambucus nigra* e *Rubus gr. irti* (infestante ed in alcuni tratti dominante ad occupare tutto il soprassuolo); più raramente *Euonymus europaeus* e *Cornus sanguinea*; mentre il piano erbaceo è caratterizzato da *Anemone nemorosa*, *Fragaria vesca*, *Aruncus dioicus*, *Primula vulgaris*, *Convallaria majalis*, *Humulus lupulus*, *Viola riviniana*, *Vinca minor* e *Geum urbanum*.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Il popolamento ripariale, data la notevole estensione lineare, ha struttura disomogenea e nel complesso abbastanza irregolare, anche se vi è una certa qual prevalenza del ceduo, soprattutto in riferimento alla robinia, da tempo così governata per ottenere legna da ardere.

3. INTERVENTI IN PROGETTO.

All'interno e lungo l'asta torrentizia del *Bealotto/fosso dei Mangiatori* sono previsti i seguenti interventi:

- Il decespugliamento della vegetazione infestante ;
- Modesti ripuliture/disalvei di potenza decimetrica per un totale di 5-6 mc di zolle (radici di specie erbacee e terra);
- Il rifacimento dei muri in pietrame esistenti in sponda sinistra, con murature in pietrame e malta cementizia dell'altezza di $1,26 \div 1,96$ m (per una lunghezza complessiva dei tre tratti di 43,97 m); tale operazione non comporterà la modifica delle sezioni d'alveo;
- La costruzione di un parapetto in ferro pieno, a disegno semplice con bacchette verticali, della lunghezza di 43,50 m verniciato color grigio antracite (RAL 7061);
- Eventuali modeste sottomurazioni che si rendessero necessarie, principalmente in sponda destra (indicativamente 2,50 mc e da valutarsi meglio in seguito alla ripulitura della vegetazione infestante) previste in pietrame locale e malta cementizia;
- Inghiaimento delle superfici a tergo della muratura al fine di evitare cotipamento ed asfissia radicale dei platani.

3.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE MURARIE

Le opere strutturali in oggetto consistono essenzialmente nella ricostruzione di muri spondali con paramento in pietrame locale e malta cementizia su una fondazione continua in c.a.

La lunghezza totale è di 43,97 m, l'altezza del paramento in pietrame è di $1,26 \div 1,96$ m, lo spessore del paramento è di $80 \div 90$ cm.

La fondazione presenta uno spessore di 35 cm per una larghezza di 130 cm, ed un taglione (privo di finalità statiche ma funzionale ad evitare lo scalzamento al piede) di 65 cm (altezza) x 50 cm (spessore) .

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Normativa di riferimento

I calcoli sono condotti nel rispetto della normativa vigente costituita dal D.M. 17/01/2018 Aggiornamento delle “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” (NTC 2018).

Vita nominale (NTC 2018 § 2.4.1)

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

$V_N = 50$ anni

Classe d'uso (NTC 2018 § 2.4.2)

Classe d'uso in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso: **Classe II**

Periodo di riferimento (NTC 2018 § 2.4.3)

Le azioni sismiche su una costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni}$$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Materiali (NTC 2018 § 11 – NTC 2018 § 4.1.2.1)

Per il paramento murario in pietrame e malta cementizia si utilizzerà:

-muratura in pietra a spacco con buona tessitura: $f_d = 32 \text{ daN/cm}^2$ $\tau_0 = 0,65 \text{ daN/cm}^2$

-peso specifico $\gamma = 25,30 \text{ kN/m}^3$

Per la fondazione in c.a. si utilizzerà:

-calcestruzzo di classe:

C 25/30 con $\gamma_m = 1,5$ $\alpha_{cc} = 0,85$, $R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$, $f_{cd} = 142 \text{ daN/cm}^2$.

-acciaio per armatura:

B450C con $\gamma_m = 1,15$ $f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$, $f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Carichi accidentali (NTC 2018)

Il sovraccarico dovuto alla neve (quota 385,15 m s.l.m.) è stato valutato in accordo con la seguente relazione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 1,77 \quad [\text{kN/m}^2]$$

Considerato che la muratura ha funzione di sostegno della strada comunale (anche se di secondaria importanza), si considera un sovraccarico uniformemente distribuito dovuto al traffico stradale valutato pari a 2.000 daN/mq (raccomandazioni ANAS per opere di sostegno portanti strade extra-urbane).

Applicando il punto C5.1.3.3.7.1 carichi verticali da traffico su rilevati e terrapieni adiacenti al ponte, è necessario applicare lo schema di carico 1 dei ponti distribuendo uniformemente il carico dei due assi tandem verticalmente a 45° verso la base del muro.

Considerando un ponte di 2^a categoria con carico totale pari a $Q = 2 \cdot Q_{1k} = 48000$ daN applicato su una area totale in superficie di 1,6x2,4 m, diffondendo il carico fino alla base del paramento alto $h = 1,96$ m risulterà:

$$A = (a + 2 \cdot h) \cdot (b + 2 \cdot h) = (1,6 + 3,92) \cdot (2,4 + 3,92) = 34,88 \quad \text{mq}$$

Da cui il carico stradale distribuito: $q = 48000/34,88 = 13,76$ kN/mq superiore alle raccomandazioni ANAS.

Essendo il carico stradale sopra calcolato inferiore alle raccomandazioni ANAS e superiore a quello della neve verrà considerato il carico ANAS:

$$Q_{\text{stradale}} = 2000 \text{ daN/mq}; \psi_{21} = 0,2$$

Il coefficiente di combinazione sismico viene assunto forfaitariamente e a favore di sicurezza pari a $\psi_{21} = 0,2$ anche se per la normativa dovrebbe essere nullo.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Azione sismica (NTC 2018)

La determinazione delle azioni sismiche viene effettuata secondo le N.T.C. 2018, assumendo i seguenti dati di base:

- Zona sismica: 3S

- Localizzazione dell'opera: **(WGS 84): longitudine: 7.304947° latitudine= 44.824370°**

Categoria sottosuolo: D (la più cautelativa ai fini delle verifiche)

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1

- Stato limite ultimo: Salvaguardia della Vita SLV

Parametri dipendenti dal sito dell'opera (NTC 2018):

Probabilità di superamento: 10 %

- T_r : 712 [anni]
- a_g : 0,151 g
- F_o : 2,481
- T_{c^*} : 0,269 [s]

Parametri dipendenti dal sottosuolo:

- Categoria del suolo: D (la più cautelativa ai fini delle verifiche)

- S_s : 1,590
- C_c : 1,940
- S_t : 1,000
- K_h : 0,091
- K_v : 0,046
- A_{max} : 2,356
- β : 0,380

Combinazione di carico per la verifica dei muri di sostegno (NTC 2018, § 6.5, § 7.11.6.2)

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

I muri di sostegno vengono verificati in base alle indicazioni delle N.T.C. 2018 § 6.5, in particolare si eseguono le verifiche secondo i seguenti approcci:

Verifiche statiche:

Approccio 2: $A1 + M1 + R3$

Verifica Sismica:

Approccio 2: Sisma Su ($M1 + R3$)

Verifica di stabilità globale:

Approccio 1 Combinazione 2: $A2 + M2 + R2$ (verifica stabilità globale NTC 2018 § 6.5.3.1.1)

Riportata più avanti con i metodi di “*Fellenius*”, “*Bishop*” e “*Janbu*”.

Per le calcolazioni viene impiegato il programma *MB Muro* con cui sono effettuate le verifiche di stabilità, sia locale che globale, in accordo alle "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018) nel modo seguente:

- il calcolo delle spinte del terreno viene effettuato mediante i coefficienti di spinta attiva, calcolati tramite le formulazioni di *Mononobe-Okabe*;
- le verifiche di capacità portante della fondazione sono eseguite mediante le formulazioni di *Brinch-Hansen* generalmente utilizzate nel caso di terreni a comportamento prevalentemente non coesivo o poco coesivo.
- il calcolo del fattore di sicurezza relativo alla verifica di Stabilità Globale dell'insieme opera-terreno, viene effettuato secondo i metodi di “*Fellenius*”, “*Bishop*” e “*Janbu*” nell'ipotesi di superfici di scivolamento circolari.

Relazione Geologica-geotecnica (NTC 2018 §6)

Come da indicazione al punto § 6.2.2 delle NTC 2018 nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali.

I parametri geotecnici del terreno, sono stati assunti pari a:

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)

-peso efficace terreno: $\gamma_t = 1.900 \text{ daN/m}^3$

-angolo di attrito interno: $\phi = 33^\circ$

-coesione a tergo della muratura: $c = 0 \text{ daN/cm}^2$

Si ritiene di poter caratterizzare il terreno (NTC 2018 § 3.2.2) come appartenente alla categoria D (la più cautelativa rispetto alle altre 4 categorie A, B,C ed E), *“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s”*

PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.

SCHEDA 24.01 5.01 – **RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE** (SETTEMBRE 2019)

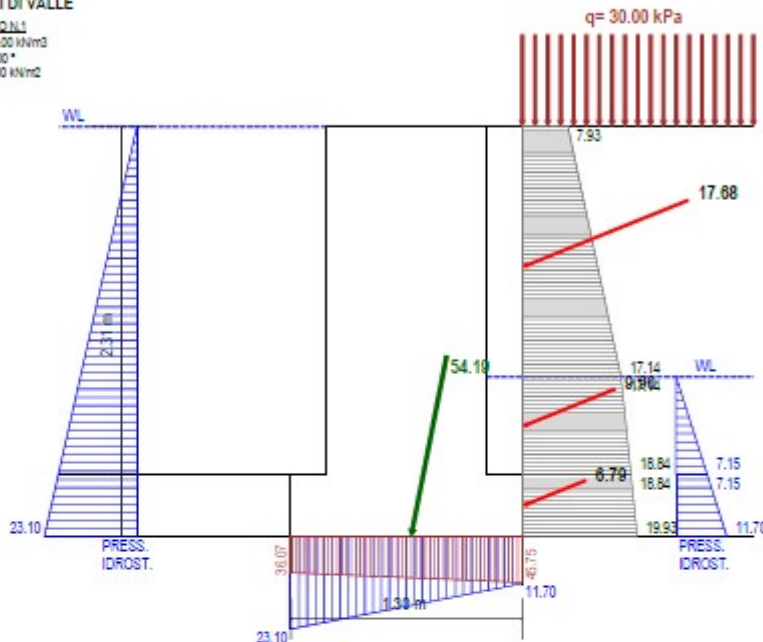
MB Muro Rev 3.01

VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS COMUNE DI BRICHERASIO

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1+M1+R3)

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
G = 19.00 kN/m3
φ' = 0.00°
c' = 0.00 kN/m2



STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 19.00 kN/m3
φ' = 33.00°
c' = 0.00 kN/m2

STRATO FONDAZIONE
G = 19.00 kN/m3
φ' = 33.00°
c' = 25.00 kN/m2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	10.44 kN
Carico verticale:	Hed	53.18 kN
Resistenza attrito:	Pa = Hed*tg(φa)	21.50 kN
Base fondazione:	B	1.30 m
Resistenza coesione:	Pc = ca * B	21.68 kN
Resistenza Totale:	Ptot = Pa + Pc	43.18 kN
Coeffic. parziale:	G/B	1.10
Resistenza da Calcolo:	Hrd = Ptot/G_R	39.25 kN
Verifica:	Hrd/Hed	3.16 ----> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	65.54 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	56.99 kNm
Momento Ribaltante:	Hed	29.61 kNm
Verifica:	Mrd/Hed	1.92 ----> ok!

VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Hed	53.18 kN
Azione orizzontale	Hed	10.44 kN
Sovraccarico laterale	q	3.15 kPa
Eccentricità	e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Hed	-0.03 m
Base efficace	Beff = B - 2 e	1.25 m
Fattore cap. port.	Hq=exp[(Pa*tgφ)/(P1/4+e/2)]	26.09
Fattore cap. port.	Hc=(Hq-1)*cotφ	38.64
Fattore cap. port.	Hq=2*(Hq+1)*tgφ	35.19
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed]/[Hed+Beff*c*cotφ]*^3	0.12
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed]/[Hed+Beff*c*cotφ]*^2	0.80
coeff.inclin.carico	iq=1-[(1-iq)/(Hc*tgφ)]	0.80
Inclin. P.C. (p=1)		
coeff.inclin. p.c.	qy	1.00
coeff.inclin. p.c.	qy	1.00
coeff.inclin. p.c.	qy	1.00
coeff. sismico	kh=8a*St*ag/g	0.00
coeff. sismico	sc=1-0.32*kh	1.00
coeff. sismico	sq=[1-kh/tga]^0.35	1.00
coeff. sismico	sq=sq	1.00
pressione limite (1)	qlim1=0.5*c*Beff*Hq*lg*gg*sq	142.66 kN/m2
pressione limite (2)	qlim2=c*Hc*ic*gc*sc	769.53 kN/m2
pressione limite (3)	qlim3=q*Hq*iq*gg*sq	66.12 kN/m2
pressione lim. Tot.	qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3	378.31 kN/m2
Resistenza totale	Qlim = qlim * Beff	1221.63 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40
Resistenza Calcolo	Hrd = Qlim / G_R	872.59 kN
Verifica	Hrd/Hed	16.41 ----> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

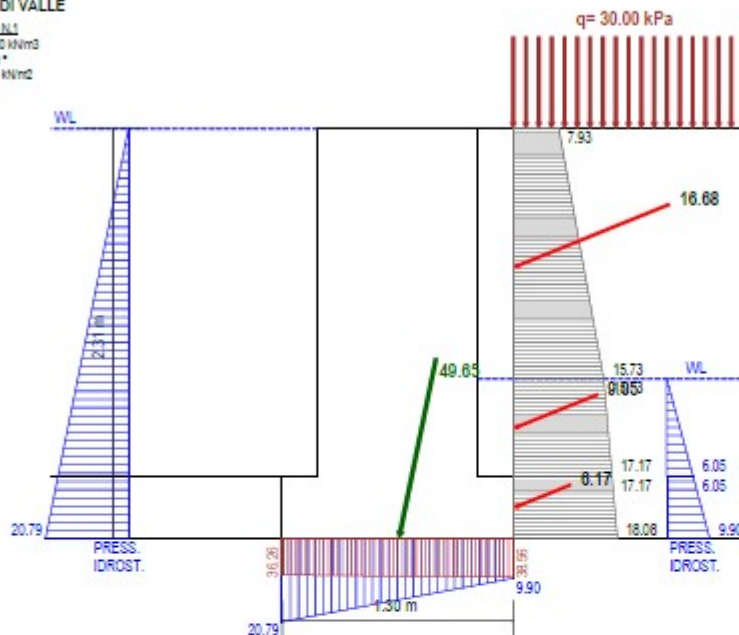
**COMBINAZIONE DI CARICO N. 3:
Statica (EQU+M1+R3)**

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
G = 19.00 kN/m³
g' = 0.00 °
c' = 0.00 kN/m²

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 19.00 kN/m³
g' = 33.00 °
c' = 0.00 kN/m²



RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	58.99 kNm
Coeff. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	51.29 kNm
Momento Ribaltante:	Med	27.05 kNm
Verifica:	Mrd/Med	1.90 ----> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)

MB Muro Rev 3.01

VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO

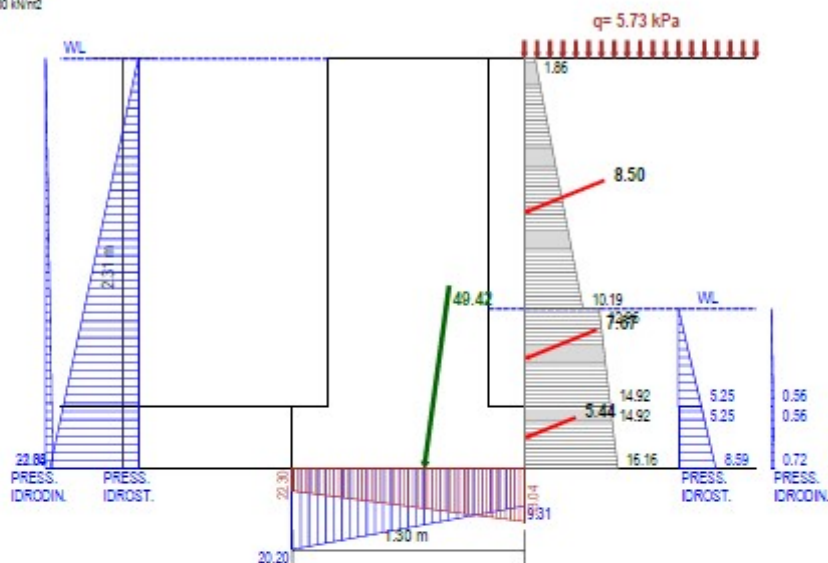
COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm/m}$
 $e' = 33.00 \text{ m}$
 $c' = 0.00 \text{ kNm/m}^2$

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm/m}$
 $e' = 0.00 \text{ m}$
 $c' = 0.00 \text{ kNm/m}^2$



STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.00 \text{ kNm/m}$
 $e' = 33.00 \text{ m}$
 $c' = 25.00 \text{ kNm/m}^2$

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	6.68 kN
Carico verticale:	Hed	48.97 kN
Resistenza attrito:	Ra = Sed*tg(φa)	19.79 kN
Base fondazione:	B	1.30 m
Resistenza coesione:	Rc = ca * B	21.68 kN
Resistenza Totale:	Rtot = Ra + Rc	41.47 kN
Coeff. parziale:	G.R	1.00
Resistenza di Calcolo:	Rd = Rtot/G.R	41.47 kN
Verifica:	Hed/Hed	6.21 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica)
la verifica a ribaltamento non è significativa
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap. 7.11 6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Hed	48.97 kN
Azione orizzontale	Hed	6.68 kN
Sovraccarico laterale	q	3.01 kPa
Eccentricita	e = B/2 - (Hstab-Hrib)/Med	-0.09 m
Base efficace	Beff = B - 2 e	1.12 m
Fattore cap. port.	Nq = exp(β1*tgα) * tg(β1/4 + φ/2)	26.09
Fattore cap. port.	Nc = (Nq - 1) * cotφ	38.84
Fattore cap. port.	Nq = 2 * (Nq + 1) * tgα	35.19
coeff.inclin.carico	iq = [1 - Hed/(Med + Beff * c * cotα)]^3	0.80
coeff.inclin.carico	iq = [1 - Hed/(Med + Beff * c * cotα)]^2	0.86
coeff.inclin.carico	ic = iq * [1 - iq] / (Nc * tgα)	0.85
Inclin. P.C. (D=0)		
coeff.inclin. p.c.	qs	1.00
coeff.inclin. p.c.	qs	1.00
coeff.inclin. p.c.	qs	1.00
coeff. sismico	kh = 5 * St * ag/g	0.24
coeff. sismico	rc = 1 - 0.32 * kh	0.92
coeff. sismico	sq = [1 - kh / tgα]^0.35	0.85
coeff. sismico	sq = sq	0.85
pressione limite (1)	qlim1 = 0.5 * G' * Beff * Nq * iq * qs * sq	120.77 kN/m2
pressione limite (2)	qlim2 = c * Nc * ic * rc * sq	762.34 kN/m2
pressione limite (3)	qlim3 = q * Nq * iq * qs * sq	57.43 kN/m2
pressione lim. Tot.	qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3	940.54 kN/m2
Resistenza totale	Qlim = qlim * Beff	1056.38 kN
Coeff. parziale	G.R	1.00
Resistenza Calcolo	Rd = Qlim / G.R	890.32 kN
Verifica	Hed/Hed	17.99 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALE LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

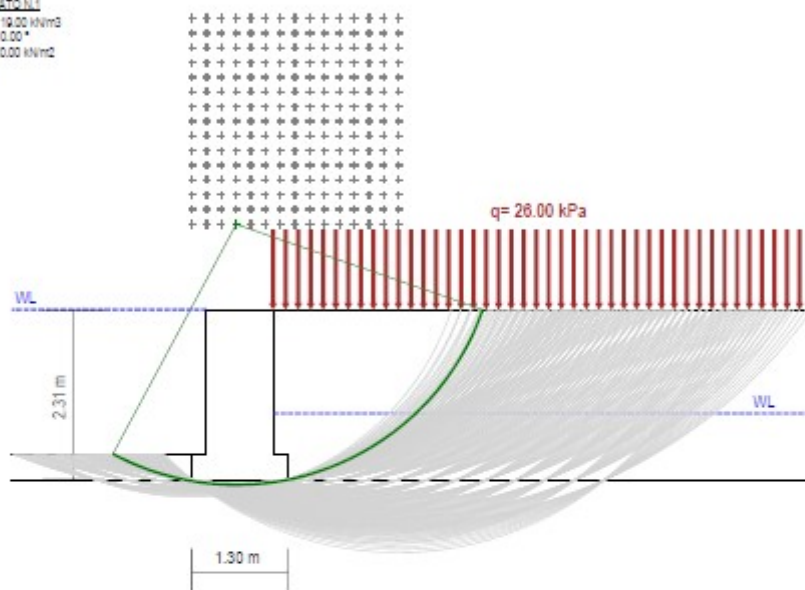
COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
Bishop: $F_s \text{ min} = 1.621$

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 0.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$



STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	131.03
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	139.03
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	10.36
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 280.42 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	454.60
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 454.60 kNm

VERIFICA:

Asione:	M_rib	280.42
Resistenza:	M_stab	454.60
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.621 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALE LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:

Statica (A2 +M2+R2)

Fellenius: $F_s \min = 1.387$

STRATI DI MONTE

STRATO N.1

$G = 10.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 27.45^\circ$

$c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

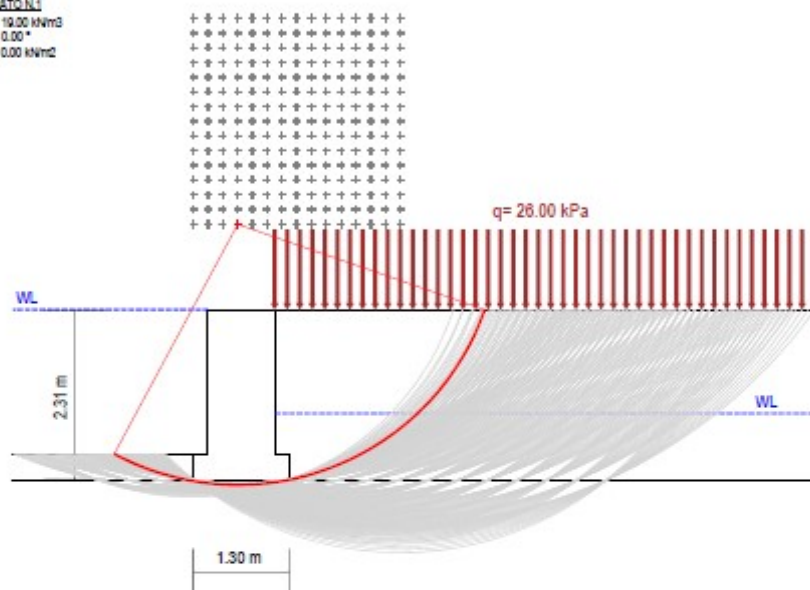
STRATI DI VALLE

STRATO N.1

$G = 10.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 0.00^\circ$

$c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE

$G = 10.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 27.45^\circ$

$c' = 20.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di FELLENIUS)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	131.03
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	139.03
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	10.36
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 280.42 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	388.97
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 388.97 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	280.42
Resistenza:	M_stab	388.97
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.387 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

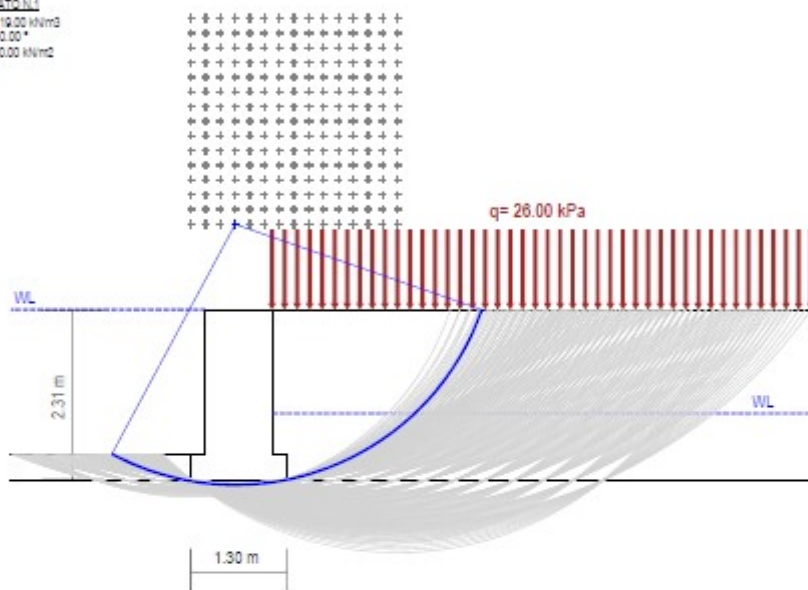
**VERIFICA SEZIONE N. 1 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
Janbu: $F_s \text{ min} = 1.372$

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 0.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO SODDISFAZIONE
 $G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di JANBU)

FORZE ORIZZONTALI SCIVOLANTI/STABILIZZANTI:

Componente	F_{sciv} [kN]	F_{stab} [kN]
AZIONI LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	80.24	110.11
FORZE ESTERNE AGGIUNTIVE (ORIZZONTALI)	0.00	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE		0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO		0.00
TOTALI:	80.24	110.11

VERIFICA:

Azione:	F_{sciv}	80.24
Resistenza:	F_{stab}	110.11
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = F_{stab} / F_{sciv}$	1.372 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 5 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

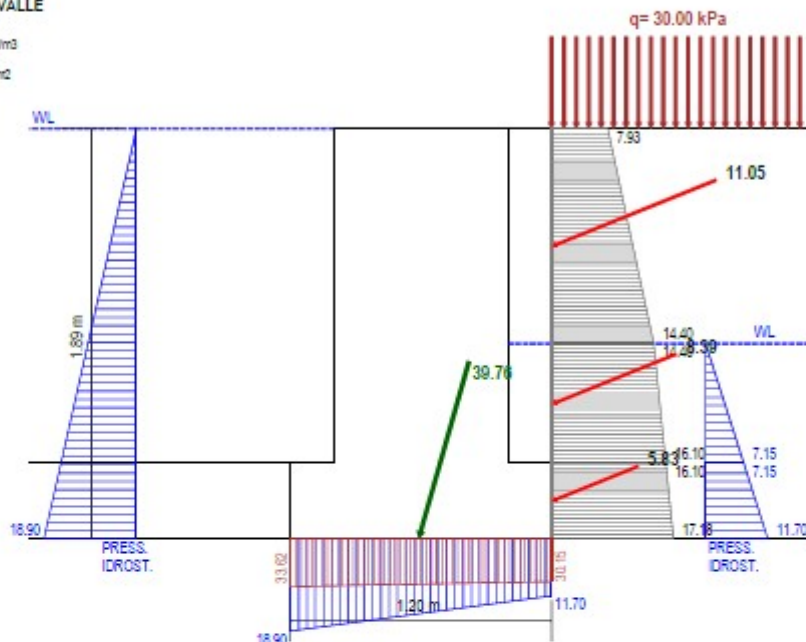
**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1+M1+R3)**

STRATI DI VALLE

STRATO.N.1
G = 19.00 kNm3
φ = 0.00°
c = 0.00 kNm2

STRATI DI MONTE

STRATO.N.1
G = 19.00 kNm3
φ = 33.00°
c = 0.00 kNm2



STRATO.FONDAZIONE
G = 19.00 kNm3
φ = 33.00°
c = 25.00 kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Med	10.83 kN
Carico verticale:	Med	38.26 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Med \cdot \tan(\phi_a)$	15.47 kN
Base fondazione:	B	1.20 m
Resistenza coesione:	$R_c = c_a \cdot B$	20.01 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	35.48 kN
Coeffic. parziale:	G R	1.10
Resistenza di Calcolo:	$R_{rd} = R_{tot} / G_R$	32.25 kN
Verifica:	H_{rd} / Med	2.99 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	42.47 kNm
Coeffic. parziale:	G R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	$M_{rd} = M_{stab} / G_R$	36.93 kNm
Momento Ribaltante:	Med	19.93 kNm
Verifica:	M_{rd} / Med	1.85 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Med	38.26 kN
Azione orizzontale	Med	10.83 kN
Sovraccarico laterale	q	3.15 kPa
Eccentricita	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Med$	0.01 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 \cdot e $	1.18 m
Fattore cap. port.	$M_q = \exp(P_i \cdot \tan \phi) \cdot \tan^2(P_i/4 + \pi/2)$	24.09
Fattore cap. port.	$M_c = (B_q - 1) \cdot \exp \phi$	38.84
Fattore cap. port.	$M_q = 1 + (B_q - 1) \cdot \tan \phi$	35.19
coeff.inclin.carico	$i_q = [1 - B_{eff} / (B_{eff} + c \cdot \cot \phi)]^3$	0.56
coeff.inclin.carico	$i_q = [1 - B_{eff} / (B_{eff} + c \cdot \cot \phi)]^2$	0.76
coeff.inclin.carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (B_{eff} \cdot \tan \phi)]$	0.75
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff.inclin. p.c.	gq	1.10
coeff.inclin. p.c.	gg	1.10
coeff.inclin. p.c.	gc	1.10
coeff. sismico	$k_h = 0.5 \cdot \tan \phi$	0.20
coeff. sismico	$\alpha = 1 - 0.32 \cdot k_h$	1.00
coeff. sismico	$\alpha = [1 - k_h / \tan \phi] \wedge 0.35$	1.00
coeff. sismico	$\alpha = \alpha$	1.00
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 \cdot G \cdot B_{eff} \cdot i_q \cdot gq \cdot gq$	123.05 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c \cdot M_c \cdot i_c \cdot gc \cdot gc$	722.62 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q \cdot M_q \cdot i_q \cdot gg \cdot gg$	62.28 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	907.95 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} \cdot B_{eff}$	1049.73 kN
Coeffic. parziale	G R	1.40
Resistenza Calcolo	$R_{rd} = Q_{lim} / G_R$	749.81 kN
Verifica	H_{rd} / Med	19.97 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 5 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

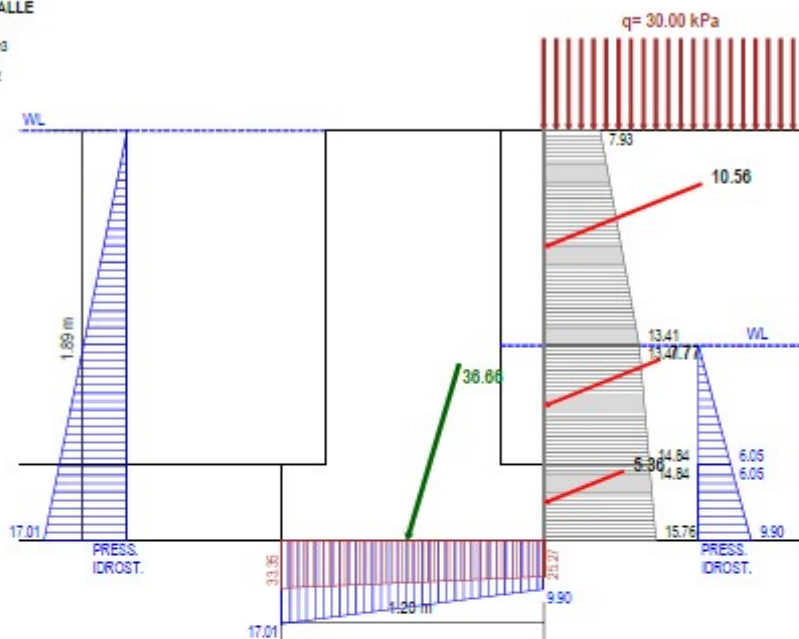
**COMBINAZIONE DI CARICO N. 3:
Statica (EQU+M1+R3)**

STRATI DI VALLE

STRATO.N.1
G = 19.00 kNm3
g' = 0.00 *
c' = 0.00 kNm2

STRATI DI MONTE

STRATO.N.1
G = 19.00 kNm3
g' = 33.00 *
c' = 0.00 kNm2



RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTE10 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTE10 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	36.22 kNm
Coeff. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	33.24 kNm
Momento Ribaltante:	Mrd	18.09 kNm
Verifica:	Mrd/Med	1.84 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALE LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 5 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:

Statica (A2 +M2+R2)

Bishop: $F_s \text{ min} = 1.678$

STRATI DI MONTE

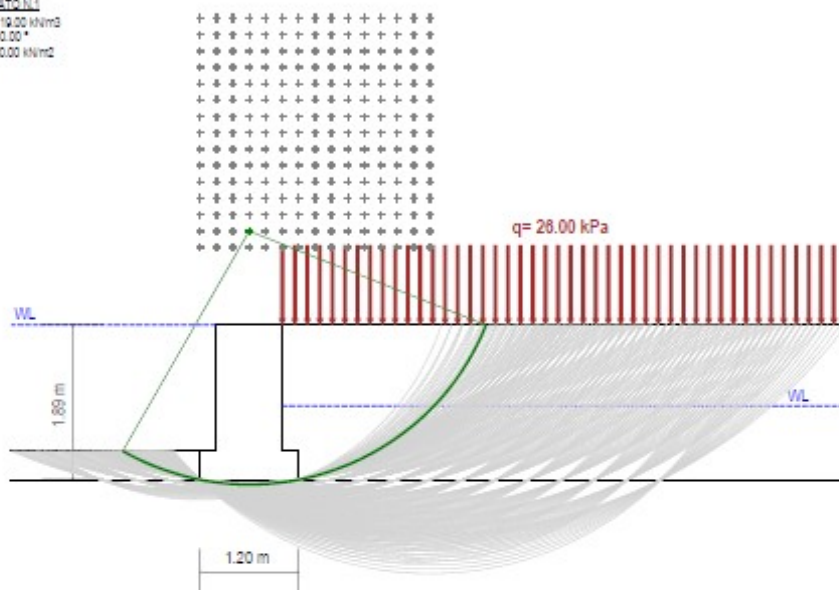
STRATO N.1

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATI DI VALLE

STRATO N.1

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 0.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	76.67
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	102.95
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	5.53
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_{Rib} = 185.14 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	310.69
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_{Stab} = 310.69 kNm

VERIFICA:

Azione:	M _{rib}	185.14
Resistenza:	M _{stab}	310.69
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.678 ----> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 5 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

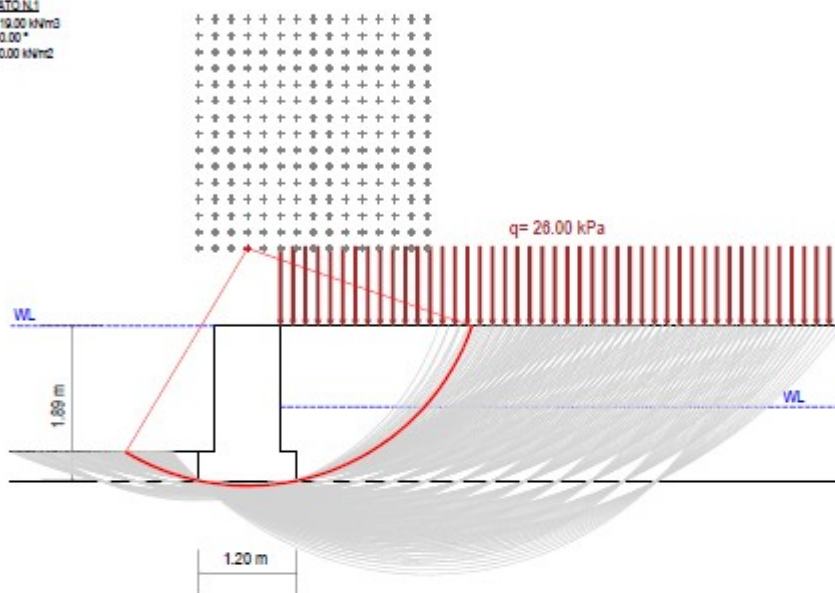
COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
Fellenius: $F_s \text{ min} = 1.421$

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\alpha' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATI DI VALLE

STRATO N.1
 $G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\alpha' = 0.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$
 $\alpha' = 27.45^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di FELLENIUS)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	70.11
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	93.12
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	5.53
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	$M_{Rib} = 168.76 \text{ kNm}$

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	239.80
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	$M_{Stab} = 239.80 \text{ kNm}$

VERIFICA:

Asione:	M_{rib}	168.76
Resistenza:	M_{stab}	239.80
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.421 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

MB Muro Rev 3.01

**VERIFICA SEZIONE N. 5 PIAZZA MOLINERIS
COMUNE DI BRICHERASIO**

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:

Statica (A2 +M2+R2)

Janbu: $F_s \min = 1.406$

STRATI DI MONTE

STRATO N.1

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 27.45^\circ$

$c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

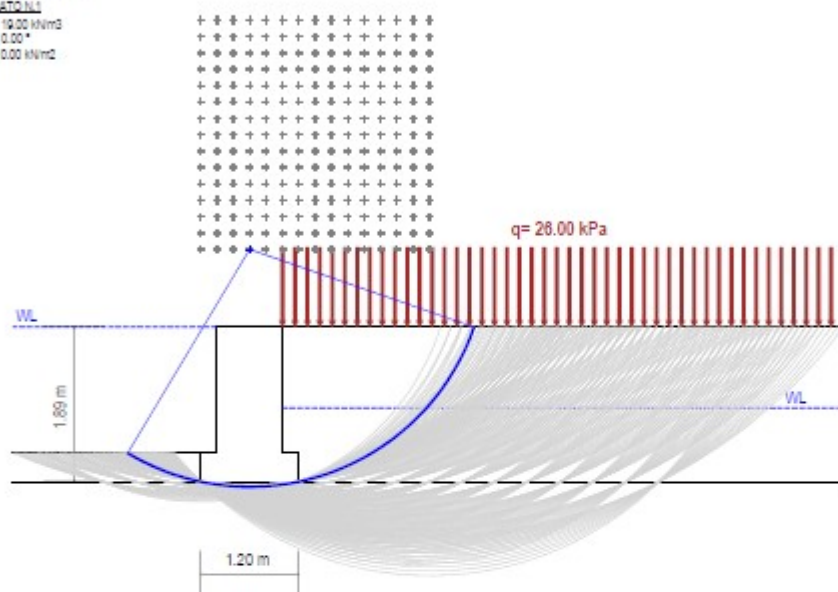
STRATI DI VALLE

STRATO N.1

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 0.00^\circ$

$c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE

$G = 19.00 \text{ kNm}^3$

$\phi' = 27.45^\circ$

$c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di JANBU)

FORZE ORIZZONTALI SCIVOLANTI/STABILIZZANTI:

Componente	F_{sciv} [kN]	F_{stab} [kN]
AZIONI LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	59.52	83.70
FORZE ESTERNE AGGIUNTIVE (ORIZZONTALI)	0.00	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE		0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO		0.00
TOTALI:	59.52	83.70

VERIFICA:

Azione:	F_{sciv}	59.52
Resistenza:	F_{stab}	83.70
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = F_{stab} / F_{sciv}$	1.406 ---> ok!

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

3.2. VERIFICHE IDRAULICHE

Le portate di riferimento sono ricavate dalla *Relazione Idraulica ed Idrologica di adeguamento PRGC al PAI (ESSEBI INGEGNERIA STUDIO TECNICO ASSOCIATO con sede in PINEROLO (TO) Piazzale Carlo Alberto Dalla Chiesa N. 2– 2011 e 2013)*- di cui si riporta di seguito lo stralcio :

Asta Fluviale	Q				
	$TR=20$	$TR=50$	$TR=100$	$TR=200$	$TR=500$
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Torrente Chiamogna	36	48	58	70	84
Torrente Chiamogna a San Michele	20	28	33	39,1	47,75
Rio Tiramale	15,5	20,5	26	31	37
Rio L/8	4,5	5,2	6,3	7,5	9,3
Rio L/9	5,0	5,8	7,2	8,7	10,4
Canale Il Beale sez. chiusura Seteria	7,75	10,3	12,6	15,15	18,4
Canale Il Beale sez. chiusura monte L/11	8,45	11,15	13,6	16,35	19,85
Canale Il Beale sez. chiusura valle L/11	11,95	15,85	19,35	23,25	28,15
Canale Il Beale sez. chiusura Cimitero	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0
Rio L/18	2,6	3,6	4,4	5,45	6,65
Torrente Chiamogna di San Secondo	36,5	38,5	46,6	52,15	62,8

Tabella 7.2.47: portata al colmo di progetto

Essendo il canale in esame (*Bealotto/fosso dei Mangiatori*) una derivazione del *Canale il Beale*, viene cautelativamente considerata come portata di progetto il massimo valore di portata del *Canale il Beale* immediatamente a valle della presa (“sez. chiusura valle L/11”); I valori, comprensivi del contributo del trasporto solido, della portata di riferimento (a valle della derivazione dal *Canale il Beale* in corrispondenza della “sez. chiusura valle L/11” sono i seguenti:

- T.R. 20 anni: 11,95 mc/s;
- T.R. 50 anni: 15,85 mc/s;
- T.R. 100 anni: 19,35 mc/s;
- T.R. 200 anni: 23,25 mc/s;
- T.R. 500 anni: 28,15 mc/s.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Verifica idraulica in moto permanente.

Obiettivo della verifica idraulica in moto permanente è quello di quantificare gli effetti prodotti dagli interventi in progetto su tutto il tronco d'alveo in oggetto, non solo nella singola sezione come nel moto uniforme, al fine di assicurare che, tra il livello del pelo libero dell'acqua nel torrente e la sommità delle sponde dell'alveo, il franco risulti superiore a quello minimo richiesto dalle normative vigenti.

Per procedere alla verifica è necessario definire prima la geometria del corso d'acqua permettendo una descrizione dettagliata del tratto d'alveo nell'intorno dell'opera, definendo le singolarità e le variazioni delle dimensioni. Importante, nel caso in esame, è procedere alla determinazione delle caratteristiche idrauliche della corrente valutando l'influenza dei vari manufatti presenti in alveo e lungo le sponde.

L'analisi qui presentata è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizioni di piena, rappresentati dai valori dei livelli idrici e delle velocità di corrente all'interno dell'alveo inciso e delle eventuali aree inondate.

L'esecuzione dei calcoli idraulici per la determinazione delle modalità di deflusso comporta la definizione dei seguenti punti principali:

- Metodo di calcolo;
- Condizioni al contorno;
- Condizioni di riferimento.

Per quanto riguarda il metodo di calcolo seguito per l'analisi idraulica si è fatto riferimento alle condizioni di moto stazionario monodimensionale permanente che considera portata costante e geometria dell'alveo variabile (questo tipo di moto rappresenta una buona approssimazione di quello che si manifesta negli alvei naturali dei corsi d'acqua durante gli eventi di piena).

Tale metodologia permette, pertanto, una valutazione dei livelli di piena nelle sezioni del torrente più raffinata di quanto non lo consenta la schematizzazione del moto uniforme nelle singole sezioni dell'alveo. Con essa, infatti, è possibile calcolare i livelli idrici considerando l'influenza della variazione della geometria e le singolarità idrauliche presenti nel tratto d'asta del corso d'acqua analizzato.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Il problema del tracciamento del profilo di superficie libera di un corso d'acqua naturale in moto permanente con una data portata Q si risolve con procedimenti di calcolo numerico.

L'operazione richiede la suddivisione del corso d'acqua in tronchi di lunghezza Δs , tali da poter confondere i valori medi della sezione e della velocità in ciascun tronco con i valori ad un estremo. La natura dell'alveo deve conservarsi, entro certi limiti, in ciascun tronco.

Siano i e $i + 1$ due sezioni consecutive, distanti Δx in asse, nella prima delle quali siano note tutte le grandezze idrauliche.

La variazione di carico idraulico ΔH tra le due sezioni si può calcolare mediante la seguente relazione alle differenze finite:

$$\Delta H = -[j]_i \cdot \Delta x$$

Si può ottenere così il carico H_{i+1} della sezione $i + 1$ e conseguentemente il carico piezometrico h_{i+1} , che rappresenta la quota del pelo libero rispetto ad un piano di riferimento

$$H_{i+1} = h_{i+1} + \frac{Q^2}{2g \cdot \Omega_{i+1}^2}$$

orizzontale, risolvendo l'equazione:

È possibile in questo modo ricavare il carico piezometrico della corrente nelle sezioni di rilievo e da questo calcolare le caratteristiche idrauliche che il torrente ha nel tratto in esame. In particolare, per il calcolo dei livelli e delle principali caratteristiche del moto si è utilizzato il codice di calcolo "Hec Ras" del U.S. Army Corps of Engineers.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno, i valori da assegnare sono:

- Il valore della portata di riferimento;
- L'altezza del livello del pelo libero dell'acqua ad una delle estremità o ad entrambe, in funzione del tipo di corrente (lenta, veloce o mista) che si viene ad instaurare sul corso d'acqua.

In relazione alla seconda condizione al contorno si è prima verificato il tipo di corrente che si instaura sul tratto di corso d'acqua esaminato conducendo nelle sezioni di estremità l'analisi in moto uniforme. Stabilita la natura della corrente, si assume come condizione al contorno, nel caso essa sia lenta, l'altezza d'acqua di moto uniforme nella sezione di valle, mentre nel caso di corrente veloce si assume l'altezza d'acqua nella sezione di monte.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

L'altezza d'acqua di moto uniforme è determinata direttamente dal programma di calcolo introducendo la pendenza dell'alveo nelle sezioni di estremità di monte e/o di valle.

Questa approssimazione non pregiudica i risultati che si ottengono in quanto gli errori derivanti dalla scelta di un livello idrico inesatto si riduce con sufficiente rapidità procedendo con il calcolo verso monte o verso valle fino ad annullarsi completamente a distanza non eccessivamente grande. Si deve ancora ricordare che le approssimazioni che derivano da tali posizioni si possono ritenere di entità non superiore a quella con cui si riescono a valutare le altre grandezze (coefficiente di scabrezza ecc.).

Le simulazioni eseguite nella presente relazione consistono nella verifica della situazione di progetto per le portate con TR 20, 50, 100, 200 e 500 anni, con 7 sezioni rilevate; in questo modo si può rappresentare con precisione le caratteristiche geometriche e di scabrezza del tratto di corso d'acqua in esame.

Le scabrezze dell'alveo che sono state adottate per il calcolo sono dedotte dall'analisi del terreno e dalla letteratura (Hec Ras Hydraulic reference manual; Marchi e Rubatta, 1981, modificata):

Per l'alveo naturale (Terra con erba sul fondo):

$$C = 40 \text{ m/s}^{1/3} \text{ secondo Gauckler Strickler; } n = 1/C = 0,025 \text{ secondo Manning.}$$

Per le pareti delle murature (Muratura irregolare o di pietrame, assunto cautelativamente come sopra):

$$C = 40 \text{ m/s}^{1/3} \text{ secondo Gauckler Strickler; } n = 1/C = 0,025 \text{ secondo Manning.}$$

Per le pareti aree esterne:

$$C = 60 \text{ m/s}^{1/3} \text{ secondo Gauckler Strickler; } n = 1/C = 0,018 \text{ secondo Manning.}$$

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

Elaborazione HEC-RAS

Per il *Bealotto/fosso dei Mangiatori* si è osservato che il moto nel tratto analizzato è di tipo veloce.

Dall'osservazione dei dati elaborati, per il tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 anni e 500 anni, si può evincere che *il Canale dei Mangiatori* nel tratto analizzato migliora le condizioni di deflusso nelle sezioni in corrispondenza della realizzazione della muratura

La nuova muratura risulta :

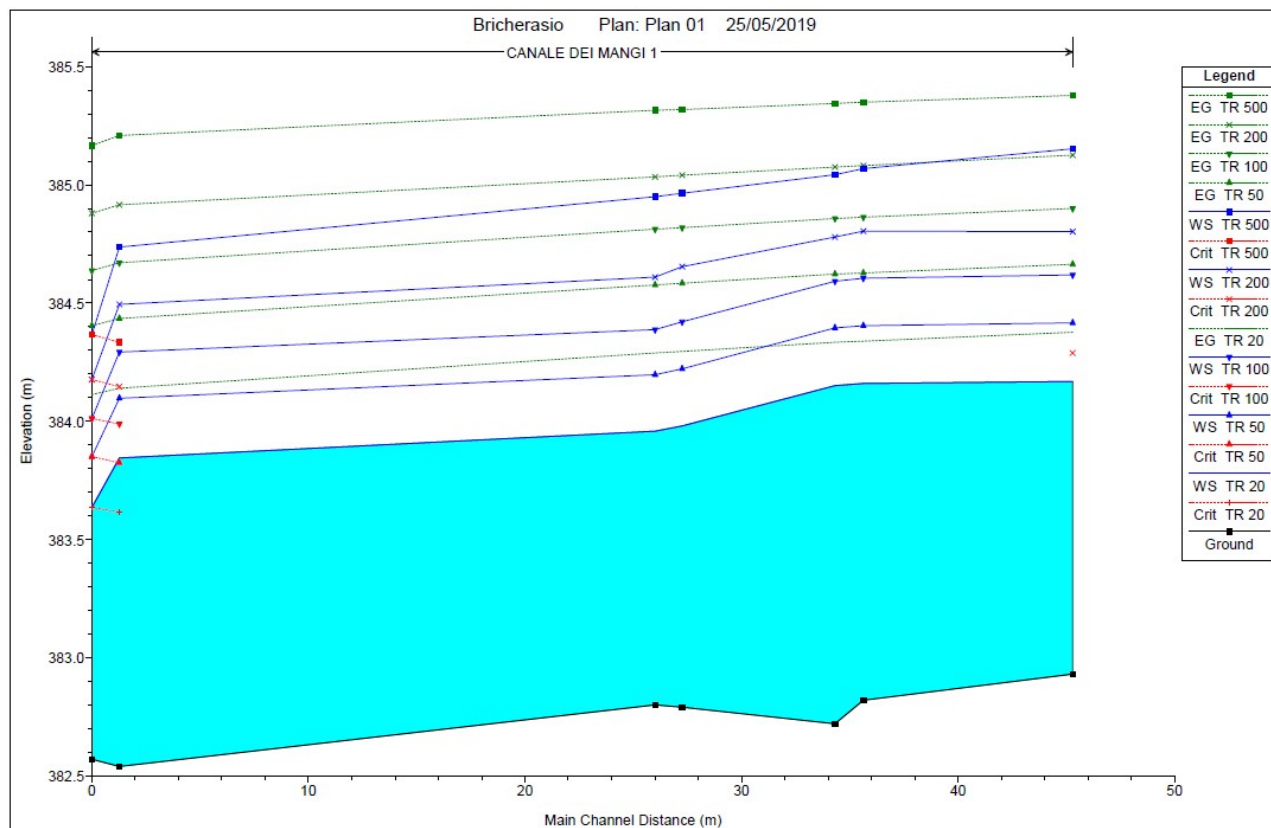
- nella sezione n. 1 poco sommersa dalla piena di progetto per T.R. 500 anni;
- nelle sezioni n. 2, 3, 4 e 5 poco sommersa dalla piena di progetto per T.R. 200 anni;
- nelle sezioni n. 6 e 7 sommersa dalla piena di progetto per T.R. 50 anni;

In conclusione:

- la verifica idraulica sopra riportata rappresenta il caso estremo in cui il *Canale dei Mangiatori* derivi tutta la portata del *Canale il Beale* (situazione molto improbabile);
- **con l'intervento in progetto non vengono modificate le sezioni d'alveo** ; i lievi incrementi di sezione idraulica sono unicamente dovuti al rifacimento dei muri spondali (evitando gli attuali “spanciamenti”) ed alla ripulitura della vegetazione erbacea ed arbustiva infestante e delle relative zolle terrose;
- il comportamento della muratura in progetto è squisitamente antiersivo della base della scarpata.

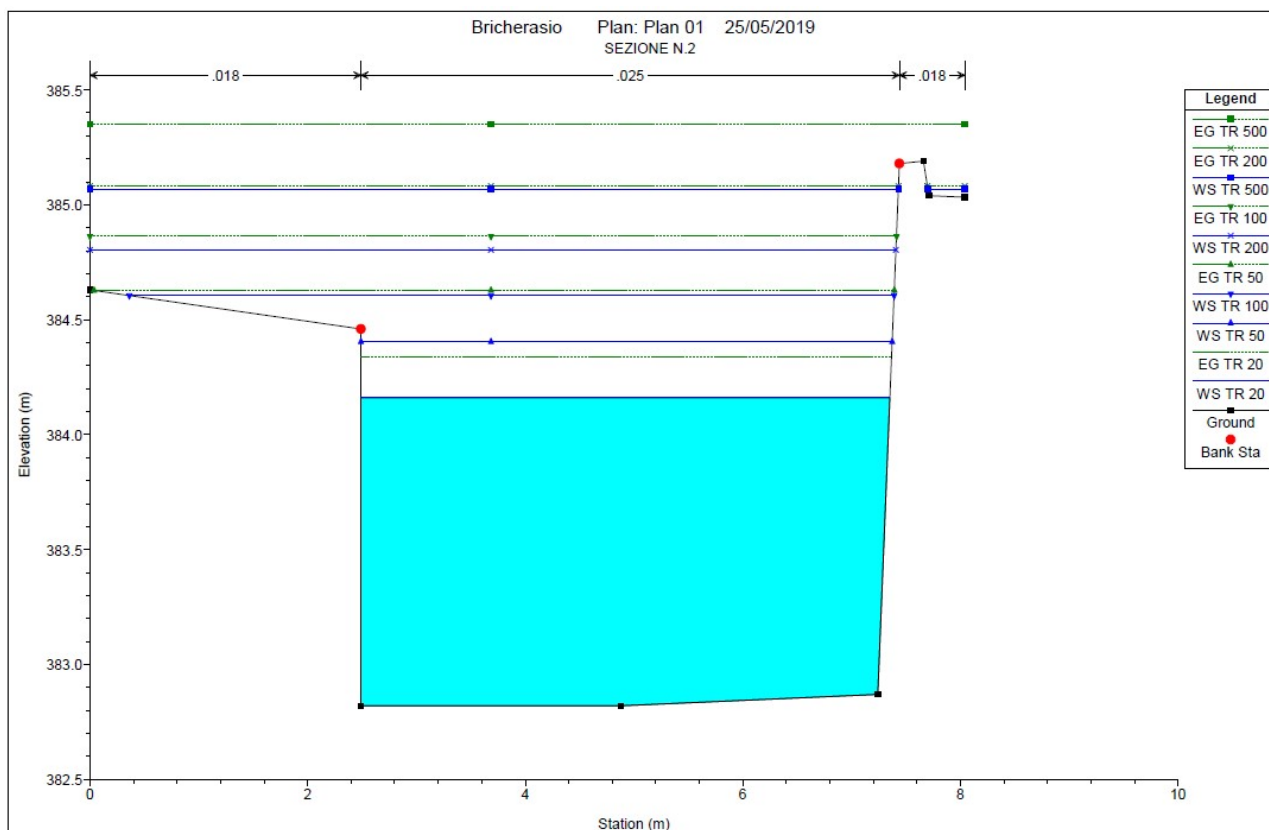
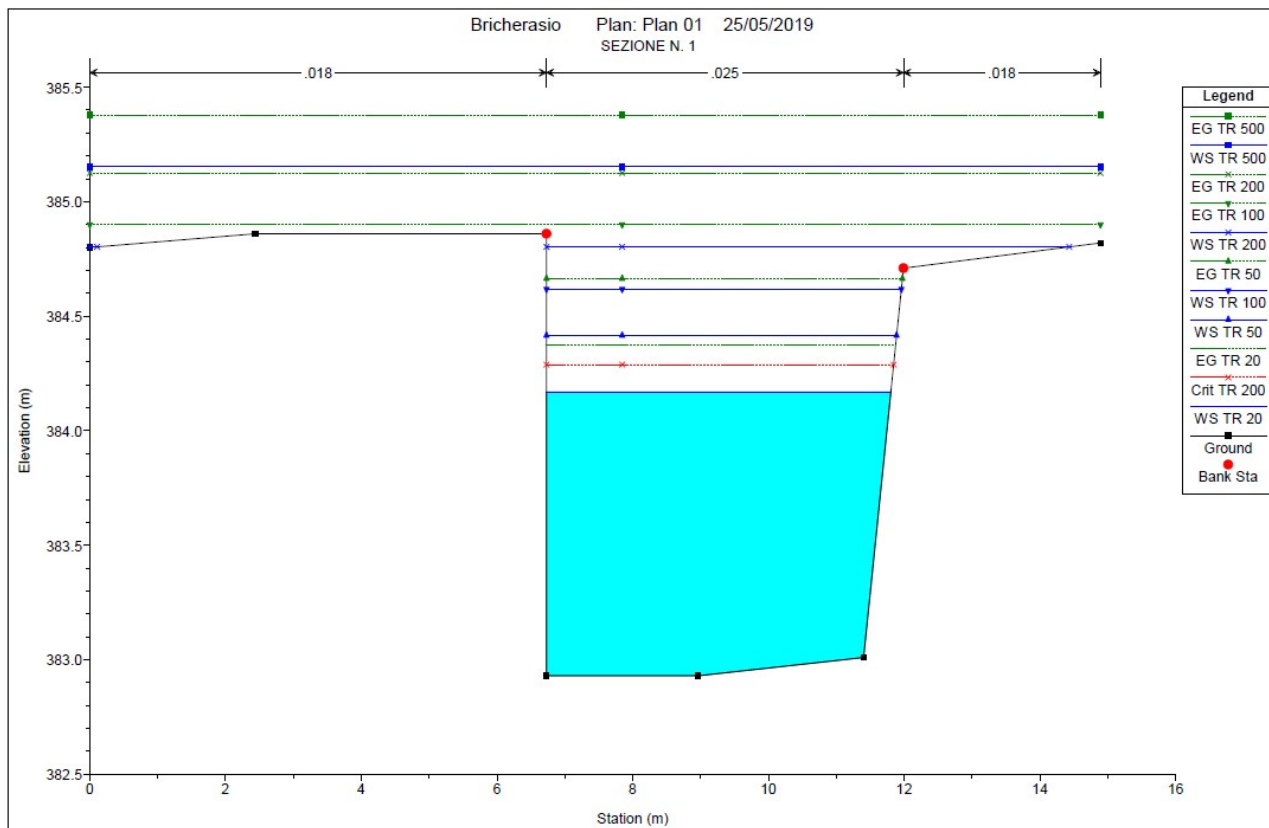
**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)

VERIFICA IDRAULICA ALVEO IN PROGETTO (corrispondenti a quelle attuali)



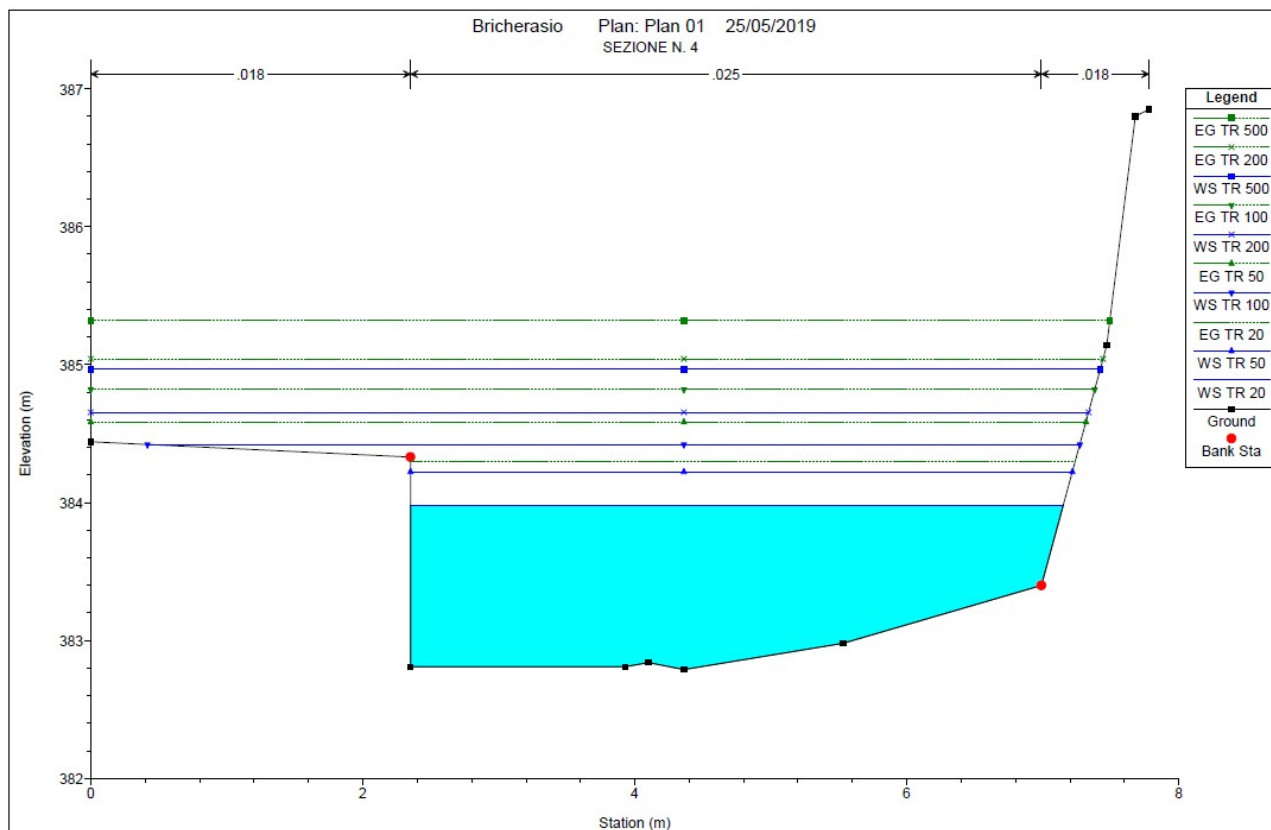
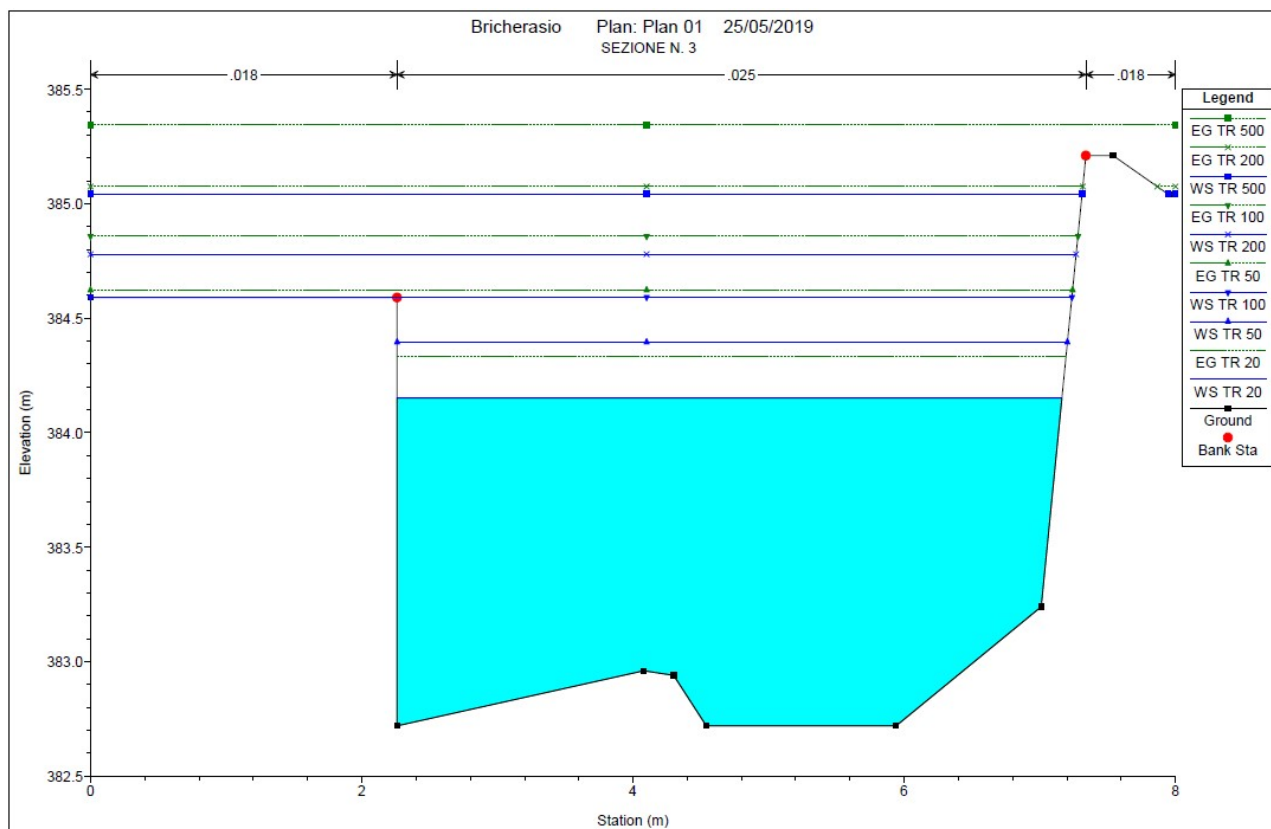
**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

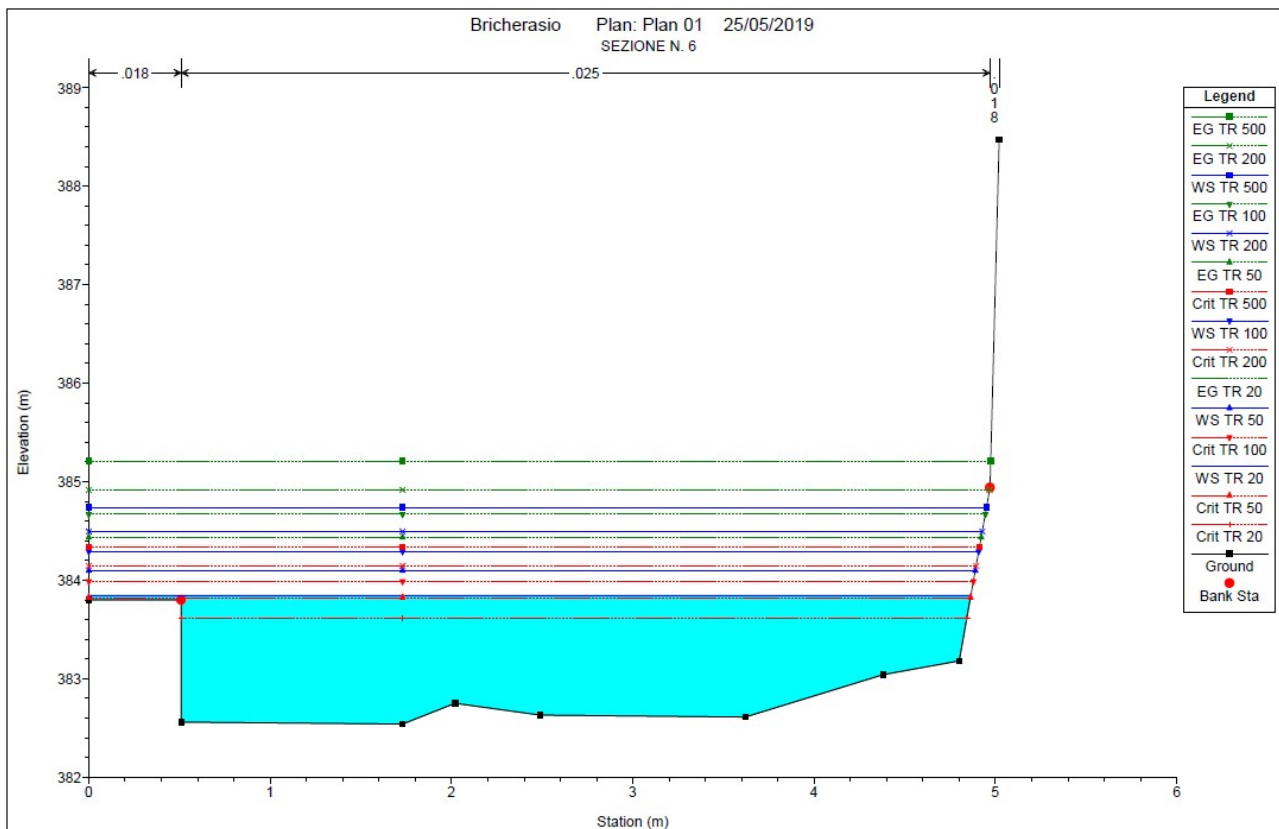
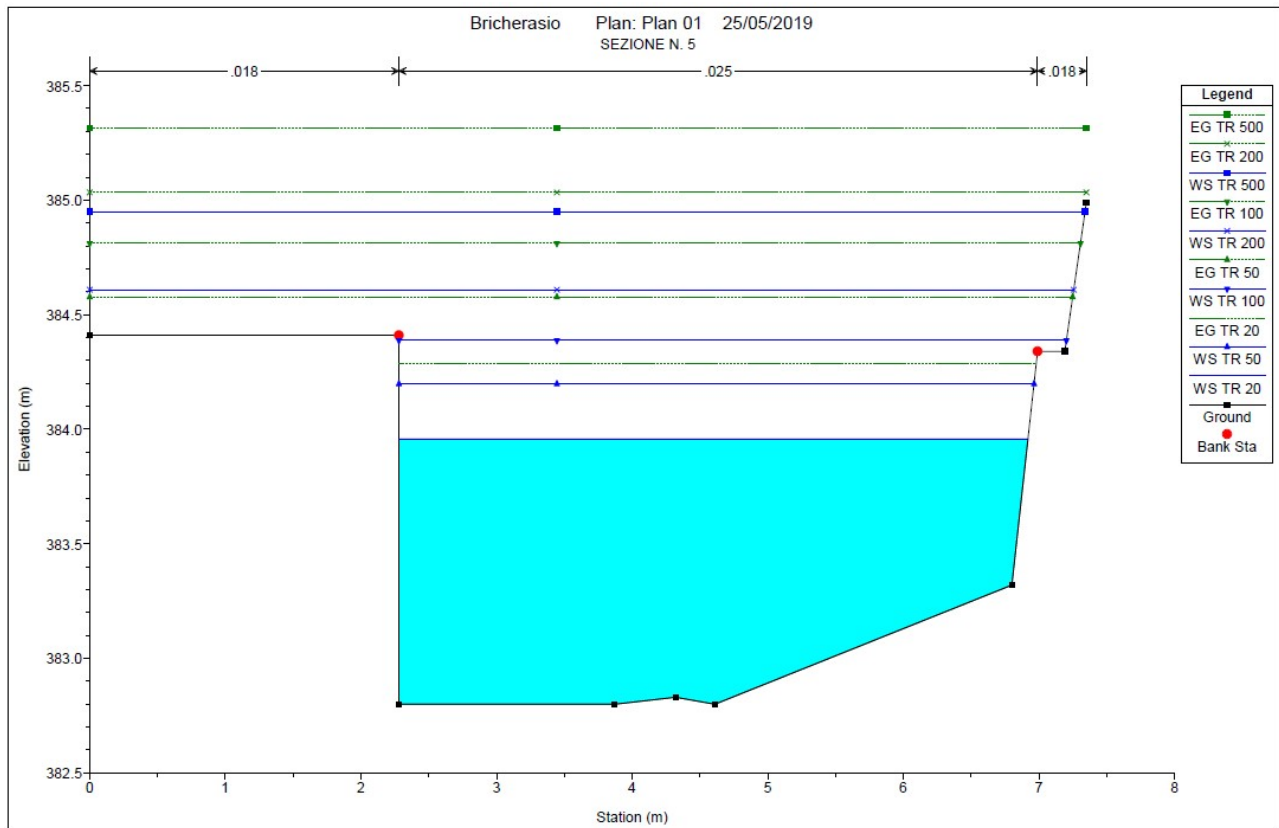


**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

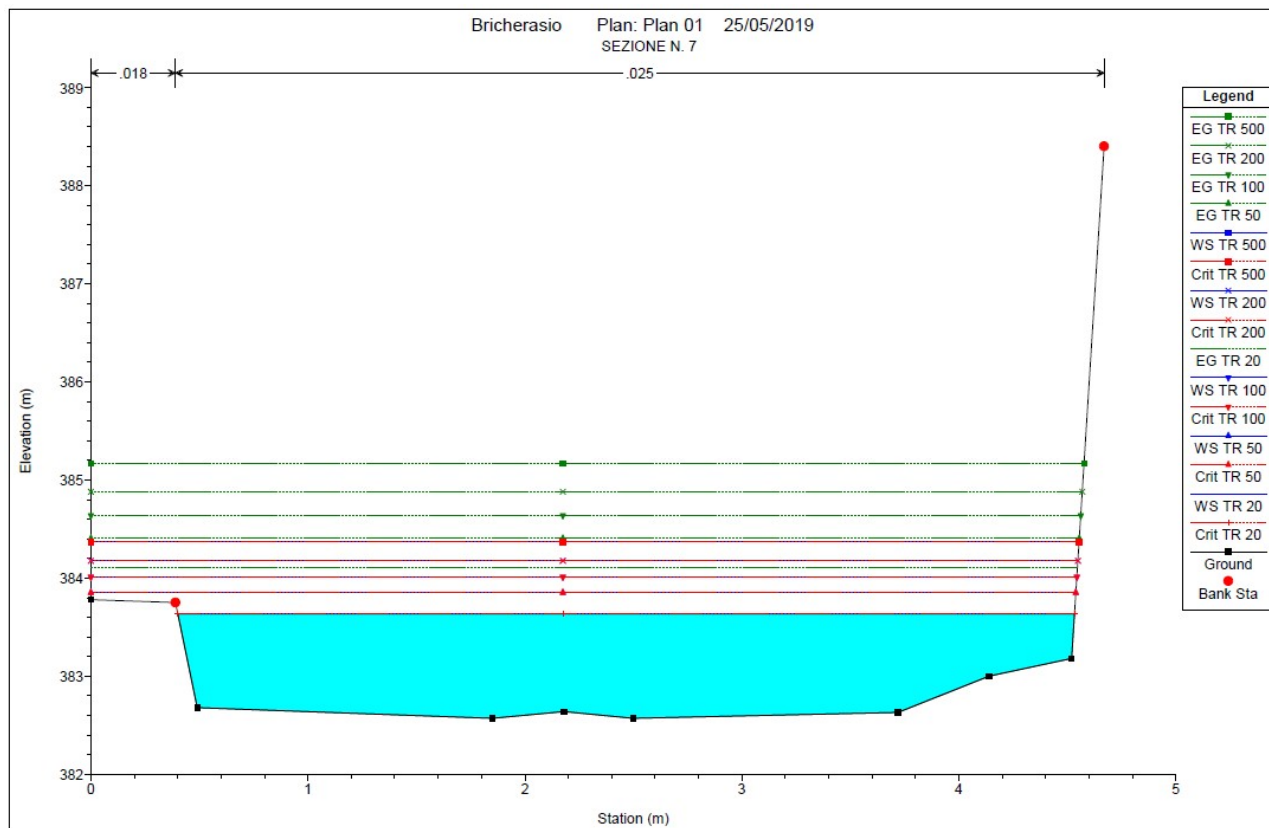
**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**



SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)



**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)



**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.**

**SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CANALE DEI MANGI Reach: 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	TR 20	11.95	382.93	384.17		384.38	0.003269	2.02	5.92	5.07	0.60
1	70	TR 50	15.85	382.93	384.42		384.66	0.003301	2.21	7.19	5.16	0.60
1	70	TR 100	19.35	382.93	384.62		384.90	0.003349	2.35	8.24	5.23	0.60
1	70	TR 200	23.25	382.93	384.80	384.29	385.13	0.003485	2.52	9.32	7.81	0.61
1	70	TR 500	28.15	382.93	385.15		385.38	0.002126	2.21	14.21	14.89	0.49
1	60	TR 20	11.95	382.82	384.16		384.34	0.002667	1.87	6.38	4.86	0.52
1	60	TR 50	15.85	382.82	384.40		384.63	0.002893	2.09	7.57	4.88	0.54
1	60	TR 100	19.35	382.82	384.61		384.86	0.002967	2.25	8.71	7.03	0.54
1	60	TR 200	23.25	382.82	384.80		385.08	0.002916	2.36	10.17	7.41	0.54
1	60	TR 500	28.15	382.82	385.07		385.35	0.002643	2.40	12.15	7.77	0.52
1	50	TR 20	11.95	382.72	384.15		384.33	0.002762	1.90	6.29	4.90	0.54
1	50	TR 50	15.85	382.72	384.39		384.62	0.002958	2.12	7.49	4.94	0.55
1	50	TR 100	19.35	382.72	384.59		384.86	0.003126	2.28	8.48	7.24	0.56
1	50	TR 200	23.25	382.72	384.78		385.07	0.003169	2.43	9.83	7.27	0.57
1	50	TR 500	28.15	382.72	385.04		385.34	0.002881	2.48	11.75	7.37	0.54
1	40	TR 20	11.95	382.79	383.98		384.30	0.005128	2.49	4.83	4.80	0.78
1	40	TR 50	15.85	382.79	384.22		384.58	0.004690	2.87	6.00	4.87	0.76
1	40	TR 100	19.35	382.79	384.42		384.82	0.004374	2.81	7.06	6.86	0.74
1	40	TR 200	23.25	382.79	384.65		385.04	0.003589	2.81	8.76	7.34	0.69
1	40	TR 500	28.15	382.79	384.96		385.32	0.002693	2.72	11.05	7.42	0.61
1	30	TR 20	11.95	382.80	383.96		384.29	0.006128	2.55	4.69	4.64	0.81
1	30	TR 50	15.85	382.80	384.20		384.58	0.005834	2.73	5.81	4.68	0.78
1	30	TR 100	19.35	382.80	384.39		384.81	0.005743	2.89	6.71	4.92	0.77
1	30	TR 200	23.25	382.80	384.61		385.03	0.004885	2.92	8.26	7.26	0.73
1	30	TR 500	28.15	382.80	384.96		385.32	0.003350	2.75	10.75	7.34	0.62
1	20	TR 20	11.95	382.54	383.84	383.82	384.14	0.005109	2.41	4.98	4.86	0.72
1	20	TR 50	15.85	382.54	384.10	383.82	384.43	0.004734	2.58	6.22	4.89	0.70
1	20	TR 100	19.35	382.54	384.29	383.99	384.67	0.004655	2.74	7.17	4.91	0.70
1	20	TR 200	23.25	382.54	384.49	384.15	384.92	0.004611	2.90	8.16	4.93	0.70
1	20	TR 500	28.15	382.54	384.74	384.33	385.21	0.004553	3.07	9.36	4.95	0.69

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

3.2. OPERAZIONI DI RIPULITURA D'ALVEO

Innanzitutto saranno effettuate operazioni di decespugliamento meccanico e manuale lungo tutto l'area di intervento su di una superficie di 250 mq, con raccolta e trasporto ad impianto di trattamento autorizzato o altro luogo indicato dalla D. L. dei materiali di risulta.

In corrispondenza degli interventi verranno poi eseguite modeste operazioni di disalveo (valutabile in 5-6 mc); si tratta più che altro di un'operazione di ripulitura poiché tale materiale è principalmente costituito da sedimenti terrosi all'interno di zolle erbose; con la ripulitura non saranno modificate le geometrie delle sezioni d'alveo.

3.3. COSTRUZIONE PARAPETTO.

Al fine di evitare cadute dall'alto è prevista la costruzione di un parapetto in ferro pieno (acciaio S275 H/EN 12010 oppure S235 H/en 12010) a disegno semplice con bacchette verticali, della lunghezza di 43,50 m avente le seguenti caratteristiche:

- Montanti di 40 mm x 40 mm x 1100 mm (parte apicale sferica del diametro di 40 mm); posti ad interasse di 1,50÷2,00 m e ancorati al muretto con piastra in acciaio di 100 mm x 100 mm x 12 mm, quest'ultima vincolata con n. 4 tasselli in acciaio delle dimensioni M16 lunghezza 200 mm (tassello chimico); in alternativa alla piastra di ancoraggio sarà sufficiente l'infissione dei montanti per 40 cmm all'interno della muratura;
- Corrimano e corrente basale in ferro piatto di 40 mm x 10 mm;
- Elementi verticali intermedi (bacchette) circolari del diametro di 12 mm e posti ad interasse di 100 mm;
- Peso 78,50 kN/m³ ovvero 23,56 daN/ml di parapetto;
- verniciato colo nero grigio antracite (RAL 7061).

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

4.PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE STRUTTURALI (MURATURA).

L'opera in oggetto necessita dei seguenti interventi manutentivi di carattere ordinario:

- sfalci vegetazione infestante (due volte/anno);
- disalvei e pulizia dai materiali litoidi e vegetali di accumulo in corrispondenza dell'intervento (immediatamente, cinque anni dopo l'ultimazione dei lavori e ogni 5 anni).

Inoltre potranno anche essere necessari interventi manutentivi straordinari in seguito ad eventi alluvionali.

Inoltre, nello specifico, per l'opera strutturale occorre:

Fondazioni

Descrizione: Fondazione continua in c.a.;

Cadenza della verifica: anni 1 (uno) manutenzione Ordinaria – anni 3 (tre) manut. Straordinaria.

Comunque sempre in seguito ad un eventi calamitosi.

Tipologia delle verifiche: Verificare eventuale formazione di lesioni e distacco del pietrame sovrastante.

Modalità di intervento: Asportazione delle parti ammalorate ed allontanamento del materiale di risulta con ripristino delle stesse.

Osservazioni: Prevedere adeguata protezione per gli operai durante le operazioni di manutenzione.

Parti in elevazione

Descrizione: Il muro è costituito da pietrame locale e malta cementizia;

Cadenza della verifica: anni 1 (uno) manutenzione Ordinaria. Comunque sempre in seguito a qualsiasi evento accidentale che interessi l'intero manufatto.

Tipologia delle verifiche: ispezione visiva del paramento verticale del manufatto al fine di accertare la presenza di fessurazioni, spostamenti, distacchi; controllo visivo delle superfici orizzontali di appoggio e verifica di eventuali fenomeni di scalzamento al piede per scorrimento e sifonamento dovuto alle acque di scorrimento superficiale ed ipodermico.

Modalità di intervento: Rimozione degli elementi lesionati o traslati; eventuali ripristini delle macrolesioni con malte additive;

Osservazioni: nessuna.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

5. PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO/OCCUPAZIONE DELLE AREE.

Gli interventi saranno realizzati su proprietà pubblica (pur non essendo iscritto nell'Elenco delle Acque Pubbliche della Provincia di Torino, è rappresentato con doppia linea continua sulle mappe catastali, come vengono riportate in mappa le aree demaniali).

Eventuali interventi di sottomurazione in sponda destra (indicativamente 2,50 mc e da valutarsi meglio in seguito alla ripulitura della vegetazione infestante) previsti in pietrame locale e malta cementizia, interesseranno murature private.

Considerato l'intervento, a carico delle citate murature, migliorativo dal punto di vista idrogeologico non è stata prevista nessuna indennità di esproprio e/o occupazione (D.P.R. 8 giugno 2001, n.327).

Occorrerà comunque un atto di assenso da parte dei proprietari.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**

ALLEGATO “A”: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fotografia n. 1: tratto di realizzazione muratura visto da valle.



Fotografia n. 2: tratto di realizzazione muratura visto da monte.

**PROGETTO ESECUTIVO PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE ARGINATURA E
DIFESE SPONDALI LUNGO LA ROGGIA NEI PRESSI DI PIAZZA MOLINERIS – P.MO.
SCHEDA 24.01 5.01 –
RELAZIONE TECNICA, TECNICO-STRUTTURALE
(SETTEMBRE 2019)**



Fotografia n. 3: Tratto del *Canale il Beale* (roggia principale) in cui vi è la derivazione, in destra, del *Bealotto/fosso dei Mangiatori* (roggia in esame).