



REGIONE DEL VENETO
Giunta Regionale
Segreteria Regionale alle
Infrastrutture e Mobilità
Direzione Infrastrutture di Trasporto



VENETO STRADE S.p.A.

S.R. 204 - S.S. 50 - BELLUNO-MAS 1° STRALCIO

ALLEGATO N. V1.R02		VARIANTE SOVRAPPASSO FERROVIARIO			
SCALA -		RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA			
RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO ing. Sandro D'Agostini		RELAZIONE IDRAULICA: ing. Bruno schiocchet			
RESPONSABILE DI PROGETTO ing. Lara Stefani		PROGETTISTA ing. Lara Stefani			
REV	DATA	NOME FILE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
1	Febbraio 2014	V1.R02_REL_IDR.doc	BS	LS	SDA
NOTE					



REGIONE DEL VENETO



VENETO STRADE SpA

**REGIONE VENETO – PIANO TRIENNALE DELLA
VIABILITA' 2002-2004 – INTERVENTO N°34
S.R. 204-“S.S.50 BELLUNO-MAS” 1°STRALCIO
- REALIZZAZIONE SOVRAPPASSO FERROVIARIO -**

RELAZIONE IDRAULICA

IL TECNICO

dott. ing. Bruno SCHIOCCHET

DATA

febbraio 2014

1. GENERALITA'.

La presente relazione idraulica è inerente il progetto "Regione Veneto-Piano Triennale della Viabilità 2002-2004 - Intervento n°34 – S.R. 204-S.S.50 Belluno-Mas 1° Stralcio" elaborato da Veneto Strade S.p.A. per la realizzazione del sovrappasso ferroviario e la sistemazione dell'intersezione tra la S.S.50 "del Grappa e del Passo Rolle" e Via Prade in Comune di Belluno (BL).

In tale ambito, dal punto di vista idraulico, la viabilità in progetto interseca l'alveo di un ramo secondario di un corso d'acqua della rete idrografica naturale, denominato "Rio delle Moneghe", che scorre nella zona e che dovrà essere regimato.

Inoltre sarà necessario provvedere al collettamento, alla regimazione ed allo smaltimento verso la rete idrografica naturale delle acque meteoriche di pertinenza della piattaforma stradale, che verranno raccolte dalle cunette e dai fossi di guardia ed avviate agli scarichi per gravità. Il loro recapito finale sarà rappresentato dallo stesso ramo del "Rio delle Moneghe", dopo un tracciato dello scarico che compensi le differenze di quota e garantisca le pendenze minime di progetto.

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare il comportamento idraulico del corso d'acqua e degli scarichi nel caso di eventi di piena estremi (tempo di ritorno 200 anni); a tale scopo è stata condotta sull'area interessata dai lavori un'estesa campagna topografica che si è concretizzata in una planimetria generale, in una serie di sezioni caratteristiche ed in un profilo longitudinale del corso d'acqua. Da essi si è ricavato il comportamento idraulico della rete con simulazione di moto uniforme in condizioni di piena.

A seguire sono riportate le elaborazioni condotte ed i risultati ai quali si è pervenuti. Per maggiori dettagli grafici si rimanda agli elaborati progettuali allegati al progetto ed in particolare alla planimetria dello stato di fatto e di progetto, al profilo del Rio delle Moneghe ed alle relative sezioni.

2. BACINI IMBRIFERI E DATI STORICI DISPONIBILI.

Il Rio delle Moneghe è un corso d'acqua minore inserito nel più ampio bacino imbrifero del Fiume Piave, collocandosi alla sua destra idrografica; è interamente contenuto nel territorio del Comune di Belluno. I lavori in progetto interessano un suo ramo secondario il cui tracciato va approssimativamente da Nord-Ovest a Sud-Est, traendo origine dalle falde meridionali della modesta altura che si estende tra gli abitati di Sois e Mier.

Attualmente, dopo un primo tratto più pianeggiante, il ramo del corso d'acqua in oggetto scende lungo le linee di massima pendenza, attraversa la sede della S.S. 50 "del Grappa e del Passo Rolle" in corrispondenza di viale Europa e successivamente, mediante due tombotti, attraversa la linea ferroviaria "Montebelluna-Calalzo" e la cittadina via Prade, confluisce nell'asta principale e prosegue poi verso il recapito finale (fiume Piave).

Il bacino imbrifero sotteso in corrispondenza della sezione di chiusura a quota 389 m s.l.m. è di circa 1,2 km² con la quota media del bacino che si attesta a 440 m s.l.m.; l'asta principale è lunga 1.1 km.

Dalle indagini condotte è emerso che non esistono serie sufficientemente estese di misure di parametri idraulici che siano utilizzabili per una stima attendibile degli eventi estremi di piena del corso d'acqua.



Fig. 1 - Rio delle Moneghe: corografia.

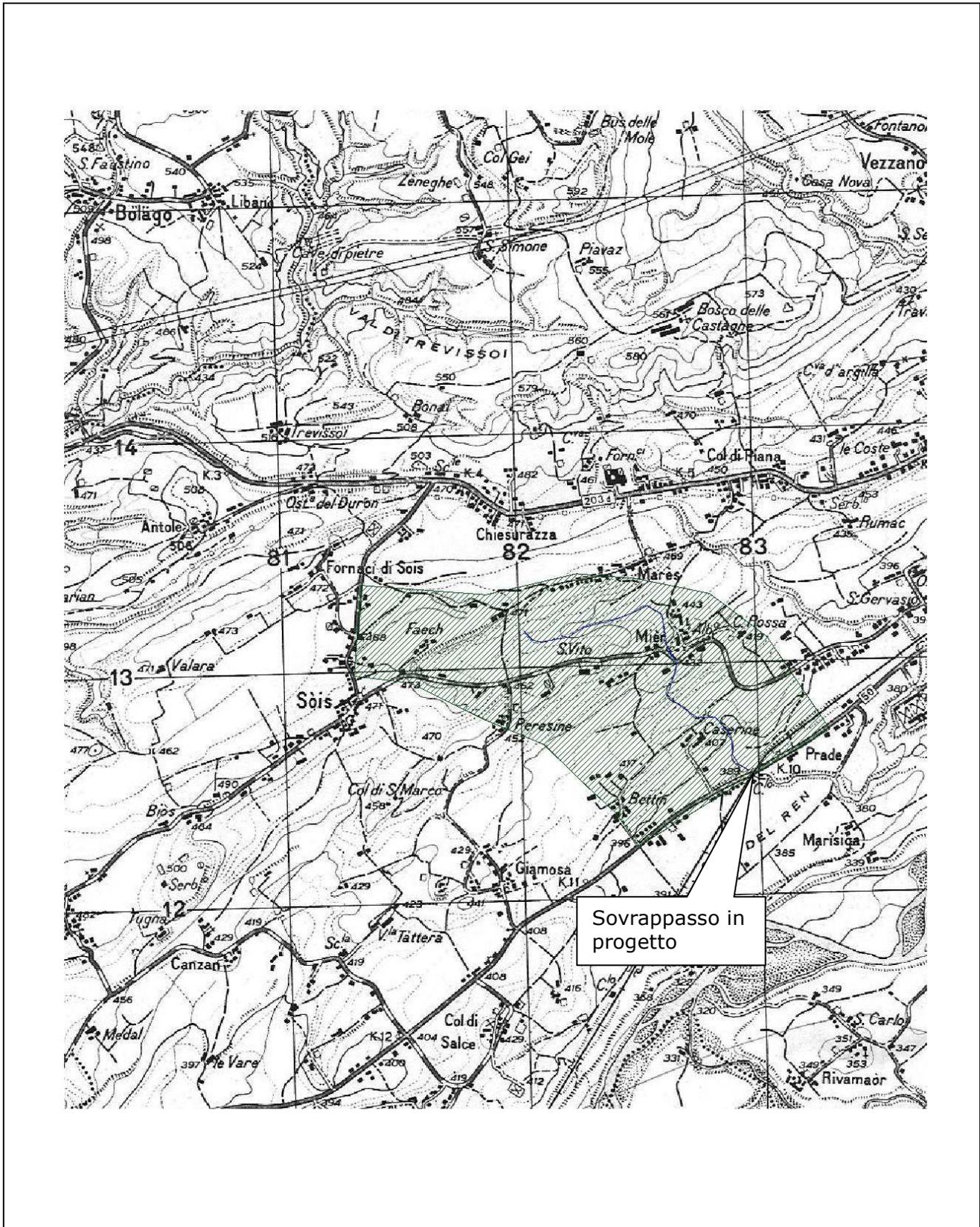


Fig. 2 Rio delle Moneghe: bacino idrografico.



Foto n°1. Rio delle Moneghe: attraversamento esistente della S.S.50, da valle.

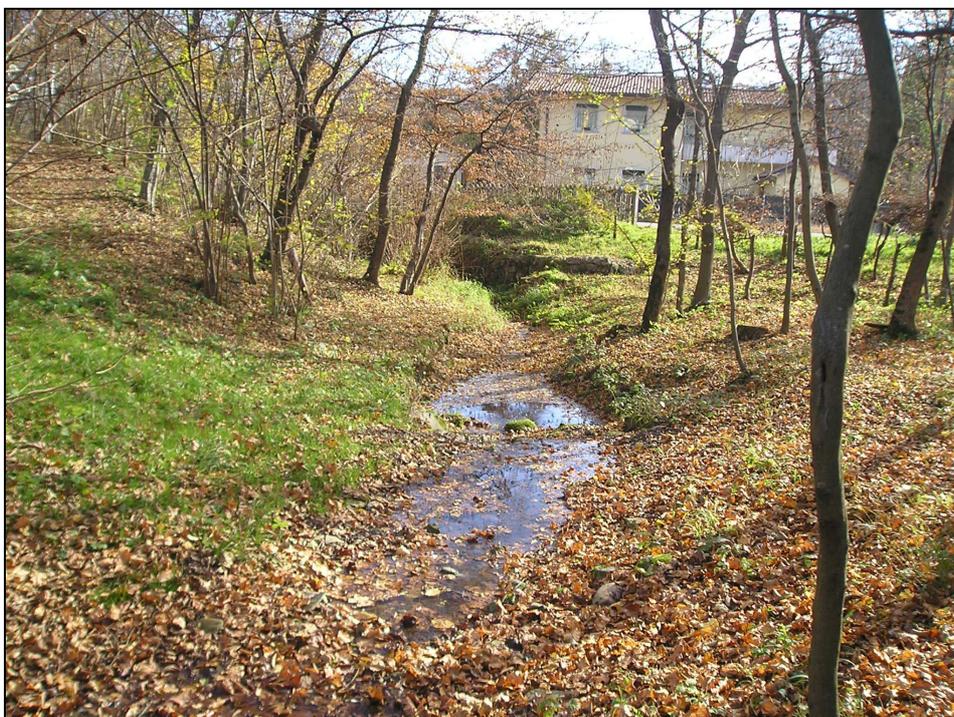


Foto n°2. Alveo Rio delle Moneghe, a valle dell'attraversamento della S.S.50



Foto n°3. Rio delle Moneghe: attraversamento della linea ferroviaria, da valle.



Foto n°4. Rio delle Moneghe: attraversamento di via Prade, da valle.

3. Apporti di Piena.

Per il corso d'acqua in esame non esiste una serie storica delle portate di piena verificatesi sufficientemente estesa da poter applicare uno dei metodi dell'analisi idrologica che fornisca la portata di massima piena con un prefissato tempo di ritorno T_r .

Vista la limitata estensione del bacino idrografico, le portate di piena al colmo vengono valutate con il metodo razionale o cinematico; secondo questo metodo la portata fluente attraverso una sezione di un corso d'acqua dipende dalle caratteristiche del bacino tributario sotteso (come ad esempio l'estensione, la forma, la pendenza, la natura dei terreni, ...) e da quelle dell'evento pluviometrico che si realizza, quali in particolare la sua durata τ e la sua intensità $j=h / \tau$. Inoltre esso si verifica quando vi giungono insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino stesso.

Ipotizzando un idrogramma di piena con tempo di accrescimento pari a quello di esaurimento, tenuto conto che all'aumentare della durata di pioggia decresce la sua intensità, le condizioni critiche vengono raggiunte quando la durata della precipitazione uguaglia il tempo di corrivazione, cioè per $\tau = \tau_c$. In queste condizioni l'idrogramma ha la forma di un triangolo isoscele caratterizzato da un valore massimo di portata pari al doppio della media.

La portata al colmo si può pertanto valutare con la seguente relazione:

$$Q_{\max} = \varphi \cdot 10^6 \cdot S \cdot h / 3600 \cdot \tau_c \quad \text{essendo:}$$

φ = coefficiente di deflusso, dipendente dalle caratteristiche del terreno

S = estensione del bacino (km^2)

h = altezza di precipitazione di pioggia (m)

τ_c = tempo di corrivazione (ore)

Il tempo di corrivazione τ_c in ore si può determinare con la relazione di Giandotti:

$$\tau_c = (4 \sqrt{S} + 1.5 L) / (0.8 \sqrt{(H - Z)}) \quad \text{essendo:}$$

S = estensione del bacino (km^2)

L = lunghezza dell'asta principale del corso d'acqua (km)

H = altitudine media del bacino imbrifero sotteso (m s.l.m.)

Z = quota della sezione di chiusura (m s.l.m.)

Nel caso in esame essendo:

$S = 1,2 \text{ km}^2$ estensione bacino imbrifero Rio Moneghe;

$L = 1,1 \text{ km}$ lunghezza dell'asta del Rio delle Moneghe fino alla sezione di chiusura;

$H = 440 \text{ m s.l.m.}$ altitudine media del bacino imbrifero

$Z = 389 \text{ m s.l.m.}$ altitudine sezione di chiusura

Si ricava:

$\tau_c \cong 1 \text{ ora}$

L'altezza di precipitazione h viene calcolata con riferimento allo "Studio sulle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto" redatto dal Centro Sperimentale Valanghe e Difesa Idrogeologica; in esso sono analizzate ed elaborate le precipitazioni di durata compresa tra 15 minuti primi e 24 ore e sono fornite le curve di possibilità pluviometrica $h = a t^n$ per tempi di ritorno compresi tra 2 e 200 anni per un certo numero di stazioni analizzate.

In particolare per la stazione pluviografica di Belluno (380 m s.l.m.), molto prossima al bacino imbrifero oggetto di questo studio, per il tempo di ritorno $T_r = 200$ anni viene riportata la seguente curva di possibilità climatica:

$$h = 56.8 t^{0.31} \quad Tr = 200 \text{ anni}$$

Considerata la durata di precipitazione $t = \tau_c = 1$ ora si ottiene:

$h = 56.8$ mm di pioggia corrispondente ad un analogo valore di intensità di precipitazione $j = 56.8$ mm/h.

Conseguentemente la portata massima risulta pari a:

$$Q_{\max} = \varphi 10^6 S h / 3600 \tau_c = 0.2 * 10^6 * 1,2 * 0.0568 / 3600 * 1$$

Da cui risulta: $Q_{\max} = 3.8 \text{ m}^3/\text{s}$ Tr = 200 anni

Considerata la limitata estensione del bacino imbrifero, le incertezze insite nei fenomeni che governano la formazione delle piene specialmente nei piccoli bacini, la frequenza sempre più elevata con cui si manifestano anche in queste zone fenomeni meteorici localizzati di intensità elevatissima, cautelativamente viene eseguito il calcolo anche con tempo di corrivazione $\tau_c = 0.5$ ore.

Con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni l'altezza di precipitazione che ne consegue è:

$h = 45.8$ mm corrispondente ad un'intensità di precipitazione $j = 91.6$ mm/h.

In corrispondenza la portata massima risulta pari a:

$$Q_{\max} = \varphi 10^6 S h / 3600 \tau_c = 0.2 * 10^6 * 1,2 * 0.0458 / 3600 * 0,5$$

Da cui risulta: $Q_{\max} = 6,1 \text{ m}^3/\text{s}$ Tr = 200 anni

Le verifiche delle sezioni idrauliche vengono condotte per il più

cautelativo dei due valori calcolati e cioè:

$$Q_{\max} = 6,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

4. ATTRAVERSAMENTO DEL RIO DELLE MONEGHE.

Il ramo del Rio delle Moneghe, nella parte di interesse, sarà oggetto di opere di regimazione e l'asta può essere suddivisa in 4 distinte sezioni:

- a. tratto a monte dell'attraversamento della S.S. 50 "del Grappa e del Passo Rolle";
- b. attraversamento della S.S. 50 "del Grappa e del Passo Rolle";
- c. attraversamento del rilevato della nuova viabilità in progetto con un tombotto scatolare in c.a.;
- d. tratto a valle dell'attraversamento della nuova viabilità con opere di protezione dall'erosione.

Subito a monte dell'attraversamento della Strada Statale 50 si prevede la realizzazione di una vasca di accumulo che intercetti sia il trasporto solido galleggiante che quello sul fondo, con lo scopo di preservare i tratti a valle, a sezione chiusa, dalle ostruzioni. Le dimensioni del tombotto sono state assegnate, in ogni caso, in modo da garantire un ampio franco idraulico e da permettere regolari operazioni di pulizia e manutenzione anche con l'ausilio di piccoli mezzi meccanici.

I tronchi a. e d., a sezione aperta ove non sono previsti interventi, hanno sezione trapezia (con base minore 3 m ed altezza 1 m); il tronco b. ha sezione interna rettangolare (base 4 m ed altezza 4,40 m, dimensioni queste imposte dall'attuale conformazione geometrica del ponticello sulla S.S.50); il tronco c. ha sezione interna rettangolare (base 3,0 m ed altezza 2,5 m).

Vista la variabilità delle sezioni che si susseguono lungo il tracciato, in

fase esecutiva saranno eseguiti profili di raccordo tra le varie geometrie, in modo da evitare "zone morte" ed "accompagnare" il flusso della corrente verso valle, limitando le dissipazioni di energia; in tal modo si eviterà anche il ristagno di materiale derivante dal trasporto solido. La riconsegna delle portate del Rio delle Moneghe al suo alveo attuale avverrà a monte dell'attraversamento ferroviario, sul quale nessun intervento è previsto.

La pendenza longitudinale delle canalizzazioni e degli attraversamenti sarà mantenuta sempre superiore all'1.5% e con tale valore vengono eseguite le verifiche delle sezioni di deflusso.

Si sottolinea che il corso d'acqua su cui si interviene fa parte della rete idrografica minore, come si desume dall'analisi del bacino idrografico, dalla sua estensione ed anche dalle portate di piena calcolate; conseguentemente i fenomeni di trasporto solido attesi (per trascinamento sul fondo, in sospensione e galleggiante) sono assai limitati. Tutto ciò è testimoniato anche dal fatto che non si sono mai registrati significativi problemi di ostruzione sul tombotto di attraversamento della linea ferroviaria, posto subito a valle della viabilità in progetto, la cui sezione idraulica è più ridotta di quelle già presenti a monte (vedi foto n°3).

La realizzazione della vasca di accumulo della capacità utile di circa 50 m³, in cui raccogliere il materiale trasportato dalla piena a monte della S.S.50, ha lo scopo precauzionale di garantire un elevato margine di sicurezza data la notevole importanza che rivestono, non solo per la città di Belluno, le infrastrutture viarie interessate. Manutenzioni periodiche dei manufatti che comprendano l'asportazione del materiale depositato e verifiche delle condizioni di sicurezza ed esercizio, dovranno essere programmate per garantirne l'efficienza e dar corso agli interventi necessari in particolare in seguito ad eventi meteorici intensi.

Dal punto di vista plano-altimetrico, inoltre, il tracciato delle opere di regimazione idraulica ripercorre sostanzialmente l'attuale alveo del rio, senza

brusche deviazioni, discostandosene solo marginalmente con il tombotto scatolare e ricongiungendosi a monte dell'esistente attraversamento ferroviario, ove verrà inserita un'opera di dissipazione che limiti gli effetti erosivi in caso di piena estrema.

Nessun intervento è invece previsto in corrispondenza dell'intersezione con la linea ferroviaria, poiché rimane immutata rispetto all'attuale configurazione che ha sezione idraulica 2x1,50 m.

A seguire si riportano le verifiche idrauliche, eseguite con la portata di progetto già calcolata $Q_{\max}=6,1 \text{ m}^3/\text{s}$ corrispondente al tempo di ritorno $Tr=200$ anni.

Vasca di accumulo dei sedimenti

La vasca sarà realizzata interrompendo il corso del rio con una piccola briglia di altezza di circa 1.0 m sulla gaveta, munita di tre fessure che consentano il deflusso della portata liquida e la trattenuta a monte, invece, del materiale solido trascinato dalla corrente. L'area deputata al deposito del sedimento ha dimensioni planimetriche 10x5 m (per un volume di circa 50 m^3). Per la trattenuta del materiale galleggiante, invece, è stata prevista a monte una soglia in c.a. con quota pari a quella del fondo alveo sulla quale sono inseriti degli elementi metallici tubolari verticali posti ad interasse 1 m, aventi funzione di trattenuta.

Opere di protezione dall'erosione a valle

In considerazione del fatto che in condizioni di piena la velocità dell'acqua è elevata e potrebbe pertanto creare fenomeni erosivi in alveo, si ritiene opportuno accompagnare la vena d'acqua mediante un tratto rivestito in pietrame con elementi lapidei sporgenti dal fondo per rompere ed aerare la vena liquida.

Fossi di guardia e cunettoni di raccolta.

Le cunette di raccolta saranno conformi alle sagome previste dalle norme del C.N.R. e dimensionate per le massime precipitazioni di progetto (150 mm/h) in funzione dell'area sottesa. Si consiglia di adottare dimensioni più ampie rispetto a quelle strettamente necessarie, poiché ciò consentirà un aumento del volume invasato, contribuendo pertanto a limitare la portata al colmo in caso di piena.

Verifica idraulica tombotto "Rio delle Moneghe"

Tabella 1. Scala di deflusso.

Sezione: rettangolare base $b=3,00$ m – altezza $h=2,40$ m

Pendenza [m/m]: 0.020

Formula di resistenza: Gauckler-Strickler

Scabrezza: 50.00 $m^{1/3} s^{-1}$

h	Corda	Chi	Sigma	R	V	Q	GR	Froude
[m]	[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m/s]	[m ³ /s]	[%]	[/]
0.100	3.000	3.200	0.300	0.0938	1.459	0.437	4.17	1.473
0.200	3.000	3.400	0.600	0.1765	2.224	1.334	8.33	1.588
0.300	3.000	3.600	0.900	0.2500	2.806	2.525	12.50	1.636
0.400	3.000	3.800	1.200	0.3158	3.279	3.934	16.67	1.655
0.500	3.000	4.000	1.500	0.3750	3.677	5.515	20.83	1.660
0.600	3.000	4.200	1.800	0.4286	4.019	7.235	25.00	1.657
0.700	3.000	4.400	2.100	0.4773	4.318	9.068	29.17	1.648
0.800	3.000	4.600	2.400	0.5217	4.582	10.998	33.33	1.636
0.900	3.000	4.800	2.700	0.5625	4.818	13.009	37.50	1.622
1.000	3.000	5.000	3.000	0.6000	5.030	15.090	41.67	1.606
1.100	3.000	5.200	3.300	0.6346	5.221	17.232	45.83	1.590
1.200	3.000	5.400	3.600	0.6667	5.396	19.426	50.00	1.573
1.300	3.000	5.600	3.900	0.6964	5.555	21.667	54.17	1.556
1.400	3.000	5.800	4.200	0.7241	5.702	23.948	58.33	1.539
1.500	3.000	6.000	4.500	0.7500	5.837	26.266	62.50	1.522

Simbologia

h = tirante

Chi = perimetro bagnato

R = raggio idraulico

Q = portata della sezione

Froude = numero di Froude

Corda = corda della sezione idrica

Sigma = area della sezione idrica

V = velocità

GR = grado di riempimento

Dall'analisi dei risultati delle verifiche idrauliche eseguite sull'alveo del "Rio delle Moneghe" nel tratto interessato dai lavori si deduce che, per la portata di massima piena $Q_{max}=6,1 \text{ m}^3/\text{s}$ stimata con tempo di ritorno $Tr=200$ anni:

- il moto dell'acqua in condizioni di piena avviene in condizioni di corrente rapida, quindi influenzata dalle condizioni di monte;
- il tirante d'acqua è di circa 0.55 m;
- la velocità dell'acqua è di circa 3.8 m/s;
- il grado di riempimento è circa 23%.

Tali valori appaiono appropriati e sicuramente cautelativi rispetto al grado di sicurezza idraulico richiesto per le opere in progetto.

A seguire, nelle figure da 3 a 6, si riporta lo schema della vasca per l'intercettazione dei detriti veicolati dalla corrente, posta a monte della S.S. 50, in pianta e nelle sezioni esplicative; maggiori dettagli si possono ricavare dagli elaborati grafici di progetto.

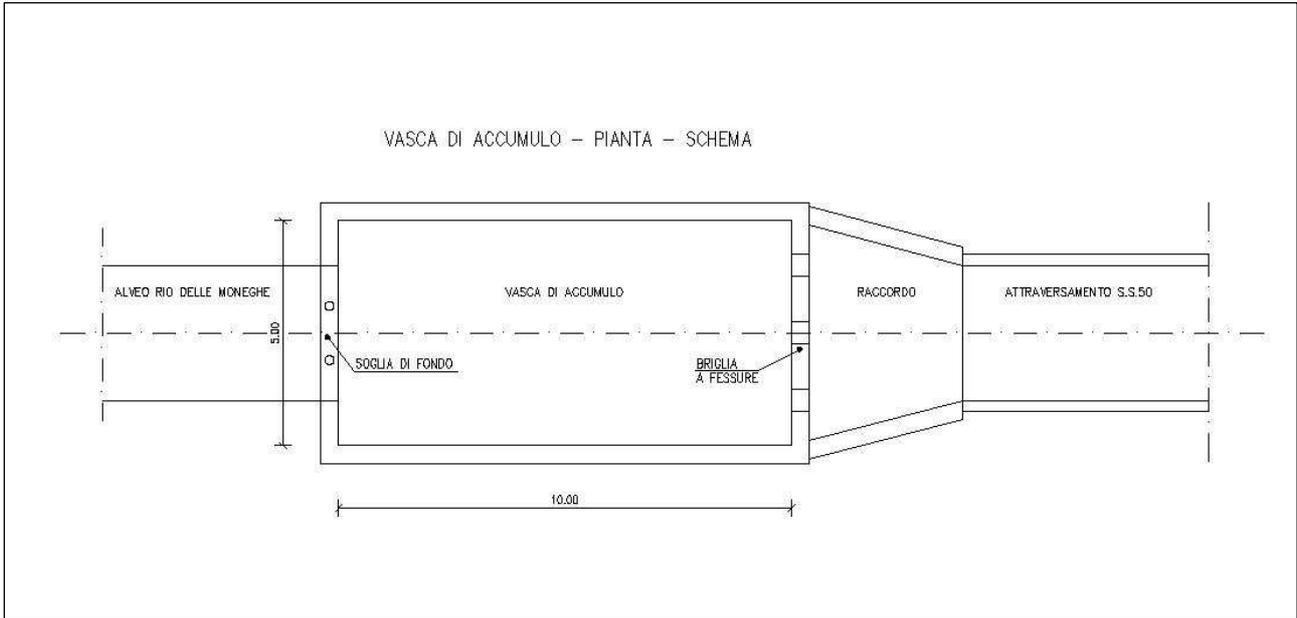


Fig. 3 Schema vasca di accumulo – Pianta.

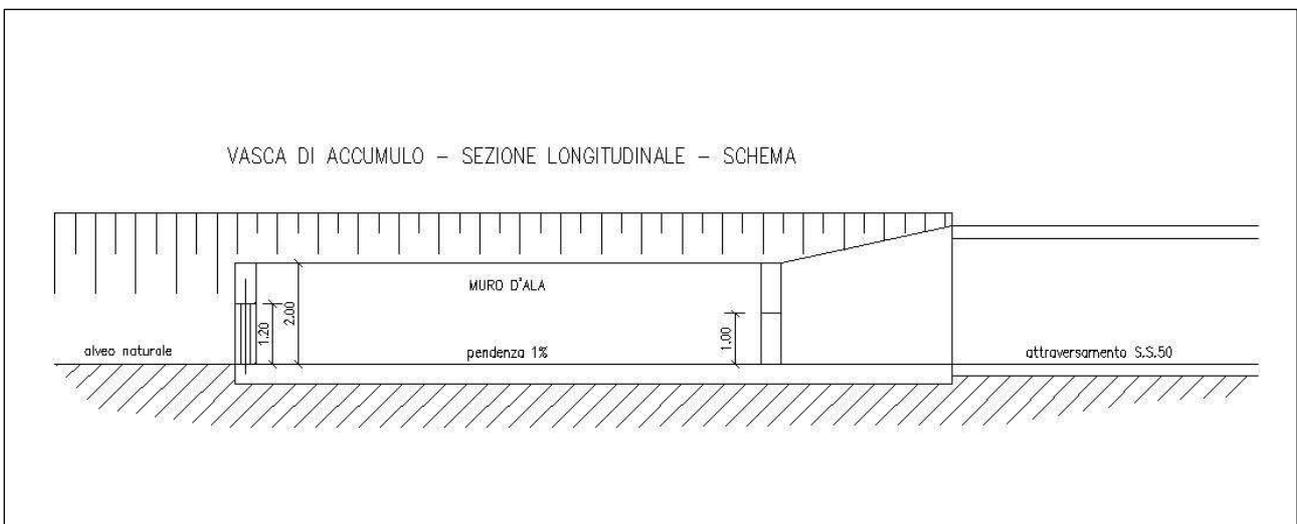


Fig. 4 Schema vasca di accumulo – Sezione longitudinale.

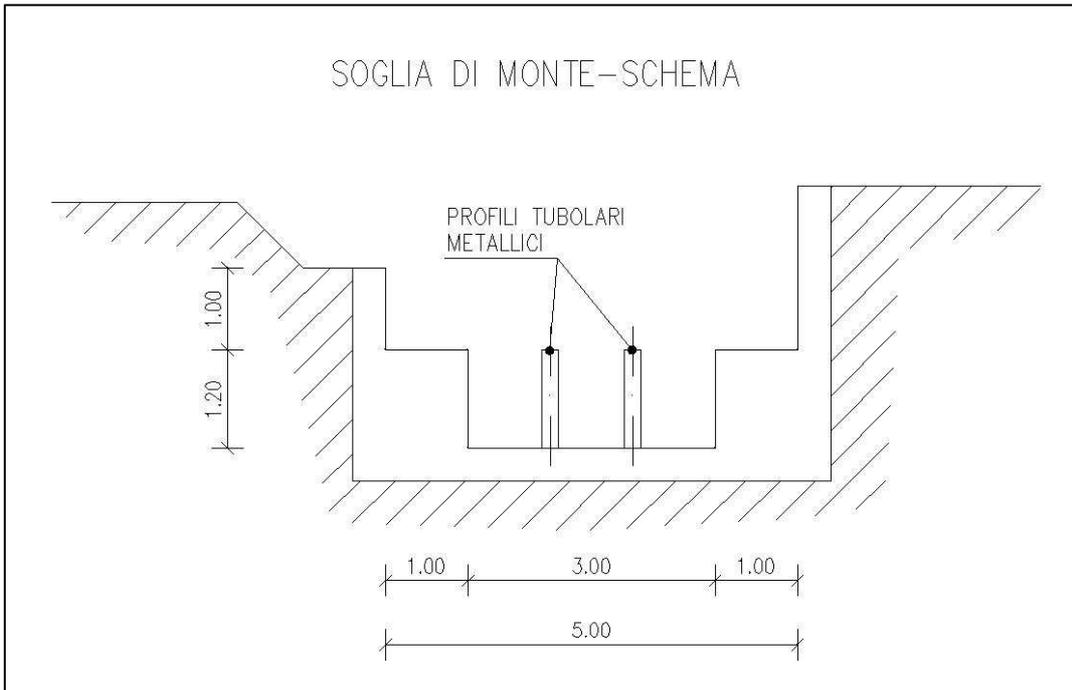


Fig. 5 Schema vasca di accumulo – Sezione di monte

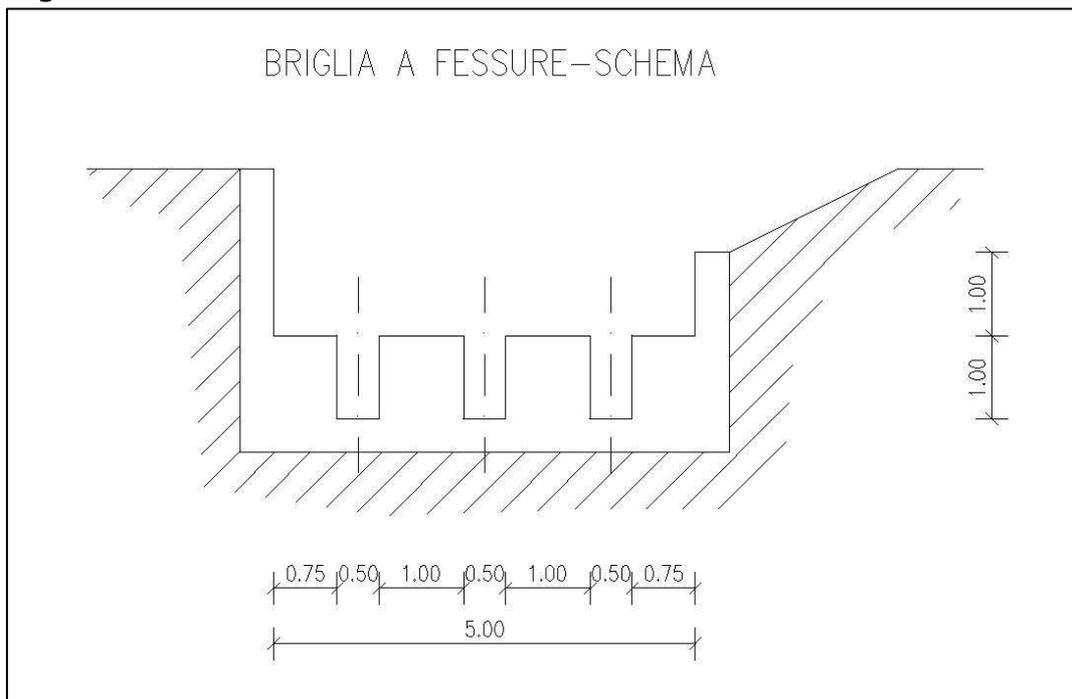


Fig. 6 Schema vasca di accumulo – Sezione di valle

Trichiana, febbraio 2014

Dott. Ing. Bruno SCHIOCCHET