

COMMITTENTE:



COMUNE DI CASTELLAMONTE

OGGETTO:

Realizzazione canale scolmatore del Rio San Pietro

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

RIO SAN PIETRO

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
1	.	.	.	.	.
0	Aprile 2022	Progetto Esecutivo	M.V.R.	M.V.R.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

RELAZIONE IDRAULICA

ARCHIVIO:

4701

FILE N°:

TESTALINI

DATA:

Loranzè, Aprile 2022



HYDROGEOS
STUDIO TECNICO ASSOCIATO

TAVOLA N°

D

SCALA:

Studio Tecnico Associato

ing. GABRIELE
ing. NOASCONO
ing. ODETTO
geol. CAMBULI
ing. VIGNONO
ing. ZAPPALÀ
P.IVA 08462870018

Sede legale

Via Giosuè Gianavello, n. 2
10060 Rorà (TO)
TEL. 0121/93.36.93
FAX 0121/95.03.78

Sede operativa

Strada Provinciale 222, n. 31
10010 Loranzè (TO)
TEL. 0125/19.70.499
FAX 0125/56.40.14
e-mail: info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

PROGETTISTA:

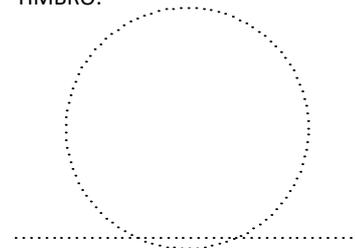
Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



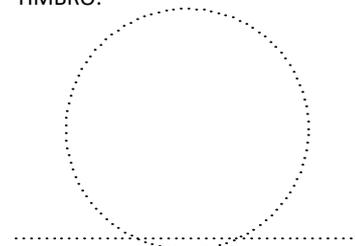
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:





INDICE

1	PREMESSE	2
2	VERIFICHE IDRAULICHE	3
2.1	Descrizione sintetica delle opere	3
2.2	Verifica della capacità di deflusso del canale scolmatore	6
2.3	Dimensionamento idraulico e verifica opera di regolazione sul Rio San Pietro	12
2.4	Rischio idraulico residuo	15
	ALLEGATI	16



1 PREMESSE

La presente relazione fa seguito allo studio di fattibilità redatto dallo scrivente, riportato all'interno dell'elaborato C – Relazione Idrologica, in cui è stata svolta l'analisi idrologica al fine di stimare le portate di progetto per il canale scolmatore di Castellamonte, finalizzato a convogliare parte delle portate di piena del rio San Pietro verso il torrente Orco, per evitare i frequenti fenomeni di inondazione che interessano il centro abitato di Castellamonte. Sono state inoltre individuate le soluzioni tecniche di mitigazione o eliminazione delle conseguenze di future alluvioni del Rio San Pietro, individuando più soluzioni possibili. L'individuazione delle soluzioni possibili è stata ovviamente preceduta dall'analisi dell'alveo attuale, sul quale sono state effettuate livellazioni e rilievi di dettaglio per ricostruire le sezioni e le singolarità dovute ai ponti, e dagli studi idrologici e idraulici.

Nel seguito si riportano le verifiche idrauliche per il calcolo della massima portata smaltibile dal canale scolmatore.

2 VERIFICHE IDRAULICHE

2.1 Descrizione sintetica delle opere

L'intervento che si propone consiste nella realizzazione di un canale scolmatore.

Nel precedente studio preliminare erano state analizzate più soluzioni, giungendo a concludere che la realizzazione di un canale scolmatore a cielo aperto in terra avrebbe avuto i minori costi di realizzazione. Dopo svariate riunioni, ed a causa di alcune rimostranze di residenti e soprattutto degli agricoltori, l'Amministrazione Comunale ha deciso di procedere alla realizzazione del canale, preferendo la realizzazione di un canale a sezione chiusa, mediante posa di tubazione interrata. In particolare il tratto iniziale, a partire dall'opera di presa sul Rio San Pietro fino al primo attraversamento intersecante il "Canale dei Molini", avrà un diametro DN2200 mentre il restante tratto fino alla sezione di immissione nel Torrente Orco avrà DN2000 ad eccezione dei due tratti relativi agli attraversamenti della strada provinciale SP 58 e del Canale di Caluso (con relativo canale artificiale ad esso adiacente) che saranno attraversati con la tecnica "spingitubo" utilizzando una tubazione di diametro DN2200.

Queste variazioni hanno comportato un aumento dei costi ed alcune piccole modifiche del tracciato, ma un minor impatto sulle attività agricole del loco, che si troveranno ad avere disagi durante la realizzazione dell'opera ma a lavori terminati i campi verranno ripristinati, generando quindi un impatto minimo con le aziende agricole presenti.

Lo scolmatore intercetta il Rio San Pietro a valle della confluenza con il Rio Valgrand, a Sud della Chiesetta di campagna di San Bernardo e convoglia la portata scolmata direttamente nel Torrente Orco in direzione Sud dopo un percorso di circa 1695 metri. Il percorso si svolge tutto in zona agricola, anche se vengono sfiorati gli insediamenti collocati tra il Maglio e la Strada Provinciale n. 58 da Castellamonte a Cuornè.

Il tracciato interseca la sopracitata Strada Provinciale, la Roggia dei Mulini di Castellamonte, il Canale di Caluso, con l'affiancato canale della centrale, e la Roggia di Agliè, oltre ad alcune strade poderali.

Si prevede quindi di effettuare l'attraversamento della Strada Provinciale e del Canale di Caluso (con l'affiancato canale della centrale) utilizzando la suddetta tecnica dello "spingitubo", con inserimento di tubazione in calcestruzzo DN2200, senza quindi prevedere demolizioni e ricostruzione delle opere esistenti. In particolare, tale tecnica, prevede la realizzazione in primis di un'apposita fossa d'alloggiamento con annesse opere reggisplinta. Successivamente, si procede con la perforazione del terreno mediante un impianto oleodinamico spingitubo, il quale attraverso un tubo rostro in metallo e dei martinetti idraulici esercita una spinta sul terreno facendo penetrare il tubo rostro, al quale segue la tubazione in c.a. in progetto. L'avanzamento è di circa 30 cm per fase. Il materiale di scavo, asportato dall'interno del tubo interrato, viene convogliato su un nastro all'interno di un vagone per poi essere riportato in superficie. Relativamente all'attraversamento del Canale dei Molini si prevede l'attraversamento dello stesso utilizzando la tubazione interrata DN2200 che si diparte dall'opera di presa a monte. In corrispondenza del pozzetto di valle del Canale dei Molini, inizierà invece il tratto di



tubazione con diametro DN2000. E' inoltre previsto, oltre all'attraversamento di cui sopra, anche la demolizione e realizzazione ex novo del canale stesso in C.A., così come esistente, nonché la demolizione e ricostruzione del ponte in C.A. che consente l'attraversamento del canale ad una strada rurale attualmente sterrata da bitumare. Come richiesto dalla Città Metropolitana di Torino, relativamente all'attraversamento della SP 58 si prevede anche l'installazione di barriere stradali ambo i lati al fine di prevenire collisioni tra i veicoli transitanti ed i pozzetti realizzati a monte e valle della stessa situati in prossimità dei cigli stradali destro e sinistro.

Come richiesto dal Consorzio Irriguo, a lavori eseguiti verrà realizzata una risuolatura e rivestimento delle sponde di un tratto del Canale di Caluso lungo circa 13 metri (5 metri a monte e 5 metri a valle dell'area oggetto di intervento).

Per quanto riguarda invece la Roggia di Agliè, verrà attraversata più superficialmente con scavi in trincea, mediante installazione di una tubazione in C.A. DN2000. All'interferenza con la Gora di Agliè si prevede la realizzazione di due scogliere di circa 10 m, ciascuna per il ripristino delle sponde attuali una volta ultimati gli scavi e la risuolatura del tratto di alveo manomesso.

Tutti gli altri attraversamenti, di strade comunali e piccoli fossati verranno realizzati mediante scavi a cielo aperto.

Tutto il canale avrà una pendenza dello 0,3% e sarà interessato da alcuni salti di fondo per seguire l'orografia del terreno e limitare gli scavi nonchè la velocità nella tubazione che non supererà mai i 5 m/s.

L'opera di presa sarà in parte in c.a. ed in parte in massi (retrostantemente annegati in cls), per meglio raccordarsi con i tratti di monte e di valle. Le portate derivate verranno regolate da un apposito stramazzo, opportunamente dimensionato. A favore di sicurezza si è deciso inoltre di inserire nel primo pozzetto, da cui si dirama la tubazione DN2200 in c.a. in progetto, una paratoia che potrà essere gestita in automatico, variando l'apertura per consentire di convogliare nel canale scolmatore la massima portata smaltibile a gravità oppure in manuale in caso di necessità.

Opportuni misuratori di livello verranno installati a monte, ed a valle dell'opera di presa lungo il Rio San Pietro ed in alcuni pozzetti situati lungo il canale scolmatore, per avere sempre sotto controllo i livelli presenti sia sul Rio San Pietro che nel canale scolmatore in progetto. Per collegare i sensori installati lungo il canale scolmatore si prevede di installare apposita fibra ottica per la trasmissione di dati.

L'intera opera di presa sarà protetta da una recinzione "tipo orso grill" alta 2 m sul lato nord e sul lato sud del Rio San Pietro; alle estremità laterali, essendo impossibile recintare alla stessa maniera, saranno installati sulle sponde dei parapetti inamovibili che svolgeranno una funzione di protezione e di sicurezza. Sempre sulle sponde ma lungo il perimetro interno dell'opera di presa saranno installati 2 parapetti amovibili, che consentiranno di poter eseguire le procedure di manutenzione e pulizia del canale garantendo l'accesso ai mezzi necessari per la manutenzione ordinaria, straordinaria e le emergenze.

Il fondo alveo del Rio San Pietro alle estremità dell'opera sarà risuolato con massi, mentre le sponde saranno rivestite da scogliere lunghe 10 m ciascuna in massi (in entrambe i casi il cls di ammorsamento sarà retrostante per consentire un minor impatto visivo).

Per ridurre il trasporto solido del Rio San Pietro nel tratto ubicato nel centro di Castellamonte e per evitare lo stramazzo di materiale grossolano nel canale artificiale, si prevede di realizzare una vasca avente la funzione di dissabbiatore, trattenendo il fine che arriva da monte, mediante abbassamento del fondo alveo di circa metri 1. Tale vasca dovrà essere pulita regolarmente e soprattutto dopo ogni evento meteorologico intenso.

I pozzetti di linea saranno ricavati direttamente sulle tubazioni (prodotti direttamente così in stabilimento), mediante pezzi speciali, mentre a monte ed a valle degli attraversamenti saranno realizzati pozzetti in c.a. gettati in opera aventi dimensioni interne pari a 3,00x3,00 m. Si prevede inoltre di realizzare alcuni pozzetti di salto, aventi dimensioni interne pari a 5,00x3,00 m e di curva aventi dimensione interna pari a 3,00x3,00 m. Sette dei venti pozzetti, distribuiti lungo il tracciato del canale saranno coperti da un grigliato asportabile per permettere di entrare con facilità all'interno del canale ed effettuare la necessaria manutenzione.

I terreni verranno ripristinati alle condizioni antecedenti i lavori. La strada di accesso all'opera di presa lato sud, sarà bitumata, così come il tratto di strada (attualmente sterrata) che dall'intersezione con la strada d'accesso all'opera di presa giunge al ponte sul Canale dei Molini. In corrispondenza dell'opera di presa verrà installato un cancello a completamento della recinzione.

Lo scarico nel torrente Orco avverrà in un ramo secondario. Per prevenire l'insabbiamento dello scarico, si prevede di realizzare l'ultimo tratto a cielo aperto e per rinforzare la sponda che sarà manomessa con i lavori in oggetto verrà realizzata una scogliera ed una risuolatura del fondo alveo antistante.

Le piene del Rio San Pietro e del Torrente Orco sono caratterizzate da colmi differiti nel tempo e avranno ordini di grandezza ben differenti per cui non è previsto un incremento di portate delle piene del T. Orco.

Questo consente al canale scolmatore di scaricare le portate derivate durante le piene del Rio San Pietro. Per garantire però che in caso di piena del Torrente Orco non si verifichi una risalita di portata lungo il canale scolmatore si prevede di installare sullo scarico una Valvola a Clapet.

Lo scolmatore in progetto è descritto sulle tavole di progetto, nelle quali si riportano planimetria, profili e sezioni.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi verranno riutilizzati per i rinterri, i volumi in esubero verranno spalmati sull'intera superficie interessata dal prescavo, prevenendo locali rimodellamenti dei terreni, altresì per ripristinare tratti stradali danneggiati durante le attività lavorative, in particolare per il transito dei mezzi pesanti atti a raggiungere l'area di cantiere.

Le tubazioni in progetto, come suddetto, saranno di diametro DN2200 e DN2000 in c.a., tali dimensioni consentono un'ottima ispezionabilità della condotta.

Il presente progetto esecutivo è relativo alla progettazione di un canale scolmatore a monte del centro di Castellamonte che, seguendo il tracciato con direzione sud-ovest, convoglierà una quota parte delle portate di piena verso il torrente Orco, occorre però che il corso principale del Rio San Pietro transitante nel nucleo urbano continui a convogliare le portate di magra.

Come concordato con la Regione Piemonte - Settore Opere pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, con riferimento alla disponibilità finanziaria attuale, si prevede la realizzazione di



uno scolmatore di lunghezza circa 1695 m totalmente interrato, avente diametro 2000 mm ad eccezione di specifici tratti aventi diametro 2200 mm ed in grado di smaltire verso il torrente Orco una portata massima a gravità di circa 12 mc/s, corrispondente a circa il 40% della portata di piena duecentennale e al 60% di quella ventennale. Nello specifico si è optato per un primo tratto, come suddetto dall'opera di presa al pozzetto di valle del Canale dei Molini, avente diametro DN2200, un diametro dunque leggermente maggiore rispetto al DN2000 al fine di agevolare cautelativamente il passaggio del flusso d'acqua dal Rio San Pietro alla condotta. Anche i due attraversamenti effettuati con tecnica dello "spingitubo" presentano diametro DN2200 in modo che qualora in futuro si volesse aumentare il diametro dell'intera condotta interrata si abbiano già i tratti critici degli attraversamenti aventi un diametro adeguato. Relativamente alla portata defluente, con un livello idrico di un metro all'interno dei pozzetti la portata si incrementa e assume un valore pari a circa 16 mc/s. Questo in casi eccezionali può essere attuato dato che le opere in progetto sono tutte a tenuta ed all'interno dei pozzetti verranno installati dei misuratori di livello in grado di leggere in continuo il livello idrico raggiunto nei pozzetti ed eventualmente chiudere la paratoia per ridurre la portata scolmata.

Lo scolmatore sarà attivato mediante un'opera di regolazione fissa da realizzarsi dove l'alveo naturale del rio San Pietro risulta avere una sezione in terra abbastanza regolare, a forma trapezia con base 4 m, altezza 1,5 m larghezza in testa al canale pari a 8 m. Si prevede la realizzazione di un'opera di derivazione, costituita da una regolarizzazione dell'alveo e dall'inserimento di uno stramazzo laterale in grado di derivare una portata superiore alla portata massima smaltibile dal canale scolmatore. Una apposita paratoia posta all'imbocco del medesimo limiterà tale portata al valore massimo pari a 12 mc/s (16 mc/s in casi eccezionali). Le portate ordinarie continueranno a scorrere lungo il Rio San Pietro mentre per eventi meteorologici intensi si attiverà lo stramazzo laterale, scolmando una parte della portata in arrivo.

Le verifiche idrauliche condotte sono state effettuate in via cautelativa con diametro DN2000 e riguardano principalmente la valutazione della massima capacità di deflusso dello scolmatore e l'opera di regolazione sul rio San Pietro.

2.2 Verifica della capacità di deflusso del canale scolmatore

Date le caratteristiche di invarianza della sezione e della pendenza motrice, il modello idraulico di simulazione lungo il canale scolmatore può essere condotto in moto uniforme, secondo la relazione che lega la portata e la sezione di deflusso.

Nota la geometria del canale e la sua pendenza, la portata massima che può essere smaltita, o in generale il tirante idraulico con cui defluisce una determinata portata, è funzione direttamente del coefficiente di scabrezza.

Definizione della scabrezza

Il coefficiente di scabrezza può assumere diversi valori in una singola sezione trasversale, al fine di poter rappresentare realisticamente la morfologia della stessa.

Oltre a definire un valore di scabrezza per ciascuna suddivisione (golene, alveo principale) è possibile definire la scabrezza in funzione della progressiva della singola sezione trasversale oppure in funzione della quota raggiunta dal pelo libero.

Nella determinazione dei valori del parametro scabrezza si cerca di correlare quella che è la situazione appurata in "situ" del corso d'acqua con i risultati delle esperienze condotte dai ricercatori.

In particolare:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove:

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300



La tabella presenta i valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza, secondo le formule di Strickler e di Manning, riferiti alle situazioni tipiche dei corsi d'acqua naturali.

Tab. 7.2: valori del coefficiente di scabrezza per i corsi d'acqua naturali

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico ~ 2 m; larghezza in piena < 30 m)	
Corsi d'acqua di pianura	
alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
alveo in roccia regolare	
fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	30-25
alveo in roccia irregolare	20-15 20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico ~ 4 m; larghezza in piena > 30 m)	
sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25
AREE GOLENALI (Raggio idraulico ~ 1 m)	
a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
coltivate	50-20
con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
con vegetazione arborea coltivata	30-20
Alveo artificiale in terra	

materiale compatto, liscio	60
sabbia compatta, con argilla o pietrisco	50
sabbia e ghiaia, scarpata lastricata	50-45
ghiaietto 10-30 mm	45
ghiaia media 20-60 mm	40
ghiaia grossa 50-150 mm	35
limo in zolle	30
grosse pietre	30-25
sabbia, limo o ghiaia, con rivestimento vegetale	25-20
Alveo artificiale in roccia	
con lavorazione accurata	30-25
con lavorazione media	25-20
con lavorazione grossolana	20-15
Alveo artificiale in muratura	
muratura in pietra da taglio	80-70
muratura accurata in pietra da cava	70
muratura normale in pietra da cava	60
pietre grossolanamente squadrate	50
scarpate lastricate, fondo in sabbia e ghiaia	50-45
Alveo artificiale in calcestruzzo	
pavimentazione in cemento	100
calcestruzzo con casseforme metalliche	100-90
calcestruzzo con intonaco	95-90
calcestruzzo liscio	90
intonaco di cemento intatto	90-80
calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco	70-65
calcestruzzo costipato, superficie liscia	
calcestruzzo vecchio, superficie pulita	65-60
rivestimento in calcestruzzo ruvido	60
superfici irregolari in calcestruzzo	55
	50

Oltre ai valori di scabrezza riportati nelle tabelle soprastanti, si introducono i coefficienti di scabrezza delle tubazioni normalmente utilizzati



Tubazione in cemento	ϵ mm	Strickler k $\text{mm}^{1/3} \text{s}^{-1}$
Cemento amianto (nuovi)	0,03	130 - 105
In servizio	0,10 - 0,4	105 - 85
Cemento armato con intonaco perfettamente liscio (nuovi)	0,10 - 0,15	100

Si assume per la tubazione in C.A. di diametro DN2000, relativa allo scolmatore in progetto, un valore di scabrezza (n di Manning e Ks di Strickler) pari a $n = 0,0095$ e $K_s = 105$.

La decisione di utilizzare valori di scabrezza medio-alta per le tubazioni in C.A deriva sia dall'assenza di agenti corrosivi e attacchi chimici, in quanto non sono presenti scarichi aggressivi, sia dall'utilizzo sporadico del canale scolmatore.

In aggiunta, si tiene conto del progresso tecnologico che ha permesso di introdurre trattamenti di rivestimento interno con resine bicomponenti epossidiche, o ecologiche, che consentono di ridurre la scabrezza interna agevolando lo scorrimento dell'acqua.

Tubazione in acciaio	ϵ mm	Strickler k $\text{mm}^{1/3} \text{s}^{-1}$
Grezzi non saldati	0,03 - 0,06	130 - 115
Grezzi saldati (produzione in serie)	0,03 - 0,08	130 - 110

Oltre alla tubazione in calcestruzzo, sono presenti dei limitati tratti con tubazione in acciaio e medesimo diametro.

Noti i valori di scabrezza sopra riportati, si assegna quindi alla tubazione in acciaio di diametro DN2000 un valore di scabrezza (n di Manning e Ks di Strickler) pari a $n = 0,0083$ e $K_s = 120$. Tali tubazioni potrebbero essere utilizzate in corrispondenza di alcuni tratti dove sono collocati gli attraversamenti.

Una volta determinati i valori di scabrezza, l'operazione successiva riguarda la verifica idraulica di moto uniforme condotta per la sola tubazione in C.A., in quanto presenta a parità di diametro e pendenza motrice la condizione più sfavorevole, essendo caratterizzata da una scabrezza più bassa rispetto quella della tubazione in acciaio.

Verifica portata massima smaltibile

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di un canale scolmatore avente le seguenti caratteristiche:

Tubazione in CA DN2000

- Diametro interno: 2,00 m;
- Pendenza motrice i: 3,0 m/km;
- Coef. scabrezza Ks: 105,00 m^{1/3}/s.

In allegato si riportano i calcoli effettuati e la scala di deflusso ottenuta. Come si può notare la portata massima smaltibile a gravità è 12 mc/s, mentre con un livello idrico di un metro massimo nei pozzetti la portata si incrementa e assume un valore pari a circa 16 mc/s.

Nel seguito si riporta la portata massima smaltibile dalla condotta in moto uniforme.

y [m]	B [m]	A [m ²]	V [m/s]	Q [m ³ /s]	V ² /2g [m]
1,76	4,87	2,93	4,10	12,00	0,86

In cui:

- Y: Battute Idrico [m];
- B: Contorno bagnato [m];
- A: Area sezione bagnata [m²];
- V: Velocità [m/s]

$$V = K_s \left(\frac{A}{B} \right)^{1/6} \cdot \left(\frac{i}{1000} \cdot \frac{A}{B} \right)^{1/2}$$

- Q: Portata [m³/s]

$$Q = A \cdot V$$

- V²/2g: Termine cinetico [m].

Per quanto concerne il caso in cui la condotta venga portata in pressione, con una altezza massima di metri 1 della colonna d'acqua all'interno dei pozzetti (Valore ampiamente compatibile con la profondità del canale in progetto) i valori assunti sono i seguenti.

y [m]	B [m]	A [m ²]	V [m/s]	Q [m ³ /s]
3,00	6,28	3,14	6,26	16,14

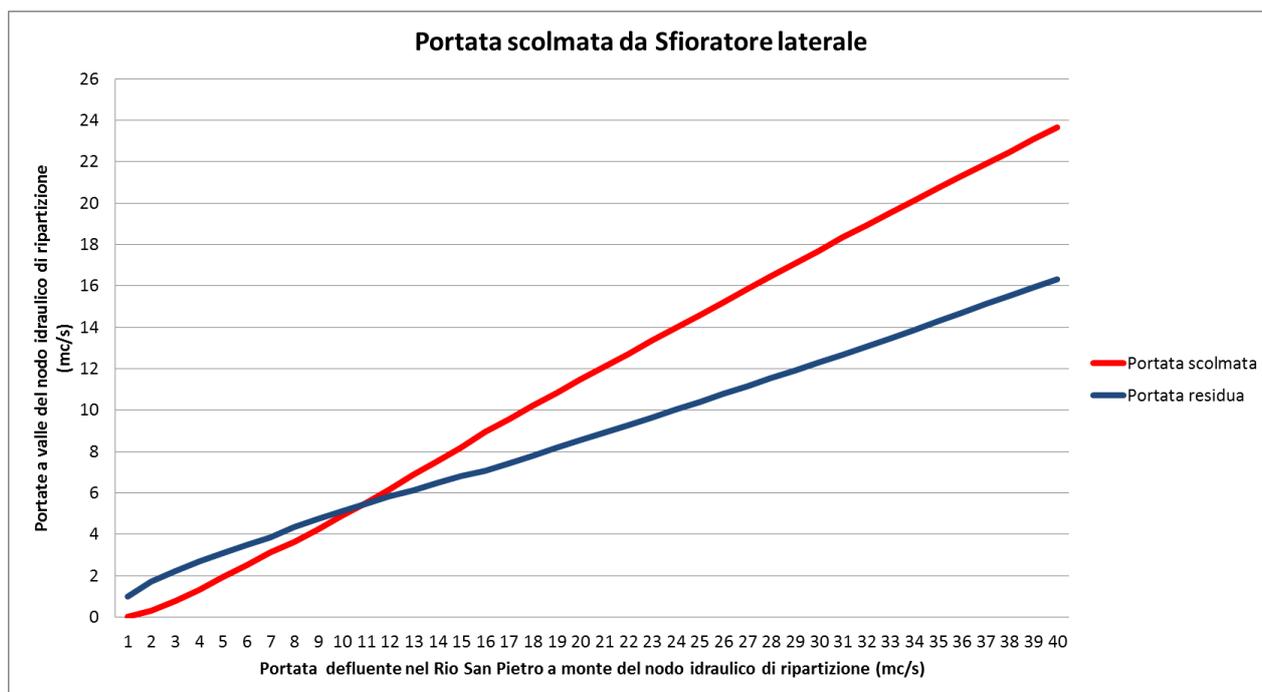


2.3 Dimensionamento idraulico e verifica opera di regolazione sul Rio San Pietro

La verifica idraulica per il dimensionamento dell'opera di regolazione sul rio San Pietro, che consente il funzionamento controllato dello scolmatore, è stata condotta utilizzando un modello di simulazione idraulica in moto permanente.

In particolare, mediante il codice di calcolo HEC-RAS versione 4.1.0, è stata simulata la modalità di deflusso del nodo idraulico Rio San Pietro/Scolmatore per differenti valori di portata in arrivo da monte in funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera di regolazione sul rio, al fine di determinare la migliore combinazione degli elementi progettuali variabili con lo scopo di ottimizzare la funzionalità dell'opera.

In particolare, si è cercato di orientare il funzionamento in modo che per portate ordinarie sia preferito il deflusso lungo il Rio San Pietro.



I risultati sopra descritti si ottengono prevedendo uno sfioratore laterale, posto sulla sponda destra del Rio San Pietro, avente una lunghezza pari a 23 m ed un'altezza della soglia rispetto al fondo alveo attuale di cm 20.

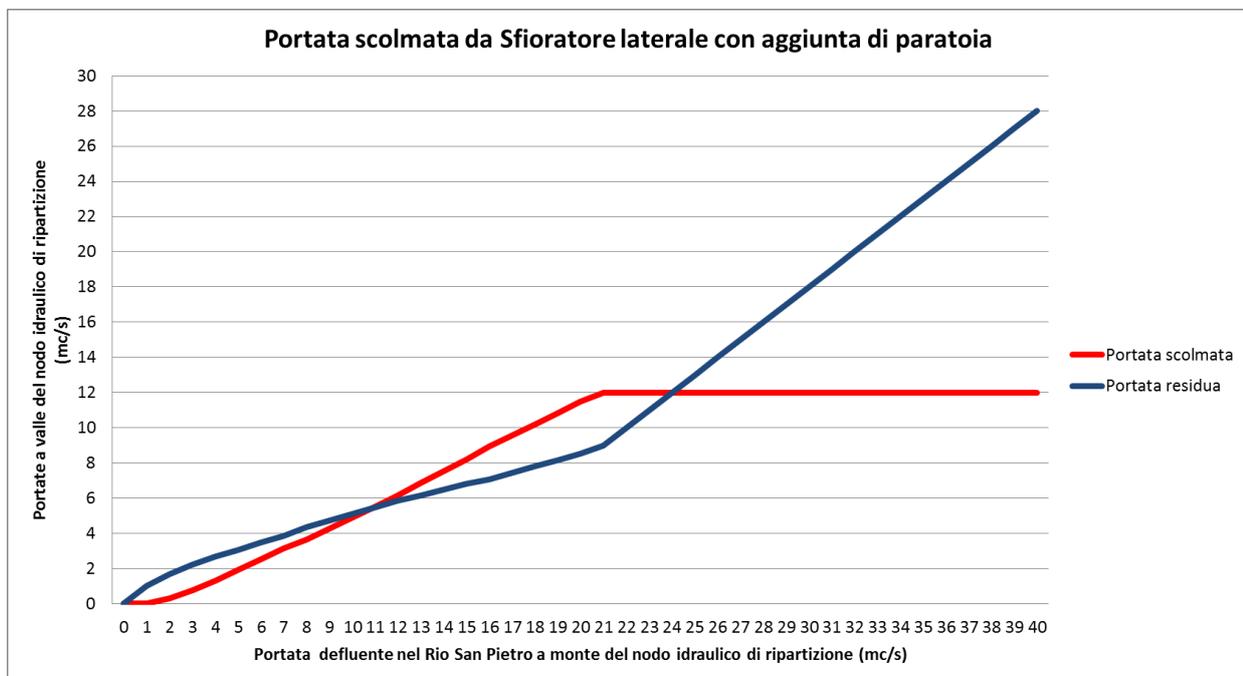
Lo scolmatore si attiva per portate superiori a 1 mc/s, in quanto il Rio San Pietro, per portate superiori si innalza sino a superare la quota di soglia dello scolmatore.

Fino a 10 mc/s, come si evince dal grafico precedente, la portata scolmata è inferiore alla portata che defluisce verso valle.

Come si può notare, lo sfioratore laterale per portate elevate deriva valori superiori alla portata che può essere smaltita dallo scolmatore in progetto (12 - 16 mc/s).

Per limitare tale portata e regolare la derivazione durante gli eventi più intensi si prevede quindi di installare una paratoia all'imbocco del canale scolmatore in grado di regolare la portata scolmata, in manuale oppure in automatico mediante l'utilizzo dei livelli rilevati da appositi sensori che saranno installati in alcuni pozzetti di linea situati lungo il canale scolmatore. Si prevede inoltre di rilevare i livelli presenti all'interno del Rio Levesa, a monte e valle dell'opera di presa per avere sempre sotto controllo l'andamento delle portate transitanti.

Grazie all'intervento della paratoia quindi la portata massima derivata sarà pari a 12-16 mc/s. Lo sfioratore laterale avrà funzione di ripartizione delle portate sino alla portata di 20 mc/s del Rio San Pietro, per portate superiori la portata scolmata sarà invece regolata dalla paratoia che varierà la sua apertura in automatico con il variare dei livelli idrici (e quindi delle portate).



L'analisi è stata svolta per portate variabili da 1 mc/s a 40 mc/s.

Analizzando nel dettaglio le portate caratteristiche dell'alveo si rilevano i seguenti risultati:

Date le caratteristiche di invarianza della sezione e della pendenza motrice, il modello idraulico di simulazione lungo il canale scolmatore può essere condotto in moto uniforme, secondo la relazione che lega la portata e la sezione di deflusso.

Nota la geometria del canale e la sua pendenza, la portata massima che può essere smaltita, o in generale il tirante idraulico



	ORDINARIE 1 mc/s	ORDINARIE 5 mc/s	ORDINARIE 10 mc/s	TR20	TR100	TR200	TR500
Q ATTUALE [mc/s]	1	5	10	21,1	27,1	29,7	33,1
Q Scolmata[mc/s]	0	1,9	4,9	12,0	12,0	12,0	12,0
Q VALLE [mc/s]	1	3,1	5,1	9,1	15,1	17,7	21,1

Massima apertura paratoia

La paratoia sarà manovrata in automatico in base al livello idrico rilevato dai sensori posti lungo il canale scolmatore.

La massima portata che potrà scorrere è pari a 12 mc/s, si è quindi valutata la massima apertura che potrà avere la paratoia.

Il procedimento seguito è stato quello di porsi nella condizione peggiore, paratoia chiusa e portata Q_{tr200} nel Rio San Pietro (situazione a favore di sicurezza in quanto potrà verificarsi soltanto a causa di malfunzionamento della paratoia) ed apertura della paratoia, avendo quindi all'interno dell'alveo il massimo livello raggiungibile. Per una portata pari a 30 mc/s all'interno dell'alveo a sezione trapezia si rileva un battente idrico di metri 1,35 (quota 348,20 m slm). Lo scorrevole della tubazione in corrispondenza dell'imbocco su cui verrà installata la paratoia removibile è posto a quota 344,18 m slm. Si può quindi calcolare la portata che verrà scolmata a mezzo di luce sottobattente, con dimensione della luce funzione dell'apertura della paratoia. Nella condizione peggiore con cui si è dimensionata la massima apertura della paratoia, il livello idrico a monte della luce sarà pari a 4,02 m rispetto allo scorrevole della tubazione.

Per il dimensionamento della luce a battente a sezione semicircolare si considera la seguente relazione:

$$Q = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

In cui:

- Q = Portata effluente dalla luce
- h = battente sulla luce (distanza dal baricentro della luce ed il pelo libero)
- S = superficie luce
- μ = coefficiente di contrazione a cui può essere attribuito il valore di 0,61.

Dai calcoli effettuati iterativamente, variando l'apertura della paratoia è emerso che la massima portata pari a 12 mc/s (con ipotesi di massimo battente idrico a monte pari a 4,02 m) si ottiene con l'apertura di 1,357 m dal fondo scorrevole. A favore di sicurezza si considera quale apertura massima della paratoia il valore 1,35 m a cui corrisponde una portata di 12 mc/s.

2.4 Rischio idraulico residuo

I lavori in progetto prevedono la realizzazione di un canale scolmatore in grado di smaltire solo una parte, benché molto elevata, delle portate di piena del rio San Pietro. Tale intervento comporterà un beneficio al rischio di esondazione a valle dell'opera di presa che deve essere inteso unicamente come mitigazione e non annullamento del rischio stesso, anche se altamente ridotto con le opere in progetto. La portata del luglio 2011 stimata in circa 38 m³/s e con tempo di ritorno duecentennale si potrebbe scolmare grazie alla realizzazione del canale in progetto in grado di evacuare, con un carico idraulico all'interno dei pozzetti di circa 1 metro (valore monitorabile dai sensori di livello presenti nei pozzetti che hanno tutti un'altezza minima sopra la generatrice superiore della tubazione di 1,5 metri) 16 m³/s. In tale situazione a valle transiterebbero non oltre 22 m³/s che con la buona manutenzione dell'alveo, non provocherebbero alcuna esondazione nel tratto cittadino, come evidenziato nella relazione idrologica allegata e nello studio preliminare depositato.

Si riporta in allegato una indicazione delle aree soggette ad allagamento allo stato attuale e con le opere in progetto realizzate.

Loranzè, Marzo 2022

Il progettista
Ing. Gianluca NOASCONO



ALLEGATI

TABELLA 1

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE A SEZIONE CIRCOLARE - CONDOTTA IN PRESSIONE

PROGETTO: Verifica massima portata smaltibile da Scolmatore

TRONCO:

DATI

DIAMETRO (D)	2.00 (m)	μ	0.82
PENDENZA MOTRICE (i)	3.00 (m/km)		
COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER	105 (m ^{1/3} /s)		

RISULTATI

	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q ₀	Fr	V ² /2g	Ri	t
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(l/s)	(m ³ /s)		(m)	(m)	
0	0.00	0.0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
1	0.04	2.0%	0.56	0.57	0.01	0.51	0.01	0.01	0.995	0.01	0.03	0.08
2	0.08	4.0%	0.78	0.81	0.04	0.80	0.03	0.03	1.108	0.03	0.05	0.16
3	0.12	6.0%	0.95	0.99	0.08	1.05	0.08	0.07	1.175	0.06	0.08	0.23
4	0.16	8.0%	1.09	1.15	0.12	1.26	0.15	0.12	1.222	0.08	0.10	0.31
5	0.20	10.0%	1.20	1.29	0.16	1.45	0.24	0.19	1.257	0.11	0.13	0.38
6	0.24	12.0%	1.30	1.41	0.21	1.63	0.35	0.27	1.284	0.14	0.15	0.45
7	0.28	14.0%	1.39	1.53	0.27	1.79	0.48	0.37	1.305	0.16	0.17	0.52
8	0.32	16.0%	1.47	1.65	0.32	1.95	0.63	0.48	1.322	0.19	0.20	0.59
9	0.36	18.0%	1.54	1.75	0.38	2.09	0.80	0.60	1.335	0.22	0.22	0.66
10	0.40	20.0%	1.60	1.85	0.45	2.23	1.00	0.74	1.346	0.25	0.24	0.72
11	0.44	22.0%	1.66	1.95	0.51	2.36	1.21	0.89	1.353	0.28	0.26	0.79
12	0.48	24.0%	1.71	2.05	0.58	2.48	1.44	1.06	1.359	0.31	0.28	0.85
13	0.52	26.0%	1.75	2.14	0.65	2.60	1.68	1.24	1.363	0.34	0.30	0.91
14	0.56	28.0%	1.80	2.23	0.72	2.71	1.95	1.43	1.365	0.37	0.32	0.97
15	0.60	30.0%	1.83	2.32	0.79	2.81	2.23	1.63	1.365	0.40	0.34	1.03
16	0.64	32.0%	1.87	2.41	0.87	2.91	2.52	1.85	1.364	0.43	0.36	1.08
17	0.68	34.0%	1.89	2.49	0.94	3.01	2.83	2.08	1.362	0.46	0.38	1.13
18	0.72	36.0%	1.92	2.57	1.02	3.10	3.16	2.32	1.359	0.49	0.40	1.19
19	0.76	38.0%	1.94	2.66	1.10	3.19	3.49	2.58	1.354	0.52	0.41	1.24
20	0.80	40.0%	1.96	2.74	1.17	3.27	3.84	2.84	1.349	0.54	0.43	1.29
21	0.84	42.0%	1.97	2.82	1.25	3.35	4.19	3.12	1.342	0.57	0.44	1.33
22	0.88	44.0%	1.99	2.90	1.33	3.42	4.56	3.41	1.334	0.60	0.46	1.38
23	0.92	46.0%	1.99	2.98	1.41	3.49	4.93	3.72	1.325	0.62	0.47	1.42
24	0.96	48.0%	2.00	3.06	1.49	3.56	5.31	4.03	1.316	0.65	0.49	1.48
25	1.00	50.0%	2.00	3.14	1.57	3.62	5.69	4.36	1.305	0.67	0.50	1.50
26	1.04	52.0%	2.00	3.22	1.65	3.68	6.08	4.70	1.294	0.69	0.51	1.54
27	1.08	54.0%	1.99	3.30	1.73	3.74	6.47	5.05	1.281	0.71	0.52	1.57
28	1.12	56.0%	1.99	3.38	1.81	3.79	6.86	5.41	1.268	0.73	0.54	1.61
29	1.16	58.0%	1.97	3.46	1.89	3.84	7.26	5.79	1.253	0.75	0.55	1.64
30	1.20	60.0%	1.96	3.54	1.97	3.89	7.65	6.18	1.238	0.77	0.56	1.67
31	1.24	62.0%	1.94	3.63	2.05	3.93	8.04	6.58	1.221	0.79	0.56	1.69
32	1.28	64.0%	1.92	3.71	2.12	3.97	8.42	6.99	1.204	0.80	0.57	1.72
33	1.32	66.0%	1.89	3.79	2.20	4.00	8.80	7.42	1.185	0.82	0.58	1.74
34	1.36	68.0%	1.87	3.88	2.27	4.03	9.17	7.87	1.165	0.83	0.59	1.76
35	1.40	70.0%	1.83	3.96	2.35	4.06	9.53	8.33	1.144	0.84	0.59	1.78
36	1.44	72.0%	1.80	4.05	2.42	4.08	9.88	8.81	1.122	0.85	0.60	1.79
37	1.48	74.0%	1.75	4.14	2.49	4.10	10.22	9.31	1.098	0.86	0.60	1.80
38	1.52	76.0%	1.71	4.24	2.56	4.11	10.54	9.83	1.072	0.86	0.60	1.81
39	1.56	78.0%	1.66	4.33	2.63	4.12	10.84	10.37	1.045	0.87	0.61	1.82
40	1.60	80.0%	1.60	4.43	2.69	4.13	11.13	10.95	1.016	0.87	0.61	1.83
41	1.64	82.0%	1.54	4.53	2.76	4.13	11.39	11.57	0.984	0.87	0.61	1.83
42	1.68	84.0%	1.47	4.64	2.82	4.13	11.62	12.23	0.950	0.87	0.61	1.82
43	1.72	86.0%	1.39	4.75	2.87	4.11	11.83	12.95	0.913	0.86	0.61	1.82
44	1.76	88.0%	1.30	4.87	2.93	4.10	12.00	13.76	0.872	0.86	0.60	1.80
45	1.80	90.0%	1.20	5.00	2.98	4.07	12.13	14.69	0.828	0.85	0.60	1.79
46	1.84	92.0%	1.09	5.14	3.02	4.04	12.22	15.81	0.773	0.83	0.59	1.77
47	1.88	94.0%	0.95	5.29	3.06	4.00	12.24	17.24	0.710	0.81	0.58	1.74
48	1.92	96.0%	0.78	5.48	3.10	3.93	12.19	19.30	0.632	0.79	0.57	1.70
49	1.96	98.0%	0.56	5.72	3.13	3.85	12.03	23.14	0.520	0.75	0.55	1.64
50	2.00	100.0%	0.00	6.28	3.14	3.62	11.38	#DIV/0!	#DIV/0!	0.67	0.50	1.50
51	2.04	102.0%				4.52	11.64					
52	2.08	104.0%				4.60	11.86					
53	2.12	106.0%				4.69	12.08					
54	2.16	108.0%				4.77	12.29					
55	2.20	110.0%				4.85	12.50					
56	2.24	112.0%				4.93	12.71					
57	2.28	114.0%				5.01	12.91					
58	2.32	116.0%				5.09	13.11					
59	2.36	118.0%				5.17	13.31					
60	2.40	120.0%				5.24	13.50					
61	2.44	122.0%				5.32	13.69					
62	2.48	124.0%				5.39	13.88					
63	2.52	126.0%				5.46	14.07					
64	2.56	128.0%				5.53	14.25					
65	2.60	130.0%				5.60	14.43					
66	2.64	132.0%				5.67	14.61					
67	2.68	134.0%				5.74	14.79					
68	2.72	136.0%				5.81	14.97					
69	2.76	138.0%				5.88	15.14					
70	2.80	140.0%				5.94	15.31					
71	2.84	142.0%				6.01	15.48					
72	2.88	144.0%				6.07	15.65					
73	2.92	146.0%				6.14	15.81					
74	2.96	148.0%				6.20	15.98					
75	3.00	150.0%				6.26	16.14					



MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE E CONDOTTA IN PRESSIONE

