

COMUNE DI UGGIATE CON RONAGO

***REALIZZAZIONE INTERVENTI DI
MANUTENZIONE STRAORDINARIA SU
RETICOLO IDRICO MINORE
TORRENTE LURA DELLE PIOPPETTE
TRATTO IN LOC. SOMAZZO***

Progetto esecutivo

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

INDICE RELAZIONE IDRAULICA - IDROLOGICA

1. Introduzione
2. Metodologia del calcolo delle portate di massimo piena
3. Verifiche idrauliche
4. Valutazione rischio idrogeologico
5. Calcolo struttura in grigliato pressato

1. INTRODUZIONE

La presente relazione idrogeologica ed idraulica è parte integrante del progetto esecutivo inerente gli interventi di manutenzione straordinaria su Reticolo Idrico Minore Torrente Lura delle Pioppette nel tratto a monte di Via Somazzo.

Le opere previste, asseribili alle tecniche dell'Ingegneria Naturalistica come da quaderno tipo, sono finalizzate alla manutenzione straordinaria e ripristino della situazione di regimazione in modo da ridurre il rischio idrogeologico ed idraulico nel tratto a valle dell'opere prevista in progetto

La progettazione esecutiva suddivide a seguito di sopralluoghi eseguiti ed analisi come succitato gli ambiti di intervento in prioritari – in appalto/cantierabili e di minore importanza sulla scorta di valutazione del rischio idrologica desunto da matrice fattore di esposizione e vulnerabilità del sito di seguito descritta:

- 1) Ripristino funzionalità idraulica torrente Lura delle Pioppette a monte di Via Somazzo.
- 2) Riprofilatura alveo - risezionamento - protezione spondali - realizzazione selciato di fondo;
- 3) Riprofilatura alveo - pulizia vegetativa ripristino funzionalità idraulica.
- 4) Realizzazione ex novo di vasca di laminazione in ca in linea con copertura in grigliato pressato carrabile classe 4.
- 5) Adeguamento e ripristino briglie di salto esistenti con rettifica livelletta fluviale.
- 6) Pulizia vegetativa e rimozione materiale estraneo in alveo;

L'area a monte dell'ambito di intervento è attualmente non ben regimata e risente di mancata manutenzione spondale e conseguente forte trasporto solido in genere di ghiaie e sabbie a maggior contenuto di frazione fine.

2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Vengono di fatto modificate in modo significativo le sezioni esistenti a monte di Via Somazzo – ad oggi prive di difese arginali. Gli interventi si propongono di rettificare le sezioni esistenti mediante ri sezionamenti delle livellette e difese arginali/spondali atte a limitare erosione da versante o da ciglio con

introduzioni di scogliere in massi ciclopici intasanti in cls e realizzazione selciato di fondo.

Si stima comunque con ausilio degli studi comunali la portata transitante nella sezione di chiusura e di conseguenza calcolate le sezioni di progetto atte a fare un adeguato franco idraulico.

Il torrente Lura delle Pioppette ha un bacino alla sezione di chiusura individuata nell'immissione dell'intubato/inserzione con Via Somazzo di circa 0.32 kmq – calcolata ai dislivelli a monte ed un asta principale di sviluppo di circa 800 m confluyente a seguito di sezione di chiusura e passaggio nel centro abitato di Uggiate nel T Lura.

Gli interventi di manutenzione straordinaria vengono realizzati a monte del tratto urbanizzato ed intubato ove vi sono possibilità di adeguamento sezione e realizzazione opere di IN a supporto mediante risezionamenti e pristino livellette oltre che realizzazione opere di attenuazione quali le briglie in serie.

È stato quindi applicato il classico metodo di stima, basato sulla valutazione probabilistica delle precipitazioni e quindi sugli afflussi ipotizzabili alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

È stato quindi applicato il classico metodo di stima, basato sulla valutazione probabilistica delle precipitazioni e quindi sugli afflussi ipotizzabili alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

Il metodo si basa sull'applicazione delle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche della zona. Tali equazioni consentono la stima del massimo afflusso pluviometrico prevedibile con differenti tempi di ritorno e si basano sull'elaborazione dei dati pluviometrici di una stazione nota, per un sufficiente intervallo temporale. In seguito è stato determinato il tempo di corrivazione, inteso come il tempo necessario affinché le precipitazioni cadute nel punto più lontano del bacino possano tradursi in afflussi idraulici alla sezione presa in esame.

La pioggia critica viene quindi calcolata in funzione del tempo di corrivazione, applicando la curva di possibilità pluviometrica adeguata. La stima delle perdite idrauliche per infiltrazione è stata invece effettuata mediante la zonizzazione del bacino, il calcolo delle superfici a differente uso del suolo e quindi con differenti capacità di infiltrazione. Le elaborazioni, descritte con maggiore dettaglio nei successivi paragrafi, hanno permesso il calcolo della massima piena prevedibile alle sezioni considerate. È stato considerato il tempo di ritorno di 100 anni. Per la simulazione dell'evento critico si è

utilizzata la procedura approssimata delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica esprimibile attraverso la seguente relazione:

$$h(d,T) = a_1 \cdot d^n \cdot k_t$$

dove:

- k_t = funzione del periodo di ritorno secondo una legge probabilistica
($k_t = \varepsilon + \frac{\alpha}{\kappa} (1 - e^{-\kappa y_t})$);
- y_t = variabile ridotta di Gumbel (dipende da Tr);
- a_1 = coefficiente pluviometrico orario
- n = esponente di scala
- k = parametro di forma
- α = parametro di scala
- ε = parametro di posizione

I dati sono stati ricavati dall'appendice "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)" - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica, Allegato 3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense – Autorità di bacino del fiume Po".

In particolare sono state utilizzati i parametri "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica calcolati mediante interpolazione spaziale - effettuata dall'Autorità di Bacino- con il metodo del kriging delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. È stata così ottenuta la seguente equazione corrispondente all'altezza di precipitazione massima per un tempo di ritorno di 100 anni.

La correlazione effettuata tra tutti questi metodi, permette di dedurre la seguente formula, che rappresenta il complesso delle equazioni ricordate sopra:

$$tc = 0.02221 (L/\sqrt{ia})^{0.8}$$

dove:

tc =tempo di corrivazione

L =lunghezza asta principale

ia =pendenza

Si stima per il Torrente Lura delle Pioppette nella sezione di chiusura in fraz Somazzo un Tc pari a 0.25 h ovvero 15 minuti circa.

La pioggia critica è pari a 43.60 mm.

Per la determinazione del volume di piena il metodo si fonda sull'ipotesi che sia valida la seguente relazione:

$$V/P_n = W/S$$

Dove:

V=volume di deflusso in mm

P_n=precipitazione netta

W=invaso del suolo (volume idrico immagazzinato nel suolo)

S=valore massimo dell'invaso del suolo.

La precipitazione netta si ottiene sottraendo alla precipitazione totale le perdite iniziali dovute all'immagazzinamento superficiale, all'intercettazione dovuta alla presenza di copertura vegetale e all'infiltrazione prima della formazione del deflusso ($P_n = p - I_a$).

Attraverso semplici passaggi matematici e sostituzioni si ottiene la formula:

$$V = (P - 0.25 S)^2 / (P + 0.8 S)$$

La stima del massimo invasore del suolo viene calcolata con la seguente relazione:

$$S = 25.4 \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right)$$

Il valore di CN (curve number), usato nel calcolo del tempo di corrivazione, è stato calcolato utilizzando le tabelle del Soil Conservation Service (SCS) per un tipo idrologico di suolo B, ossia per un tipo di terreno con potenzialità di deflusso moderatamente alta e alta capacità di infiltrazione anche a saturazione.

<i>Tipo idrologico di suolo</i>	<i>Descrizione</i>
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Tabella I - Classificazione dei tipi idrologici di suolo secondo il metodo SCS-CN

Il bacino idrografico, individuato alla sezione di chiusura di progetto, è stato suddiviso schematicamente in base alla litologia del suolo in:

- Aree agricole/prati
- Aree boschive
- Aree urbanizzate residenziali intensive ed estensive
- Aree urbanizzate/industriali/commerciali

<i>Valori del parametro CN_{II} (adimensionale)</i>	<i>Tipo idrologico Suolo</i>			
<i>Tipologia di Uso del Territorio</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni buone condizioni	68 39	79 61	86 74	89 80
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89

Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area impermeabile 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area impermeabile 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m ² (area impermeabile 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m ² (area impermeabile 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500÷2000 m ² (area impermeabile 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m ² (area impermeabile 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m ² (area impermeabile 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade,	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

Tabella II –Valori caratteristici del parametro CN nelle zone urbanizzate

Il metodo tiene conto anche delle condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento oltre che della stagione (vegetativa o di riposo) corrispondente al momento in cui si verifica la precipitazione critica.

Il valore di CN computato risulta essere pari a circa 84 per T Lura delle Pioppette per via della conformazione a monte – urbanizzazioni esistenti e condizioni suolo.

3. VERIFICHE IDRAULICHE

Il bacino a monte dell'area di progetto si estende per una superficie piuttosto ridotta pari a circa 0.32 kmq.

L'alveo presenta una condizione di elevata naturalità ad eccezione del tratto a ridosso dell'innesto al tratto intubato. L'asta torrentizia risulta essere lunga 800 m circa da monte alla sezione di chiusura imposta mentre la conseguente pendenza media del corso d'acqua risulta essere del 4,72% circa (da quota 455 a quota minima di 418 mslm).

La sezione di chiusura dello stesso è imposta per il progetto in Loc. Somazzo – passaggio da tratto a cielo aperto a intubato.

La protezione delle zone antropizzate deve realizzarsi attraverso la rimozione di tutte quelle anomalie che costituiscono fattori aggravanti degli effetti delle piene.

Pertanto una efficace prevenzione dovrebbe prendere in considerazione i seguenti aspetti:

- inadeguatezza diffusa delle opere di difesa sul reticolo idrografico minore;
- mancanza di manutenzione sugli alvei che ha portato alla riduzione delle sezioni di piena dei corsi d'acqua per occupazione progressiva di depositi e sfolli vegetativi.
- aumento della concentrazione dei deflussi in ragione della progressiva canalizzazione delle acque e della impermeabilizzazione delle superfici con riduzione dei tempi di corrivazione
- presenza di abitati, insediamenti produttivi e infrastrutture in aree a rischio, senza un adeguamento degli stessi alle condizioni di rischio reali;
- insufficiente dimensionamento di opere trasversali e carenza della manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere stesse, in rapporto alle parti esposte alle sollecitazioni dovute alle interazioni con le acque di piena;
- situazioni locali di erosione e di abbassamento di fondo negli alvei di numerosi corsi d'acqua con conseguente incremento dei fenomeni di scalzamento e sifonamento sponde.

Gli interventi previsti sul T Lura delle Pioppette si prefiggono la stabilizzazione dell'alveo medesimo e delle sue sponde;

Gli interventi nel bacino mirano a ridurre i fenomeni erosivi e limitare il traposto solido oltre che garantire un franco idraulico sulle sezioni idrauliche.

La stabilizzazione dell'asta si attua con:

- soglie di fondo che fissano la sezione dell'alveo;
- briglie che, introducendo salti di fondo, diminuiscono per tratti la pendenza e quindi la capacità erosiva della corrente, e stabilizzano allo stesso tempo le sponde con la creazione di un riporto al piede;

- i cunettoni ovvero canali a forte pendenza con sezione ristretta e rivestita relativamente profondi sono impiegati per evitare l'erosione del fondo e delle sponde, ma anche per assicurare velocità elevate e quindi, con portate modeste, il trasporto di materiali.

Reticolo Minore - LURA DELLE PIOPPETTE			Localizzazione:	UGGIATE
1-calcolo di tc			2-calcolo pioggia critica	
L	(in m)	784	a	69,413
quota max	m	455,00		
quota sezione	m	418,00		
ia	(adim)	0,0471939	t min	15,57568
			t ore	0,259595
			n	0,3447
tc	(in min)	15,575685	hc	43,60624 mm
	(in ore)	0,2595947		
formula utilizzata:				
Tc= 0.02221 (L/radq(i)) ^{0.8}				

La sezione del T Lura delle Pioppette in prossimità della chiusura risulta verificata ($2.31 < 3.76$ mc/s) per un evento piovoso con tempo di ritorno di 100 anni considerando anche l'apporto solido stimato incrementando del 20% la portata liquida.

La sezione circolare non verrà aumentata ma esclusivamente regolarizzata con opere a valle consistenti nella realizzazione di vasca in line e a monte da innesto con pendenza ridotta dovuto a realizzazione selciato di fondo a valle della briglia esistente in cls.

Di fatto si andrà a utilizzare la tubazione esistente sotto la Via Somazzo nella sua interezza mantenendo comunque un franco idraulico adeguato. La realizzazione di una vasca di laminazione in linea a valle del tratto intubato permette di eliminare la strozzatura/riduzione di sezione ad oggi presente e il conseguente rigurgito a valle dell'attraversamento stradale

Il tratto a monte verrà adeguato nelle sezioni idrauliche passando da un valore di 2.87 mc/s a 5.74 mc/s. il perimetro bagnato della sezione tipo sarà di 4.019 m.

In allegato alla presente relazione vi sono le tabelle riassuntive dei calcoli idraulici e le sezioni tipo circolare e trapezoidale sia nello stato di fatto che nello stato di progetto.

CALCOLO PORTATA AL COLMO - METODO SCS		BACINO IDROGRAFICO: T LURA DELLE PIOPPETTE - RIM 21	
INSERISCI CN	84 adim	s (pendenza del bacino)	4,71939 %
PRECIPITAZIONE TOTALE P		43,606 (in mm)	
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (fino alla cresta) L	0,784 km	tp (durata precipitazione)	0,259 h
Area del bacino		0,32 kmq	
TI (tempo di ritardo)	0,273346 ore	Ta (tempo di accumulo)	0,402846426 ore
S (massimo invaso del suolo)	48,38095 adim	V (volume di deflusso)	13,98640892 mm
Q (portata al colmo)	2,310894 mc/s		

Metodo SCS		P	Precipitazione totale	ta	Tempo di accumulo
V = $\frac{(P-0,2 S)^2}{P+0,8 S}$	S = $25,4 \cdot (1000/CN - 10)$	V	Volume di deflusso	ti	Tempo di ritardo
		S	Massimo invaso del suolo	tc	Tempo di corrivazione
		CN	Coefficiente "Curve number"	Q	Portata al colmo
TI = $0,342 \cdot \frac{L^{0,8}}{S^{0,5}}$	(1000/CN - 9) 0,7	ta = 0,5 tp + ti	Q = 0,208 V A / t		

Si sottolinea che per una corretta funzionalità dell'opere in progetto in alveo di lo stesso deve essere mantenuto pulito, prevedendo delle periodiche pulizie vegetazionali e asporto materiale a monte del corpo briglia.

È da ritenersi prioritario inoltre proteggere le sponde torrentizie da fenomeni di erosione al piede con scogliera in massi e selciatone dinnanzi la briglia e a valle della medesima in modo di ridurre i fenomeni di sifonamento e scalzamento.

4. VALUTAZIONE RISCHIO IDROGEOLOGICO

Le scelte progettuali, basate sulle tecniche di Ingegneria Naturalistica, sono state fatte in base alla valutazione del rischio idrologico. Tali soluzioni avranno come scopo quello di mitigare e limitare il più possibile il rischio idrologico inteso come possibilità che eventi di piena o fenomeni di dissesto innescati da precipitazioni coinvolgano e interessino l'uomo.

Il rischio idrologico è inteso come la possibilità che eventi di piena o fenomeni di dissesto innescati da precipitazioni coinvolgano e interessino l'uomo o le attività antropiche. Esso è fortemente condizionato dall'azione dell'uomo e dalle continue modifiche del territorio che hanno, da un lato, incrementato la possibilità di accadimento dei fenomeni e, dall'altro, aumentato la presenza di beni e di persone nelle zone dove tali eventi erano possibili e si sono poi manifestati, a volte con effetti catastrofici.

Per tutelare il territorio dal continuo verificarsi di questi episodi di dissesto si è instaurata una politica di gestione del rischio che affrontasse il problema non solo durante le emergenze. Si è così passati da un'impostazione di base incentrata sulla riparazione dei danni e sull'erogazione di provvidenze, ad una cultura di previsione e prevenzione, diffusa a vari livelli, imperniata sull'individuazione delle condizioni di rischio ed all'adozione d'interventi finalizzati alla minimizzazione dell'impatto degli eventi. In termini analitici, il rischio idrologico è espresso da una formula che lega pericolosità, vulnerabilità e valore esposto:

Rischio = pericolosità x vulnerabilità x esposizione

La pericolosità esprime la probabilità che in una zona si verifichi un evento dannoso di una determinata intensità entro un determinato periodo di tempo *(che può essere il "tempo di ritorno")*. *La pericolosità è dunque funzione della frequenza dell'evento. In certi casi (come per le alluvioni) è possibile stimare, con un'approssimazione accettabile, la probabilità di accadimento per un determinato evento entro il periodo di ritorno.*

La vulnerabilità invece indica l'attitudine di una determinata "componente ambientale" (popolazione umana, edifici, servizi, infrastrutture, etc.) a sopportare gli effetti in funzione dell'intensità dell'evento. La vulnerabilità esprime il grado di perdite di un dato elemento o di una serie di elementi risultante dal verificarsi di un fenomeno di una data magnitudo, espressa in una scala da zero (nessun danno) ad uno (distruzione totale).

Il valore esposto o esposizione indica l'elemento che deve sopportare l'evento e può essere espresso o dal numero di presenze umane o dal valore delle risorse naturali ed economiche presenti, esposte ad un determinato pericolo.

Il prodotto vulnerabilità per valore indica quindi le conseguenze derivanti all'uomo, in termini sia di perdite di vite umane, che di danni materiali agli edifici, alle infrastrutture ed al sistema produttivo.

Il rischio esprime dunque il numero atteso di perdite di vite umane, di feriti, di danni a proprietà, di distruzione di attività economiche o di risorse naturali, dovuti ad un particolare evento dannoso; in altre parole il rischio è il prodotto della probabilità di accadimento di un evento per le dimensioni del danno atteso. Le seguenti tabelle riferite alla scala di rischio ed all'esposizione consentono di calcolare ed analizzare analiticamente attraverso la formulazione $R = H * E * V$ il rischio idrologico

Rischio idraulico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Gravosità	Valore	
R ₁	Moderata	≤ 0.002	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R ₂	Media	≤ 0.005	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R ₃	Elevata	≤ 0.01	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R ₄	Molto elevata	≤ 0.02	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Classi	Elementi	Peso
E ₁	Aree libere da insediamenti e aree improduttive; zona boschiva; zona agricola non edificabile; demanio pubblico non edificato e/o edificabile	0.25
E ₂	Aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane, poco abitate; edifici sparsi; zona agricola generica (con possibilità di edificazione); zona di protezione ambientale, rispetto, verde privato; parchi, verde pubblico non edificato; infrastrutture secondarie	0.50
E ₃	Nuclei urbani non densamente popolati; infrastrutture pubbliche (strade statali, provinciali e comunali strategiche, ferrovie, pipelines oleodotti, elettrodotti, acquedotti); aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); zone per impianti tecnologici e discariche RSU o inerti, zone a cava	0.75
E ₄	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità (densità abitativa superiore al 20% della superficie fondiaria); nuclei minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; infrastrutture pubbliche (infrastrutture viarie principali strategiche); zone discarica speciali o tossico nocivi; zona alberghiera; zona campeggi e villaggi turistici; beni architettonici, storici e artistici	1.00

L'Ente Istituzionale incaricato di limitare e gestire le soluzioni al possibile rischio idrologico è la Protezione Civile. La valutazione del Rischio Idrologico per le sezioni preposte al progetto daranno modo di avere delle soluzioni possibili d'Ingegneria Naturalistica applicabili in modo di laminare il suddetto rischio.

Per valutare il rischio, dato dal prodotto delle componenti di pericolosità, esposizione e vulnerabilità è stata utilizzata la seguente formula:

$$R=H \cdot E \cdot V$$

Dove il rischio è appunto ottenuto dal prodotto tra hazard (pericolosità), esposizione e vulnerabilità. La probabilità, definita come la possibilità che in una zona si verifichi un evento dannoso di una determinata intensità entro un determinato periodo di tempo, è intesa come l'inverso del tempo di ritorno.

Si avrà quindi come formulazione del rischio idrologico:

$$R = E \cdot V / Tr$$

Nel tratto interessato dal progetto sono presenti dei nuclei abitativi di tipo intensivo e infrastrutture oltre che un RSA. Gli elementi maggiormente esposti a rischio sono le abitazioni/RSA oltre che l'area stradale a valle dell'innesto su intubato del t Lura delle Pioppette.

Il tratto interessato è inquadrato come rischio medio Em – area a pericolosità media o moderata di esondazione - nella carta PAI allegata a componente geologica idrogeologica a corredo del Piano di Governo del Territorio PGT.

	Em	aree a pericolosità media o moderata di esondazione	Classe 2/3 limitazioni modeste o consistenti	Art.9 comma 6 bis delle norme di attuazione del PAI
---	----	---	--	---

Gli elementi esposti da considerare sono quindi:

- le persone residenti – degenti RSA
- l'agglomerato abitativo presente
- le infrastrutture stradali

Il rischio è quindi valutato nel modo seguente:

$$R = H \cdot E \cdot V = E \cdot V / Tr$$

Si stima in maniera preliminare il rischio derivante su ogni ambito di intervento valutando i fattori di pericolosità vulnerabilità ed esposizione.

TORRENTE LURA DELLE PIOPPETTE	SEZ CHIUSURA	UGGIATE CON RONAGO LOC. SOMAZZO	Possibilità di sovralluvionamenti e coinvolgimento centri abitati a valle	MEDIA
-------------------------------------	-----------------	---	--	-------

- Elevato in caso di piene con tempi di ritorno T50/T100 dovuto principalmente a fattori di pericolosità negli ambiti di intervento e nel fattore di esposizione considerato non solo nello specifico intorno di intervento ma più a larga scala valutando le possibili conseguenze sull'intera asta fluviale.

Gli interventi sono stati analizzati/valutati nel presente progetto esecutivo – in modo da determinare la classe di rischio a seguito di realizzazione/as built in modo da ipotizzare e prevedere un adeguato piano di manutenzione per la mitigazione del rischio idrogeologico assunto.

Il medesimo piano sarà da aggiornare ogni qualvolta cambino le condizioni al contorno.

Gli interventi sono riconducibili, a seconda della priorità di intervento desunta da analisi del rischio idrogeologico, in manutenzione straordinaria – nuova opera idraulica ricompresa nel quaderno tipo opere di Ingegneria naturalistica ed opere di monitoraggio.

Difatti negli ambiti in tabella è da prendere in forte considerazione la componente di allestimento impianto di cantiere – layout cantieristico e relative e propedeutiche misure di sicurezza. Le stesse gioco forza determineranno in fase definitiva esecutiva una componente non minima anche in fattore di costi.

Il piano dovrà contenere l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi, e le conseguenti procedure, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori, nonché la stima dei relativi costi che non sono soggetti al ribasso nelle offerte delle imprese esecutrici. Il piano contiene altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese o dei lavoratori autonomi ed è redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva. Il piano è costituito da una relazione tecnica

e prescrizioni correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

In particolare il piano contiene, in relazione alla tipologia del cantiere interessato, i seguenti elementi:

- a) modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- b) protezioni o misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- c) servizi igienico - assistenziali;
- d) protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- e) viabilità principale di cantiere;
- f) impianti di alimentazione e reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- g) impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- h) misure generali di protezione contro il rischio di seppellimento da adottare negli scavi;
- i) misure generali da adottare contro il rischio di annegamento;
- l) misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- m) misure per assicurare la salubrità dell'aria nei lavori in galleria;
- n) misure per assicurare la stabilità delle pareti e della volta nei lavori in galleria
- o) misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;
- p) misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere, valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano, misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura.

5. CALCOLO STRUTTURA IN GRIGLIATO PRESSATO

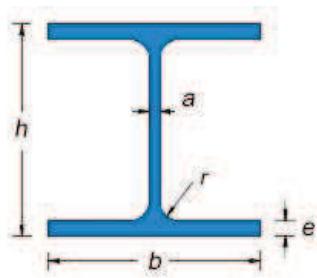
A valle dell'intubato di Via Somazzo si prevede la realizzazione di vasca di laminazione in linea atta a far defluire le acque derivanti da intubato e garantire alla sezione circolare sotto strada la massima funzionalità. La vasca è individuata nella planimetria progettuale al di sotto degli esistenti parcheggio in fregio a Via Somazzo. Le dimensioni saranno di ml 2.20*3.00 con altezza della vasca monolitica pari a 2.20 che saranno poi compensate sino a piano stradale con struttura in profilato metallico HEA 200 e grigliato pressato GP classe 4.

Le opere previste saranno nello specifico:

- Adeguamento livello sede parcheggio in modo da uniformare con piano Via Somazzo e quota di imposta vasca.
- Conseguente riempimento e rifacimento del sottofondo stradale e binder.
- Fornitura e posa di vasca monolitica parallelepipedica dimensioni 220*300, H 300 cm, peso 8 ton, completamente realizzata in calcestruzzo senza alcuna giunzione e sistema di getto con calcestruzzo fluido del tipo C40/50, esso è rispondente alle classi di esposizione XC4 per la resistenza alla corrosione da carbonatazione, XA3 per la resistenza agli ambienti chimici aggressivi, XS3/XD3 per la resistenza alla corrosione da cloruri, XF4 per la resistenza all'attacco del gelo e disgelo. Il manufatto è realizzato in classi di esposizione aggressive e con apposito trattamento può raggiungere le classi di esposizione molto aggressive, nel rispetto delle nuove norme tecniche come previsto dal DM del 17-01-2018 e SMI; doppia rete d'armatura in acciaio B450C. Vasca grezza o trattata con vernici epossidiche antiacido o per acqua potabile, completa di soletta per adeguamento struttura metallica di chiusura. I fori di entrata/uscita sono da realizzarsi a parte come da schema fornito.
- Formazione di grigliato pressato GP supportato da travi in acciaio HEB200 L=220 poggiate su soletta e spallette perimetrali in cls.

Il ripristino del piano viabile-parcheggio avverrà con rifacimento del tratto ammalorato/dismesso mediante posa di binder/tappeto stradale.

Nell'area di parcheggio in fregio a Via Somazzo verrà realizzato da grigliato stradale carrabile poggiate su travi HEB 200 ad ali larghe parallele serie normale UNI 5397-78 aventi le seguenti caratteristiche:



$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$L = 210 \text{ cm}$$

$$\text{peso} = 51.2 \text{ kg/m}$$

VERIFICA

$$L = 2.00 \text{ m}$$

$$M_{\max} = (12000 * 2.00)/4 = 6.000$$

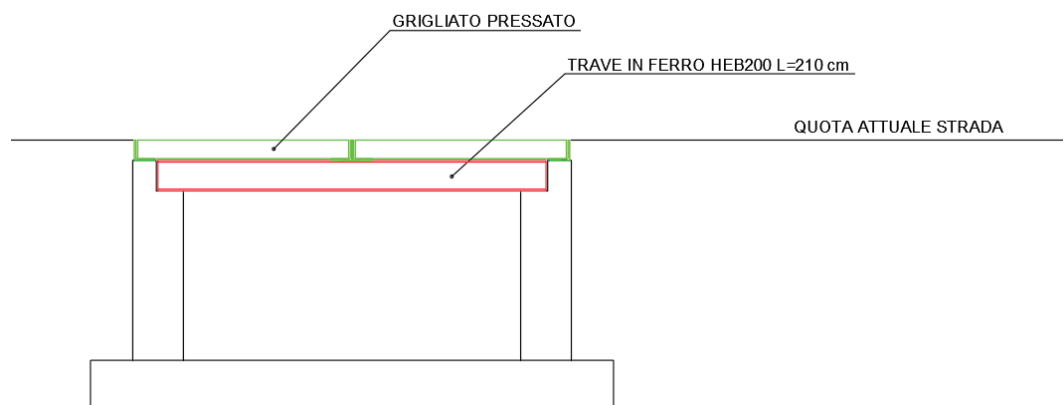
$$\sigma_f = 1.600$$

$$W_x = 6.000/1.600 * 100 = 375 \text{ cm}^3$$

$$W_{x \text{ TABELLARE}} = 425.7 > 365$$

$$\sigma_f = 6.000/425.7 = 1.409 < 1.600$$

La spinta sul terreno sarà gravata dalle azioni dovute al peso proprio del grigliato, al peso delle travi HEB, al peso della fondazione e spallette di supporto in cls oltre che al sovraccarico stradale pari a 12 t.



Le travi HEB saranno posate ad intervalli regolari di cm 60, luce massima per il carico stradale di classe 4 autotreno/ autoarticolato per una larghezza della vasca di ml 3.00.

Si evince il calcolo della spinta sul terreno che sarà pari a:

Trave HEB 200: p=51.2 kg/m	L=2.10 m	107.52 kg
Grigliato: p=195 kg/m	L=3.00 m	585.00 kg
Spalletta: p=2650kg/mc (cls)	V=0.05 mc	133.56 kg
Fondazione: p= 2650 kg/mc (cls)	V=1.53 mc	4054.50 kg
Sovraccarico stradale (classe 4) = 12 t		12000 kg
		16880.08 kg

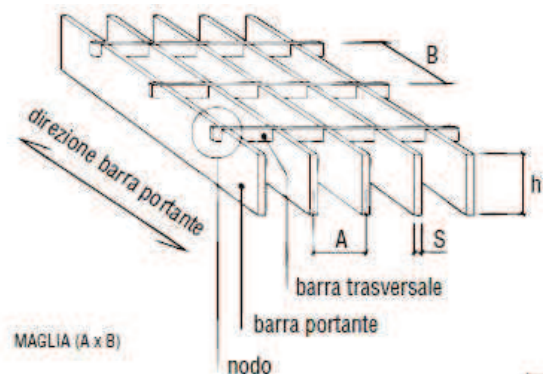
La pressione trasmessa a pieno carico sul terreno dalla struttura si ricava dividendo il carico totale per la superficie complessiva della fondazione:

$$q = 16880,08 / 300 = 0.56266 \text{ kg/cm}^2$$

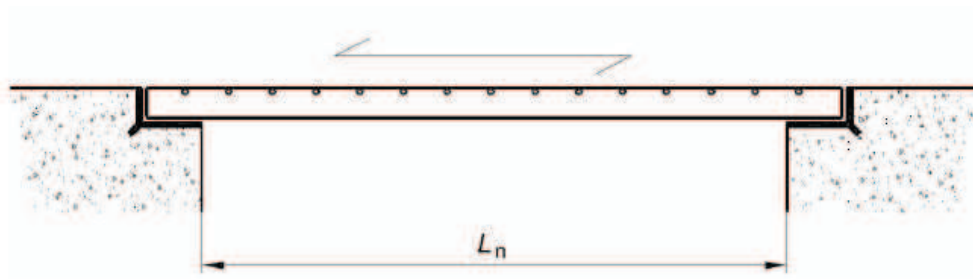
Il grigliato pressato è una struttura reticolare formata da barre portanti collegate tra loro ortogonalmente mediante barre trasversali.

Queste ultime hanno una duplice funzione ossia determinare la costanza della distanza tra le barre portanti dando linearità al pannello e distribuire il carico agente su una superficie più estesa dell'impronta migliorando le condizioni di portata del pannello.

La norma UNI 11002-1 definisce che nel Grigliato Pressato (GP) l'unione delle barre portanti alle barre trasversali avviene per mezzo di una pressione esercitata sulle barre trasversali per ottenere l'incastro nelle cave predisposte sulle barre portanti.



Gli elementi base per la scelta tecnica del grigliato sono il tipo di sovraccarico che grava sul pannello e la luce netta tra due appoggi consecutivi.

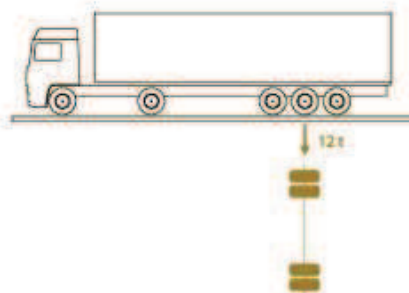


Per la determinazione del carico dinamico agente sull'impronta dei vari tipi di veicoli si è optato per la verifica a classe 4 (autotreno/ autoarticolato) con riferimento D.L.vo n. 151, art.62.5 del 27.06.2003 ipotizzando il possibile transito di mezzi pesanti.

Classe	Utilizzo	Carico dinamico su impronta (daN)	Impronta (mm x mm)
1	Folla compatta	630	1000x1000
2	Autovetture	1000	200x200
3	Autocarri leggeri	3000	400x200
4	Autotreni e autoarticolati	9000	600x250

*Nota: la classe di portata 4) comprende i veicoli del VVF.
Il prospetto in appendice alla presente guida precisa le masse a terra dei veicoli ed i carichi dinamici con le relative impronte.*

L'art. 62.5 del D.Lgs n. 151 del 27.06.2003 (Nuovo Codice della Strada) specifica che, qualunque sia il tipo di veicolo, la massa gravante sull'asse più caricato non deve eccedere le 12 tonnellate.



Per ottimizzare la scelta del grigliato è inoltre opportuno che vengano presi in considerazione ulteriori elementi, quali interasse tra le barre portanti e interasse tra le barre trasversali (maglia), altezza e spessore della barra portante.

La tabelle del grigliato stradale sono state calcolate sulla base al D.M. infrastrutture 14 gennaio 2008.

Le verifiche vengono svolte secondo il criterio degli stati limite ultimi (SLU), metodo elastico (E), con i seguenti coefficienti e calcolando la freccia per effetto del carico reale al netto del coefficiente moltiplicativo del carico γ_{Qi} :

- Coefficiente moltiplicativo del carico $\gamma_{Qi} = 1,5$
- Coefficiente di sicurezza per la resistenza delle sezioni di classe 4 $\gamma_{MO} = 1,05$
- Massa totale a terra statica: 45000 Kg
- Sigma ammissibile: 1600 daN/cm²
- Freccia elastica ammissibile: $\leq 1/200 L_n$
- Freccia elastica ammissibile: $\leq 5 \text{ mm}$
- Materiale: ACCIAIO S 235 JR (UNI EN 10025:1995)
- Sigma snervamento = 23.5 daN/ mm²
- Sigma confronto = 22.38 daN/ mm²

Carico dinamico su impronta - Classe 4

Carico dinamico su impronta $Q = \text{kg } 12000 : 2 \times 1,5 = \text{kg } 9000 \sim 9000 \text{ daN}$

Sono state prese in esame le masse a terra degli assi anteriori e posteriori dei mezzi in circolazione moltiplicandole per un coefficiente medio K pari a 1,5 (effetto frenata o accelerazione) in conformità alle usuali specifiche tecniche.

Luce netta tra gli appoggi: 300 mm

Impronta = $v \times u \text{ } 300 \times 250 \text{ (mm)}$

Grigliato pressato GP 110*4 - 25*66

Modulo di resistenza $W = B \cdot H^2 / 6 = 2933 \text{ mm}^3$

Momento di inerzia $J = B \cdot H^3 / 12 = 58666 \text{ mm}^4$

Modulo di elasticità $E = 21000 \text{ daN/mm}^2$

Barre collaboranti (valore tabellare nella pagina seguente) $n' = 2,1$

GRIGLIATO PRESSATO	
MAGLIA (mm)	n' = numero barre di collaborazione
11x66	2,7
15x66	2,5
22x66	2,3
25x66	2,1
30x66	1,9
33x66	1,7
44x44	1,5
66x33	1,3
88x33	0
99x33	0

Carico amplificato $Q1 = Q \cdot \gamma_{Q1} = 9000 \cdot 1,5 = 13500$ daN

Numero barre portanti sotto impronta $n = 600/25 + 1 = 25$

Numero barre portanti $N = 25 + 2,1$ (valore tabellare) = 27,1

Carico su una barra portante per il calcolo di Sigma:

$q1 = Q1 / N = 13500/27.1 = 498.15$ daN

Momento flettente $M = q1/8 \cdot (2 \cdot 600 - 600) = 37361$ daN mm

Sigma confronto = $23,5/\gamma_{M0} = 23.5/1,05 = 22,38$ daN/mm²

Sollecitazione unitaria a flessione $M/W = 37361/2933 = 12,74$ daN mm²

12,74 daN mm² < 22,38 daN/mm² verificata

Carico barra portante per il calcolo della freccia $Q/N = 9000/27.1 = 332.30$ daN

Freccia elastica $f = q/(384 \cdot E \cdot J) \cdot (8 \cdot L^3 - 4u^2 \cdot L + u^3) = 0.606$ mm

0,606mm < 5 mm verificata

Rapporto freccia/luce netta $f/Ln = 1/1000 < 1/200$ verificata

È stato quindi scelto un grigliato pressato GP che soddisfa la tabella di portata classe 4 – transito autotreni ed articolati con massa totale a terra di 45000 Kg.

Le caratteristiche del grigliato stradale sono così riassunte:

- barra portante mm 110*4
- interasse barre portanti mm 25*66

- telaio angolare di mm 120*120 spessore mm 10.

Dalla tabella di portata classe 4 - prove di carico effettuate dal Politecnico di Milano - pubblicata da Assogrigliati si evince per il valore d'interasse pari a 25 mm una luce netta massima di 1051 (1051mm>880mm di progetto) e per il valore d'interasse pari a 66 mm una luce netta massima di 604 mm (604mm>600mm di progetto).

Dott. Ing. Matteo Catelli

Reticolo Minore - LURA DELLE PIOPPETTE**Localizzazione:****UGGIATE****1-calcolo di tc**

L	(in m)	784
quota max	m	455,00
quota sezione	m	418,00
ia	(adim)	0,0471939

tc	(in min)	15,575685
	(in ore)	0,2595947

formula utilizzata: $T_c = 0.02221 (L/\text{rad}q(i))^{0.8}$ **2-calcolo pioggia critica**

a	69,413
---	--------

t min	15,57568
-------	----------

t ore	0,259595
-------	----------

n	0,3447
---	--------

hc	43,60624 mm
----	-------------

CALCOLO PORTATA AL COLMO - METODO SCS				BACINO IDROGRAFICO:T LURA DELLE PIOPPETTE - RIM 21						
INSERISCI CN		84	adim	s	4,71939	%	PRECIPITAZIONE TOTALE P		43,606	(in mm)
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (fino alla cresta) L		0,784	km	tp	0,259	h	Area del bacino		0,32	kmq
TI (tempo di ritardo)		0,273346	ore	Ta (tempo di accumulo)		0,402846426	ore			
S (massimo invaso del suolo)		48,38095	adim	V (volume di deflusso)		13,98640892	mm			
Q (portata al colmo)		2,310894	mc/s							
Metodo SCS				P	Precipitazione totale		ta	Tempo di accumulo		
$V = \frac{(P-0,2 S)^2}{P + 0,8 S}$				V	Volume di deflusso		tl	Tempo di ritardo		
S= 25.4 (1000/CN -10)				S	Massimo invaso del suolo		tc	Tempo di corrivazione		
				CN	Coefficiente "Curve number"		Q	Portata al colmo		
TI = 0.342 ·		$\frac{L^{0,8}}{S^{0,5}}$	(1000/CN -9) 0.7	ta = 0.5 tp + tl		Q = 0.208 V A /t				

CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE

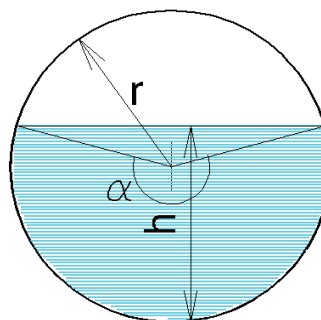
Descrizione = Sezione INTUBATO - SDF

Punto di sezione= VIA SOMAZZO

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒	1,00	DIAMETRO [m]
r	⇒	0,5	[m]
h	⇒	0,45	[m]
p	⇒	2,26%	Pendenza
m	⇒	0,15	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒	168,5 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$	⇒	1,471 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$	⇒	0,3428 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,233 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0,45$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

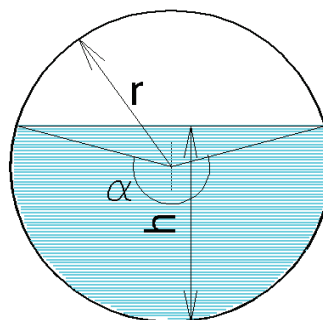
c	⇒	76,30
V	⇒	5,54 [m/sec]
Q	⇒	1,898 [m³/sec]

**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE
per varie altezze d'acqua**

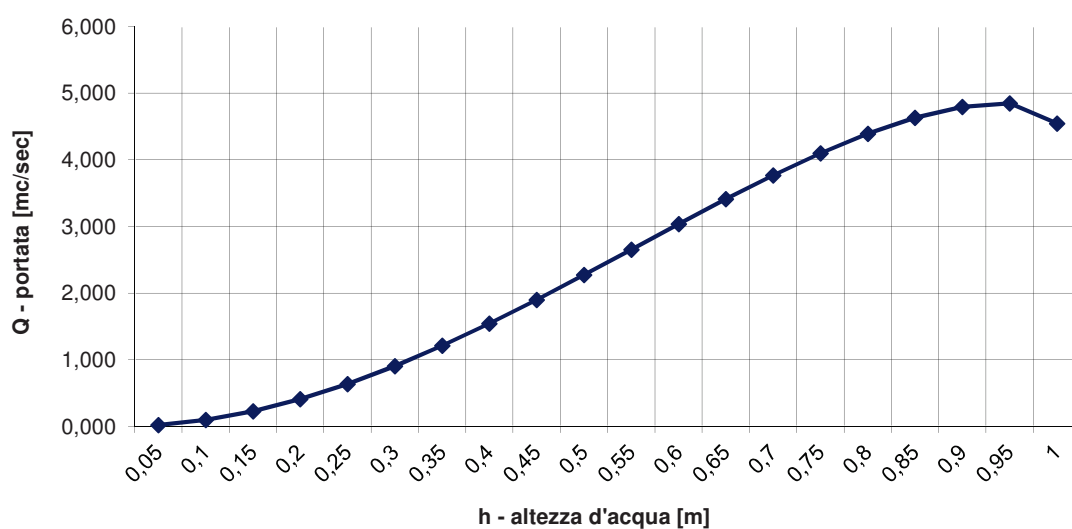
CARATTERISTICHE SEZIONE

d	1,00	DIAMETRO [m]
p	2%	Pendenza
m	0,15	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0,05	0,022
0,10	0,097
0,15	0,227
0,20	0,408
0,25	0,635
0,30	0,904
0,35	1,208
0,40	1,542
0,45	1,898
0,50	2,271
0,55	2,652
0,60	3,034
0,65	3,409
0,70	3,767
0,75	4,098
0,80	4,391
0,85	4,630
0,90	4,793
0,95	4,844
1,00	4,541



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE

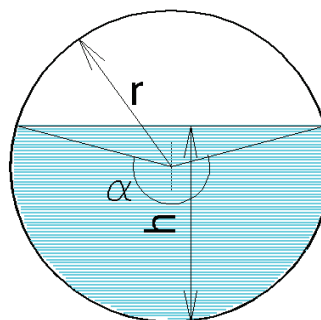
Descrizione = Sezione INTUBATO - PROGETTO

Punto di sezione= VIA SOMAZZO

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒	1,00	DIAMETRO [m]
r	⇒	0,5	[m]
h	⇒	0,7	[m]
p	⇒	2,26%	Pendenza
m	⇒	0,15	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒	227,2 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$	⇒	1,982 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$	⇒	0,5872 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,296 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0,7$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

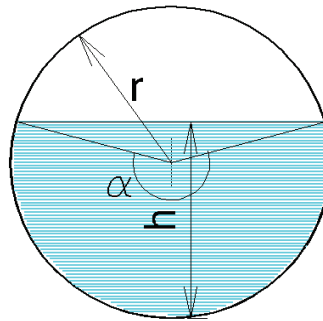
c	⇒	78,39
V	⇒	6,41 [m/sec]
Q	⇒	3,767 [m³/sec]

**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE
per varie altezze d'acqua**

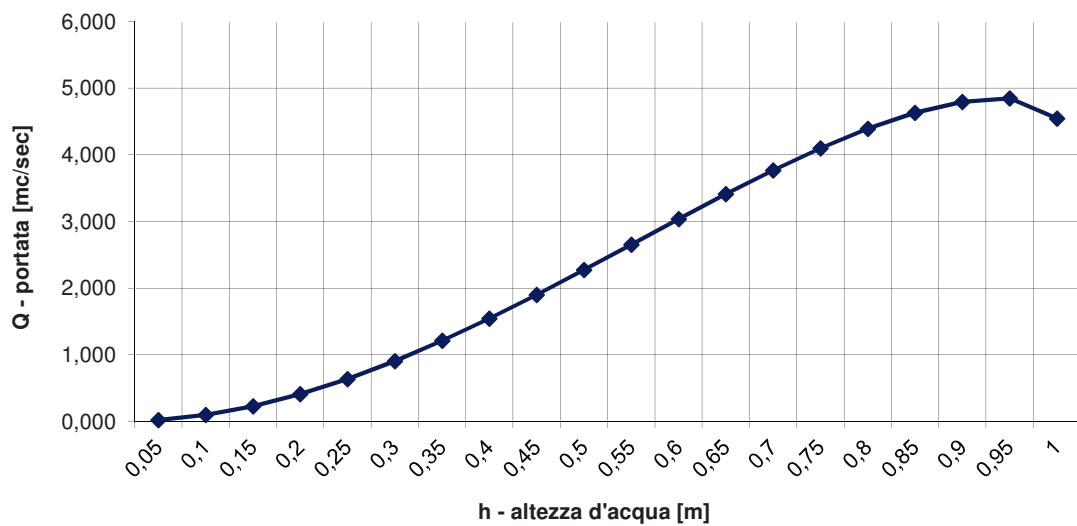
CARATTERISTICHE SEZIONE

d	1,00	DIAMETRO [m]
p	2%	Pendenza
m	0,15	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0,05	0,022
0,10	0,097
0,15	0,227
0,20	0,408
0,25	0,635
0,30	0,904
0,35	1,208
0,40	1,542
0,45	1,898
0,50	2,271
0,55	2,652
0,60	3,034
0,65	3,409
0,70	3,767
0,75	4,098
0,80	4,391
0,85	4,630
0,90	4,793
0,95	4,844
1,00	4,541



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

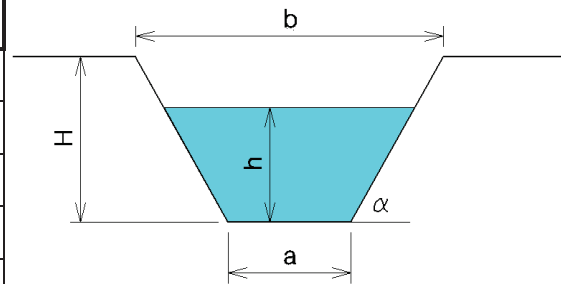
Descrizione: Sezione A MONTE INTUBATO SDF

Punto di sezione: VIA SOMAZZO

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	0,95	ALTEZZA [m]
a	⇒	1,54	[m]
b	⇒	1,64	[m]
h	⇒	0,81	[m]
p	⇒	1,76%	Pendenza
m	⇒	1,75	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpata	α	⇒	87,0
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \tan \alpha$	⇒	3,157 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \tan(90 - \alpha)]$	⇒	1,2779 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,405 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0,81 \text{ m}$

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	26,66
V	⇒	2,25 [m/sec]
Q	⇒	2,876 [m³/sec]

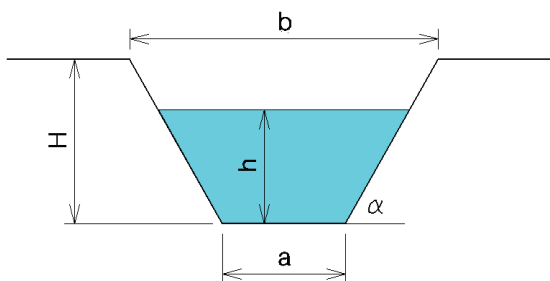
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

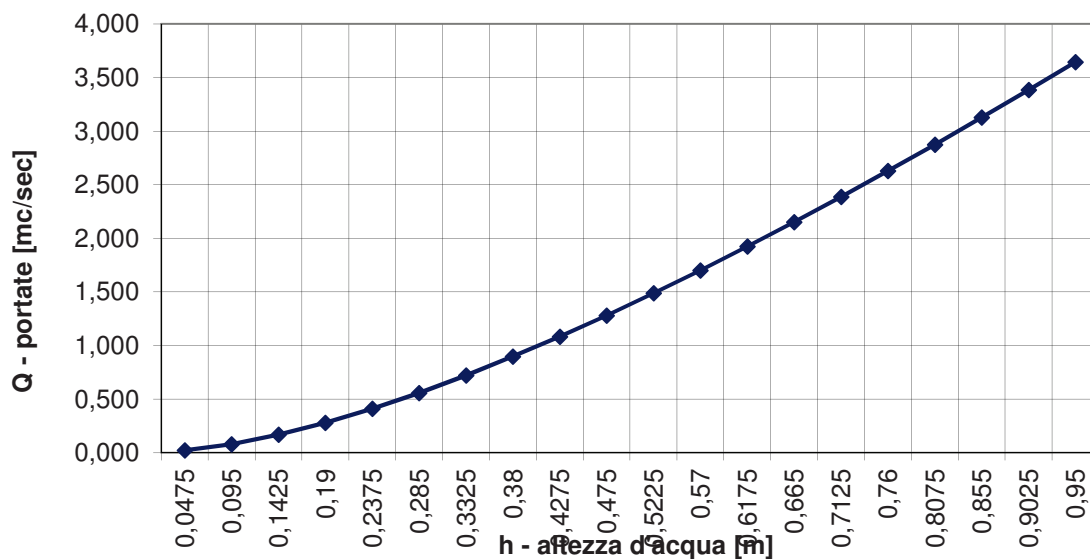
H	0,95	ALTEZZA [m]
a	1,54	[m]
b	1,64	[m]

p	2%	Pendenza
m	1,75	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0,05	0,022
0,10	0,081
0,14	0,168
0,19	0,280
0,24	0,411
0,29	0,559
0,33	0,722
0,38	0,897
0,43	1,084
0,48	1,282
0,52	1,488
0,57	1,702
0,62	1,924
0,67	2,153
0,71	2,388
0,76	2,629
0,81	2,876
0,86	3,127
0,90	3,384
0,95	3,645



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

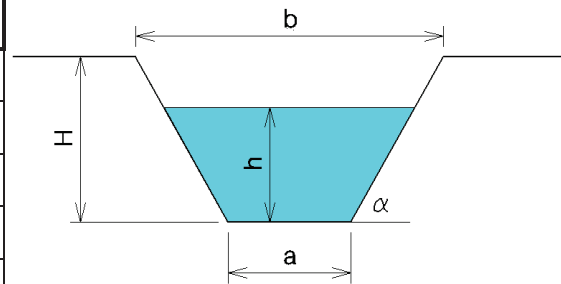
Descrizione: Sezione A MONTE INTUBATO PROGETTO

Punto di sezione: VIA SOMAZZO

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	2,55	ALTEZZA [m]
a	⇒	2,00	[m]
b	⇒	2,70	[m]
h	⇒	1,00	[m]
p	⇒	1%	Pendenza
m	⇒	1,25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpata	α	⇒	82,2
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	4,019 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \tan(90 - \alpha)]$	⇒	2,1373 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,532 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 1,00 \text{ m}$

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri \cdot p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	36,85
V	⇒	2,69 [m/sec]
Q	⇒	5,743 [m³/sec]

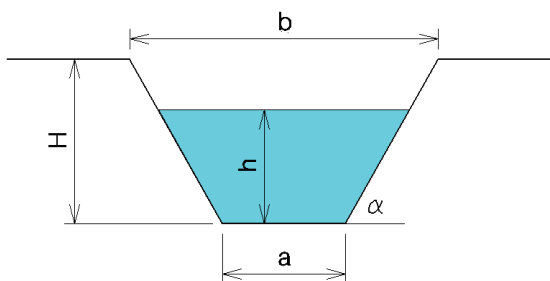
CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

H	2,55	ALTEZZA [m]
a	2,00	[m]
b	2,70	[m]

p	1%	Pendenza
m	1,25	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m³/sec]
0,13	0,185
0,26	0,628
0,38	1,248
0,51	1,999
0,64	2,856
0,77	3,803
0,89	4,826
1,02	5,918
1,15	7,074
1,28	8,288
1,40	9,557
1,53	10,880
1,66	12,253
1,79	13,675
1,91	15,146
2,04	16,664
2,17	18,229
2,30	19,840
2,42	21,496
2,55	23,198



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

