

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino
ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche
Dotting. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA
TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 - OPERE CIVILI

B2-PIAZZALI AGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE E VIABILITA' DI ACCESSO

VIABILITA' ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE

Relazione idraulica di piattaforma

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO 		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B O U 1 A E Z Z C L N V 0 7 2 0 0 0 1 C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Ingiani	18/10/2021	A. Arigoni	19/10/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	20/10/2021	
B	Emissione per indicazioni Committenza	M. Ingiani	20/12/2021	A. Valente	21/12/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	22/12/2021	
C	Revisione a seguito istruttoria ITF	S. Spinello	31/03/2022	A. Valente	01/04/2022	D. Buttafoco	02/04/2022	
								03/04/2022

File: IBOU1AEZZCLNV0720001C.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 1 di 32	

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD	5
4. IDROLOGIA DI PD	5
5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV07	9
5.1 NV072	9
5.2 INTRODUZIONE METODOLOGICA	10
5.3 CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO.....	12
6. STIMA PORTATE AL COLMO	15
7. ANALISI IDRAULICA	15
7.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA.....	15
7.1.1 Stima delle piogge di progetto	16
7.1.2 Opere di drenaggio.....	17
8. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO	21
8.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	21
8.2 ELEMENTI DI RACCOLTA.....	22
8.2.1 Sistema di drenaggio – Canaletta grigliata continua.....	22
8.2.2 Collettori circolari in PEAD	23
8.2.3 Pozzetti di raccordo e ispezione.....	24
ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CANALETTA GRIGLIATA DISCONTINUA CON VERIFICA COLLETTORI	25
ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO.....	25
ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI	26
8.2.4 Dimensionamento delle aree di dispersione su suolo	26
9. COMPATIBILITA' IDRAULICA	30

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	2 di 32

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo del Lotto I Fortezza - Ponte Gardena "Asse ferroviario Monaco - Verona" "Accesso Sud alla galleria di base del Brennero quadruplicamento della linea Fortezza- Verona".

Il Progetto Esecutivo è stato sviluppato in modo da mantenere la medesima impostazione e i relativi livelli qualitativi e prestazionali dell'opera già previsti nel Progetto Definitivo.

L'ambito territoriale di studio è situato a sud del comune di Chiusa in provincia in Bolzano.

L'area di interesse è attraversata dal fiume Isarco. Il bacino imbrifero dell' Isarco si estende su un'area di circa 4200 km². Il fiume lungo 95.5 km, nasce nelle vicinanze del Brenne ad un'altitudine di circa 2000 m e sfocia nell'Adige a valle di Bolzano ad un'altitudine di 235 m.

L'affluente più importante dell'Isarco è il Rienza il cui bacino imbrifero ha oltre 2140 km² di estensione e drena tutta la Val Pusteria.

Il Rienza nasce ai piedi delle tre Cime di Lavaredo ad una quota di circa 2200 m e sfocia nell'Isarco dopo circa 80 km presso Bressanone ad un'altitudine di 565 m.

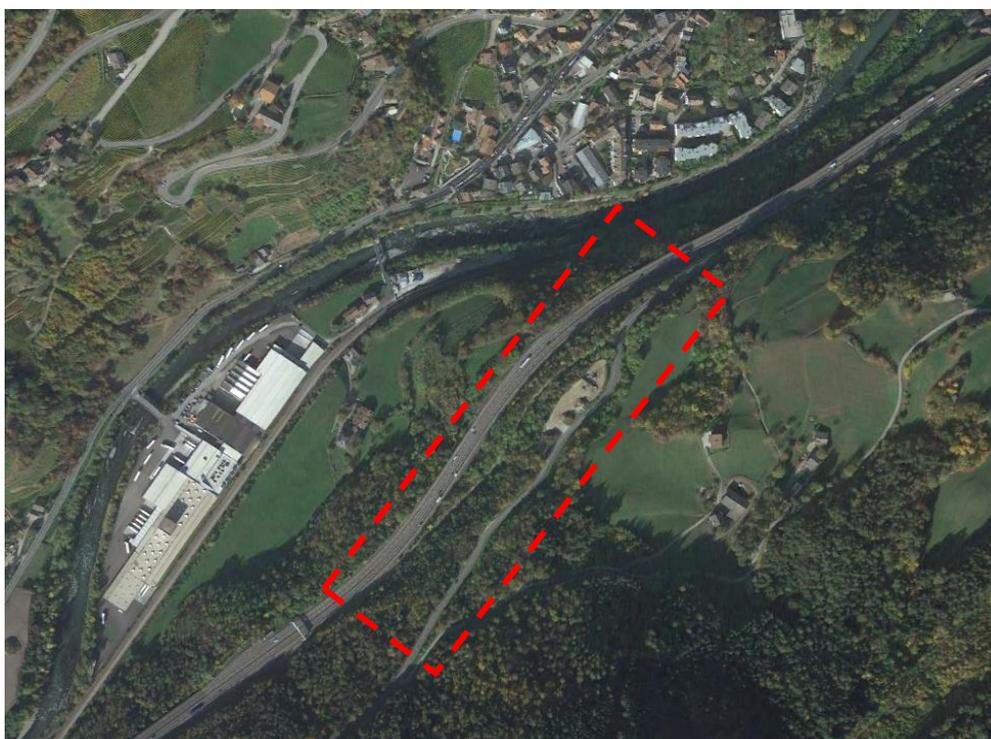


Figura 1 – Vista aerea della zona dell'intervento

Lo studio idrologico-idraulico è stato sviluppato al fine di effettuare le verifiche idrauliche relative alle opere di drenaggio delle acque meteoriche di ruscellamento e di piattaforma stradale nell'ambito della realizzazione della viabilità di accesso al piazzale di imbocco della finestra di Chiusa.

La valutazione dell'impatto della realizzazione delle opere stradali, in particolare delle interferenze con i

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 3 di 32

processi naturali legati allo scolo delle acque dai versanti, rende necessaria un'analisi idrologica estesa a tutto il territorio interessato. Tenendo conto del tracciato e della configurazione morfometrica della valle interessata dal tracciato l'obiettivo è quello di determinare, in primo luogo, le portate massime di progetto prevedibili alle sezioni di chiusura considerate e, successivamente, fornire gli elementi di dimensionamento relativi alle opere di drenaggio dei deflussi generati sia sulla piattaforma stradale (collettori, manufatti di intercettazione, ecc.) che esternamente ad essa (fossi di guardia, cunette al piede dei rilevati e delle scarpate, ecc.).

Lo studio idrologico si è basato su un approccio statistico mediante l'elaborazione dei dati pluviometrici registrati presso le stazioni pluviometriche prossime alle aree d'intervento, che ha portato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

Per il calcolo delle portate di verifica e progetto, è stato adottato un modello di trasformazione afflussi-deflussi del tipo deterministico razionale. Lo studio idraulico, basato sui risultati dell'analisi idrologica, ha lo scopo di indicare i criteri progettuali seguiti nel tracciare e dimensionare le opere di scolo della sede stradale e le canalizzazioni disposte per intercettare, convogliare ed avviare ai recapiti terminali le portate originatesi dal complesso delle superfici drenate, sia di versante che di piattaforma stradale.

Il sistema di drenaggio si articola con differenti soluzioni tecniche che possono essere così sintetizzate:

- canalette poste in corrispondenza della testa/piedi scarpata e agli imbocchi di galleria a protezione del deflusso lungo le stesse e ai piedi della scarpata lungo le strade.
- caditoie poste a margine della carreggiata ad interasse massimo di 25 m sia nei tratti in rettilineo che nei tratti in curva e rete di collettamento sottostante con tubazioni in PEAD;
- collettori circolari in pead per lo smaltimento delle acque dei piazzali;
- bacini d'infiltrazione per lo smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale e del piazzale previa separazione solidi e olii.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e provinciale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

Legislazione europea

- Direttiva 2006/7/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 febbraio 2006 relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000

Legislazione statale

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO																			
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria							<table border="1"> <tr> <td>VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE</td> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>Relazione idraulica di piattaforma</td> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>4 di 32</td> </tr> </table>						VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	Relazione idraulica di piattaforma
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.														
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	4 di 32														

- Decreto legislativo 10 dicembre 2010, n. 219 "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque.
- Decreto ministeriale 8 novembre 2010, n. 260 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali ... - ... Modifica norme tecniche Dlgs 152/2006 ..."
- Decreto 30 marzo 2010 "Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l'attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione."
- Decreto ministeriale 17 luglio 2009 "Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque."
- Decreto 14 aprile 2009, n. 56 "Regolamento recante criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".
- Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116 "Attuazione della direttiva 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abrogazione della direttiva 76/160/CEE"
- Decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Decreto legislativo 8 novembre 2006, n. 284 "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni.
- Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

Legislazione provinciale

- Deliberazione della Giunta Provinciale 20 giugno 2011, Nr. 974 "Linee guida sulle caratteristiche di qualità dell'acqua, la vigilanza e la gestione delle piscine naturali".
- Deliberazione della Giunta Provinciale 8 giugno 2009, Nr. 1453 "Caratterizzazione, ovvero tipizzazione e individuazione, dei corpi idrici superficiali e identificazione dei siti di riferimento nella Provincia Autonoma di Bolzano".
- Decreto del Presidente della Provincia 21 gennaio 2008, n. 6 contenente il regolamento di esecuzione alla legge provinciale del 18 giugno 2002, n. 8 recante «Disposizioni sulle acque» in materia di tutela delle acque.
- Legge provinciale 18 giugno 2002, n. 8 "Disposizioni sulle acque"
- Legge provinciale 11 giugno 1975, n. 29 "Norme per la tutela dei bacini d'acqua"
- Provincia di Bolzano, ripartizione 29 – "Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche".

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 5 di 32

3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD

- IBL11BD26CLNV0720001B – Relazione idrologica-idraulica
- IBL11BD26PZNV0720003A – Planimetria Idraulica
- IBL11BD26BZNV0720001A – Particolari costruttivi

4. IDROLOGIA DI PD

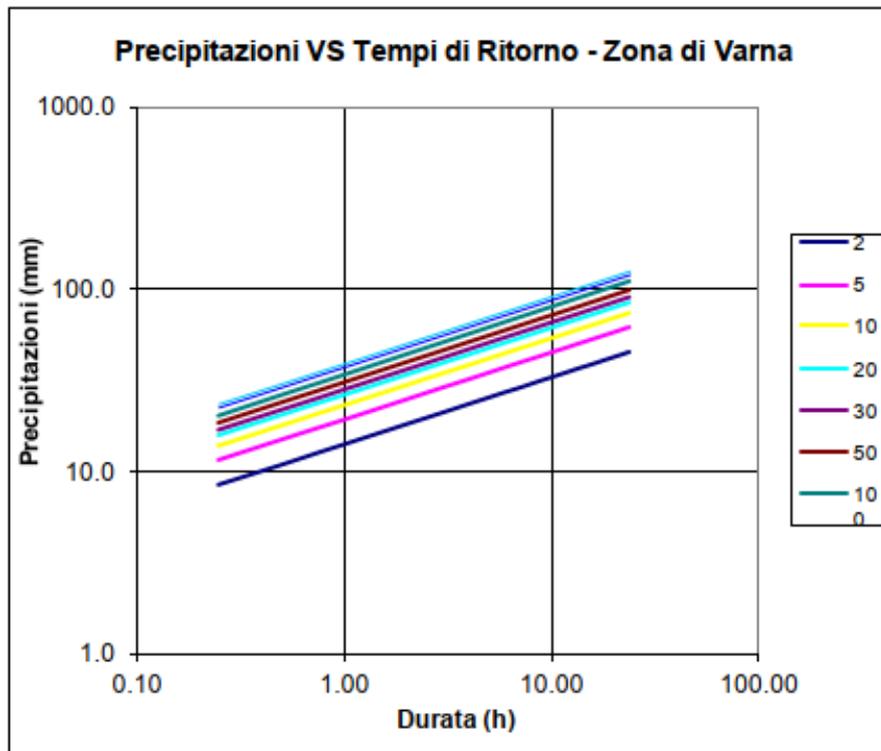
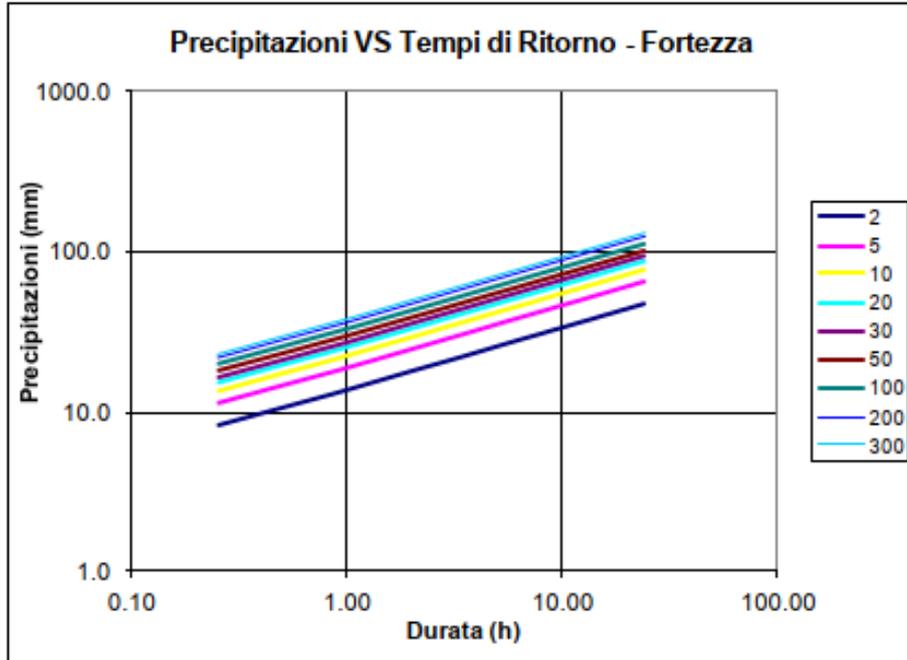
Le curve di possibilità pluviometrica della forma:

$$h_{t,T} = \mu_t * K_T = a * t^n * K_T$$

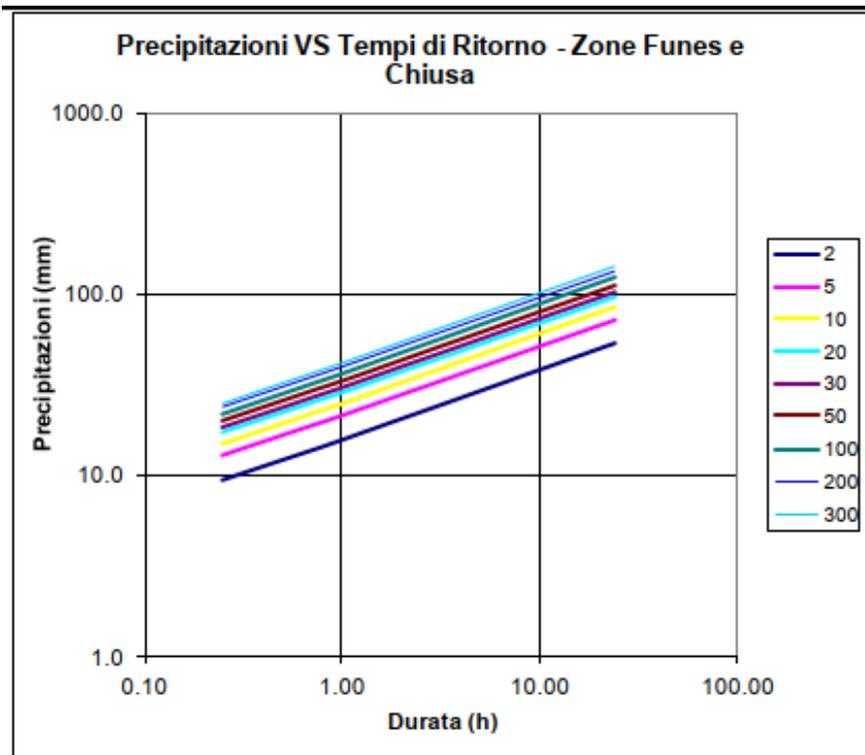
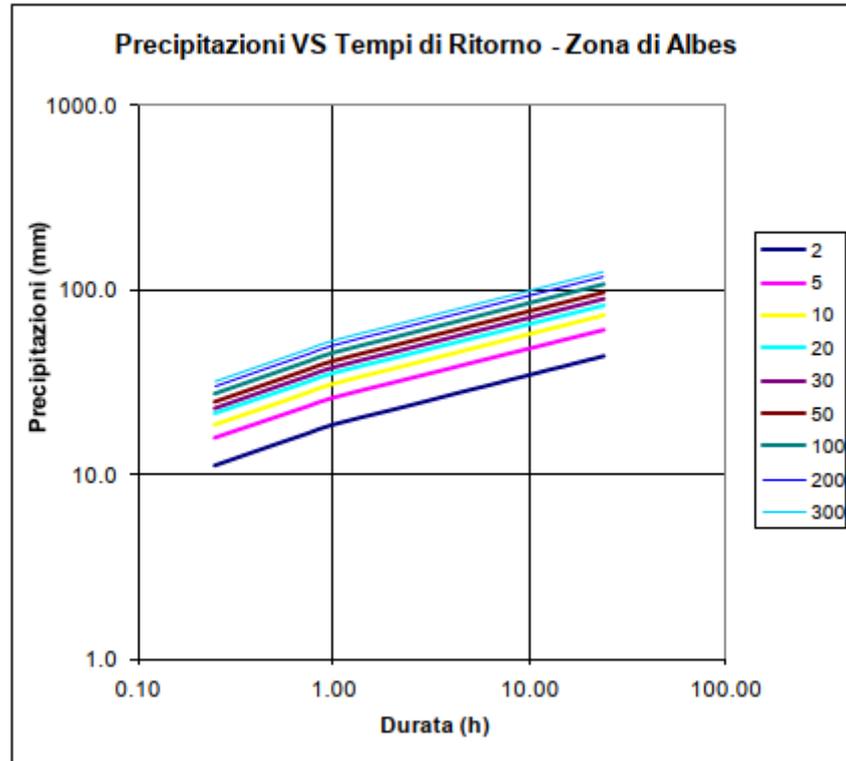
facenti riferimento alle opere in oggetto sono stati ricavati i seguenti dati:

Zona	t <1 ora		t >1 ora	
	a'(mm)	n'	a(mm)	n
Bacini in zona Fortezza	13.8	0.37	13.8	0.39
Bacini in zona Varna - Forch	14.1	0.37	14.1	0.37
Bacini in zona Albes	18.8	0.37	18.8	0.27
Bacini in zona Funes (Viadotto in progetto)	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Chiusa	15.7	0.37	15.7	0.38
Bacini in zona Ponte Gardena	16.0	0.37	16.0	0.38

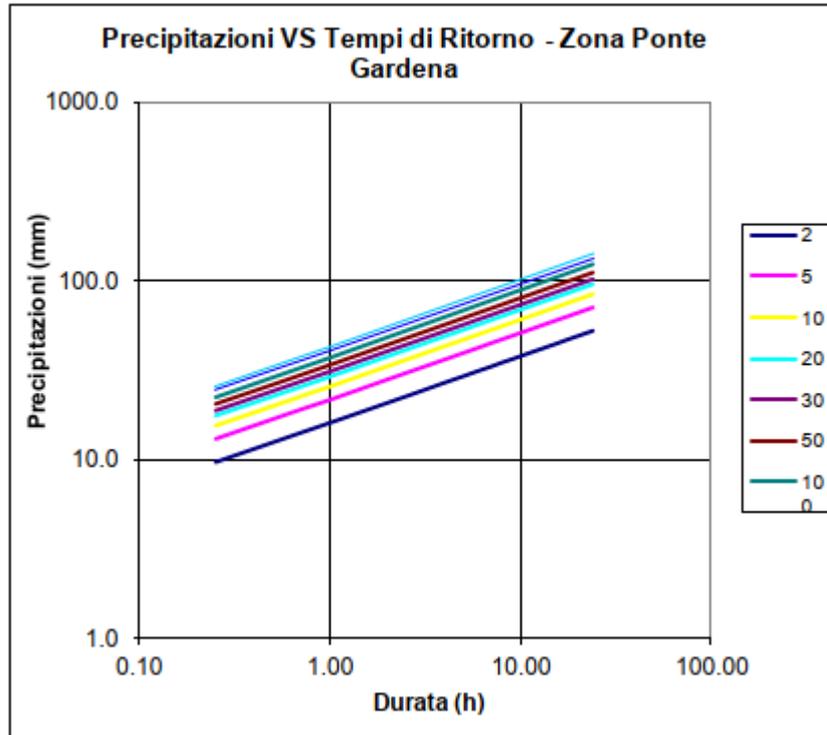
APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>6 di 32</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	6 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	6 di 32								



APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>7 di 32</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	7 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	7 di 32								



APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA" PROGETTO ESECUTIVO												
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario:</u> SWS Engineering S.p.A. <u>Mandanti:</u> PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>8 di 32</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	8 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.								
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	8 di 32								



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	9 di 32

5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV07

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Si descrivono i criteri progettuali seguiti nel tracciare e dimensionare le opere di scolo della sede stradale e le canalizzazioni disposte per intercettare, convogliare ed avviare ai recapiti terminali le portate originatesi dal complesso delle superfici drenate.

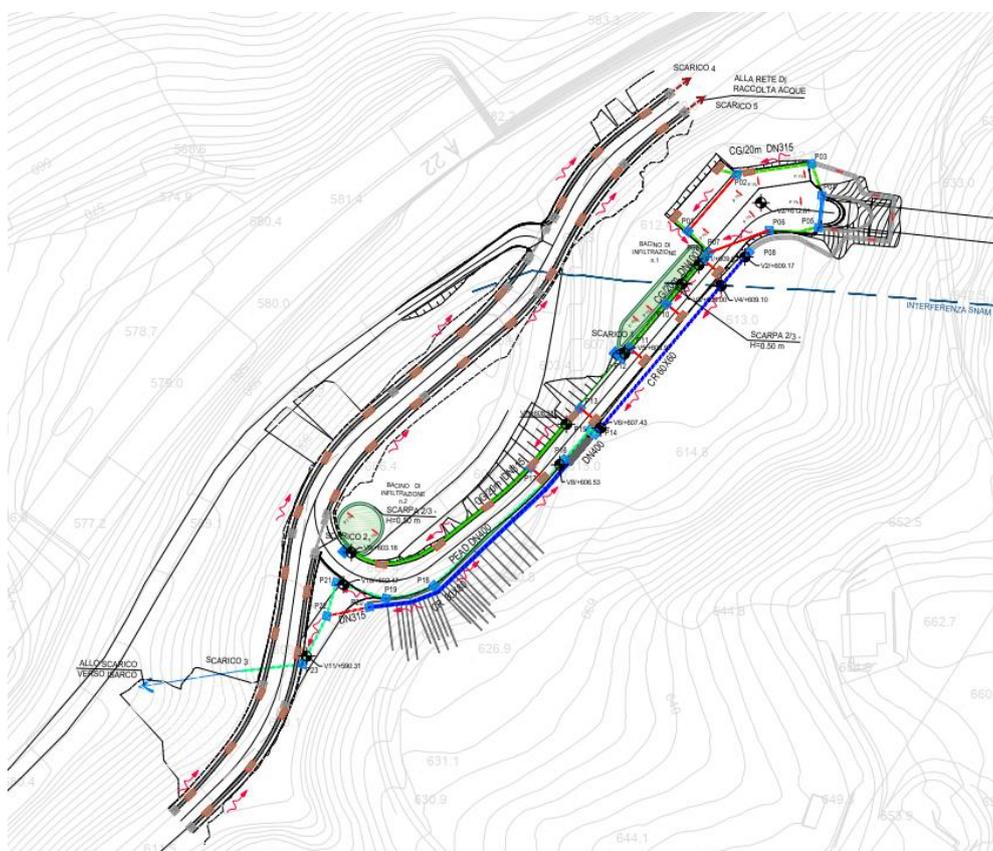


Figura 2 – Planimetria idraulica di progetto

La regimazione dei deflussi generati esternamente alla piattaforma stradale ha due obiettivi fondamentali: ridurre i volumi idrici raccolti dal drenaggio stradale e provvedere alla protezione idraulica dai deflussi meteorici delle opere in progetto. A tal fine sono state inserite una serie di cunette in calcestruzzo di forma trapezia o rettangolare con caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo, di dimensioni variabili in base alle superfici drenate. Le acque di versante confluiscono verso il Fiume Isarco.

5.1 NV072

La raccolta delle acque di piattaforma avviene verso l'esterno della piattaforma pavimentata, sia nei tratti in rettilineo che in curva, mediante caditoie poste a margine della carreggiata ad interasse massimo di 25 m e

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGGIO. 10 di 32

collegate a collettori circolati in PEAD, che scaricano su due bacini di infiltrazione.

Le caditoie sono costituite da pozzetti prefabbricati in calcestruzzo con griglia in ghisa sferoidale carrabile secondo UNI EN 124, con area effettivamente drenante pari al 50% del totale e barre poste nel senso del moto per garantire una maggiore efficienza idraulica della caditoia.

Le tubazioni utilizzate per i collettori principali sono in PEAD con diametro da DN 315 a DN 400 mm. Le tubazioni sono generalmente posate con ricoprimento minimo di 1.00 m sulla generatrice superiore, e nei casi in cui non sia possibile rispettare tale ricoprimento si prevede un bauletto di protezione in cls.

Attraverso le caditoie o appositi pozzetti d'ispezione, si provvede alla pulizia e manutenzione della tubazione tra due pozzetti contigui.

Si è proceduto, quindi, alla verifica idraulica dei fossi di guardia e dei collettori della rete di drenaggio della piattaforma stradale, previa analisi idrologica.

5.2 INTRODUZIONE METODOLOGICA

Il dimensionamento idraulico delle opere di captazione e smaltimento delle acque di pioggia è legato alle caratteristiche delle aree scolanti ed alla probabilità che il sistema di regimazione risulti adeguato, individuata dal tempo di ritorno.

Le verifiche idrauliche relative al dimensionamento della rete di drenaggio della piattaforma stradale e dei fossi di guardia sono state condotte considerando cautelativamente la piena centennale: si è fatto riferimento, quindi, a precipitazioni con tempo di ritorno pari a $Tr = 100$ anni, mediante la determinazione delle corrispondenti *curve segnalatrici di possibilità pluviometrica*.

Per le verifiche idrauliche si è proceduto attraverso l'applicazione del *modello cinematico lineare* (comunemente utilizzato per il calcolo di progetto e di verifica delle fognature bianche a servizio di aree scolanti in cui siano trascurabili gli effetti di laminazione). Si adotta un modello di trasformazione afflussi-deflussi del tipo deterministico razionale, in considerazione delle modeste dimensioni delle superficie scolanti.

Il modello cinematico o della corrivazione si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, cioè ognunadi esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari, provenienti dalle singole aree del bacino, che si presentano allo stesso istante nella sezione di chiusura (funzionamento sincrono).

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 11 di 32

Ne consegue che esiste un tempo di concentrazione t_c caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura; si può dimostrare che la portata massima al colmo nella sezione di chiusura del bacino si ottiene per piogge di durata pari proprio al tempo t_c , nell'ipotesi che la curva aree – tempi sia lineare e che la pioggia sia uniformemente distribuita nel tempo e nello spazio.

La determinazione dell'intensità di pioggia i è subordinata al calcolo del tempo di concentrazione del bacino ed alla ricerca dei dati idrologici relativi all'area in esame.

Per una fognatura urbana il tempo di corrivazione t_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete fognaria fino alla sezione di chiusura considerata e risulta dalla somma di due termini:

$$\tau_c = t_a + t_r$$

dove:

t_a = tempo di accesso alla rete;

t_r = tempo di rete.

Il tempo di accesso è sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la sua natura, le caratteristiche pluviometriche ed il livello di realizzazione dei drenaggi. Un modello comunemente usato nell'ambito dei drenaggi urbani per la stima del tempo di accesso t_{ai} alla rete relativo all' i -esimo sottobacino drenato, è quello del "condotto equivalente", che utilizza la seguente equazione (AA.VV. – Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione – Centro studi deflussi urbani – Ed. Hoepli):

$$t_{ai} = \left(\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 120 \cdot S_i^{0.30}}{S_i^{0.375} \cdot (a \cdot \varphi_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}$$

in cui:

t_{ai} = tempo d'accesso dell' i -esimo sottobacino (s);

s_i = pendenza media dell' i -esimo sottobacino (m/m);

S_i = superficie dell' i -esimo sottobacino;

j_j = coefficiente d'afflusso dell' i -esimo sottobacino;

a , n = parametri della curva di possibilità pluviometrica ragguagliata, essendo a espresso in (mm/hⁿ), mentre n un numero puro.

Per il dimensionamento dei fossi di guardia che sottendono bacini imbriferi caratterizzabili come versanti planari, senza impluvi o fossi di incisione distinguibili morfologicamente, per il calcolo del tempo di corrivazione si adotta l'espressione consigliata dal *Civil Engineering Department dell'Università del Maryland*, particolarmente indicata per il calcolo delle portate che gravano su cunette e fossi di guardia (L. Da Deppo, C. Datei – Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali – Ed. Bios):

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	12 di 32

$$\tau_c = 26.3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{j^{0.4} \cdot i_m^{0.3}} \quad (\text{secondi})$$

con:

L= lunghezza della cunetta o della superficie scolante (m);

K_s = coefficiente di resistenza di *Gauckler-Strickler* ($m^{1/3}/s$), variabile da 70÷75 per pavimentazioni in asfalto a 2÷5 per superfici erbose;

j= intensità di precipitazione (m/ora);

i= pendenza media della superficie scolante (m/m).

In ogni caso, il valore normalmente assunto nella progettazione varia entro l'intervallo 5 ÷ 15 minuti, assumendo i valori più bassi per le aree impermeabili di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza ed i valori più alti per i casi opposti, compresi i drenaggi dei versanti tramite fossi di guardia. Ciò permette di tenere in conto il forte effetto d'invaso che si ha nelle superfici stradali che scolano nelle cunette all'inizio della precipitazione:

Il tempo di rete t_r viene calcolato, invece, come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, facendo riferimento alle velocità di moto uniforme V_u che assume la portata di piena nelle singole canalizzazioni:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo della rete fognaria.

Per il dimensionamento esecutivo delle sezioni terminali dei collettori, si dovrà determinare, per ogni sezione di verifica, l'area totale sottesa S ed il coefficiente d'afflusso medio pesato ϕ , il tempo di accesso t_a ed il tempo di corrivazione t_c come somma di t_a e del tempo di rete t_r di primo tentativo. Noto t_c , si determinerà l'intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e quindi la portata al colmo di piena in funzione della quale si proporzionerà lo speco e si calolerà la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincida con quella stimata al passo precedente.

5.3 CALCOLO DELLA PIOGGIA DI PROGETTO

Per valutare le portate di deflusso nelle sezioni di verifica, con un assegnato tempo di ritorno, è necessario valutare l'entità del fenomeno piovoso per l'area scolante e per il tempo dato.

In relazione alle aree d'interesse è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica fornita dalla U.O. Corpo Stradale e Geotecnica di Italferr S.p.A.

I dati pluviometrici su cui si fondano le calcolazioni idrologiche ed idrauliche che seguiranno, sono dedotti dalle serie storiche dei dati di pioggia massima annua della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e delle piogge di

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	13 di 32

notevole intensità e breve durata (<1 ora).

I risultati dell'analisi statistica sono stati utilizzati per ottenere le *curve segnalatrici di possibilità climatica* per diversi tempi di ritorno T_r , ipotizzando una formulazione classica a due parametri del tipo:

$$h(t, T_r) = a t^n$$

dove:

h è l'altezza di pioggia espressa in mm;

t è la durata dell'evento in ore;

a (mm/oraⁿ) ed n sono i parametri caratteristici della curva, dipendenti dal tempo di ritorno.

Nel campo bilogaritmico la curva ha una forma lineare con coefficiente angolare pari ad "n" ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad "a".

Nel diagramma seguente si riportano le precipitazioni nel tempo di ritorno e la curva segnalatrice di possibilità pluviometrica più significativa in relazione all'ubicazione dell'intervento, per durate di pioggia ≤ 1 ora e ≥ 1 ora.

PRECIPITAZIONI									
Durata (h)	Tempo di Ritorno								
	2	5	10	20	30	50	100	200	300
0.25	9.5	12.8	15.0	17.1	18.3	19.8	21.8	23.8	25.0
0.50	12.2	16.5	19.3	22.0	23.5	25.5	28.1	30.7	32.3
0.75	14.1	19.1	22.4	25.5	27.3	29.6	32.6	35.6	37.4
1.00	15.7	21.2	24.8	28.3	30.3	32.8	36.2	39.6	41.6
2.00	20.5	27.7	32.4	37.0	39.6	42.8	47.3	51.7	54.2
3.00	23.9	32.3	37.8	43.2	46.2	50.1	55.2	60.4	63.4
4.00	26.7	36.1	42.3	48.2	51.6	55.9	61.6	67.4	70.7
5.00	29.1	39.3	46.0	52.5	56.2	60.9	67.2	73.4	77.1
6.00	31.2	42.1	49.4	56.3	60.3	65.3	72.0	78.7	82.6
7.00	33.1	44.7	52.4	59.7	64.0	69.3	76.4	83.5	87.7
8.00	34.9	47.1	55.1	62.9	67.3	72.9	80.4	87.9	92.3
9.00	36.5	49.2	57.7	65.8	70.4	76.3	84.1	92.0	96.5
10.00	38.0	51.3	60.0	68.5	73.3	79.4	87.6	95.7	100.5
11.00	39.4	53.2	62.3	71.0	76.1	82.4	90.9	99.3	104.3
12.00	40.7	55.0	64.4	73.4	78.7	85.2	93.9	102.7	107.8
13.00	42.0	56.7	66.4	75.7	81.1	87.8	96.9	105.9	111.1

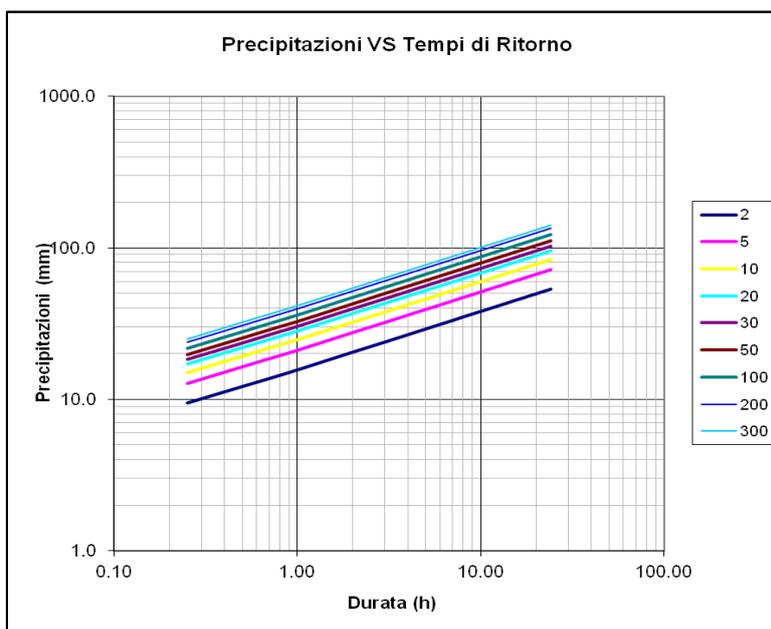
APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:														
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO												
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IBOU</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>14 di 32</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IBOU	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	14 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IBOU	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	14 di 32									

14.00	43.2	58.3	68.3	77.9	83.4	90.3	99.7	108.9	114.3
15.00	44.4	59.9	70.1	80.0	85.7	92.8	102.3	111.9	117.4
16.00	45.5	61.4	71.9	82.0	87.8	95.1	104.9	114.7	120.4
17.00	46.5	62.8	73.6	83.9	89.9	97.3	107.4	117.3	123.2
18.00	47.6	64.2	75.2	85.8	91.9	99.5	109.7	119.9	125.9
19.00	48.6	65.6	76.8	87.6	93.8	101.6	112.0	122.5	128.6
20.00	49.5	66.9	78.3	89.3	95.7	103.6	114.3	124.9	131.1
21.00	50.5	68.1	79.8	91.0	97.5	105.5	116.4	127.3	133.6
22.00	51.4	69.3	81.2	92.7	99.2	107.4	118.5	129.5	136.0
23.00	52.2	70.5	82.6	94.3	100.9	109.3	120.5	131.8	138.3
24.00	53.1	71.7	84.0	95.8	102.6	111.1	122.5	133.9	140.6

Tabella 1 – Precipitazioni di notevole intensità e breve durata (scrosci < 1 ora) e di massima intensità (durata oraria) - Stazione di Chiusa

PARAMETRI C.P.P.										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
15.7	21.2	24.8	28.3	30.3	32.8	36.2	39.6	41.6	0.37	0.38

Tabella 2 – Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione di Chiusa-Funes al variare del tempo di ritorno e per durate di pioggia < 1 ora e > 1 ora



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	15 di 32

Figura 3 – Curve di possibilità pluviometrica in forma logaritmica della stazione di Chiusa-Funes al variare del tempo di ritorno.

Di seguito si riassumono i parametri della curva di possibilità pluviometrica per $T_R = 100$ anni e $t_p \leq 1$ ora, utilizzati per le successive calcolazioni:

Stazione Chiusa-Funes	a	n
	36.2	0.37

Tabella 3 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica con $T_r=100$ anni e $t_p \leq 1$ ora

6. STIMA PORTATE AL COLMO

La valutazione delle portate di progetto al colmo, caratterizzate dai tempi di ritorno di 30-50-200 anni, è stata effettuata tramite la ben nota Formula Razionale:

$$Q = i[\Theta T r (\Theta A)] \cdot \Phi \cdot A \cdot \varepsilon (\Theta)$$

In cui:

- ✓ i rappresenta l'intensità di precipitazione, i , di assegnata durata d e periodo di ritorno T_r ;
- ✓ Φ il coefficiente di assorbimento;
- ✓ A la superficie del bacino;
- ✓ $\varepsilon(t)$: il coefficiente di laminazione;
- ✓ Θ indica il valore di durata critica,
- ✓ $r(\Theta, A)$, rappresenta il fattore di ragguglio della precipitazione all'area del bacino, espresso in funzione della durata, Θ , e della superficie del bacino, A .

7. ANALISI IDRAULICA

L'analisi idraulica è volta alla definizione dei profili di corrente relativi ai tempi di ritorno per i quali sono state determinate le portate di piena nell'ambito dell'attività di analisi idrologica; tali profili sono necessari alla progettazione dei nuovi attraversamenti previsti. Verranno inoltre dimensionate le varie opere di drenaggio.

7.1 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità (ove possibile) delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato.

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandataria:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 16 di 32

necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumendo dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 30 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

Fanno eccezione i fossi di guardia o cunette esterne dell'asse principale, i quali sono verificati per un Tr pari a 50 anni. Si adottano 200 anni per i tratti finali e gli scarichi.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;

protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso

- di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

7.1.1 Stima delle piogge di progetto

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di pre-assegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 30 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

Per la valutazione delle massime portate, affluenti nelle tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_s \times b_s + \phi_e \times b_e}{3600} \times L \times i_c \quad (l/s)$$

in cui:

- ✓ Q_p = portata massima di pioggia (l/s)
- ✓ ϕ_c = 0.9 coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- ✓ ϕ_s = 0.5 coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- ✓ ϕ_e = 0.4 coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);
- ✓ b_c = larghezza della piattaforma stradale (mq);

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 17 di 32

- ✓ bs = larghezza della scarpata stradale (mq);
- ✓ be = larghezza della fascia esterna (mq);
- ✓ L = lunghezza tratto (m);
- ✓ Ic = intensità della pioggia critica (mm/h) (Tr=30 anni, Tc=5 minuti e Tr=50 anni, Tc=10 minuti per i fossi di guardia dell'asse principale).

Per il calcolo dell'intensità di pioggia si fa riferimento a quanto già sopra descritto. La forma della curva di possibilità pluviometrica è del tipo:

$$h(\text{mm}) = a t^n$$

e quindi

$$i(\text{mm/h}) = h/t = a t^{n-1}$$

dove:

- ✓ t = è la durata della pioggia critica;
- ✓ a = è coefficiente della curva di possibilità climatica
- ✓ n = è l'esponente della curva di possibilità climatica

Nel seguente prospetto sono riportati, con riferimento ai tempi di ritorno adottati in progetto, le stime delle intensità di pioggia e le relative portate, riferite ai tempi critici stabiliti per la piattaforma.

7.1.2 Opere di drenaggio

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Calcolo dell'interasse degli embrici in rilevato

Sulle scarpate dei rilevati delle rampe sono previste canalette di scarico, costituite da embrici, per l'allontanamento dalla sede stradale delle acque meteoriche che si raccolgono nella banchina limitata all'estremità esterna dall'arginello.

Si realizza così un canale di bordo triangolare con una larghezza b, avendo previsto una tale ampiezza massima d'impegno della banchina, e con un tirante d'acqua dipendente dalla pendenza trasversale i della carreggiata.

Per la determinazione dell'interasse tra gli embrici si, utilizza la formula di Gauckler-Strickler, applicata ad un canale di sezione triangolare:

$$Q = K A R^{2/3} i^{1/2}$$

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	18 di 32	

con $K = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ sec}^{-1}$ (pari a Manning $n = 0.014$)

Con pendenza trasversale p_t che varia tra 2.5% e 7.0%, si ha:

$A = \text{area bagnata} = p_t B^2/2$

$C = \text{contorno bagnato} = B(1+p_t)$

$R = \text{raggio idraulico} = A/C = B/2 p_t / (1+p_t)$

Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea

Le caditoie sono previste nella carreggiata esterna dei tratti in curva della strada ed hanno le caratteristiche geometriche indicate nelle sezioni tipo. La loro funzione è quella di raccogliere le sole acque provenienti dalla piattaforma stradale.

La portata massima smaltibile in funzione della pendenza longitudinale della strada è stata calcolata con la legge di Gauckler-Strickler, avendo fissato il massimo riempimento $y = 5 \text{ cm}$.

La portata vale:

$$Q_s = K \cdot A_c \cdot R_l^{2/3} \cdot j_c^{1/2}$$

$K = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ (Coefficiente di Gauckler - Strickler);

$j_c = \text{pendenza longitudinale}$

$A_c = \text{Area Bagnata in mq con}$

$$A_c = \frac{b \cdot y}{2}$$

dove b è la larghezza della caditoia

$R = \text{Raggio idraulico in m, con}$

$$R_l = \frac{A_c}{C} \text{ e}$$

$$C = y \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{j^2}} \right) = \text{Contorno bagnato}$$

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot l + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

dove:

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	19 di 32

L = sviluppo massimo assegnabile in m; Q = portata massima di smaltimento in l/s;

l = larghezza di piattaforma in m;

S = larghezza media, in proiezione orizzontale, della scarpata verticale;

ϕ_1 = coefficiente di deflusso della superficie pavimentata = 0.9;

ϕ_2 = coefficiente di deflusso della scapata = 0.5.

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la canaletta non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti, per cui si dovrà prevedere una caditoia, che consenta di deviare le acque defluenti nel tubo collettore posto al di sotto della caditoia.

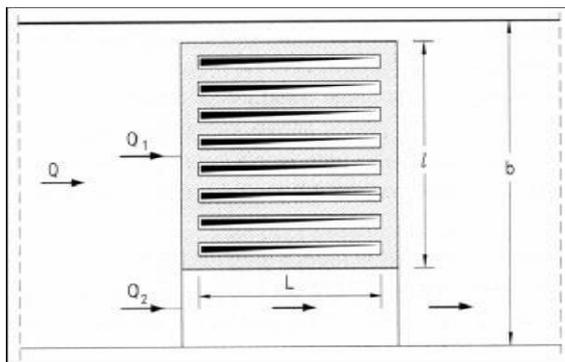
Con questo procedimento si ricava l'interasse tra i pozzetti di raccolta; il calcolo dell'interasse massimo prima dello scarico è stato determinato tratta per tratta.

Verifica della capacità di deflusso delle caditoie

La verifica della capacità di deflusso delle caditoie viene effettuata scegliendo una luce per la grata, inserendo le sue dimensioni geometriche nelle formule di efflusso e calcolando la portata che capta, la sua efficienza e la luce netta. Nel dimensionamento e posizionamento delle caditoie si è verificato che la caditoia potesse smaltire tutta la portata in arrivo, altrimenti si è diminuito l'interasse di progetto ricavato con la metodologia esposta al precedente paragrafo.

La capacità della luce è la portata massima che essa può addurre al sottostante canale di fognatura. L'efficienza della luce è il rapporto tra la portata che essa intercetta e quella totale proveniente da monte d'intercettazione.

La luce netta L_{netta} è la somma delle lunghezze delle luci libere



Q = portata proveniente da monte

Q_1 = portata fluente nella caditoia nella larghezza l

Q_2 = portata fluente nella caditoia nella larghezza $b-l$ che prosegue a valle

v = velocità media della corrente

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	20 di 32

Q1 è catturata integralmente dalla caditoia solo se la velocità della corrente è minore o uguale di una velocità limite che si indica con v_0

$v_0 = 1,86 \times L_0,79$ per griglie con barre perpendicolari alla direzione della corrente $v_0 = 2,54 \times L_0,51$
per griglie con barre parallele alla direzione della corrente

Q1* aliquota di Q1 captata dalla griglia, con rendimento $R_1=Q_1^*/Q_1$

$$R_1 = \frac{Q_1^*}{Q_1} = 1 - 0,3 \times (v - v_0)$$

Analogamente Q2* ed $R_2=Q_2^*/Q_2$

$$R_2=Q_2^*/Q_2=(1+(0,083 v^{1,8}/J L^{2,3}))^{-1}$$

Mentre l'Efficienza, in moto uniforme si può scrivere come:

$$E_0=Q_1/Q=1-Q_2/Q=1-[(b-1)/b]^{8/3} = 1-[1-1/b]^{8/3}$$

L'espressione dell'efficienza della griglia è allora

$$E=(Q_1^*+Q_2^*)/Q = (R_1 Q_1+R_2 Q_2)/Q = R_1 Q_1/Q+R_2 Q_2/Q=R_1 E_0+R_2 (1-E_0)$$

Le verifiche sono state condotte verificando che l'efficienza sia pari al 100% ovvero che la Q2 sia nulla e che quindi la caditoia capti integralmente la portata fluente.

Per il dimensionamento delle grate si è considerata in vece la seguente impostazione teorica.

La capacità di una grata di derivare la portata Q1, dipende dalle sue caratteristiche geometriche, ovvero dalla percentuale delle aperture sul totale e dalla lunghezza L.

Si può ritenere che il fenomeno sia governato dal numero di Froude $F=v/(g y)^{1/2}$ della corrente incidente.

Per verificare la lunghezza L0 necessaria si può utilizzare la teoria dei getti liberi (proposta dalla John Hopkins University, 1956) la quale assegna a L0 l'espressione:

$$L_0= [2q^2/(gy_0)]^{1/2}$$

Nella quale q è la portata per unità di larghezza e y0 la relativa altezza all'imbocco della grata. Posto $q=v y_0$ può anche scriversi in modo dimensionale:

$$L_0/y_0 = F_0 (2)^{1/2}$$

Ma anche una frazione della portata esterna alla corrente che affluisce frontalmente alla grata può essere

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 21 di 32

derivata.

$$L_1/y_0 = 1,20 F_0 \operatorname{tg}\theta [1 - l/(y_0 \operatorname{tg}\theta)]^{1/2}$$

Se fosse $L < L_1$ la portata Q_2 non derivata sarebbe:

$$Q_2 = 1/4 (L_1 - L) y_0 (g y_0)^{1/2} [1 - l/(y_0 \operatorname{tg}\theta)]^{3/2}$$

8. METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento.

8.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i-esimo;

v_i = velocità nel tronco i-esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R j} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

$k = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);

A area bagnata (m^2);

C contorno bagnato (m);

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:														
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO												
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>22 di 32</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	22 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	22 di 32									
Relazione idraulica di piattaforma														

j pendenza media della condotta (m/m);

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C} \text{ raggio idraulico (m).}$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

8.2 ELEMENTI DI RACCOLTA

8.2.1 Sistema di drenaggio – Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma in trincea.

Quando la canaletta raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene mandata, tramite un pozzetto, ad un collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla strada. Lo scarico dalla canaletta grigliata al collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 sempre in PEAD.

Il sistema di raccolta con canaletta grigliata e collettore sottostante è il più costoso dal punto di vista realizzativo, ma garantisce una tenuta idraulica perfetta ed impedisce che le acque di piattaforma si mescolino con quelle di versante. È quindi particolarmente indicato se si vogliono tutelare le aree di maggior pregio.



Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani. La canaletta è lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione. La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD.

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area del discendente e h il carico sulla sezione contratta.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 23 di 32

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 131 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 21,0 l/s. Si è quindi posto l'interesse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato dalla portata affluente.

L'interesse massimo dei discendenti si è posto pari a 10 m, avendo considerato un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti.

Per il dimensionamento della canaletta si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80% circa). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2$$

$$C = 0,5744 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Si è quindi verificato che la portata affluente per una lunghezza di 10 m (interesse discendenti) sia inferiore alla portata massima transitabile nella canaletta grigliata.

Per il dimensionamento del collettore sottostante si è posto un grado di riempimento dell'80%. Con tale riempimento si ha rispettivamente che

$$\text{DN 200 } A = 0,022 \text{ m}^2$$

$$C = 0,375 \text{ m}$$

La portata massima transitante nel collettore è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$) e assumendo una pendenza minima pari a 0.2%, valore valido anche per i tratti in contropendenza.

Si è quindi verificato che la portata affluente al collettore sia inferiore alla portata massima transitabile nel collettore stesso.

I risultati delle verifiche sono riportati negli Allegati A.

8.2.2 Collettori circolari in PEAD

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Sono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m² conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi longitudinali alla viabilità.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125 per le tubazioni in PEAD.

DN	Spessore	Diametro interno
(mm)	(mm)	(mm)
315	20.87	272
400	26.5	347
500	33.5	433

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	24 di 32

630	47.5	535
800	61	678
1000	74	852
1200	85	1030

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata una pendenza minima dello 0,2% e una velocità minima di 0,5 m/s in modo da avere una velocità dell'acqua in grado di asportare eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo. Per evitare che i collettori vadano in pressione si è considerato un riempimento massimo dell'80% corrispondente.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può svuotare utilizzando una lancia a pressione.

I risultati delle verifiche sono presentati in Allegato C.

8.2.3 Pozzetti di raccordo e ispezione

A collegare le tubazioni e gli scatolari della rete di raccolta ed a permettere l'ispezione sulle linee sono stati predisposti una serie di pozzetti quadrati prefabbricati aventi 1,00 m, 1,20 m o 1,50 m di lato a seconda dei diametri delle tubazioni in ingresso/uscita, in cemento ad alta resistenza.

Il posizionamento dei pozzetti è stato vincolato dal progetto stradale e dalla necessità di evitare il più possibile l'inserimento di tali opere in corrispondenza degli stalli, in previsione di interventi manutentivi, anche straordinari, che di fatto potrebbero non risultare imminenti qualora un mezzo pesante si trovasse a sostare al di sopra del pozzetto in questione.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"
PROGETTAZIONE:		
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		
Relazione idraulica di piattaforma		COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IB0U 1AAEZZ CL NV0720001 B 25 di 32

ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CANALETTA GRIGLIATA DISCONTINUA CON VERIFICA COLLETTORI

Asse	km Inizio	km Fine	L (m)	Largh. (m)	Area (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _t (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)	Verifica
sx	200.00	180.00	15.00	4.25	63.75	4.11	176.38	0.20	3.50	3.51	4.26	0.21	21.00	20	Ok
	180.00	175.00	5.00	4.25	21.25	4.11	176.38	0.20	3.50	3.51	4.26	0.21	21.00	20	Ok
	175.00	150.00	25.00	4.25	106.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	21.00	20	Ok
	125.00	100.00	25.00	4.25	106.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	21.00	20	Ok
	100.00	25.00	75.00	4.25	318.75	4.29	171.81	2.83	3.50	4.50	5.47	0.20	21.00	20	Ok
dx	piazzale		56.00	4.25	238.00	4.14	175.68	1.00	3.50	3.64	4.42	0.21	21.00	20	Ok
	200.00	180.00	20.00	4.25	85.00	4.11	176.38	0.20	3.50	3.51	4.26	0.21	21.00	20	Ok
	180.00	175.00	5.00	4.25	21.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	21.00	20	Ok
	175.00	150.00	25.00	4.25	106.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	21.00	20	Ok

Asse	km inizio	km fine	L (m)	Largh. (m)	Area (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _t (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Interasse (m)	Q (l/s)	DN	j _{collettore} (%)	Q _{coll80%} (l/s)	Verifica
sx	200.00	180.00	20.00	4.25	85.00	4.11	176.38	0.20	3.50	3.51	4.26	0.21	20	4.165	315	0.20	43.84	OK
	180.00	175.00	5.00	4.25	21.25	4.11	176.38	0.20	3.50	3.51	4.26	0.21	20	16.82	400	0.20	60.17	OK
	175.00	150.00	25.00	4.25	106.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	20	21.605	400	7.00	355.96	OK
	125.00	100.00	25.00	4.25	106.25	4.70	162.12	7.00	3.50	7.83	9.50	0.19	20	4.785	315	7.00	259.39	OK
	100.00	25.00	75.00	4.25	318.75	4.29	171.81	2.83	3.50	4.50	5.47	0.20	20	19.997	315	2.83	164.93	OK
dx	piazzale		56.00	4.25	238.00	4.14	175.68	1.00	3.50	3.64	4.42	0.21	20	11.615	315	1.00	98.04	OK

ALLEGATO B - VERIFICA CANALE TESTA OPERE DI SOSTEGNO

	b	h	Tipologia manufatto	L	i	φ	u	Q=u*S	h	%	f	V
	m	m		m	%	medio pesato	l/s*ha	m ³ /s	m		m	m/s
sx	0.6	0.6	CR	77	5	0.416	49.26	0.052	0.05	8	0.55	1.8
sx	0.8	0.8	CR	59	2	0.4	10.82	0.011	0.02	3	0.78	0.67
sx	0.8	0.8	CR	23	2	0.4	5.06	0.005	0.01	2	0.79	0.5

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:														
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO												
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>26 di 32</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	26 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	26 di 32									
Relazione idraulica di piattaforma														

ALLEGATO C - TABELLA COLLETTORI CIRCOLARI

Inizio	Fine	j (%)	Q (l/s)	Diametro (mm)	Materiale	A (m2)	C (m)	K Strickler (m ^{1/3} /s)	Q _{80%} (l/s)	tirante (m)	V (m/s)
PS02	PS01	2.00	11.62	315	PEAD	0.06	0.65	80	138.65	0.12	0.58
PS06	PS07	2.00	11.61	315	PEAD	0.06	0.65	80	138.65	0.12	0.58
PS14	PS16	1.00	52.44	400	PEAD	0.08	0.83	80	134.54	0.28	0.61
PS16	PS22	1.00	63.26	400	PEAD	0.08	0.83	80	134.54	0.32	0.62
PS20	PS22	2.00	5.06	315	PEAD	0.06	0.65	80	138.54	0.08	0.50
PS22	PS23	2.00	68.32	400	PEAD	0.08	0.83	80	134.54	0.26	0.86

8.2.4 Dimensionamento delle aree di dispersione su suolo

In accordo con la normativa provinciale sulla tutela delle acque (D.P.P. 6/2008), l'orientamento odierno è quello di pervenire ad una gestione sostenibile delle acque meteoriche. Essa contempla la riduzione del deflusso superficiale dovuto all'impermeabilizzazione del territorio in modo da non sovraccaricare i corsi d'acqua e favorire l'alimentazione delle falde acquifere.

I principi chiave, in ordine gerarchico, sono i seguenti:

1. contenere i deflussi delle acque meteoriche
2. recuperare e riutilizzare le acque meteoriche
3. disperdere le acque meteoriche sul suolo o negli strati superficiali del suolo
4. immettere le acque meteoriche nelle acque superficiali
5. disperdere le acque meteoriche nel sottosuolo

Le acque di piattaforma captate dalle opere di progetto sono da considerarsi non inquinate, essendo esse derivanti da superfici destinate a viabilità di servizio e non interessate da traffico veicolare ordinario.

Nel caso in cui il recapito delle acque consista principalmente in un sistema di dispersione su suolo o su sottosuolo, l'opera di infiltrazione è comunque anticipata da un manufatto costituito da un pozzetto in calcestruzzo di grandi dimensioni che funge da sedimentatore e disoleatore primario grazie all'installazione di uno scarico a tee.

Tale soluzione, è stata concordata con i tecnici della Provincia di Bolzano, a valle di un'interlocuzione specifica sul tema.

Nel caso in esame sono stati previsti due sistemi di infiltrazione superficiale su suolo, preliminarmente valutati in questa sede con Tempo di Ritorno dell'evento meteorico di 100 anni.

Il dimensionamento di tale area è stato condotto applicando un metodo variazionale. Il modello prevede, per una fissata durata dell'evento piovoso, la scrittura dell'equazione di continuità con

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	27 di 32

riferimento al volume di controllo costituito dall'area:

$$dW / dt = q_{in}(t) - q_{out}$$

Dove con W si è indicato il volume invasato e con $q_{in}(t)$ e q_{out} le portate in ingresso ed in uscita dall'area medesima.

L'idrogramma della portata in ingresso è stato generato applicando il metodo della corrivazione e sulle basi teoriche indicate precedentemente. Per la valutazione della portata in uscita si è ipotizzato che la filtrazione avvenga esclusivamente attraverso il fondo dell'area. La portata in uscita è stata pertanto valutata moltiplicando la velocità di filtrazione per la superficie planimetrica bagnata dal liquido. La velocità di filtrazione, a sua volta, è stata calcolata, assumendo un valore unitario della cadente piezometrica. Il coefficiente di filtrazione è stato assunto pari a $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, anch'esso valore cautelativo in virtù della composizione pedologica degli strati superficiali del suolo (ghiaie e sabbie, rif. Relazione Geologica). La portata filtrata è stata considerata, in prima battuta, costante al variare del tempo.

Pertanto, fissata la durata dell'evento piovoso, è stato determinato l'idrogramma di ingresso al fosso $q_{in}(t)$ e dalla soluzione dell'equazione, alle differenze finite, è stata valutata la durata critica alla quale corrisponde il massimo valore del volume da invasare (metodo variazionale). La necessità di un metodo variazionale è dettata dal fatto che, come ben noto, l'evento critico per i manufatti in oggetto ha una durata diversa da quella relativa all'evento critico assunto per il dimensionamento dei manufatti di raccolta e collettamento (t_c).

La dispersione nel terreno delle portate convogliate in un canale disperdente può essere espressa in forma adimensionale nel seguente modo:

$$\frac{q}{k \cdot H} = \frac{b}{H} + C$$

essendo:

q = la portata dispersa;

k = il coefficiente di permeabilità;

H = il tirante d'acqua;

B = la larghezza dello specchio liquido;

C = coefficiente funzione della pendenza della scarpata e del rapporto b/H che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle sponde.

La distribuzione dei valori di C (ottenuti numericamente da V. V. Vedernikov, 1934), al variare della pendenza della scarpata, si presta ad essere interpolata da una relazione monomia del tipo:

$$C = a \cdot \left(\frac{b}{H} \right)^m$$

essendo a e m due parametri variabili in funzione della pendenza della scarpata e riportati nella seguente tabella:

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandataria:	Mandanti:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		FOGLIO.				
Relazione idraulica di piattaforma		28 di 32				

Scarpa n	a	m	b/H
3/2	1,332	0,380	3

L'ultima colonna riporta il valore limite inferiore di b/H dell'esplorazione numerica di Vedernikov.

In figura 11 sono rappresentati i due bacini di infiltrazione in progetto, collocati all'interno delle opere oggetto d'intervento.

Le superfici sottese dai due bacini e le caratteristiche di impermeabilizzazione sono di seguito riportate:

- Bacino 1: $S = 1545 \text{ m}^2$; $\phi = 0.79$
- Bacino 2: $S = 949 \text{ m}^2$; $\phi = 0.90$

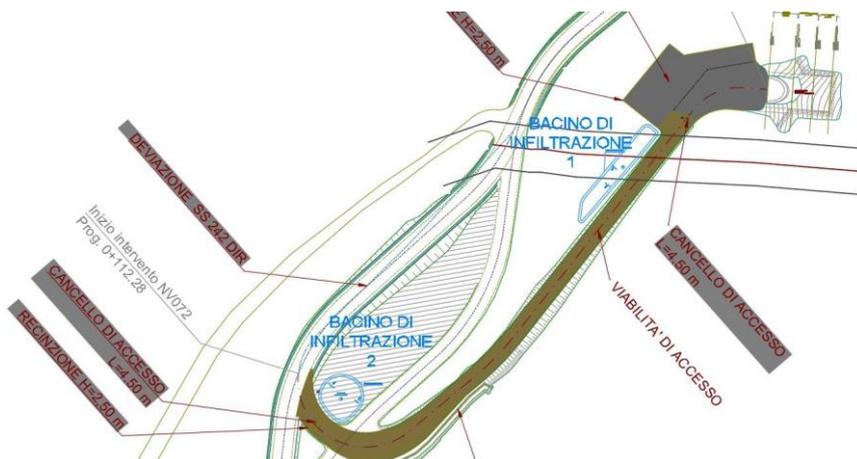
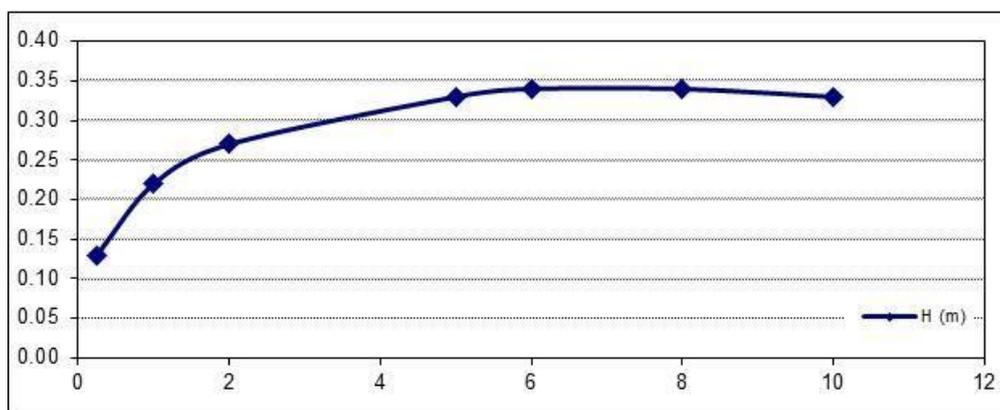


Figura 12 – Bacini di infiltrazione

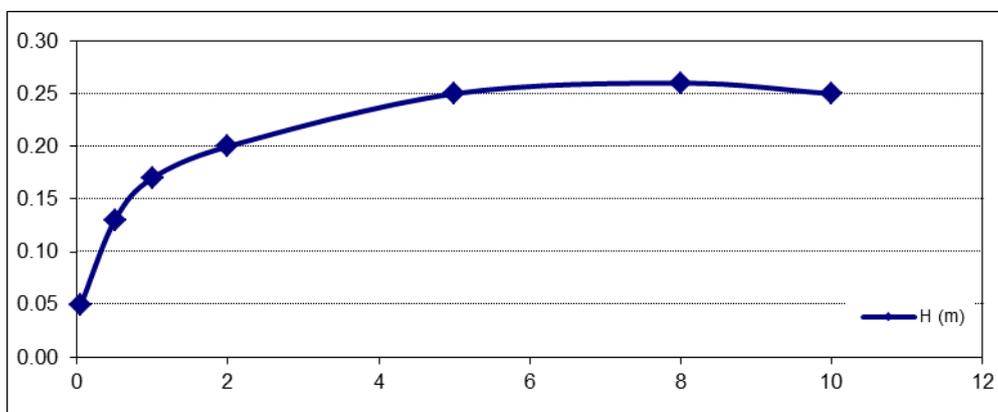
Di seguito si riportano i grafici caratteristici del tirante nell'invaso in funzione della durata dell'evento di precipitazione per i due bacini di infiltrazione in progetto, entrambi aventi area filtrante di circa 150 m^2 .



APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"												
PROGETTAZIONE:														
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO												
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria													
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO.</td> </tr> <tr> <td>IB0U</td> <td>1AAEZZ</td> <td>CL</td> <td>NV0720001</td> <td>B</td> <td>29 di 32</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.	IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	29 di 32
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.									
IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	29 di 32									
Relazione idraulica di piattaforma														

T_P/T_c (.)	T_P (ore)	h_{piog}	i_{piog}	H (m)
3	0.25	18.3	73	0.13
12	1	36.2	36	0.22
24	2	51.0	25	0.27
60	5	80.1	16	0.33
72	6	87.6	15	0.34
18	8	101.0	13	0.34
120	10	112.0	11	0.33

Figura 13 – Risultati Bacino 1



T_P/T_c (.)	T_P (ore)	h_{piog}	i_{piog}	H (m)
1	0.05	8.3	165	0.05
6	0.5	25.7	51	0.13
12	1	36.2	36	0.17
24	2	51.0	25	0.20
60	5	80.1	16	0.25
18	8	101.0	13	0.26
120	10	112.7	11	0.25

Figura 14 – Risultati Bacino 2

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:							
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma		IB0U	1AAEZZ	CL	NV0720001	B	30 di 32

9. COMPATIBILITA' IDRAULICA

L'area in oggetto d'intervento (Figura 15), ai sensi del Piano delle zone di pericolo della Provincia di Bolzano, ricade in aree a pericolosità idraulica. Il livello di pericolo in questione è il Livello 1 classificato come non pericoloso.

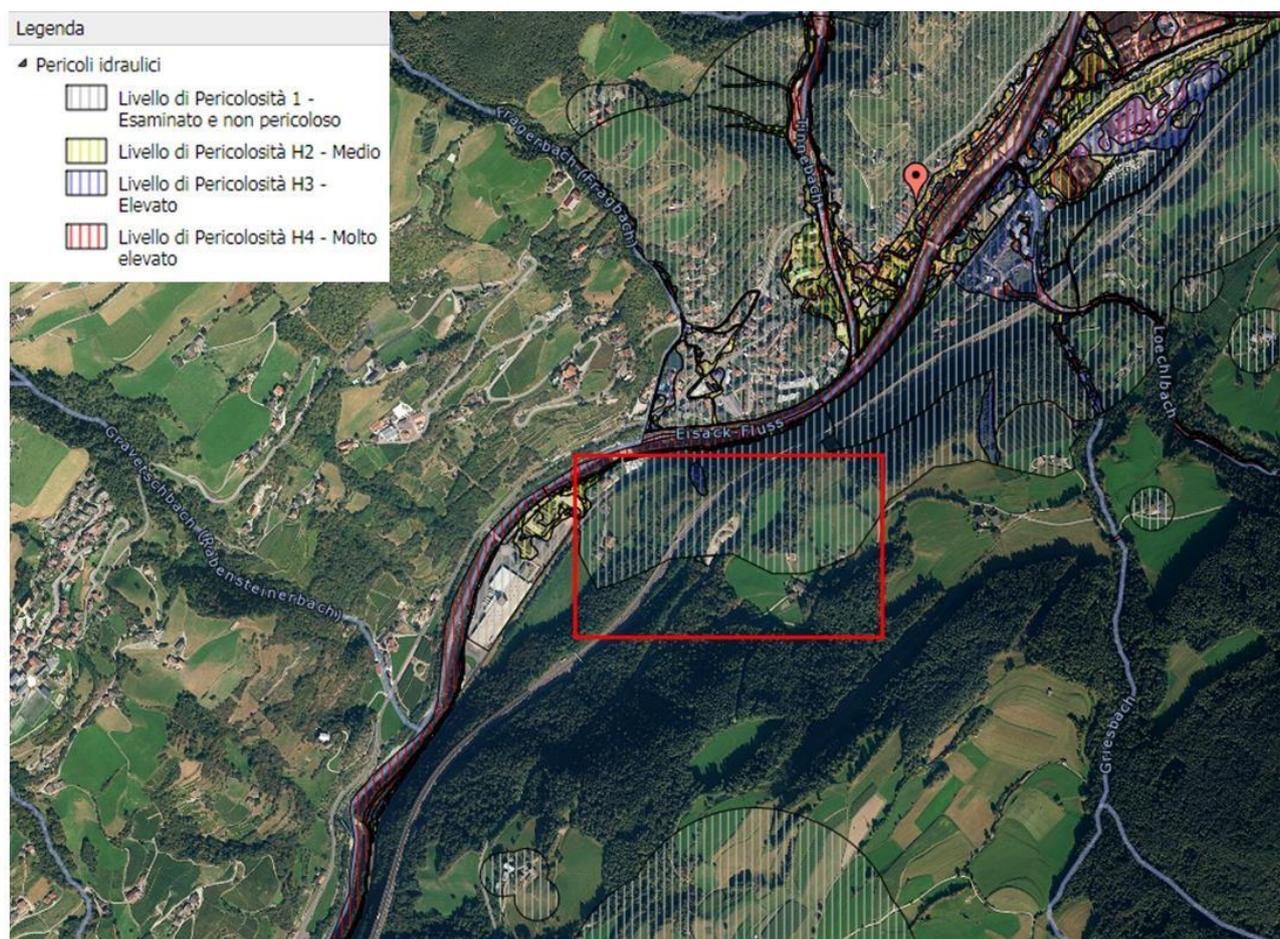


Figura 15 –Localizzazione dell'area di intervento e sovrapposizione ad aree di pericolosità idraulica secondo il Piano delle zone di pericolo della Provincia di Bolzano.

Il Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, pubblicato il 22 dicembre 2015, in recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, prevede l'elaborazione di cartografie per tre scenari di allagabilità, relativamente alle altezze idriche nelle aree potenzialmente allagabili ed alla conseguente classificazione del rischio totale:

- frequente = TR 30 anni,

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
VIABILITA' DI ACCESSO AL PIAZZALE DI IMBOCCO FINESTRA DI CHIUSA – ACCESSO PIAZZALE Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1AAEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0720001	REV. B	FOGLIO. 31 di 32

- medio = TR 100 anni,
- raro = TR 300 anni, per il territorio delle Province autonome di Trento e di Bolzano, lo scenario a bassa probabilità è stato definito con TR 200 anni.

Nella località di Chiusa interessata dal presente Progetto Definitivo, nei riquadri in rosso di figura 16, non ci sono zone di allagamento per nessuno dei tre scenari di studio.

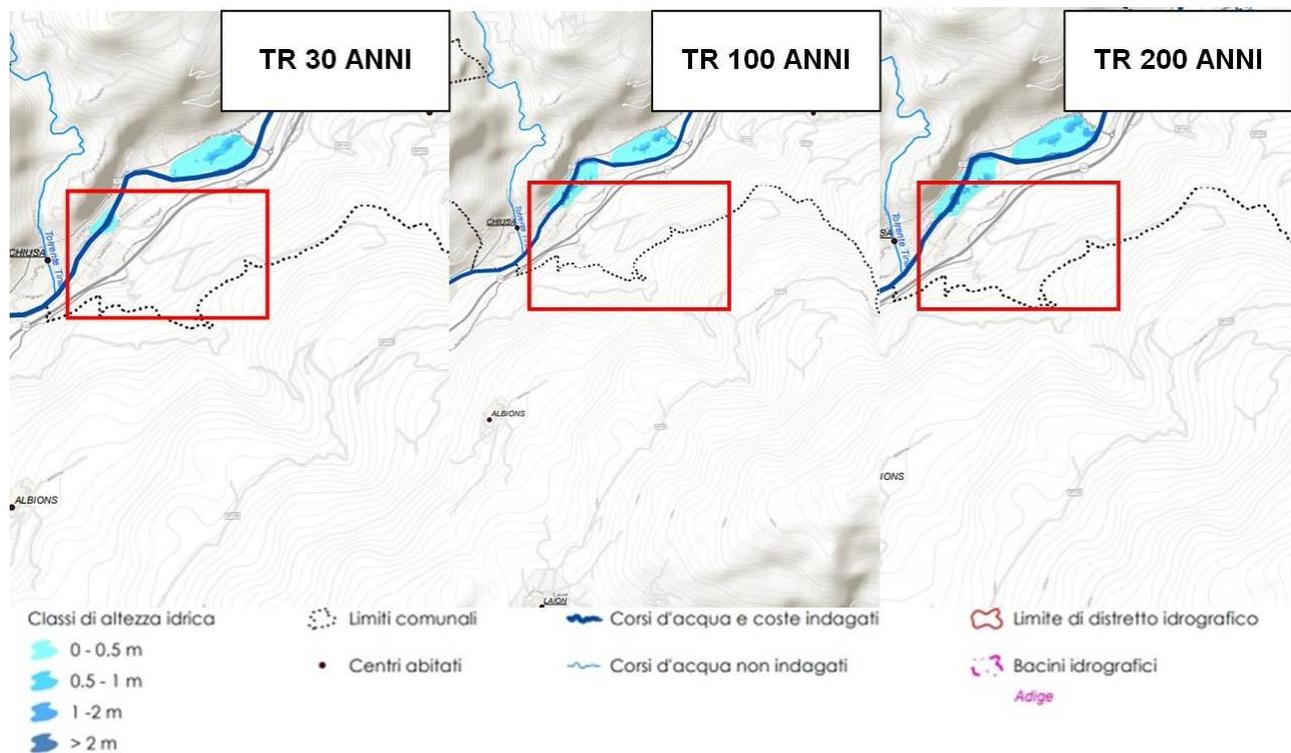


Figura 16 –Localizzazione dell'area di intervento e sovrapposizione ad aree di pericolosità idraulica da PGRA del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali.

Visto che questi strumenti normativi non introducono accorgimenti per la protezione idraulica della zona, non sono previste opere di difesa dell'area.