

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 1 di 28

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	2
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD.....	2
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
4. INQUADRAMENTO GENERALE.....	4
4.1 IDROGRAFIA	4
4.2 CLIMA	5
5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV090.....	5
5.1 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI NV090 – TRATTO I	6
5.2 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI NV090 – TRATTO II	7
6. METODOLOGIA DI CALCOLO	10
6.1 INTRODUZIONE	10
6.2 CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO	12
6.2.1 Tempi di Corrivazione.....	14
6.3 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	16
7. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO	17
7.1 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO	17
7.2 ELEMENTI DI RACCOLTA.....	18
7.2.1 Verifica della capacità di deflusso delle caditoie.....	19
7.2.2 Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea.....	21
7.2.3 Canaletta grigliata continua	22
ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CADITOIE DISCONTINUE.....	23
ALLEGATO B - VERIFICHE CANALETTA GRIGLIATE CONTINUA.....	23
ALLEGATO C – VERIFICA COLLETTORI DRENAGGIO	24
ALLEGATO D – BACINI DRENANTI	25

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					
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IB0U	1BEZZ	CL	NV0900001	B	2 di 28

1. PREMESSA

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

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 e di piazzale nell'ambito della realizzazione della viabilità di accesso completamento sublotto.

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

- Canaletta grigliata continua;
- Caditoie discontinue con scarico in collettori circolari in pead, per lo smaltimento delle acque di piattaforma e per il convogliamento delle acque fino al punto di scarico;

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PD

- IBL11BD26P7NV0900004A - Planimetria idraulica
- IBL11BD26BZNV0900001A – Particolari idraulica
- IBL11BD26CLNV0900003A - Relazione idrologica e idraulica

Il progetto esecutivo il sistema di drenaggio non ha subito radicali variazioni rispetto al Progetto Definitivo, in relazione alla topografia del territorio ed alle nuove pendenze trasversali assunte nel progetto stradale, a meno del secondo tratto, per il quale si è scelto di prevedere delle caditoie laterali per la presa delle acque di piattaforma con scarico in un unico collettore posto in asse alla carreggiata stradale. Lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale si prevede con caditoie grigliate discontinue poste ogni 20m.

APPALTAZIONE:		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					
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	NV0900001	B	3 di 28

3. 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

- 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".

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 4 di 28

- 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”.

4. INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 Idrografia

L'ambito territoriale di studio è situato tra la località Aica (frazione del comune di Naz-Sciaves), il centro di Sciaves e il comune di Varna a nord della città di Bressanone, all'imbocco della Valle di Scaleres in Trentino Alto Adige. L'area di interesse è attraversata dal fiume Isarco, il cui bacino imbrifero 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 . Inquadramento dell'area interessata

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					
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IBOU	1BEZZ	CL	NV0900001	B	5 di 28

4.2 Clima

Le condizioni climatiche generali dell'intero bacino sono caratterizzate da clima continentale, con inverni rigidi e massimi di precipitazioni che hanno generalmente luogo nel periodo estivo.

Alle quote più elevate si accumulano durante la stagione invernale, sotto forma di precipitazioni nevose, notevoli risorse idriche, che vengono mobilitate a partire dalla primavera. Tale situazione determina il regime idrologico del territorio del bacino, prevalentemente di carattere "nivale", caratterizzato da una generale elevata disponibilità di acqua nella stagione calda e da un periodo di magra invernale.

La piovosità media annua è notevole, mentre la sua distribuzione varia secondo la quota, l'orientamento delle valli e la distanza rispetto ai limiti esterni della catena alpina, come valore medio si può indicare in 900 mm all'anno l'afflusso medio rilevabile.

Le piene più importanti si hanno in primavera, a causa del sovrapporsi degli eventi pluviometrici con gli apporti derivanti dalla fusione della neve. Anche nei mesi autunnali di ottobre e novembre possono verificarsi piene ugualmente importanti.

5. DRENAGGIO DI PIATTAFORMA NV090

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.

Nel seguito vediamo 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.

La regimazione dei deflussi generati esternamente alla piattaforma stradale ha due obiettivi fondamentali:

- ridurre i volumi idrici raccolti dal drenaggio stradale;
- provvedere alla protezione idraulica dai deflussi meteorici delle opere in progetto.

A tal fine sono stati inserite caditoie e collettori in pead per lo smaltimento delle acque.

Nei tratti di progetto si prevede:

-Tratto I:

- smaltimento delle acque di piattaforma NV090 con recapito nella caditoia esiste di SP82;

- Tratto II:

- smaltimento delle acque di piattaforma NV090 con scarico nel sistema di drenaggio del piazzale si emergenza e nel piazzale SSE di progetto;
- recapito dello smaltimento delle acque dei piazzali dell'Area MATS (900 mq) e della Rimessa Carrelli (1500 mq) con scarico nel sistema di drenaggio di piattaforma NV090.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione idraulica di piattaforma	IBOU	1BEZZ	CL	NV0900001	B	6 di 28

5.1 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI NV090 – TRATTO I

Il drenaggio delle acque di piattaforma della viabilità in oggetto prevede un sistema di caditoie grigliate, di dimensioni 0.50x0.20 m, poste ad interasse di max 25 m lungo i cigli. Le portate così intercettate vengono convogliate nel collettore di drenaggio in PEAD mediante un pozzetto a T, anch'esso in PEAD, di diametro DN160.

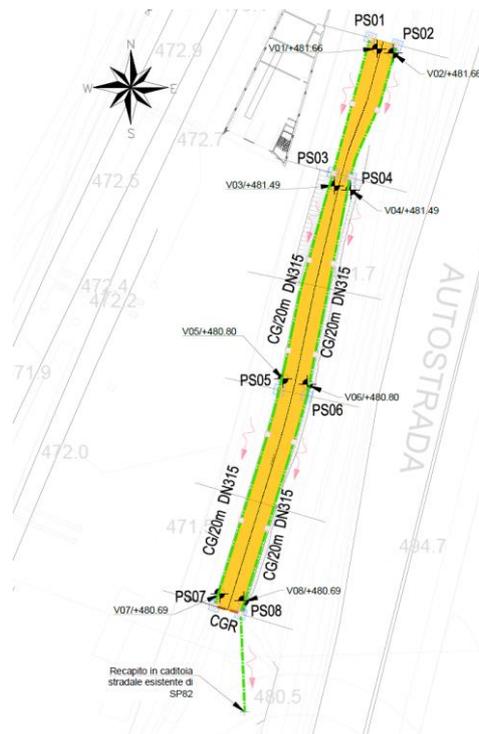


Figura 2 – Planimetria idraulica di progetto NV090 I Tratto

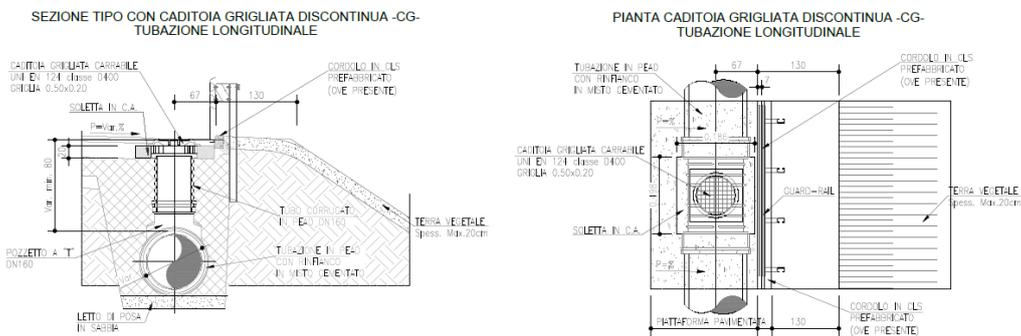


Figura 3 – Dettaglio del sistema di drenaggio

Il recapito delle acque intercettate è costituito da una caditoia grigliata esistente, posta alla quota stradale di 480.5 m slm, sulla adiacente Strada Provinciale SP82. Al momento la quota di scorrimento della tubazione esistente non è nota, si provvederà appena possibile ad integrarla nel presente progetto. In ogni caso, il

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 7 di 28

dislivello altimetrico tra la quota di scorrimento del collettore da recapitare ($Q_s=480.69$ m slm) e la quota della caditoia su strada ($Q=480.5$ m slm) garantisce lo scarico a gravità.

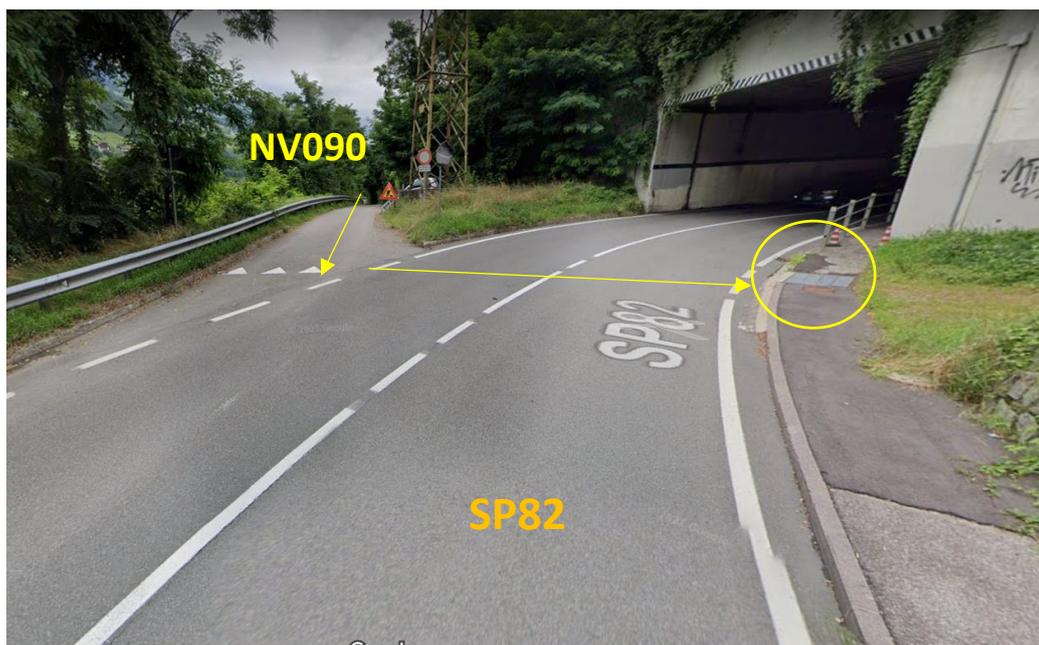


Figura 4 – Identificazione della caditoia grigliata esistente di recapito

5.2 DESCRIZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO DI NV090 – TRATTO II

Il sistema di drenaggio nel Tratto II prevede:

- A Nord:

Il drenaggio delle acque di piattaforma della viabilità in oggetto prevede un sistema di caditoie grigliate, di dimensioni 0.50x0.20 m, poste ad interasse di max 25 m lungo i cigli. Le portate così intercettate vengono convogliate nel collettore di drenaggio in PEAD mediante un pozzetto a T, anch'esso in PEAD, di diametro DN160. In sostanza, ricalca lo schema di drenaggio di NV090 TRATTO I (vedi Fig. 3);

- A sud:

La rete di captazione e drenaggio delle portate è composta da un sistema di caditoie in ghisa sferoidale 60x60 cm e pozzetti prefabbricati in cls di dimensioni 80x80. Le acque intercettate dalle caditoie viene convogliata all'interno di un collettore in PEAD posto in asse alla viabilità, mediante tubazioni trasversali di collegamento DN250.

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 8 di 28

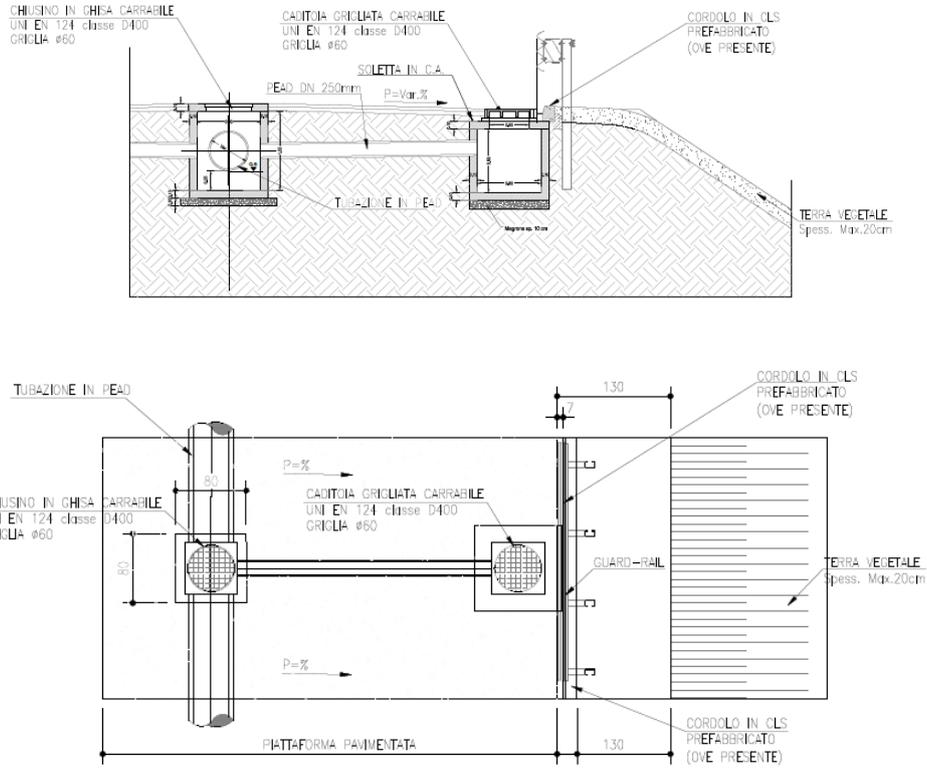


Figura 5 – Sezione trasversale e pianta del sistema di drenaggio NV090 TRATTO II a Sud

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 9 di 28

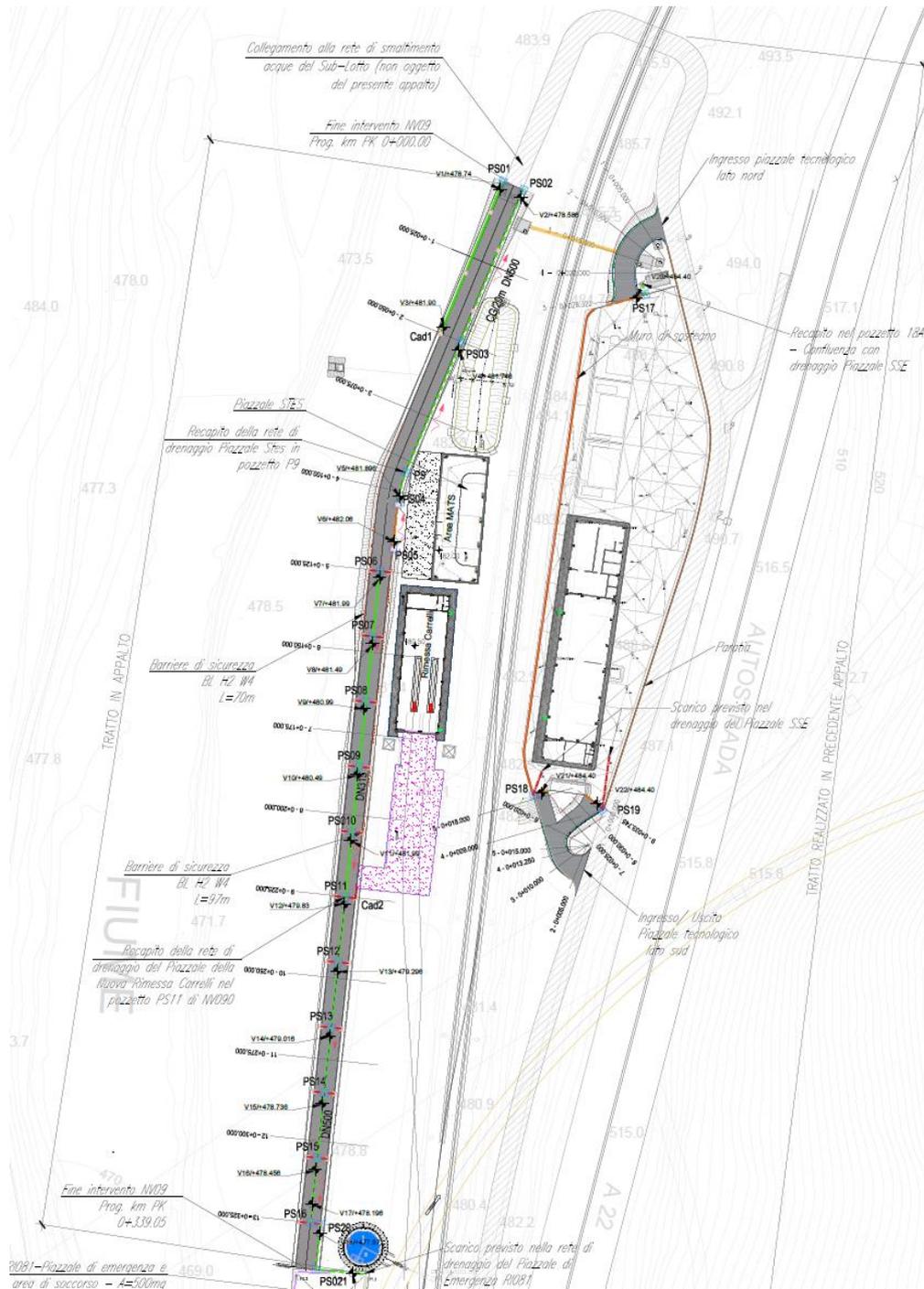


Figura 6 – Planimetria idraulica di progetto NV090 Il Tratto

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 10 di 28

6. METODOLOGIA DI CALCOLO

6.1 INTRODUZIONE

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

Le verifiche idrauliche relative al dimensionamento della rete di drenaggio della piattaforma stradale sono state condotte considerando cautelativamente la piena trentennale: si è fatto riferimento, quindi, a precipitazioni con tempo di ritorno pari a **Tr = 30 anni**, mediante la determinazione delle corrispondenti curve segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Le verifiche idrauliche sono state condotte applicando il modello cinematico, 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, il cui utilizzo viene giustificato dalle modeste dimensioni delle superfici 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 ognuna di 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).

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.

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				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 11 di 28

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 tai alla rete relativo all'i-esimo sottobacino drenato, è quello del "condotto equivalente", che utilizza la seguente equazione:

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

in cui:

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

s_i = pendenza media dell'i-esimo sottobacino;

S_i = superficie dell'i-esimo sottobacino;

φ_i = 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.

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 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 e per il calcolo delle portate che gravano su cunette e fossi di guardia:

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

con:

- L = lunghezza della cunetta o della superficie scolante (m);
- K_s = coefficiente di resistenza di *Gauckler-Strickler* (m^{1/3}/s);
- j = intensità di precipitazione (m/ora);
- i_m = 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.

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 12 di 28

Per il dimensionamento esecutivo delle sezioni terminali dei collettori, si dovrà determinare, per ognizione di verifica, l'area totale sottesa S ed il coefficiente d'afflusso medio pesato ϕ , il tempo di corrivazione t_c come somma del tempo di accesso in rete 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 calcolerà la velocità di moto uniforme corrispondente, procedendo, iterativamente, fino a quando la velocità calcolata non coincida con quella stimata al passo precedente.

6.2 CALCOLO DELLA PRECIPITAZIONE 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 all'area d'interesse è stata utilizzata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione di Forch fornita dalla U.O. Corpo Stradale e Geotecnica di Italferr S.p.A. I dati pluviometrici su cui si fondano i calcoli idrologici ed idraulici 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 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 al variare del tempo di ritorno e la curvasignalatrice 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	10.9	14.6	17.1	19.5	20.8	22.5	24.8	27.1	28.5
0.50	14.0	18.8	22.0	25.1	26.8	29.0	32.0	35.0	36.7
0.75	16.2	21.8	25.5	29.1	31.1	33.7	37.1	40.6	42.6
1.00	18.0	24.3	28.4	32.3	34.6	37.4	41.3	45.1	47.3
2.00	22.1	29.7	34.7	39.6	42.4	45.8	50.5	55.2	57.9
3.00	24.9	33.4	39.1	44.5	47.7	51.6	56.9	62.1	65.2
4.00	27.0	36.4	42.5	48.5	51.9	56.1	61.9	67.6	70.9
5.00	28.8	38.8	45.4	51.7	55.3	59.9	66.0	72.1	75.7

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				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma		COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 13 di 28

6.00	30.4	40.9	47.9	54.5	58.4	63.2	69.6	76.1	79.8
7.00	31.8	42.8	50.1	57.1	61.1	66.1	72.8	79.6	83.5
8.00	33.1	44.5	52.1	59.3	63.5	68.7	75.7	82.7	86.8
9.00	34.3	46.1	53.9	61.4	65.7	71.1	78.4	85.6	89.9
10.00	35.3	47.5	55.6	63.3	67.8	73.3	80.8	88.3	92.7
11.00	36.3	48.8	57.1	65.1	69.7	75.4	83.1	90.8	95.3
12.00	37.3	50.1	58.6	66.8	71.5	77.3	85.3	93.2	97.8
13.00	38.1	51.3	60.0	68.4	73.2	79.2	87.3	95.4	100.1
14.00	39.0	52.4	61.3	69.9	74.8	80.9	89.2	97.4	102.3
15.00	39.8	53.5	62.6	71.3	76.3	82.6	91.0	99.4	104.3
16.00	40.5	54.5	63.8	72.6	77.7	84.1	92.7	101.3	106.3
17.00	41.2	55.5	64.9	73.9	79.1	85.6	94.4	103.1	108.2
18.00	41.9	56.4	66.0	75.2	80.5	87.1	96.0	104.9	110.0
19.00	42.6	57.3	67.0	76.4	81.7	88.5	97.5	106.5	111.8
20.00	43.2	58.2	68.0	77.5	83.0	89.8	99.0	108.1	113.5
21.00	43.9	59.0	69.0	78.6	84.2	91.1	100.4	109.7	115.1
22.00	44.5	59.8	70.0	79.7	85.3	92.3	101.8	111.2	116.7
23.00	45.1	60.6	70.9	80.8	86.4	93.5	103.1	112.6	118.2
24.00	45.6	61.4	71.8	81.8	87.5	94.7	104.4	114.1	119.7

Tabella 1: Precipitazioni di notevole intensità e breve durata (scrosci < 1 ora) e di massima intensità (durata oraria)

PARAMETRI C.P.P. – B340										
a									n	
Tempo di Ritorno									Durata Precipitazione	
2	5	10	20	30	50	100	200	300	< 1h	> 1h
18.0	24.3	28.4	32.3	34.6	37.4	41.3	45.1	47.3	0.37	0.35

Tabella 2: Parametri c.p.p. per la stazione di Forch 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:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma		COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B FOGLIO. 14 di 28

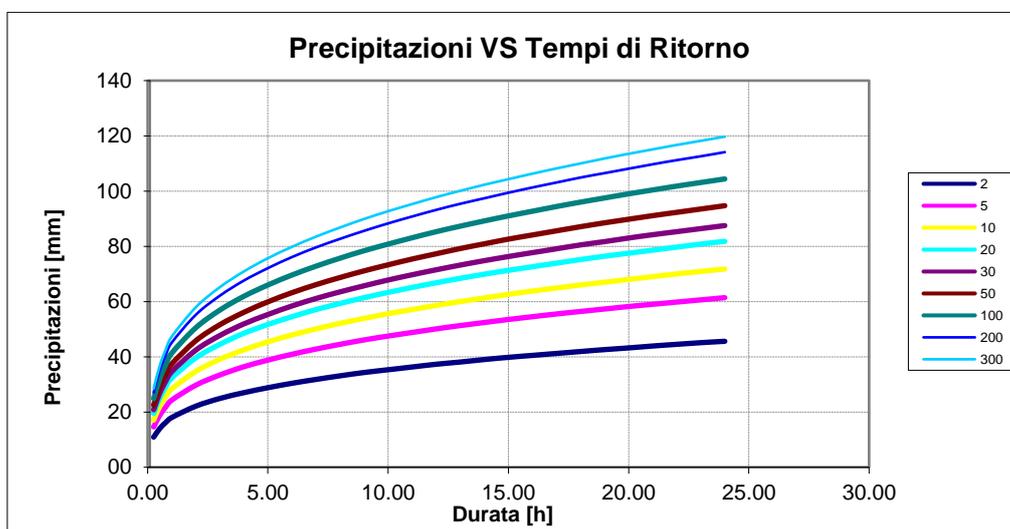


Figura 7- Curve di possibilità pluviometrica in forma logaritmica al variare del tempo di ritorno

Per la stima degli afflussi sono stati utilizzati i parametri della curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a $T_r = 30$ anni e con durata inferiore all'ora ($t_p < 1$ ora), ipotizzando la maggiore criticità della pioggia in tale arco temporale (in relazione ai bassi tempi di corrivazione delle aree scolanti certamente inferiori a 30 minuti).

6.2.1 Tempi di Corrivazione

Il tempo di corrivazione è stato valutato sulla base dei parametri fisiografici e geomorfologici dei corsi d'acqua interferiti e dei relativi bacini, in funzione dell'estensione del bacini ed è stato valutato attraverso una serie di formulazioni quali:

SCS:

$$t_c = \frac{100 L^{0.8} \left(\frac{1.000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{1.900 i_v^{0.5}}$$

In cui:

- ✓ $L(ft)$ è la lunghezza dell' asta principale;
- ✓ $i_v(\%)$ = pendenza media dei versanti;
- ✓ $CN(adim.)$ = Curve number

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 GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma		COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 15 di 28

Ventura:

$$\tau_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

In cui:

- ✓ *S è la superficie del bacino idrografico;*
- ✓ *i rappresenta la pendenza media dell'asta principale ottenuta dal rapporto tra la differenza delle quote massima e minima del bacino e la lunghezza dell'asta.*

Kirpich:

$$t_c = 0.945 (L^3 / DH)^{0.385}$$

In cui:

- ✓ *L (km), è la lunghezza dell'asta fluviale;*
- ✓ *DH (m), è il dislivello altimetrico tra gli estremi dell'asta.*

Pasini:

$$t_c = \frac{0.108(A^* L)^{1/3}}{I^{1/2}}$$

In cui:

- ✓ *A(km²), l'area del bacino;*
- ✓ *L(km), la lunghezza dell'asta fluviale;*
- ✓ *I(m/m), è la pendenza media del reticolo idrografico.*

Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

In cui:

- ✓ *S (km²) è l' area del bacino idrografico;*
- ✓ *L(km) è la lunghezza dell' asta principale;*
- ✓ *H (m sm)media è l' altezza media del bacino;*
- ✓ *H₀ (m sm) è l' altezza della sezione di chiusura.*

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 16 di 28

6.3 STIMA DELLE PORTATE DI PROGETTO

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.

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 = 0.6 coefficiente di deflusso delle scarpate (adim.);
- ✓ ϕ_e = 0.4 coefficiente di deflusso delle aree esterne (adim.);
- ✓ b_c = larghezza della piattaforma stradale (mq);
- ✓ b_s = larghezza della scarpata stradale (mq);
- ✓ b_e = larghezza della fascia esterna (mq);
- ✓ L = lunghezza tratto (m);
- ✓ i_c = intensità della pioggia critica (mm/h): $T_r=30$ anni, $T_c=5$ minuti e $T_r=50$ anni, $T_c=10$ 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

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

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
	IB0U	1BEZZ	CL	NV0900001	B	17 di 28

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. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI DRENAGGIO

Nel presente capitolo si descrive il dimensionamento idraulico delle opere che si rendono necessarie per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'intervento in progetto, ai sensi della Legge provinciale n.8 del 18 giugno 2002 "Disposizioni sulle acque".

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

7.1 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:

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

APPALTAZIONE: 	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					
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 18 di 28

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);
- j pendenza media della condotta (m/m);
- $r_h = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

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

Si rimanda alle tabelle di dimensionamento e verifica in ALLEGATO C.

La portata massima transitante nel collettore è stata calcolata con la formula di Chézy, avendo posto come parametro di Strickler il valore di 90 ($n = 0.0110$) e assumendo una pendenza minima pari a 0.5%, 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.

7.2 ELEMENTI DI RACCOLTA

Quando la caditoia raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene mandata, tramite un discendente DN160 in PEAD, ad un collettore in PEAD che viaggia parallelamente alla strada.

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 caditoia è prefabbricata e realizzata in PEAD.

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

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

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

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17,5 l/s. Si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non venga superato dalla portata affluente.

L'interasse massimo dei discendenti si è posto pari a 20 m, avendo considerato un tempo di corrivazione minimo di 5 minuti.

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			
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 19 di 28

7.2.1 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

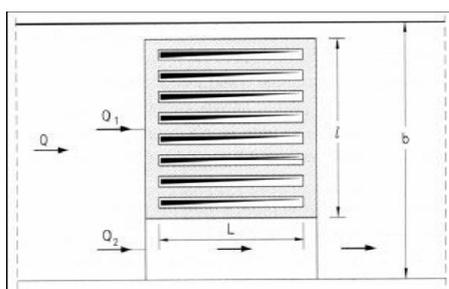


Figura 8 - Capacità di deflusso della caditoia

- 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

Q_1 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

Q_1^* aliquota di Q_1 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 Q_2^* ed $R_2 = Q_2^*/Q_2$

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

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 20 di 28

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 Q_2 sia nulla e che quindi la caduta sia 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 Q_1 , 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 L_0 necessaria si può utilizzare la teoria dei getti liberi (proposta dalla John Hopkins University, 1956) la quale assegna a L_0 l'espressione:

$$L_0 = [2q^2/(g y_0)]^{1/2}$$

Nella quale q è la portata per unità di larghezza e y_0 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 derivata.

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

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

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

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: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 21 di 28

7.2.2 Calcolo dell'interasse delle caditoie in trincea

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

La portata vale:

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

- K = Coefficiente di Gauckler - Strickler;
- j_c = pendenza longitudinale
- A_c = Area Bagnata in mq con

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

Dove:

- b è la larghezza della caditoia
- R = Raggio idraulico in m, con

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

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

La portata affluente è stata calcolata con la formula seguente:

$$Q = \frac{(\Phi_1 \cdot 1 + \Phi_2 \cdot S) \cdot L \cdot i(25, \tau)}{3600}$$

dove:

- L = sviluppo massimo assegnabile alla caditoia 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 scarpata = 0.6.

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				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IB0U	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 22 di 28

Quando l'apporto di acqua piovana di un determinato tratto di strada raggiunge la predetta portata massima, la caditoia non sarà più in grado di smaltire le portate affluenti.

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 (vedi ALLEGATO A).

7.2.3 Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma in corrispondenza delle aree di accesso agli edifici:

- Piazzale SSE, in corrispondenza dell'arrivo delle rampe di Uscita a nord e di Ingresso / Uscita a sud sul piazzale;
- Piazzale Stes, in corrispondenza dell' Ingresso/ Uscita dal piazzale.

Si prevede l'utilizzo di canalette grigliate in PEAD prefabbricate dotate di griglia carrabile, classe di carico D400, di dimensioni 0.20 x 0.25 m (B x H).

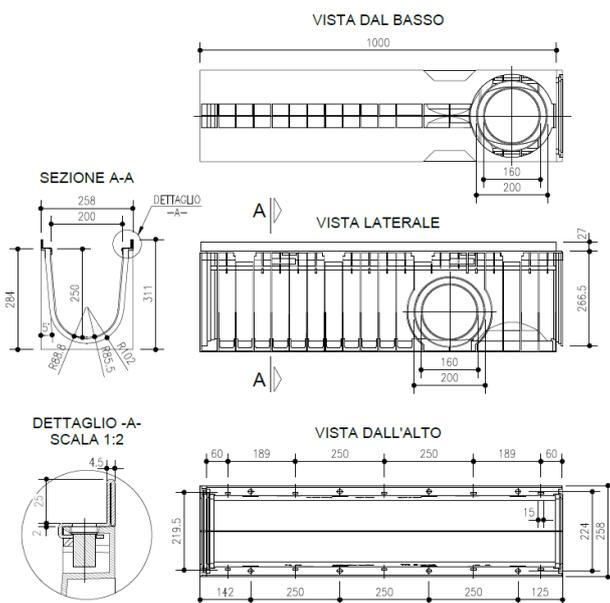


Figura 9 – Dettaglio della canaletta grigliata continua -CGR-

Per i calcoli di dimensionamento e verifica delle canalette grigliate si rimanda all' ALLEGATO B.

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:		
Mandatario:	Mandanti:	
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO. IBOU 1BEZZ CL NV0900001 B 23 di 28	

ALLEGATO A - TABELLA INTERASSE DISCENDENTI CADITOIE DISCONTINUE

• Tratto I

Asse	Prog. inizio	Prog. fine	da	a	Lungh. (m)	Largh. piatt. (m)	Area rid. (m ²)	t _s (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _e (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
sx	100	75	PS01	PS03	25	1.75	43.75	3	205.57	0.2	2.5	2.51	1.76	0.1	2.498	20
	75	50	PS01	PS03	25	3	75	3.86	175.27	0.2	2.5	2.51	3.01	0.15	3.651	20
	50	0	PS03	PS05	50	3	150	3.86	175.27	0.2	2.5	2.51	3.01	0.15	7.303	20
dx	100	75	PS02	PS04	25	1.75	43.75	3	205.57	0.2	2.5	2.51	1.76	0.1	2.498	20
	75	50	PS02	PS04	25	3	75	3.86	175.27	0.2	2.5	2.51	3.01	0.15	3.651	20
	50	0	PS04	PS06	50	3	150	3.86	175.27	0.2	2.5	2.51	3.01	0.15	7.303	20

• Tratto II

Asse	Prog. inizio	Prog. fine	da	a	Lungh. (m)	Largh. piatt. (m)	Area rid. (m ²)	t _s (min)	i (mm/h)	j _i (%)	j _e (%)	j (%)	L _{eff} (m)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
sx	50	0	Cad1	PS01	50	3	150	4.56	157.83	6.33	2.5	6.81	8.17	0.13	6.576	20
dx	117.65	104.06	PS05	PS04	13.59		337.9	3	205.57	0.11	2.5	2.5		1.42	19.295	10
	104.06	69	PS04	PS03	35.06	6	210.36	5.46	140.92	0.11	2.5	2.5	6.01	0.23	8.235	20
	69	50	PS04	PS03	19	6	114	5.46	140.92	0.11	2.5	2.5	6.01	0.23	4.463	20
	50	0	PS03	PS02	50	3	150	4.56	157.83	6.33	2.5	6.81	8.17	0.13	6.576	20
cen	125	150	PS06	PS07	25	6	150	5.7	137.24	2.03	2.5	3.22	7.73	0.23	5.718	20
	150	226	PS07	PS11	76	6	456	5.7	137.24	2.03	2.5	3.22	7.73	0.23	17.384	20
		226	Cad2	PS11	4		726.8	3	205.57	2.03	2.5	3.22		10.38	41.503	3
	226	250	PS11	PS12	24	6	144	5.7	137.24	2.03	2.5	3.22	7.73	0.23	5.49	20
	250	325	PS12	PS21	75	6	450	5.46	140.89	0.2	2.5	2.51	6.02	0.23	17.611	20

ALLEGATO B - VERIFICHE CANALETTA GRIGLIATE CONTINUA

tratto	Prog. Inizio	Prog. Fine	Recapito	B (m)	H (m)	AREA (mq)	AREA scarpate (mq)	Lmax drenaggio (m)	v coll (m/s)	tc (min)	l (mm/h)	φ	Q (l/s)	pendenza min (%)	percentuale riempimento (%)	h	C (m)	A (mq)	R (m)	Ks (m ¹⁵ /s)	Qamm (l/s)
Rampa SSE NORD	0	28.3	PS17	0.2	0.25	142.8	60	30	0.96	0.5	688	0.75	29.1	0.50	56	0.14	0.48	0.03	0.06	90	27.1
Rampa SSE SUD-EST	-3.5	30	PS18	0.2	0.25	201	35	30	1.01	0.5	710	0.83	38.5	0.50	69	0.17	0.54	0.03	0.06	90	34.6
Rampa SSE SUD-OVEST	5	18	PS19	0.2	0.25	78	30	15	0.92	0.3	1038	0.76	23.7	0.50	49	0.12	0.45	0.02	0.06	90	22.6
INGRESSO STES	105	120	PS04	0.2	0.25	78	0	15	0.89	0.3	1014	0.90	19.8	0.50	43	0.11	0.42	0.02	0.05	90	19.3
TRATTO I	0	0	PS08	0.2	0.25	390	0	130	0.94	2.3	270	0.90	26.3	0.50	53	0.13	0.46	0.03	0.06	90	24.7

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				
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO NV0900001	REV. B	FOGLIO. 24 di 28	

ALLEGATO C – VERIFICA COLLETTORI DRENAGGIO

• Tratto I

	Tronco di interesse		DN esterno (mm)	Spessore (mm)	DN interno (mm)	Progr. inizio	Progr. Fine	AREA (mq)	AREA scarpate (mq)	Lmax drenaggio (m)	v coll (m/s)	tc (min)	I (mm/h)	φ	Q (l/s)
SX	PS01	PS03	315	21	273	131	100	375	0	31.0	0.86	5.6	154	0.90	14.5
	PS03	PS05	315	21	273	100	50	525	0	81.0	0.92	6.5	141	0.90	18.5
	PS05	PS07	315	21	273	50	0	600	0	131.0	0.93	7.3	130	0.90	19.5
DX	PS02	PS04	315	21	273	131	100	375	250	31.0	0.93	5.6	155	0.70	18.8
	PS04	PS06	315	21	273	100	50	525	500	81.0	1.01	6.3	143	0.66	26.7
	PS06	PS08	315	21	273	75	0	600	800	131.0	1.07	7.0	133	0.61	31.9

	Tronco di interesse		DN esterno (mm)	pendenza min (%)	Gr (%)	Angolo insistente sul pelo libero (rad)	h	C (m)	A (mq)	R (m)	Ks (m ^{1/3} /s)	Qamm (l/s)	v (m/s)
SX	PS01	PS03	315	0.50	33	2.4	0.09	0.33	0.02	0.05	90	14.5	0.87
	PS03	PS05	315	0.50	37	2.6	0.10	0.36	0.02	0.06	90	18.5	0.93
	PS05	PS07	315	0.50	38	2.7	0.10	0.37	0.02	0.06	90	19.5	0.94
DX	PS02	PS04	315	0.50	38	2.6	0.10	0.36	0.02	0.06	90	18.8	0.93
	PS04	PS06	315	0.50	46	3.0	0.12	0.41	0.03	0.06	90	26.7	1.02
	PS06	PS08	315	0.50	50	3.1	0.14	0.43	0.03	0.07	90	31.1	1.06

• Tratto II

	Tronco di interesse		DN esterno (mm)	Spessore (mm)	DN interno (mm)	Progr. inizio	Progr. Fine	AREA (mq)	AREA scarpate (mq)	Lmax drenaggio (m)	v coll (m/s)	tc (min)	I (mm/h)	φ	Q (l/s)
SX	Cad1	PS01	315	21	273	50	0	150	70	50.0	1.72	5.5	156	0.74	7.1
DX	PS05	PS04	500	37	427	117.65	104.06	900	0	13.6	0.62	5.4	158	0.90	35.6
	PS04	PS03	500	37	427	104.06	69	1110	5	48.7	0.64	6.3	144	0.90	39.9
	PS04	PS03	500	37	427	69	50	1224	20	67.7	0.65	6.7	137	0.89	42.3
CENTR	PS03	PS02	315	21	273	50	0	1374	70	117.7	3.11	5.6	154	0.88	54.0
	PS06	PS07	315	21	273	125	150	150	0	25.0	1.10	5.4	158	0.90	5.9
	PS07	PS011	315	21	273	150	226	606	0	101.0	1.61	6.0	147	0.90	22.3
	PS011	PS012	500	37	427	226	250	2250	0	125.0	2.03	6.0	147	0.90	82.8
	PS012	PS021	500	37	427	250	325	2700	0	200.0	2.15	6.5	140	0.90	94.3

	Tronco di interesse		DN esterno (mm)	pendenza min (%)	Gr (%)	Angolo insistente sul pelo libero (rad)	h	C (m)	A (mq)	R (m)	Ks (m ^{1/3} /s)	Qamm (l/s)	v (m/s)
SX	Cad1	PS01	315	6.33	12	1.4	0.03	0.20	0.00	0.02	90	7.1	1.72
DX	PS05	PS04	500	0.11	42	2.8	0.18	0.60	0.06	0.10	90	35.6	0.62
	PS04	PS03	500	0.11	45	2.9	0.19	0.63	0.06	0.10	90	39.9	0.64
	PS04	PS03	500	0.11	46	3.0	0.20	0.64	0.07	0.10	90	42.3	0.65
	PS03	PS02	315	6.33	34	2.5	0.09	0.34	0.02	0.05	90	54.0	3.12
CENTR	PS06	PS07	315	2.03	15	1.6	0.04	0.22	0.01	0.02	90	5.9	1.10
	PS07	PS011	315	2.03	29	2.3	0.08	0.31	0.01	0.04	90	22.3	1.62
	PS011	PS012	500	2.03	30	2.3	0.13	0.50	0.04	0.07	90	82.8	2.25
	PS012	PS021	500	2.03	32	2.4	0.14	0.52	0.04	0.08	90	94.3	2.34

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		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA				DOCUMENTO
C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - VIABILITA' DI ACCESSO COMPLETAMENTO SUBLOTTO			IBOU			1BEZZ			CL	
Relazione idraulica di piattaforma			NV0900001			B			27 di 28	

