

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' INTERFERITA

INTERFERENZE STRADALI


PARTE GENERALE

Relazione idraulica viabilità

<p>VIABILITA' INTERFERITA</p> <p>INTERFERENZE STRADALI</p> <p>PARTE GENERALE</p> <p>Relazione idraulica viabilità</p>
--

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia n.1739 RESPONSABILE IDROLOGIA E IDRAULICA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Andrea Tanzi Ord. Ingg. Parma N. 1154 PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
---	---	---

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	--
111465	0000	PD	IN	100	00000	00000	R	I D R	1700	- 0	SCALA -

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER: Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068				SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE		
									n.	data	
									0	SETTEMBRE 2020	
									1	-	
									2	-	
REDATTO:						VERIFICATO:				3	-
										4	-

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	---	---

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	3
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	3
2.2	NORMATIVA REGIONALE.....	5
2.3	AUTORITÀ DI BACINO	7
2.1	GESTORE SERVIZIO IDRICO INTEGRATO	8
3	IDROLOGIA	9
4	SISTEMA DI DRENAGGIO	10
4.1	SCHEMA GENERALE DI DRENAGGIO.....	10
4.2	METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO	11
4.2.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta.....</i>	<i>11</i>
4.2.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento.....</i>	<i>12</i>
4.2.3	<i>Dimensionamento di vasche di accumulo e laminazione.....</i>	<i>13</i>
4.2.4	<i>Dimensionamento sistemi di pompaggio.....</i>	<i>14</i>
4.3	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	16
4.3.1	<i>Elementi di raccolta – Caditoie grigliate</i>	<i>16</i>
4.3.2	<i>Elementi di raccolta – Canaletta grigliata continua.....</i>	<i>17</i>
4.3.3	<i>Elementi di convogliamento - Collettori circolari in PEAD.....</i>	<i>18</i>
4.3.4	<i>Vasche e stazioni di sollevamento.....</i>	<i>19</i>
4.3.4.1	<i>Vasca di accumulo e stazione di sollevamento sottovia via Caselle.....</i>	<i>19</i>
4.3.4.2	<i>Bacino di laminazione Rotatoria San Donato e rampa proveniente da Cavalcavia San Donato</i>	<i>21</i>
4.3.4.3	<i>Bacino di laminazione Parcheggio San Lazzaro</i>	<i>22</i>
4.3.4.4	<i>Sottovia ciclopedonali SP01, SP03, SP04.....</i>	<i>23</i>
	APPENDICE A: RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI	25

1 Premessa

La presente relazione idrologica ed idraulica è parte integrante del progetto esecutivo di Potenziamento del sistema tangenziale di Bologna tra Borgo Panigale e San Lazzaro ai lati dell'Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto, comunemente denominata "Adriatica".

L'intervento in oggetto parte dalla progressiva 8+750.00 in corrispondenza dello svincolo esistente in cui l'Autostrada viene affiancata dalla tangenziale di Bologna, sino alla progressiva 21+650.00 termine del presente lotto.

Il progetto prevede l'allargamento delle tangenziali esterne in modo da recuperare una corsia per l'A14 (corsia di emergenza in entrambi i sensi di marcia trasformando la terza dinamica in corsia normale) e una corsia di emergenza anche per la tangenziale per un totale di 2+2 corsie in più.

La presente relazione riguarda unicamente la raccolta e lo smaltimento delle acque di piattaforma relative alle viabilità secondarie definite "Viabilità Interferite - IN" connesse all'opera e ai suoi adeguamenti.

2 Inquadramento normativo

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 e ambientale, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

2.1 Normativa Nazionale

RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo. Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi. Vengono individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione; vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo e l'Autorità di Bacino. Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino.

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04/12/1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

DPR 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio.

L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile; individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio; prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152

Tale decreto ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Sostituisce ed integra il DL 152/99.

L'articolo 113 così cita:

Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia

- Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, disciplinano e attuano:
 - le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
 - i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione;

- Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.
- Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.
- È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Decreto n. 49/2010

Prevede lo strumento di Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) che dà attuazione alla direttiva europea 2007/60/CE. Il PGRA viene adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume PO con delibera n. 4 del 17/12/2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017. Il PGRA individua e programma le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali.

2.2 Normativa Regionale

Come visto, il tratto autostradale di interesse ricade interamente all'interno dei confini amministrativi della Regione Emilia-Romagna.

Di seguito vengono riportate le principali leggi regionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

LR 9/83

Redazione del piano territoriale regionale per la tutela ed il risanamento delle acque.

“La regione Emilia-Romagna, ai sensi dell' art. 8 della legge 10 maggio 1976, n. 319, si dota di un piano territoriale di risanamento e tutela delle acque articolato per bacini idrografici ed incentrato sugli obiettivi di qualità per ciascun corpo idrico.” (art. 1: Oggetto della legge).

LR 44/95

Riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e l'Ambiente (ARPA) della Regione Emilia-Romagna.

- La Regione, con la presente legge, in attuazione delle disposizioni dell' art. 7 del DLgs 30 dicembre 1992, n. 502 e successive modificazioni, del DL 4 dicembre 1993, n. 496 convertito con modificazioni in Legge 21 gennaio 1994, n. 61 e dell' art. 6 della LR 12 maggio 1994, n. 19, istituisce l'Agenzia regionale per la prevenzione e l' ambiente, di seguito denominata

ARPA, ne disciplina l'organizzazione ed il funzionamento e riorganizza le strutture preposte ai controlli ambientali e alla prevenzione collettiva.

- La presente legge disciplina altresì le modalità di coordinamento dell' ARPA con il sistema delle autonomie locali e con il Servizio sanitario dell' Emilia–Romagna, perseguendo l'obiettivo della massima integrazione programmatica e tecnico-operativa.” (art. 1: Oggetto e finalità)

LR 3/99

Riforma del sistema regionale e locale (gli Artt. 98 e seguenti contengono nuove norme in materia ambientale che riformano parte dell'ordinamento regionale precedente).

LR 25/99

Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali e disciplina delle forme di cooperazione tra gli enti locali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e del servizio di gestione dei rifiuti urbani.

LR 1/03

Modifiche ed integrazioni alla L.R. 25/99 (Delimitazione degli ambiti territoriali ottimali e disciplina delle forme di cooperazione tra gli Enti Locali per l'organizzazione del servizio idrico integrato e del servizio di gestione dei rifiuti urbani).

Delibera giunta regionale 14 febbraio 2005 n° 286

Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (artc. 39, DLgs 11 maggio 1999 n°152).

- Rientra in questo ambito il diffuso e complesso sistema di raccolta ed allontanamento tramite canalizzazioni e condotte dedicate delle acque meteoriche di dilavamento a servizio delle reti stradali ed autostradali, sia della normale sede stradale che delle opere connesse quali ponti gallerie, viadotti svincoli, ecc., ovvero delle pertinenze delle grandi infrastrutture di trasporto (piste aeroportuali, piazzali / banchine portuali, aree adibite ad interporti, reti ferroviarie in galleria, ecc.).
- Al punto 7.1 si definisce la tipologia di progetto interessata: “Nuove immissioni: l'esigenza richiamata all'art. 39, lett. b) del decreto di assoggettare tali immissioni a prescrizioni specifiche o ad autorizzazione, s'intende soddisfatta per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento soggetti a valutazione di impatto ambientale (VIA) dalla procedura di VIA stessa”
- Al punto 7.2 I così prosegue: “Per le nuove opere ed i nuovi progetti di intervento di cui al precedente punto 7.1 - lettera a), le prescrizioni per il contenimento dell'inquinamento prodotte ... possono trovare applicazione nei casi in cui tali acque siano immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "significativi" e di "interesse" inseriti nel PTA”.

- Al punto 7.2 II così prosegue: “Per i corpi idrici diversi da quelli richiamati al precedente punto I l'adozione di specifiche prescrizioni per la gestione delle acque di prima pioggia legate alle immissioni delle condotte di cui trattasi è determinata sulla base delle esigenze di tutela e protezione dei corpi idrici ricettori stabilite dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - PTCP), secondo i criteri di valutazione richiamati al precedente punto I... A tal fine si avranno a riferimento seguenti criteri di valutazione: il livello di contaminazione delle portate meteoriche e dei relativi carichi inquinanti sversati, l'estensione del bacino sotteso dalle "altre condotte separate" che si immettono nel corpo recettore, la distribuzione delle ulteriori "altre condotte separate" o delle altre reti di scarico presenti lungo l'asta fluviale nonché le caratteristiche idrologiche e morfologiche del recettore medesimo”.
- Al punto 7.2 III così prosegue: “Le prescrizioni da adottarsi ai sensi dei precedenti punti I e II avranno a riferimento, di norma, soluzioni progettuali ... in grado di sedimentare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore. Trattamenti aggiuntivi (quali ad esempio la disoleatura) saranno prescritti in ragione della destinazione d'uso e di attività delle aree sottese. Dette soluzioni possono essere finalizzate anche al trattamento mediante la realizzazione di sistemi di tipo naturale i quali la "fito-depurazione" o le "fasce filtro / fasce tampone". (Le linee Guida di tale progettazione è la Delibera di Giunta N°1860 del 18/12/2006 capo IV).”

Delibera giunta regionale 18 dicembre 2006 n° 1860

Tale delibera concerne “Linee guida d'indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione alla deliberazione G.R. del 14 febbraio 2005 n° 286”. Contiene specifiche Linee guida attuative in merito, tra gli altri aspetti, agli orientamenti tecnici di riferimento “per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria”.

2.3 Autorità di Bacino

- Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del fiume Reno, torrente Idice, Sillaro e Santerno;
- Piano Stralcio per il bacino del torrente Samoggia;
- Piano Stralcio per il sistema idraulico Navile - Savena abbandonato.

Per quanto riguarda il controllo degli apporti d'acqua il territorio del bacino del fiume Reno e Idice è normato dall'articolo 20 delle Norme del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico.

In particolare tale norma impone la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque per un volume complessivo di 500 mc/he di superficie territoriale.

L'area è interessata anche dall'articolo 20 delle Norme del Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del torrente Samoggia, il quale prevede la suddivisione del territorio in tre aree:

1. Realizzazione di sistemi di raccolta delle acque per un volume complessivo di 500 mc/ha di superficie territoriale;
2. Realizzazione di sistemi di raccolta delle acque per un volume complessivo di 200 mc/ha di superficie territoriale;
3. Realizzazione di sistemi di raccolta delle acque per un volume complessivo di 100 mc/ha di superficie territoriale.

L'articolo 5 delle Norme del Piano Stralcio per il sistema Navile-Savena abbandonato impone la realizzazione di vasche di raccolta delle acque per un volume complessivo di 500 mc/ha di superficie territoriale.

Per tutti corsi d'acqua si è adattato il criterio di recuperare tali volumi nei fossi e in vasche in terra.

In linea a quanto indicato dall'Autorità di Bacino, per le viabilità che costituiscono un incremento delle superfici impermeabilizzate è prevista la laminazione degli apporti meteorici in termini di 500 m³ di invaso per ogni ettaro di nuova pavimentazione.

2.1 Gestore servizio idrico integrato

Linee Guida del Gestore del Servizio Idrico Integrato – Rev. 4 del 10/10/2016.

3 Idrologia

Per la determinazione del regime pluviometrico da applicare alla viabilità secondaria interferita si è fatto riferimento ai dati di pioggia riportati nella Tabella 3-1.

Per il dimensionamento delle reti si è assunto un tempo di ritorno $T = 10$ anni mentre nei casi in cui si è reso necessario prevedere vasche di accumulo e stazioni di sollevamento delle acque, il dimensionamento delle vasche è stato condotto considerando un tempo di ritorno $T = 25$ anni.

Di seguito si riportano i valori delle curve per diversi tempi di ritorno.

Tabella 3-1: parametri LSPP per diversi T_R

TR	Parametro a						
	5	10	15	25	50	100	200
a	30.61	36.75	40.45	45.43	53.22	63.31	77.01
n<1h	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515	0.515
n>1h	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32

Avendo deciso di utilizzare il tempo di ritorno di 10 anni per il dimensionamento della rete di drenaggio si ottiene, per durate inferiori all'ora:

Parametro a = 36.75 mm

Parametro n<1h = 0.515

Parametro n>1h = 0.32

Per quanto riguarda invece il dimensionamento delle vasche di laminazione, utilizzando un tempo di ritorno pari a 25 anni, i parametri sono i seguenti:

Parametro a = 45.43 mm

Parametri n<1h = 0.515

Parametro n>1h = 0.32

4 Sistema di drenaggio

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad essa afferenti ed il loro trasferimento fino al recapito, quest'ultimo costituito dal reticolo fognario ovvero da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili dal punto di vista quantitativo. Prima del trasferimento al recapito naturale può essere previsto (disposizioni normative, prescrizioni in fase approvativa, specifiche situazioni puntuali) il convogliamento delle acque in punti di controllo, ossia presidi idraulici, per effettuare un trattamento quantitativo.

In base alla normativa nazionale e regionale vigente sono state prese in considerazione delle specifiche accortezze progettuali relativamente a situazioni specifiche. In particolare quando sono presenti dei sottovia sono stati previsti dei misuratori di livello nel punto di minimo stradale collegati a semafori posti a debita distanza per bloccare la circolazione in caso di allagamento al fine di mitigare il rischio per l'utente.

Le nuove aree pavimentate invece, relative a nuove viabilità o ad ampliamento dell'esistente, sono state laminate garantendo il recupero di 500m³/ha di area impermeabilizzata come prescritto dall'Autorità di Bacino del Fiume Reno. Sono quindi state previste apposite vasche di laminazione che permettono di modulare la portata scaricata nel recapito finale.

Il sistema di drenaggio delle viabilità è stato progettato in conformità alle Linee Guida del Gestore del Servizio Idrico Integrato – Rev. 4 del 10/10/2016.

Di seguito vengono riportati gli interventi per i quali è prevista la laminazione degli apporti meteorici garantendo il recupero di 500m³/ha di nuova area impermeabilizzata:

- Rotatoria Via Corazza;
- Nuova rotatoria San Donato e ramo proveniente da Cavalcavia San Donato;
- Nuovo parcheggio di San Lazzaro situato lungo via Caselle;
- Nuova bretella San Donato;
- Variante SS-Porrettana località Case Nuove.

Per tutti i rimanenti interventi non è necessario prevedere opere di laminazione in quanto si tratta di un semplice adeguamento dell'assetto viario che non comporta l'incremento di nuova superfici impermeabilizzate.

4.1 Schema generale di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario; nel caso della viabilità secondaria sono costituiti essenzialmente da caditoie grigliate.

- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da canalizzazioni a cielo aperto (fossi rivestiti e non) e da collettori in genere. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: nel caso della viabilità secondaria verranno mantenuti i recapiti esistenti costituiti dalla rete fognaria ovvero dal reticolo idrografico.

4.2 Metodologia progettuale di dimensionamento

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di convogliamento oppure le vasche di laminazione e sollevamento delle acque.

4.2.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

I principali elementi di raccolta marginali sono le caditoie grigliate, in accordo con lo standard Hera. In alcuni casi è stato necessario prevedere elementi di raccolta continui (canalette grigliate).

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = j \cdot b \cdot i = j \cdot b \cdot a \cdot t^{n-1}$$

con b larghezza della falda, j coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia.

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari ad 1 per le superfici pavimentate, 0.6 per le trincee ed i rilevati e 0.3 per le zone inerbite.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - j) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

111465-0000-PD-IN-I00-00000-R-IDR1700-0	Pagina 11 di 32
Relazione idraulica viabilità	

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \frac{e}{\hat{e}} + \frac{\alpha j_l}{\hat{e} j_t} \frac{\delta^2 \dot{u}}{\delta \dot{u}}$ lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a

lato della carreggiata.

Si è comunque imposto un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti poiché per tempi molto brevi la curva dell'intensità di pioggia a due parametri tende all'infinito, fornendo quindi dati non realistici.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

In linea generale si ammetterà un allagamento massimo della carreggiata pari a 1 messendo presente solamente la banchina.

Nel determinare l'interasse massimo degli elementi puntuali si deve tenere conto anche della loro efficienza che è data dal rapporto tra l'acqua che riescono a raccogliere e quella proveniente da monte.

L'interasse massimo non deve essere superiore ai 20 m come prescritto per all'interno delle linee guida Hera.

4.2.2 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:

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

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);

j pendenza media della condotta (m/m);

$\hat{A} = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A. Per il dimensionamento si è adottato un tempo di corrivazione minimo pari a 3 minuti.

4.2.3 Dimensionamento di vasche di accumulo e laminazione

Nei casi ove lo scarico a gravità non è consentito dalle quote del recettore o sono presenti delle richieste specifiche da parte degli enti, sono state previste delle vasche di accumulo e, se necessario, provviste di pompaggio. Per quegli interventi che hanno previsto un incremento di superficie pavimentata, le vasche in progetto fungeranno anche da laminazione garantendo il recupero di $500m^3/ha$ di nuova superficie impermeabile, come richiesto dalla normativa dell'Autorità di bacino del Fiume Reno. La determinazione delle dimensioni delle vasche è stata effettuata tramite l'equazione di continuità o equazione dei serbatoi applicata alla situazione in esame:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{d}{dt} W(t)$$

in cui la variazione del volume invasato al tempo t nella vasca è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente.

Il dimensionamento delle vasche è stato quindi effettuato imponendo l'equilibrio tra la portata drenata entrante e la portata uscente, vincolata per vari motivi. Il tempo di ritorno adottato è di 25 anni.

Il volume che affluisce nella vasca in funzione del tempo è dato da:

$$V_{affl} = h A$$

con h altezza di pioggia ed A area ridotta drenata.

L'altezza di pioggia [m/h], è data da:

$$h = \frac{a}{1000} t^n$$

Considerando costante la portata in uscita (q), si ha che il volume defluito risulta essere:

$$V_{defl} = q t$$

Inoltre, per la sola vasca di Via Caselle che si trova in un punto di minimo, è stato considerato, a favore di sicurezza, un fermo pompe di 30 minuti.

Il volume all'interno della vasca in funzione del tempo è quindi dato dalla differenza tra il volume affluito e quello defluito:

$$V_{affl} - V_{defl} = h A - q t = A \frac{a}{1000} t^n - q t = V$$

Si fa notare che l'evento meteorico che massimizza il volume della vasca non è quello che massimizza la portata al colmo (tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione del bacino). Nel caso in cui la vasca funga anche da sistema di laminazione, la portata in uscita è stata modulata al fine di ottenere un volume di laminazione rispondente ai requisiti normativi.

4.2.4 Dimensionamento sistemi di pompaggio

Come descritto nel paragrafo precedente, per alcuni casi è necessario di un impianto di sollevamento in quanto non è possibile recapitare a gravità le portate meteoriche raccolte dal sistema di drenaggio di progetto.

Le pompe adottate devono essere in grado di far fronte al dislivello geodetico tra monte e valle e alle perdite di carico che si verificano nelle condotte.

Il dislivello geodetico (ΔH_{geod}) è legato alla differenza di quota tra il fondo del comparto di alloggiamento delle pompe e il punto più alto lungo del percorso della condotta di mandata, corrispondente al punto di scarico.

Le perdite di carico distribuite, invece, sono determinate come:

$$DH_{distr} = J \times L$$

Dove:

- J [m/m] = cadente idraulica;
- L [m] = lunghezza della condotta;

Per determinare la cadente idraulica si è fatto riferimento alla formula di Darcy – Weisbach:

$$J = \frac{l \times v^2}{2 \times g \times D}$$

Dove:

- l [-] = coefficiente d'attrito di Darcy;
- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- D [m] = diametro interno della tubazione.

Il coefficiente d'attrito di Darcy è stato ricavato tramite l'espressione di Colebrook – White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \times \text{Log} \left(\frac{e}{Re \times \sqrt{f}} \right) + \frac{1}{3.71} \times \frac{e}{D}$$

in funzione del Numero di Reynolds, definito come:

$$Re = \frac{r \times v \times D}{m}$$

e del coefficiente d'attrito relativo e/D , dove e è la scabrezza assoluta e D è il diametro interno del condotto.

Per la scabrezza assoluta e è stato assunto un valore di 0.5 mm, considerando cautelativamente tubazioni in esercizio con possibili fattori di disturbo.

Nell'espressione del Numero di Reynolds, si assume:

$r = 1000 \text{ kg/m}^3$ = densità dell'acqua;

$m = 1.006 \times 10^{-3} \text{ N*s/m}^2$ = viscosità dell'acqua a 20 °C.

Come perdite di carico concentrate, sono state considerate quelle di sbocco, quelle relative alle curve e al valvolame presente.

Le perdite di concentrate sono state valutate come:

$$DH_{conc} = x \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Dove:

- v [m/s] = velocità;
- g [m/s²] = accelerazione di gravità;
- x > = parametro perdite concentrate.

	Parametro perdite concentrate
Curva a 90°	0.25
Saracinesca	0.2
Valvola di ritegno	1
Sbocco	1

La prevalenza richiesta alla pompa è stata quindi valutata come:

$$DH_{tot} = DH_{geod} + DH_{distr} + DH_{conc}$$

dove:

- DH_{geod} [m] = dislivello geodetico;

- DH_{distr} [m] = perdite di carico distribuite;
- DH_{conc} [m] = perdite di carico concentrate.

4.3 Dimensionamento idraulico

4.3.1 Elementi di raccolta – Caditoie grigliate

Le caditoie grigliate sono la soluzione principale di captazione utilizzata per il drenaggio delle viabilità ordinarie oggetto di questa relazione. Sia nel caso fosse necessario solamente ripristinare/sostituire una caditoia esistente o prevedere un nuovo drenaggio, questa soluzione di captazione è stata quella principalmente utilizzata nel progetto. In particolare si è scelto di utilizzare una caditoia grigliata sifonata in quanto il recapito principale del drenaggio di queste viabilità è la rete fognaria gestita da Hera. In accordo quindi con gli standard del gestore, è stata utilizzata la caditoia grigliata mostrata nella figura sottostante

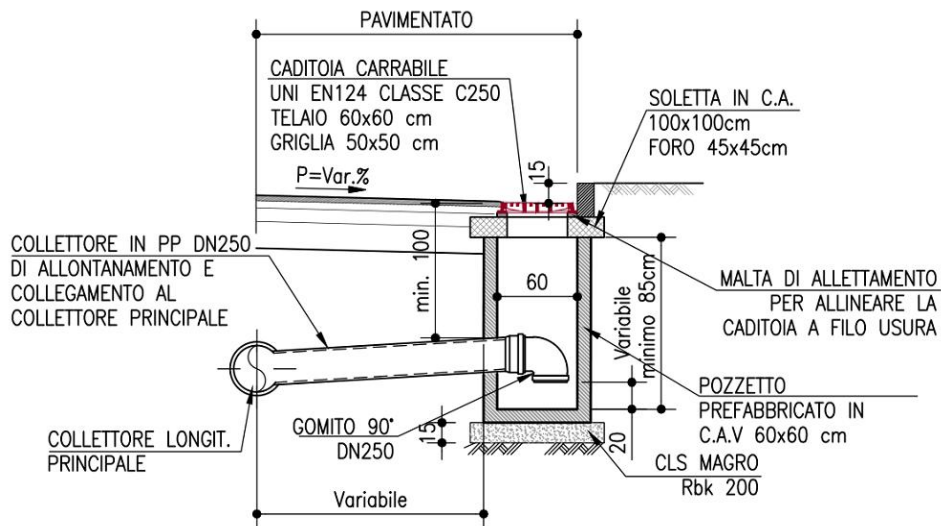


Figura 4-1: Dimensioni della caditoia grigliata

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto delimitato dal cordolo definito al massimo pari a 1.00 m. Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2}$$

$$C = B \frac{é}{è} j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \frac{ù}{ù}$$

Come ampiezza massima di fascia allagata si è considerato $B=1.00$ m per tutti i tratti.

L'interasse massimo delle caditoie è comunque stato posto pari a 20 m, in accordo con le linee guida Hera.

4.3.2 Elementi di raccolta – Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma nelle seguenti situazioni nei sottovia quando la soluzione con caditoie interferisce con i sotto-servizi o con le fondazioni dell'ampliamento dell'opera.

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.

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.

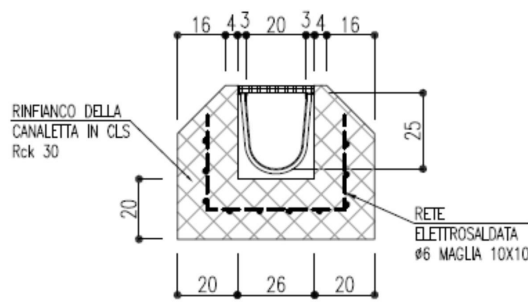


Figura 4-2: Dimensioni della canaletta grigliata in PEAD.

La canaletta è prefabbricata e realizzata in PEAD.

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

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

$$C = 0,5744$$

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 ($n = 0.0125$).

Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

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.

L'interasse massimo dei discendenti si è posto pari a 25 m, avendo considerato un tempo di corrivazione minimo di 3 minuti.

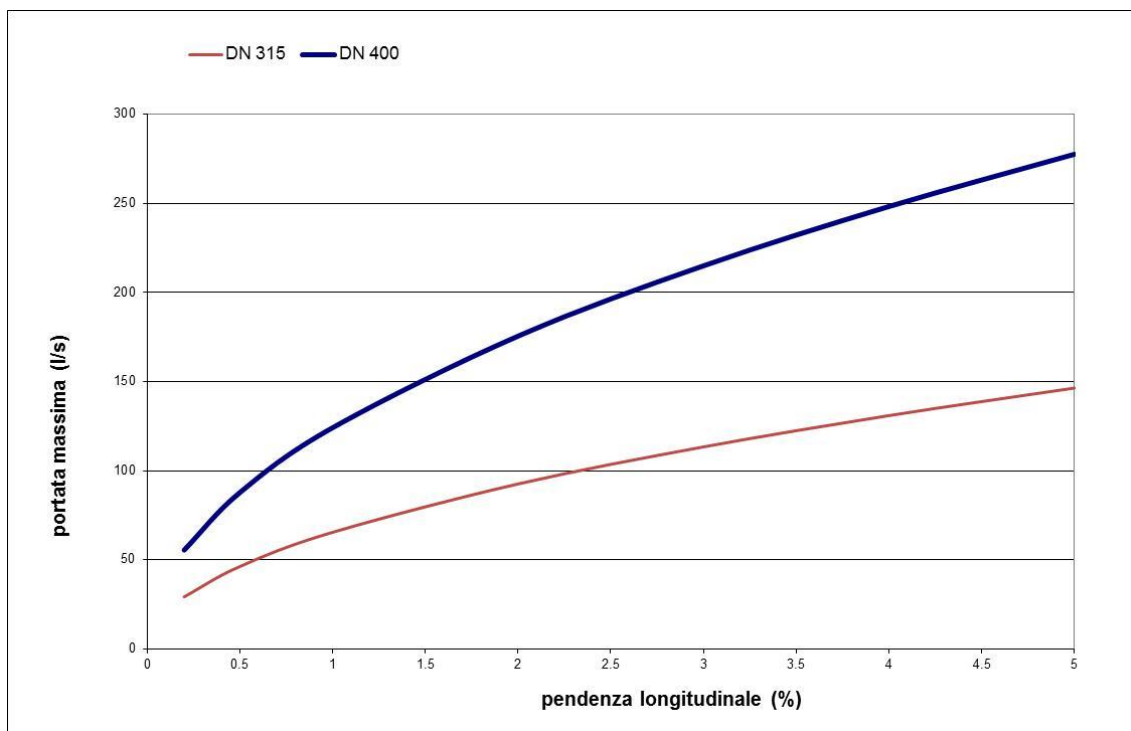
4.3.3 Elementi di convogliamento - Collettori circolari in PEAD

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda la viabilità secondaria sono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m² conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1).

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella seguente ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125 (pari a 80 m^{1/3}/s secondo Strickler).

Tabella 4-1: Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m²

DN	Diametro interno
(mm)	(mm)
315	273
400	347
500	433
630	535
800	678



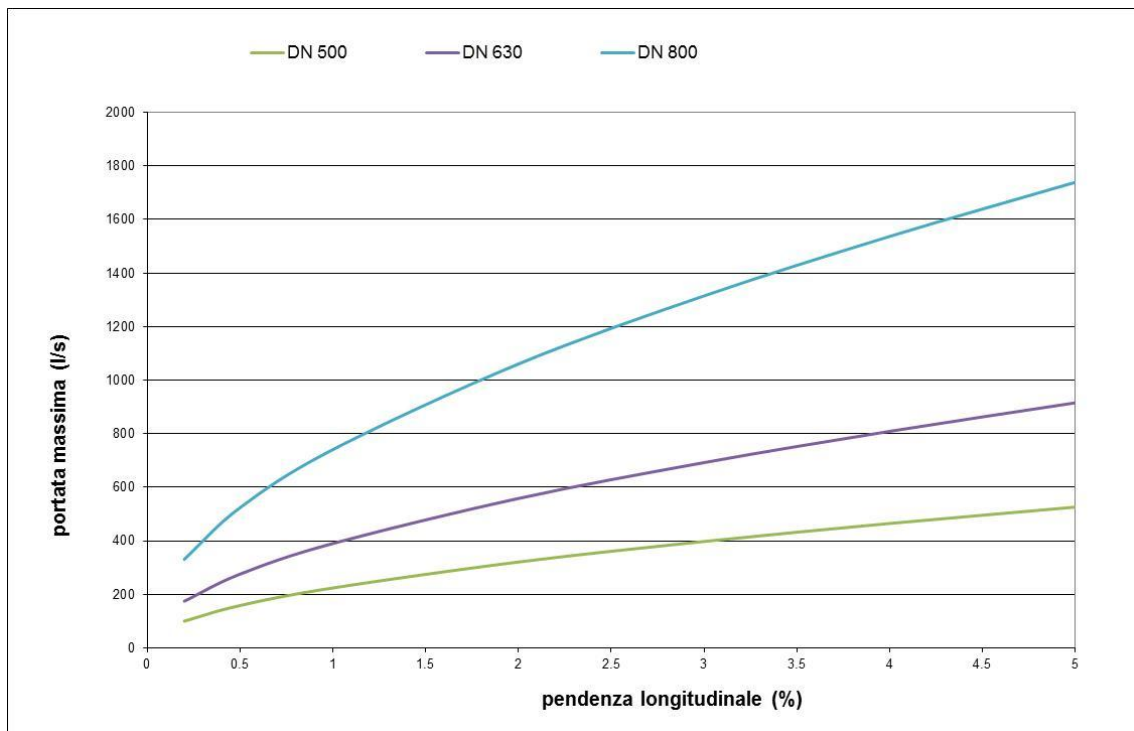


Figura 4-3: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD di vari diametri

Nel dimensionamento dei collettori si è utilizzata la pendenza stradale. Per i tratti molto pianeggianti e nel caso in cui il collettore è in contropendenza rispetto alla livelletta stradale si è posta 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 del 70%.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, l'interasse tra due pozzetti è stato posto generalmente pari a 50m. L'interasse massimo tra i pozzetti comunque non supera i 70m come prescritto dalle linee guida Hera.

4.3.4 Vasche e stazioni di sollevamento

4.3.4.1 Vasca di accumulo e stazione di sollevamento sottovia via Caselle

Il sottovia di via Caselle presenta un punto di minimo in corrispondenza del nodo P13; in questo punto il sistema di drenaggio raccoglie le acque meteoriche e le convoglia a gravità ad una vasca di accumulo e sollevamento posta in carreggiata con direzione sud, prima dell'imbocco del sottovia.

La vasca è dimensionata col metodo già descritto utilizzando i seguenti dati di input:

- area drenata totale 1'631 m²

Il criterio di dimensionamento adottato è il seguente:

- Tempo di ritorno di progetto: 25 anni;

- Tempo di fermo pompe di calcolo 30 minuti
- Portata sollevata dalle pompe 15 l/s

Considerando che la portata uscente dalla vasca di accumulo e pompaggio sarà nulla per 30 minuti e poi sarà pari alla portata massima pompabile scelta, il volume della vasca di accumulo è pari a 51.85m³ (cfr. figura seguente).

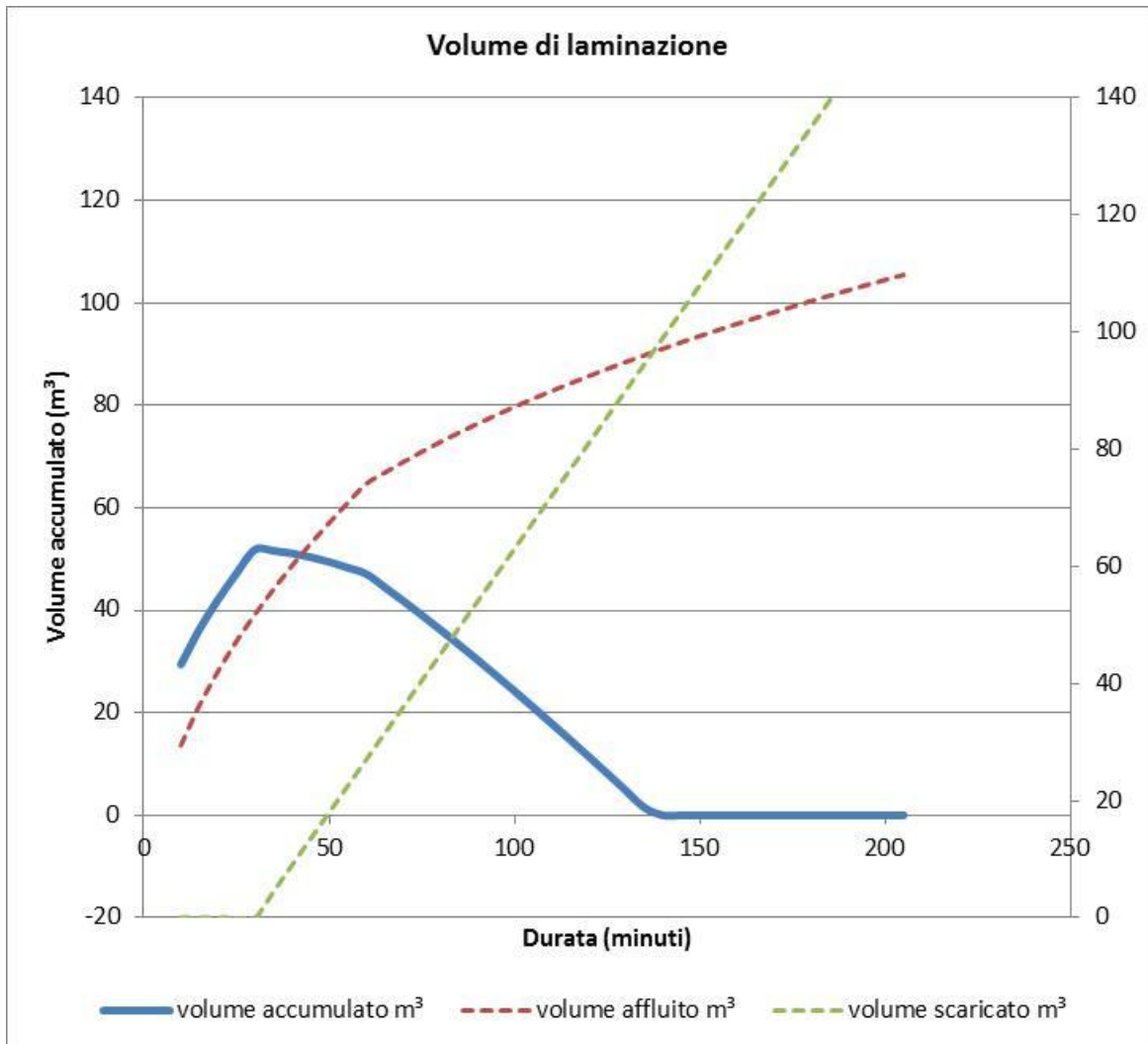


Figura 4-4: Curva dei volumi nel metodo delle sole piogge al caso in esame.

Il tempo di svuotamento della vasca risulta inferiore a 2 ore, ampiamente cautelativo nel caso di possibili eventi estremi ripetuti.

L'invaso è dotato di un sollevamento meccanico tramite cui le acque saranno scaricate nel recettore superficiale (Zinella); assumendo come quota di scarico la quota del piano campagna nei pressi dello Zinella, i dati di dimensionamento sono i seguenti:

- Portata di sollevamento 15 l/s;
- Quota geodetica di scarico 51.5 m s.l.m.;
- Quota minima della vasca 46.0 m s.l.m.;

- Diametro della tubazione di mandata (interno) 102.2 (125) mm;
- Lunghezza della tubazione di mandata 50 m.

In questo caso non serve frazionare la portata e si prevedono due pompe da 15.0 l/s (di cui una di riserva) con una prevalenza geodetica di 5.5 m e complessiva di 8.0 m (DN125 velocità nella condotta di 1.3 m/s) la potenza prevista per ciascuna pompa è di 2.2 kW.

4.3.4.2 Bacino di laminazione Rotatoria San Donato e rampa proveniente da Cavalcavia San Donato

L'adeguamento del ramo della Via San Donato che sovrappassa l'autostrada e l'inserimento di una nuova rotatoria prevedono la pavimentazione di aree attualmente verdi e pertanto risulta necessario laminare le portate meteoriche prima dello scarico come richiesto dalla normativa. In particolare la nuova rotatoria e il ramo nord della nuova rampa del cavalcavia recapitano in una vasca in terra di circa 200m² di superficie e profondità 1m.

Il bacino di laminazione, è dimensionato col metodo già descritto utilizzando i seguenti dati di input:

- area drenata totale 3186 m²
- volume di laminazione richiesto 500 m³/ha
- volume di laminazione necessario 159.3 m³

Il criterio di dimensionamento adottato è il seguente:

- Tempo di ritorno di progetto: 25 anni;
- Tempo di fermo pompe di calcolo 0 minuti (non sono presenti pompe di sollevamento)

La portata uscente dalla canaletta sarà pari alla portata massima scaricabile, regolata attraverso apposito manufatto di regolazione; si ottiene che dato un volume di laminazione di 159.3 m³ la portata massima in uscita dovrà essere pari a 4.6 l/s (cfr. figura seguente).

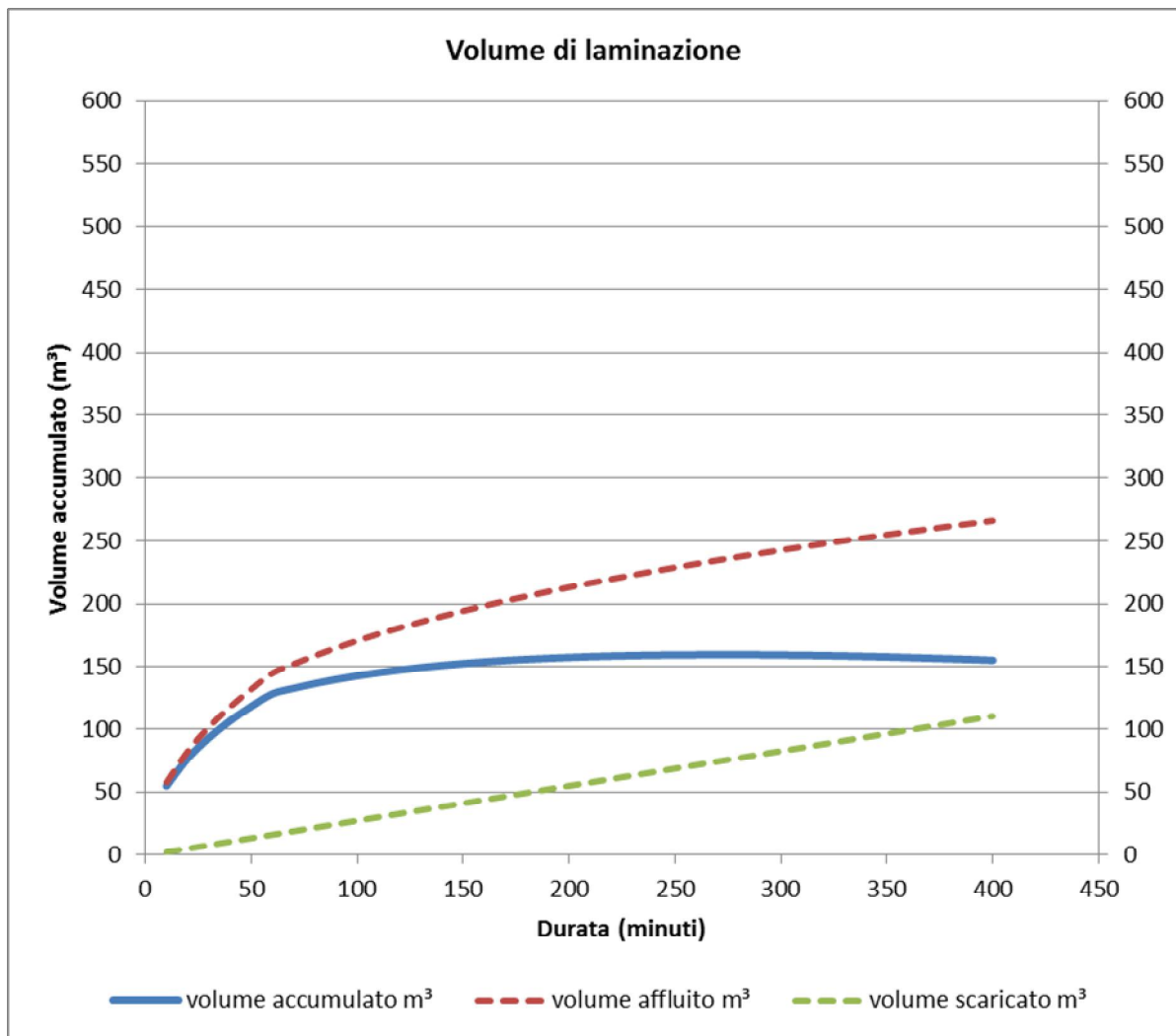


Figura 4-5: Curva dei volumi nel metodo delle sole piogge al caso in esame.

Il tempo di svuotamento della vasca risulta pari a 10 ore, ampiamente cautelativo nel caso di possibili eventi estremi ripetuti.

4.3.4.3 Bacino di laminazione Parcheggio San Lazzaro

La realizzazione del nuovo parcheggio San Lazzaro posto nei pressi di Via Caselle, prevede la pavimentazione di aree attualmente verdi e pertanto risulta necessario laminare le portate meteoriche prima dello scarico come richiesto dalla normativa. In particolare il nuovo parcheggio recapita in un canale rettangolare di dimensioni 3x085m.

Il bacino di laminazione, è dimensionato col metodo già descritto utilizzando i seguenti dati di input:

- area drenata pavimentata 2140 m²
- area drenata verde 1830m²
- volume di laminazione richiesto 500 m³/ha
- volume di laminazione necessario 107 m³

Il criterio di dimensionamento adottato è il seguente:

- Tempo di ritorno di progetto: 25 anni;
- Tempo di fermo pompe di calcolo 0 minuti (non sono presenti pompe di sollevamento)

La portata uscente dalla canaletta sarà pari alla portata massima scaricabile, regolata attraverso apposito manufatto di regolazione; si ottiene che dato un volume di laminazione di 107 m³ la portata massima in uscita dovrà essere pari a 6.3 l/s (cfr. figura seguente).

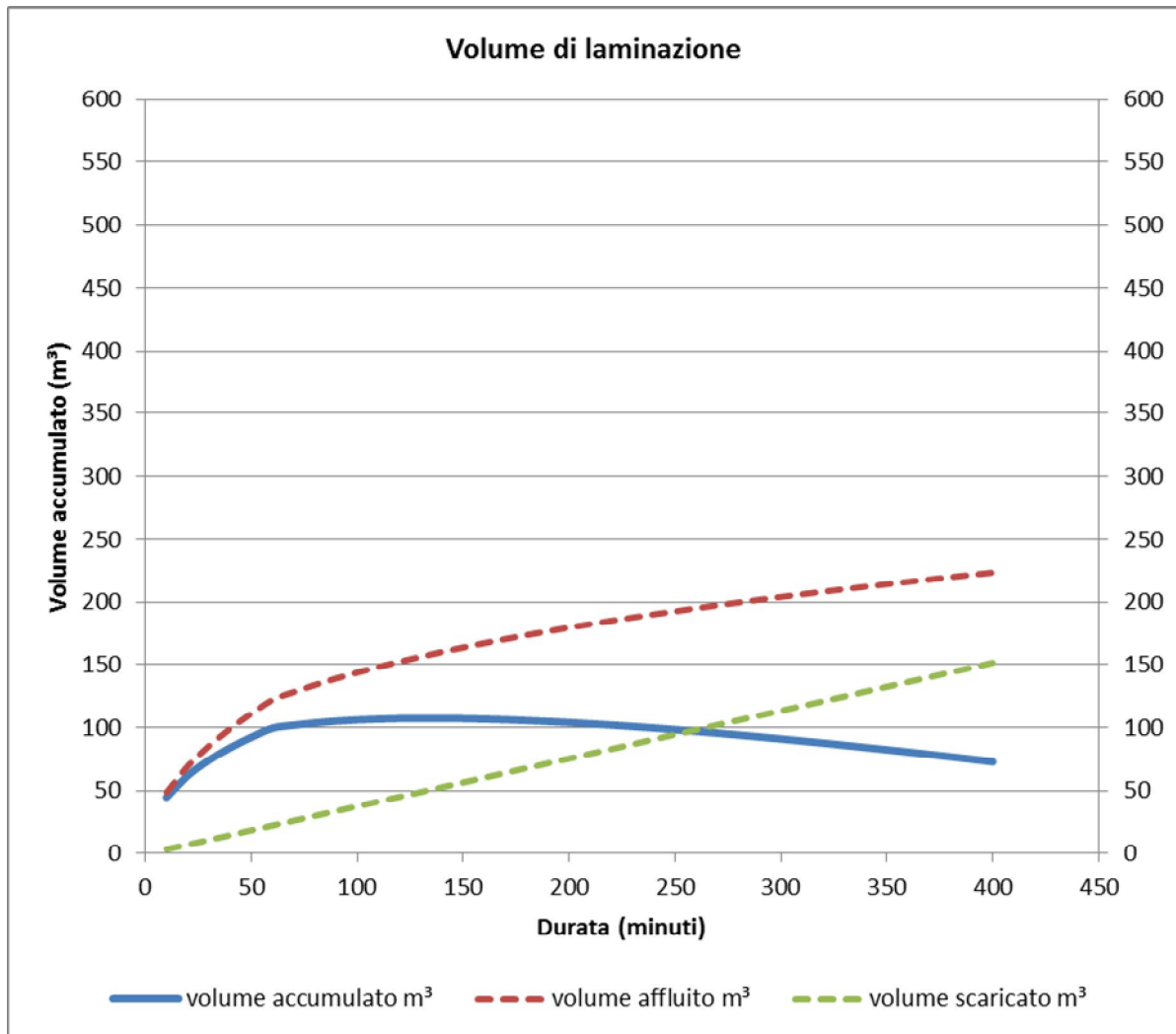


Figura 4-6: Curva dei volumi nel metodo delle sole piogge al caso in esame.

Il tempo di svuotamento della vasca risulta pari a 6.4 ore, ampiamente cautelativo nel caso di possibili eventi estremi ripetuti.

4.3.4.4 Sottovia ciclopedonali SP01, SP03, SP04

Per il drenaggio dei sottovia ciclopedonali SP01, SP03 e SP04 è stato previsto, nel punto di minimo, un impianto di sollevamento delle acque meteoriche costituito da due pompe da 10 l/s (di cui una di riserva) con una prevalenza geodetica complessiva di 6.5 m e potenza per ciascuna pompa pari a 2 kW.

Trattandosi di sottovia non carrabili, gli impianti di sollevamento sono stati dimensionati per tempo di ritorno pari a 10 anni.

Ciascun sottovia è inoltre dotato di un misuratore di livello tarato per un battente idraulico di 20cm che in caso di allagamento in atto invia un segnale di allarme ai due semafori posti all'imbocco dei sottovia che ne impediscono l'accesso agli utenti.

In caso di emergenza, allagamento in atto, la pompa di emergenza può entrare in funzione in parallelo a quella già attiva.

A supporto delle pompe è previsto un gruppo elettrogeno.

Le pompe sono alloggiare in un pozzetto in c.a avente dimensione in pianta 1.5x1.5 e altezza 1.5m.

Per l'intercettazione delle acque il pozzetto è dotato di grigliato di copertura.

I recapiti delle mandate, caratterizzate da tubazioni DN110, avvengono in fogna o se presenti nei corpi idrici naturali.

APPENDICE A: RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP08	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Zambellini	P1	P2	39	315	273	397	11	1.3	12.40	3.00	157.13	0.017	0.30	1.18	0.017
	P2	P3	50	400	347	868	11	0.2	11.04	3.00	157.13	0.038	0.54	0.72	0.038
	P3	P4	50	400	347	1104	11	0.2	11.04	3.61	143.65	0.044	0.60	0.75	0.044
	P4	P5	30	400	347	1514	11	0.2	11.04	4.25	132.76	0.056	0.70	0.78	0.055
	P5	SCARICO	12	400	347	1514	11	0.2	11.04	4.50	129.04	0.054	0.69	0.78	0.054
	P6	P7	31	315	273	405	11	1.3	11.73	3.00	157.13	0.018	0.30	1.18	0.018
	P7	P8	50	315	273	658	11	0.2	11.01	3.00	157.13	0.029	0.69	0.67	0.029
	P8	P9	50	400	347	784	11	0.2	11.01	3.50	145.80	0.032	0.49	0.69	0.032
	P9	P10	19	400	347	1035	11	0.2	11.01	3.90	138.37	0.040	0.56	0.73	0.040
	P10	SCARICO	4	400	347	1035	11	0.2	11.00	3.96	137.27	0.039	0.55	0.73	0.039
RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RO04	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Zambeccari	P1	P2	50	315	273	471	6.5	3.7	11.61	3.00	157.13	0.021	0.25	1.80	0.021
	P2	P3	3	315	273	471	6.5	0.2	6.52	3.00	157.13	0.021	0.55	0.62	0.021
	P3	P4	50	315	273	471	6.5	0.2	6.52	3.00	157.13	0.021	0.55	0.62	0.020
	P4	P5	23	315	273	471	6.5	0.2	6.52	3.12	154.11	0.020	0.54	0.62	0.020

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP01	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Triumvirato	P1	P2	42	315	273	283	8	5.0	17.89	3.00	157.13	0.012	0.18	1.72	0.012
	P2	P3	17	315	273	446	8	2.0	10.24	3.00	157.13	0.019	0.28	1.42	0.019
	P6	P5	50	315	273	596	13	4.5	26.77	3.00	157.13	0.026	0.27	2.07	0.026
	P5	P4	30	315	273	596	5	0.2	5.02	3.00	157.13	0.026	0.64	0.65	0.026
	P4	P3	50	315	273	596	5	0.2	5.02	3.00	157.13	0.026	0.64	0.65	0.026
	P3	P8	4	315	273	1042	0	2.0	0.00	3.00	157.13	0.045	0.45	1.80	0.046
	P7	P8	4	315	273	120	4	2.0	5.12	3.00	157.13	0.005	0.15	0.99	0.006
	P8	P9	50	315	273	1162	4	2.0	5.12	3.44	147.02	0.047	0.46	1.82	0.047
	P9	P10	29	315	273	1162	4	2.0	5.12	3.71	141.76	0.046	0.45	1.80	0.046
	P10	P11	29	315	273	1229	4	2.0	5.12	3.98	137.06	0.047	0.45	1.81	0.047
	P11	P12	37	315	273	1411	4	0.9	4.25	4.41	130.32	0.051	0.61	1.37	0.051
	P13	P14	36	315	273	352	8	5.0	13.95	3.00	157.13	0.015	0.20	1.85	0.016
	P14	P15	48	315	273	454	8	0.5	8.05	3.00	157.13	0.020	0.41	0.87	0.020
	P17	P16	50	315	273	932	9	4.5	11.63	3.00	157.13	0.041	0.34	2.35	0.041
	P16	P15	49	315	273	932	6	1.0	6.07	3.00	157.13	0.041	0.51	1.35	0.041
	P18	P19	50	315	273	69	4	2.0	4.14	3.00	157.13	0.003	0.12	0.85	0.003
	P15	P19	4	315	273	1386	0	2.0	0.00	3.00	157.13	0.060	0.53	1.93	0.060
	P19	P20	50	315	273	1455	4	2.0	4.09	3.00	157.13	0.064	0.54	1.95	0.063
	P20	P21	31	315	273	1530	4	2.0	4.07	3.00	157.13	0.067	0.56	1.98	0.067
	P21	P22	37	400	347	1715	4	0.9	4.01	3.00	157.13	0.075	0.52	1.51	0.075

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP06	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Corticella	P1	P2	50	315	273	0	7	0.3	7.05	-	-	-	-	-	-
	P2	P3	20	315	273	266	7	0.3	7.05	3.00	157.13	0.012	0.36	0.62	0.012
	P4	P3	6	315	273	713	11	1.5	12.83	3.00	157.13	0.031	0.39	1.46	0.031
	P3	SCARICO	10	315	273	979	0	1.0	0.00	3.00	157.13	0.043	0.53	1.37	0.043
	P5	P6	50	315	273	0	7	0.2	7.01	-	-	-	-	-	-
	P6	P7	13	315	273	305	11	0.2	11.01	3.00	157.13	0.013	0.43	0.56	0.014
	P7	SCARICO	4	315	273	305	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.013	0.43	0.56	0.014
RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP07	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Ferrarese	P1	P2	27	315	273	242	10	0.2	10.03	3.00	157.13	0.011	0.38	0.53	0.011
	P12	P2	28	400	347	784	23	0.2	23.07	3.00	157.13	0.034	0.51	0.71	0.034
	P2	P6	8	400	347	1026	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.045	0.61	0.75	0.045
	P3	P7	9	315	273	0	0	0.5	0.00	-	-	-	-	-	-
	P10	P7	3	315	273	0	0	0.2	0.00	-	-	-	-	-	-
	P7	P8	10	315	273	0	0	0.2	0.00	-	-	-	-	-	-
	P5	P4	21	315	273	724	18	3.2	29.24	3.00	157.13	0.032	0.32	1.93	0.031
	P4	P8	8	400	347	724	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.032	0.49	0.69	0.032
	P8	P9	43	400	347	724	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.032	0.49	0.69	0.032
	P9	P11	7	400	347	724	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.032	0.49	0.69	0.032

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP12	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Scandellara	P1	P2	13	315	273	0	7	0.2	7.02	-	-	-	-	-	-
	P3	P2	34	315	273	0	7	0.4	7.09	-	-	-	-	-	-
	P2	P11	3	315	273	0	7	0.2	7.02	-	-	-	-	-	-
	P4	P5	23	315	273	444	14	1.8	17.25	3.00	157.13	0.019	0.29	1.37	0.020
	P5	P6	41	315	273	974	14	0.7	14.54	3.00	157.13	0.043	0.59	1.19	0.043
	P6	P9	5	315	273	974	0	0.5	0.00	3.00	157.13	0.043	0.66	1.04	0.042
	P7	P8	26	315	273	135	5	1.8	6.16	3.00	157.13	0.006	0.17	0.98	0.006
	P8	P9	39	315	273	421	6	0.7	6.23	3.00	157.13	0.018	0.37	0.97	0.019
	P9	P10	2	400	347	1395	0	0.5	0.00	3.00	157.13	0.061	0.55	1.15	0.061
RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP13	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Rivani	P1	P2	39	315	273	0	6	1.0	6.46	-	-	-	-	-	-
	P4	P3	19	315	273	355	6	1.8	7.39	3.00	157.13	0.015	0.26	1.29	0.016
	P3	P2	15	315	273	557	6	1.8	7.39	3.00	157.13	0.024	0.32	1.45	0.024
	P2	P5	4	315	273	557	6	0.2	6.02	3.00	157.13	0.024	0.62	0.65	0.025
	P5	P6	50	315	273	557	6	0.2	6.02	3.00	157.13	0.024	0.61	0.65	0.024
	P6	P7	21	315	273	557	6	0.2	6.02	3.00	157.13	0.024	0.61	0.65	0.024
	P7	P8	18	315	273	557	6	0.2	6.02	3.41	147.57	0.023	0.59	0.64	0.023
	P8	P9	14	400	347	945	6	0.2	6.02	3.74	141.23	0.037	0.54	0.72	0.037

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP14	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
2 Madonne	P1	P2	14	315	273	370	12	1.3	13.53	-	-	-	-	-	-
	P2	P3	39	315	273	370	8	0.8	8.40	3.00	157.13	0.016	0.33	0.98	0.016
	P3	P4	12	315	273	370	8	0.8	8.40	3.00	157.13	0.016	0.32	0.97	0.016
	P6	P7	14	315	273	328	18	1.3	20.29	3.00	157.13	0.014	0.28	1.13	0.015
	P7	P8	39	315	273	328	5	0.8	5.25	3.00	157.13	0.014	0.31	0.94	0.014
	P8	P9	12	315	273	328	5	0.8	5.25	3.00	157.13	0.014	0.31	0.94	0.014
	P10	P9	28	315	273	260	8	1.5	9.33	3.10	154.63	0.011	0.23	1.10	0.012
	P9	P4	7	315	273	588	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.026	0.63	0.65	0.025
	P4	P5	9	400	347	958	8	0.2	8.03	3.47	146.46	0.039	0.55	0.73	0.039
RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP17	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Cogenerazione	P4	P3	50	315	273	121	5	0.2	5.02	3.00	157.13	0.005	0.27	0.43	0.005
	P3	P2	22	315	273	121	5	0.2	5.02	3.32	149.62	0.005	0.26	0.43	0.005
	P2	P1	16	315	273	121	5	0.2	5.02	3.95	137.42	0.005	0.25	0.42	0.005
	P5	P1	25	315	273	301	12	0.2	12.04	3.00	157.13	0.013	0.43	0.56	0.013
	P1	P6	25	315	273	605	12	0.2	12.04	4.92	123.66	0.021	0.56	0.63	0.021

RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP18	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Caselle	P1	P2	50	315	273	388	7	3.2	11.37	3.00	157.13	0.017	0.24	1.62	0.017
	P2	P3	24	315	273	388	5	3.2	8.12	3.00	157.13	0.017	0.24	1.62	0.017
	P3	P4	22	315	273	388	5	1.6	5.94	3.00	157.13	0.017	0.28	1.26	0.017
	P6	P5	50	315	273	568	7	2.9	10.72	3.00	157.13	0.025	0.29	1.74	0.025
	P5	P4	19	315	273	568	5	0.9	5.31	3.00	157.13	0.025	0.40	1.14	0.025
	P4	P10	10	400	347	956	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.042	0.58	0.74	0.042
	P7	P8	50	315	273	486	7	3.2	11.37	3.00	157.13	0.021	0.27	1.74	0.022
	P8	P9	24	315	273	486	5	3.2	8.12	3.00	157.13	0.021	0.27	1.74	0.022
	P9	P10	21	315	273	486	5	1.6	5.94	3.00	157.13	0.021	0.32	1.35	0.021
	P12	P11	50	315	273	675	7	2.9	10.72	3.00	157.13	0.029	0.32	1.83	0.030
	P11	P10	19	315	273	675	5	0.9	5.31	3.00	157.13	0.029	0.44	1.20	0.030
	P10	P13	2	500	433	1631	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.071	0.56	0.85	0.071
	P13	P14	27	500	433	1631	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.071	0.56	0.85	0.071
RIFERIMENTO	NODO	NODO	Lungh.	DN	DI	Area	b	il	Leff	tc	i	Q	Riemp.	V	Q
RP02	MONTE	VALLE	m	mm	mm	m ²	m	-	m	min	mm/h	m ³ /s	%	m/s	m ³ /s
Zanardi	P1	P2	40	315	273	542	7	3.5	12.04	3.00	157.13	0.024	0.27	1.84	0.024
	P2	P8	4	315	273	542	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.024	0.60	0.64	0.024
	P4	P5	40	315	273	598	7	3.5	12.04	3.00	157.13	0.026	0.29	1.89	0.026
	P5	P8	3	315	273	598	0	0.2	0.00	3.00	157.13	0.026	0.64	0.65	0.026
	P3	P7	4	315	273	0	7	0.2	7.02	-	-	-	-	-	-

	P6	P7	3	315	273	0	7	0.2	7.02	-	-	-	-	-

Verifica elementi marginali Cavalcavia San Donato – CV103

Asse	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	i _l (%)	i _t (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
San donato 1	123	68.89	54.11	16.5	892.815	4.61	127.56	1.23	2.5	0.585	5.14	5
San donato 1	68.89	0	68.89	9.5	654.455	3.86	139.02	4.37	2.5	0.367	9.69	20
San donato 1	68.89	0	68.89	7	482.23	3.31	149.71	4.37	2.5	0.291	9.69	20
San donato 1	123	230	107	10.5	1123.5	3.43	147.25	3.60	3.5	0.429	6.24	10
San donato 1	123	230	107	9	963	3.39	148.08	3.60	3	0.370	7.30	15

Verifica collettori Cavalcavia San Donato – CV103

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _l (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
P1	46.3	15.8	30.5	315	610	4.37	6.85	105.30	0.018	0.061	22.4	1.83
P1-A	123	68.89	54.11	300	892.815	1.23	5.29	119.35	0.030	0.106	35.2	1.33
P2	15.8	attr.	16	315	610	4.37	7.22	102.61	0.017	0.060	22.1	1.82
P2-A	0	0	10	315	482.23	1.00	3.96	137.32	0.018	0.090	33.2	1.09
P3	123	173	50	315	525	3.60	3.90	138.35	0.020	0.068	25.0	1.77
P4	173	230	57	315	1123.5	3.60	4.34	131.39	0.041	0.098	36.1	2.17
P5	230	230	15	400	1123.5	1.00	4.53	128.72	0.040	0.123	35.6	1.33
P6	123	173	50	315	450	3.60	3.88	138.69	0.017	0.063	23.2	1.70
P7	173	230	57	315	963	3.60	4.34	131.40	0.035	0.091	33.3	2.08
P8	230	230	10	400	2086.5	1.00	4.63	127.28	0.074	0.173	49.9	1.57

Verifiche elementi marginali Via Colombo – IDR1746

Asse	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Largh. (m)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	i _l (%)	i _t (%)	q (l/s m)	Q (l/s)	Interasse (m)
0	-	-	60	9.5	570	3.52	145.50	1.40	2.5	0.384	5.48	10

0	-	-	50	19	950	4.87	124.23	0.40	2.5	0.656	2.93	10
0	-	-	50	9	450	3.35	148.90	0.40	2.5	0.372	2.93	10
0	-	-	50	7.2	360	3.00	157.13	0.40	2.5	0.314	2.93	10
0	-	-	60	8	480	3.23	151.69	1.40	2.5	0.337	5.48	10
0	-	-	50	6	300	3.00	157.13	0.40	2.5	0.262	2.93	10
0	-	-	60	10.5	630	3.68	142.39	1.20	2.5	0.415	5.08	10
0	-	-	15	10.5	157.5	3.61	143.56	0.16	2.5	0.419	1.85	10
0	-	-	60	9.5	570	3.50	145.89	1.20	2.5	0.385	5.08	10
0	-	-	50	10.5	525	3.61	143.56	0.16	2.5	0.419	1.85	10
0	-	-	15	10.5	157.5	3.61	143.56	0.16	2.5	0.419	1.85	10

Verifica collettori Via Colombo – IDR1746

Tratto	PK inizio	PK fine	Lungh. (m)	Collettore	Area rid. (m ²)	i _l (%)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	h	Riemp. (%)	Vel. (m/s)
PN1	-	-	60	315	480	1.40	4.04	136.03	0.018	0.082	30.2	1.23
PN2	-	-	90	315	480	0.40	6.07	111.67	0.015	0.103	37.8	0.74
PN3	-	-	50	315	780	0.40	7.08	103.59	0.022	0.129	47.5	0.82
PN5	-	-	60	315	570	1.40	4.30	132.01	0.021	0.088	32.5	1.28
PN6	-	-	50	400	1520	0.40	5.70	115.06	0.049	0.177	51.1	1.00
PN7	-	-	50	400	1970	0.40	6.50	108.02	0.059	0.200	57.6	1.05
PN8	-	-	50	400	2330	0.40	7.28	102.25	0.066	0.215	62.0	1.07
PS1	-	-	60	315	630	1.20	4.48	129.33	0.023	0.096	35.3	1.24
PS2	-	-	50	315	630	0.20	5.83	113.88	0.020	0.148	54.4	0.62
PS3	-	-	15	315	787.5	0.20	6.22	110.35	0.024	0.167	61.5	0.64
PS5	-	-	60	315	570	1.20	4.32	131.62	0.021	0.092	33.8	1.21
PS6	-	-	50	400	1095	0.20	5.50	117.14	0.036	0.181	52.2	0.71
PS7	-	-	15	400	1252.5	0.20	5.84	113.76	0.040	0.193	55.7	0.73