

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO
TRATTO: BOLOGNA S.LAZZARO – NUOVO SVINCOLO DI PONTE RIZZOLI


NUOVA STAZIONE DI PONTE RIZZOLI
E
REALIZZAZIONE DELLA COMPLANARE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

CORPO STRADALE	
IDROLOGIA E IDRAULICA	
SISTEMA DI DRENAGGIO ACQUE DI PIATTAFORMA	
RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA	

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N.1739 RESPONSABILE IDROLOGIA E IDRAULICA	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI
--	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO													Ordinatore:																			
RIFERIMENTO PROGETTO					RIFERIMENTO DIRETTORIO					RIFERIMENTO ELABORATO			00																			
Codice	Commissa	Lotto	Sub-Prog.	Prog.	Fase	Capitolo	Paragrafo	tipologia	WBS progressivo	PARTE D'OPERA	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.																		
1	1	1	4	3	9	0	0	0	1	P	D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	I	D	R	0	0	1	0	0	0	0
													SCALA:	--																		

	PROJECT MANAGER: Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. 21082	SUPPORTO SPECIALISTICO:	REVISIONE n. data	
	REDATTO:	--	VERIFICATO:	--
			0	GENNAIO 2017
			1	--
			2	--

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Procopio	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>
--	---	--

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	3
2.2	NORMATIVA REGIONALE	5
2.3	CRITERI DI PROGETTAZIONE	8
3	IDROLOGIA	9
4	SISTEMA DI DRENAGGIO CORPO TANGENZIALE E AUTOSTRADALE.....	14
4.1	REQUISITI PRESTAZIONALI	14
4.2	SCHEMA GENERALE DI DRENAGGIO	14
4.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	16
4.3.1	<i>Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche</i>	<i>18</i>
4.4	DEFINIZIONE DEI RICETTORI	22
4.5	METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO.....	23
4.5.1	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta</i>	<i>23</i>
4.5.2	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento</i>	<i>24</i>
4.6	ELEMENTI DI RACCOLTA.....	25
4.6.1	<i>Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici</i>	<i>25</i>
4.6.2	<i>Canaletta grigliata continua.....</i>	<i>26</i>
4.6.3	<i>Canaletta grigliata puntuale L = 1 m</i>	<i>26</i>
4.8	ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO E LAMINAZIONE	29
4.8.1	<i>Collettori circolari in PEAD e PP</i>	<i>29</i>
4.8.2	<i>Adeguamento tombini di attraversamento esistenti.....</i>	<i>31</i>
4.8.3	<i>Fossi di guardia.....</i>	<i>32</i>
4.8.3.1	<i> Criteri di dimensionamento</i>	<i>32</i>
4.9	MANUFATTI DI CONTROLLO.....	34

APPENDICE A – Verifiche elementi di raccolta centrale (spartitraffico tra A14 e tangenziale) – Canaletta grigliata continua

APPENDICE B – Verifiche elementi di raccolta marginale – embrici

APPENDICE C – Verifiche elementi di raccolta marginale – Canaletta grigliata puntuale l=1m

APPENDICE D1 – Verifiche elementi di convogliamento centrale - Tubazioni trasversali di collegamento tra canaletta grigliata continua e fossi al piede

APPENDICE D2 – Verifiche elementi di convogliamento marginale – Tubazioni longitudinali di convogliamento canalette puntuali l = 1m

APPENDICE E - Elementi di laminazione e controllo quali – quantitativo - Recapiti

1 PREMESSA

La presente relazione idrologica ed idraulica è parte integrante del progetto definitivo di completamento della complanare nord di Bologna tra l'uscita autostradale di San Lazzaro e Ponte Rizzoli al lato nord dell'Autostrada A14 Bologna – Bari – Taranto, comunemente denominata "Adriatica".

L'intervento in oggetto è compreso tra la progressiva 21+714, in corrispondenza dello svincolo esistente di Bologna San Lazzaro, e la progressiva 29+191 termine del presente lotto in corrispondenza dello svincolo di Ponte Rizzoli e susseguente casello.

Il progetto prevede il prolungamento della tangenziale nord esterna al tracciato autostradale sfruttando le strutture già predisposte in passato: il presente progetto pertanto presenta un numero limitato di nuove strutture ma necessita dell'adeguamento del sistema di drenaggio stradale.

Si prevede infatti il totale rifacimento del drenaggio di piattaforma sia per la tangenziale Nord che per la corsia Nord dell'A14 con l'obiettivo di renderlo omogeneo all'organizzazione della piattaforma prevista in progetto.

In tale area sono presenti delle zone di interesse ambientale (come definito dagli strumenti di pianificazione), di conseguenza nel progetto si prevede in alcuni tratti l'utilizzo del sistema chiuso e quindi di un trattamento qualitativo delle acque di drenaggio a monte dell'immissione nei ricettori finali.

Oltre al trattamento qualitativo parzialmente presente è sempre previsto il trattamento quantitativo dei recapiti in osservanza al principio dell'invarianza idraulica.

Il sistema di acque superficiali è composto da una fitta rete di corsi d'acqua artificiali, di storica memoria, e da un corpo idrico naturale appartenente al bacino imbrifero del fiume Reno, il torrente Idice.

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.*

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'Agenda 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'Agenda 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 (art. 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 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Si definiscono i seguenti criteri progettuali.

Autorità di Bacino del fiume Reno

Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno con delibera n 1/1 del 06.12.2002, approvato, per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 567 del 07.04.2003, pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna n.70 (PII) del 14.05.2003.

Così cita:

“Al fine di non incrementare gli apporti d’acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto [...]. Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta sono stabilite dall’Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione [...]. L’Autorità idraulica competente è l’ente o gli enti a cui sono assegnate dalla legislazione vigente le funzioni amministrative relative alla realizzazione di opere, rilascio concessioni, manutenzione e sorveglianza del corso d’acqua considerato.”

Per tutti corsi d’acqua si è adattato il criterio di recuperare tali volumi nei fossi in terra; per i corsi d’acqua artificiali si è perseguito, oltre a questo criterio, il principio dell’invarianza.

In linea a quanto indicato dall’Autorità di Bacino, si lamina l’ampliamento di pavimentato di progetto ed il nuovo in termini di **500 m³ di invaso per ogni ettaro di nuova pavimentazione.**

3 Idrologia

Per la determinazione del regime pluviometrico dei corsi d'acqua di interesse si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio *“La valutazione delle piogge intense su base regionale”* (A. Brath, M. Franchini, 1998) di seguito descritto.

Lo studio citato ha come oggetto la definizione del Metodo VAPI-piogge al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche.

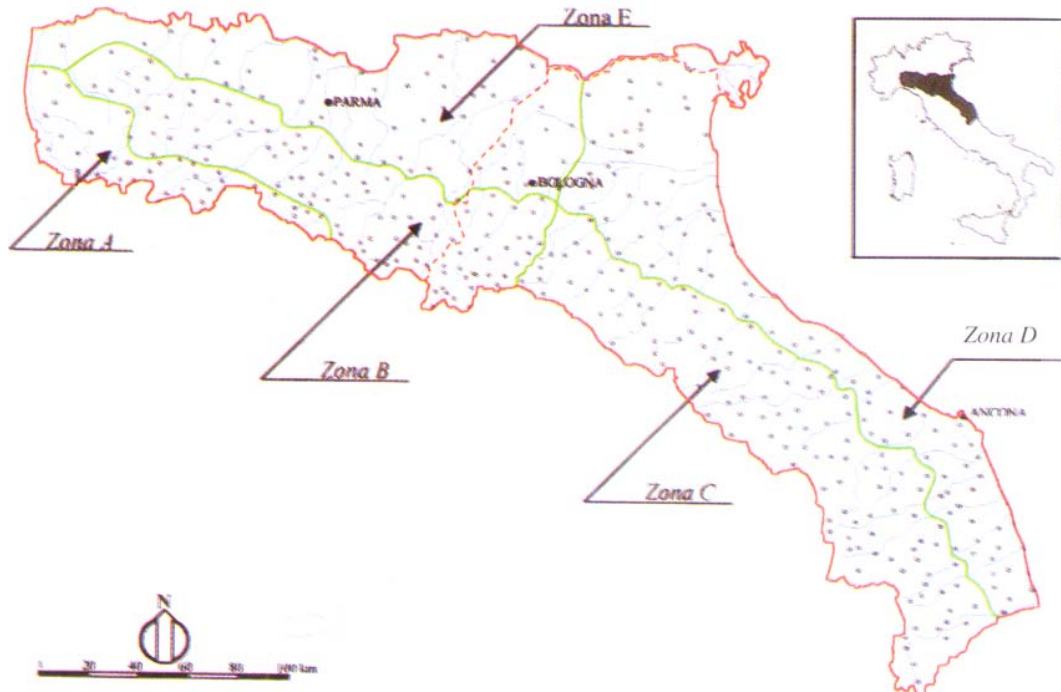
I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le portate di colmo normalizzate rispetto ad una portata di riferimento – la portata indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva di crescita.

In particolare l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, come mostrato in Figura 3.3-1, per le quali valgono i seguenti valori dei parametri della curva di crescita:

TABELLA 3.1: PARAMETRI DELLE CURVE DI CRESCITA RELATIVE AL MODELLO TCEV PER LE VARIE DURATE

Zona	λ	θ	λ_1	η	Note
Zona A	0.109	2.361	24.70	4.005	Valida per tutte le durate
Zona B	1.528	1.558	13.65	4.651	Valida per d = 1 ora
			19.35	5.000	Valida per d = 3 ore
			26.20	5.303	Valida per d = 6 ore
			39.20	5.706	Valida per d \geq 12 ore ed 1
Zona C	1.528	1.558	13.65	4.615	Valida per d = 1 ora
			14.70	4.725	Valida per d = 3 ore
			20.25	5.046	Valida per d = 6 ore
			25.70	5.284	Valida per d \geq 12 ore ed 1
Zona D	0.361	2.363	29.00	4.634	Valida per tutte le durate
Zona E	0.044	3.607	13.60	3.328	Valida per d = 1 ora
			19.80	3.704	Valida per d = 3 ore
			23.65	3.882	Valida per d = 6 ore
			30.45	4.135	Valida per d \geq 12 ore ed 1

FIGURA 3.3-1: ZONE OMOGENEE CON RIFERIMENTO REGIME DI FREQUENZA DELLE PIOGGE INTENSE.



La curva di crescita si ricava invertendo l'espressione (3.1) scritta in funzione del tempo di ritorno, mentre la pioggia indice viene calcolata mediante la (3.2):

$$P(x) = \exp\left[-\lambda_1 \exp(-x \eta) - \lambda \lambda_1^{1/\theta} \exp(-x \eta/\theta)\right] \quad (3.1)$$

$$\mu = m_1 \cdot d^{\frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}} \quad (3.2)$$

$m(h24)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione di durata d (24 ore);

m_G = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;

m_1 = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;

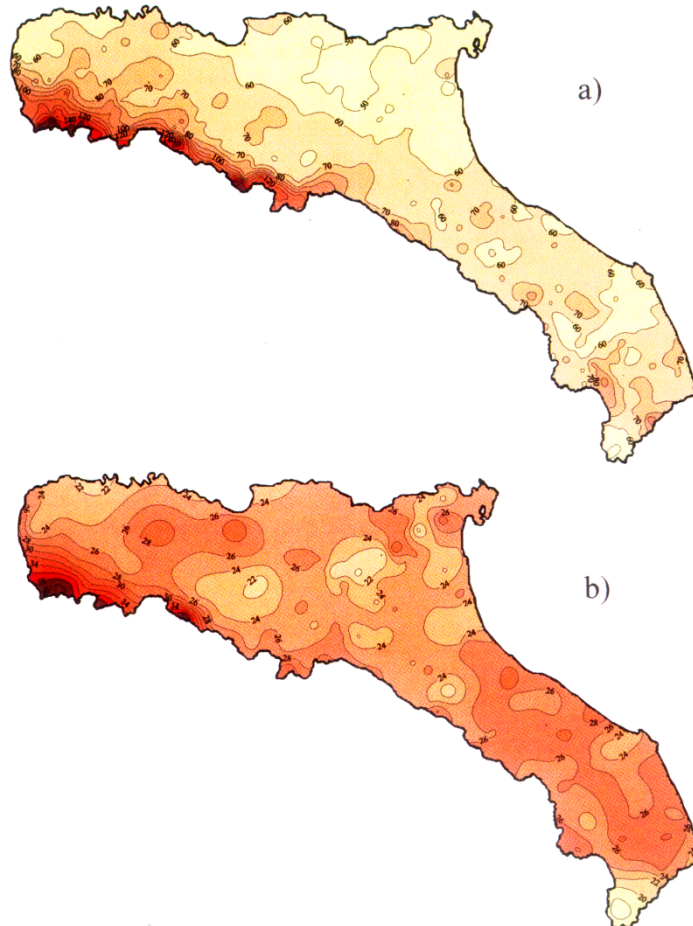
$\gamma = m_G / m(h24) = 0.89$ nella regione esaminata.

Per la determinazione dei parametri m_1 e m_G si fa riferimento alle isolinee riportate in Figura 3.3-2.

In conclusione, si ricava che il parametro a delle LSPP è pari al prodotto del coefficiente m_1 per la curva di crescita, mentre il parametro n è pari a:

$$n = \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)} \quad (3.3)$$

FIGURA 3.3-2: ISOLINEE DELLE ALTEZZE MEDIE DI PIOGGIA MASSIME ANNUALI DELLA DURATA DI 1 GIORNO (A) E 1 ORA (B).



Per l'area di intervento, ricadente nella "zona omogenea D", sono stati stimati valori dei parametri m_1 e m_G pari rispettivamente a 24 e 60, mentre il parametro γ , che, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, assume il valore di 0.89.

Dalle formule sopra riportate, si ottiene un valore del parametro "n" uguale per tutte le durate considerate e per tutti i tempi di ritorno, mentre il parametro "a" varia sia in funzione del tempo di ritorno. Si riportano di seguito le tabelle riassuntive dei valori dei parametri a ed n e delle altezze h di precipitazione espresse in millimetri, per i TR di interesse e delle relative curve di possibilità pluviometrica.

TABELLA 2.3-1: VALORI DEI PARAMETRI DELLE LSPP PER DIVERSI TR

TR	a	n
25 anni	45.52	0.32
50 anni	53.60	0.32
100 anni	61.83	0.32
200 anni	70.25	0.32

TABELLA 2.3-2: ALTEZZE DI PIOGGIA DETERMINATE PER CIASCUN TEMPO DI RITORNO

durata (ore)	altezza pioggia (mm)			
	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=25
1	70.25	61.83	53.60	45.52
3	99.84	87.88	76.18	64.70
6	124.64	109.70	95.10	80.76
12	155.59	136.94	118.71	100.81
24	194.23	170.95	148.19	125.86

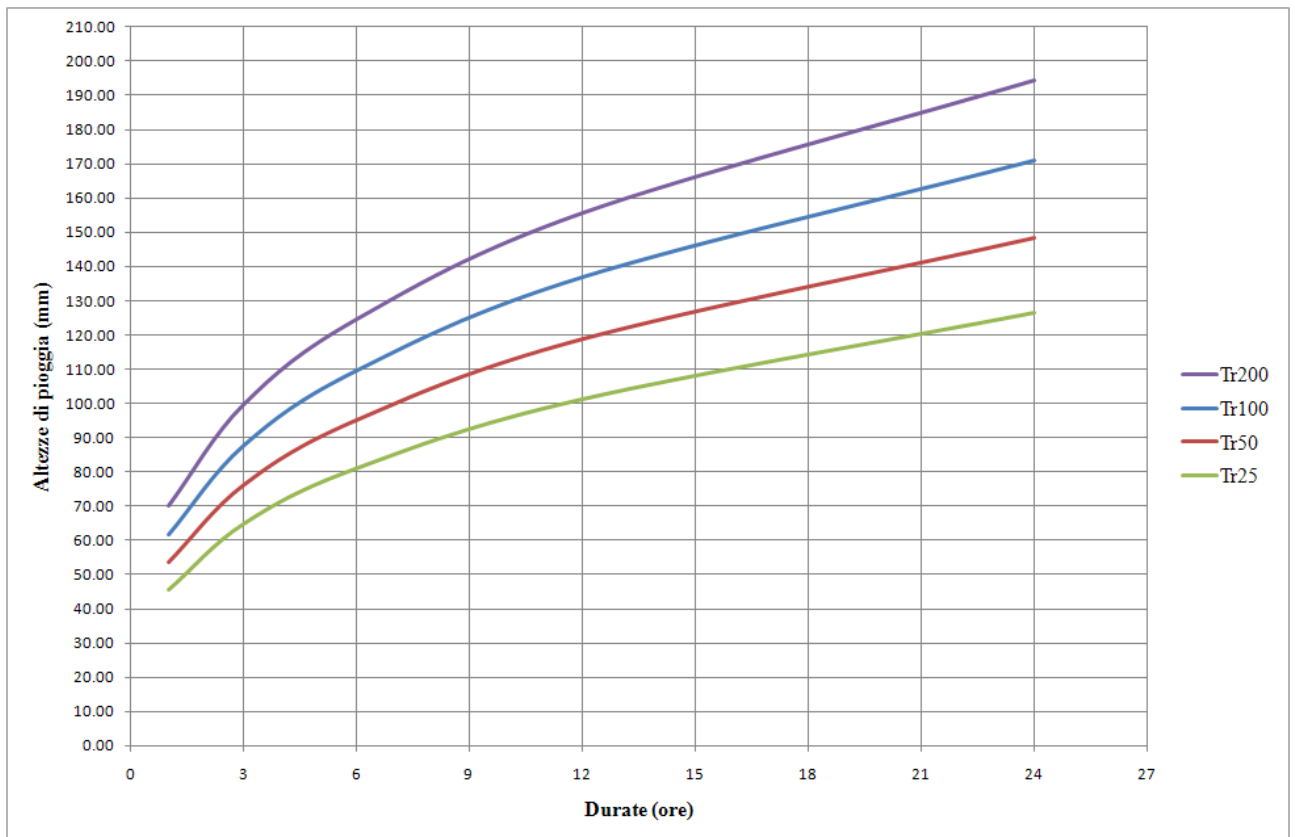


FIGURA 2.3-3: CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER I DIVERSI TR

Le leggi di pioggia calcolate sono valide per tempi di corrvazione superiori all'ora. Per determinare le leggi di pioggia valide per eventi di breve durata, utilizzate per il dimensionamento del **sistema di drenaggio**, si è utilizzato lo studio di Calenda e altri (1993) basato su un campione di 8 anni di dati di pioggia registrati al pluviometro di Roma Macao. Questo studio evidenzia come il rapporto tra l'altezza di pioggia di 5 minuti e quella oraria sia pressoché costante in tutta Italia e pari a 0.278. Imponendo questa condizione ed il passaggio per l'altezza di pioggia oraria si ottiene il valore del parametro **n** per tempi di pioggia inferiori all'ora pari a **0.515**. In questo caso si utilizzeranno i valori del parametro **a** relativi alla durata di un'ora.

TABELLA 3.3: VALORI DEI PARAMETRI DELLE LSPP PER DIVERSI TR E DURATE INFERIORI ALL'ORA

a	Tr (anni)				n
	25	50	100	200	
1 ora	45.52	53.60	61.83	70.25	0.515

Nel nostro caso quindi avendo adottato di utilizzare il tempo di ritorno di 25 anni per il dimensionamento della rete di drenaggio si ottiene:

Parametro a = 45.52 mm

Parametri n = 0.32 per piogge orarie n = 0.515 per gli scrosci (durata inferiore all'ora).

4 Sistema di drenaggio corpo tangenziale e autostradale

Il sistema di drenaggio garantisce la raccolta delle acque meteoriche ricadenti sulla superficie pavimentata ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito dalle aste di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente.

4.1 REQUISITI PRESTAZIONALI

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante, e soddisfano i seguenti requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque evitando la formazione di ristagni sulla pavimentazione autostradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'adeguata pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento;
- laminare le acque di piattaforma relative alle nuove superfici pavimentate in ottemperanza alle *Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* che impongono il recupero di $500\text{m}^3/(\text{ha})$ di nuova superficie impermeabilizzata;
- garantire, ove richiesto dalla normativa vigente, il controllo qualitativo delle acque prima della loro immissione nel ricettore finale;
- evitare che le acque di ruscellamento esterne alle trincee possano determinare l'allagamento della sede viabile mediante la realizzazione di fossi di guardia rivestiti.

4.2 SCHEMA GENERALE DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario, possono essere elementi continui marginali alla carreggiata o discontinui, ad interassi dimensionati in modo da limitare i

tiranti idrici in piattaforma garantendo la sicurezza degli utenti. Rientrano negli elementi di raccolta gli embrici, le cunette triangolari, le canalette grigliate e le caditoie grigliate.

- Elementi di convogliamento: rappresentano il 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: sono individuati in funzione della vulnerabilità e possono essere diretti (raramente) o nella stragrande maggioranza dei casi presidiati. Sono individuati nei corsi d'acqua naturali, nei canali irrigui e nei fossi di scolo della viabilità esistente.

Il tipo di elemento di raccolta da prevedere sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione che viene considerata. Le sezioni si possono suddividere in due macro categorie: sezione corrente dell'infrastruttura e sezioni singolari (aree di servizio, di esazione, ecc.). La sezione corrente dell'infrastruttura si divide a sua volta, per caratteri costruttivi, in:

- sezione in rilevato;
- sezione in trincea;
- sezione in viadotto;

Inoltre, il sistema di drenaggio, a seconda della pendenza trasversale della piattaforma autostradale, si può schematizzare in:

- drenaggio marginale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corsia di emergenza (esterno della carreggiata);
- drenaggio centrale, nei tratti in cui la raccolta delle acque avviene in corrispondenza della corsia di sorpasso (interno della carreggiata).

Gli elementi costitutivi del sistema di drenaggio sono stati quindi individuati in funzione del tipo di drenaggio che nel nostro caso è normalmente marginale e vede il sistema di raccolta collocato lungo il ciglio della corsia di emergenza dell'A14 al di fuori della complanare Nord, secondo lo schema riportato nella seguente tabella; tale schematizzazione resta, comunque, passibile di modifiche laddove esigenze locali del sistema di drenaggio, dell'infrastruttura o dei recapiti le dovessero richiedere.

Tabella 4-1: schema generale del sistema di drenaggio adottato

Tipo di drenaggio	Sezione autostradale / tangenziale	Elemento di raccolta	Elemento di convogliamento	Elemento di recapito
Marginale in A14	rilevato	Canaletta grigliata continua 40 x 40 cm	Tubazione trasversale in PP	Fosso inerbito o rivestito
	trincea	Canaletta grigliata continua 40 x 40 cm	Tubazione trasversale in PP e successiva tubazione longitudinale in HDPE	Fosso inerbito o rivestito
Marginale complanare	trincea	Canaletta grigliata continua 40 x 40 cm	Scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante in HDPE	Fosso inerbito o rivestito
	rilevato	Embrice	-	Fosso inerbito o rivestito
	Rilevato (svincolo Borgastella)	Canaletta grigliata discontinua L = 1m	Scarico ad intervalli regolari nella tubazione sottostante in HDPE	Fosso inerbito o rivestito
centrale / marginale	viadotto	Caditoie grigliate a passo calcolato	Tubazione longitudinale e discendenti in PRFV	Fosso inerbito o rivestito

Il tracciato autostradale può, infine, essere suddiviso in due categorie definite in base al tipo di trattamento effettuato dai presidi idraulici prima del recapito nel ricettore finale. Il sistema di drenaggio che prevede il convogliamento dell'acqua di piattaforma a presidi idraulici che consentono il trattamento quali-quantitativo dell'acqua dilavante la piattaforma è denominato "sistema chiuso". Nelle zone in cui è previsto solo il controllo quantitativo delle acque (laminazione) il sistema drenante è denominato "aperto".

Gli elementi primari e secondari di raccolta e convogliamento sono ottimizzati sulla base dello studio delle sezioni stradali, delle planimetrie e dei profili di progetto.

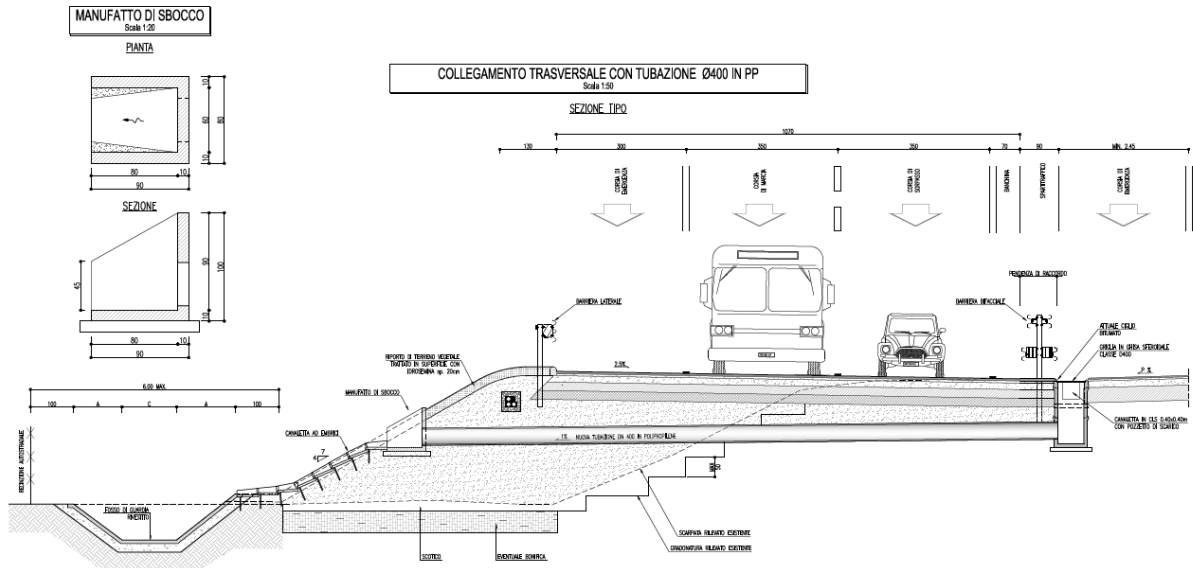
4.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Il sistema di drenaggio in progetto sfrutta gli scarichi esistenti, che sono stati mantenuti e verificati, evitando di creare nuovi punti di recapito. La situazione esistente nel tratto in progetto è molto variegata e si connette in massima parte alla rete di drenaggio superficiale come fossi e scoline.

Gli elementi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche sia per i tratti in trincea che in rilevato sono di norma costituiti da una canaletta grigliata continua in calcestruzzo che raccoglie la carreggiata autostradale lato Nord da una parte e le corsie della complanare

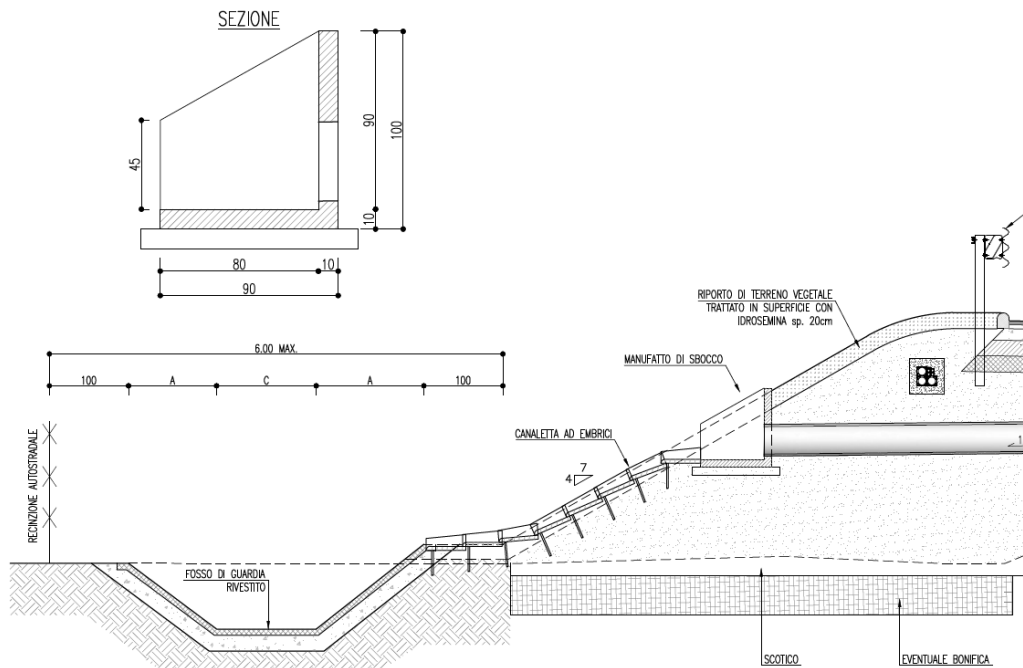
dall'altra. La canaletta è posta lungo il ciglio della corsia di emergenza autostradale in posizione sufficientemente distante dal guard-rail bifacciale di separazione delle due viabilità.

Figura 4-1: sezione tipo del sistema di drenaggio adottato



Ad interassi che sono di norma di 40 m la canaletta grigliata in cls è interrotta da un pozzetto prefabbricato che scarica, tramite una tubazione in PP da 400 mm, all'elemento di raccolta esterno, di solito un fosso.

Figura 4-2: Sezione tipologia dello scarico – tratti in rilevato



Nel caso di tracciato stradale in trincea gli scarichi sono collegati ad una tubazione longitudinale posta lungo la corsia emergenza della complanare il cui diametro andrà via via incrementando all'aumentare della superficie drenata e che scaricherà nel fosso a fine trincea.

In alcuni casi come per esempio per tombini o sottovia la cui soletta non permette l'attraversamento con canaletta grigliata, il drenaggio sarà collettato in una condotta sotto la banchina fino al primo punto utile per essere scaricato nel fosso laterale.

Nei rami di svincolo ed in alcune situazioni particolari in cui il sistema non è centrale ma misto sono stati inseriti gli embrici e canalette in PEAD L = 1m con tubazione di scarico posta al di sotto della piattaforma stradale.

Tutti gli elementi sono dimensionati per tempo di ritorno pari a 25 anni.

4.3.1 Controllo quantitativo e qualitativo delle acque meteoriche

Per quanto concerne il controllo quantitativo degli scarichi, i fossi sono stati dimensionati in modo da consentire il recupero di **500 mc/ettaro di nuova superficie pavimentata** come prescritto dalle Norme tecniche del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dell'autorità di Bacino del fiume Reno (si veda par. 2.3).

La laminazione all'interno dei fossi sarà garantita da manufatti di controllo dotati di luce tarata per la regolazione delle portate in uscita. Ove non sarà possibile prevedere fossi al piede dei rilevati (per mancanza di spazio, in trincea, ...) si prevedranno collettori di grandi dimensioni sotto la piattaforma (circolari o scatoari) o bacini dedicati, con manufatti di controllo terminali.

Per quanto riguarda invece il controllo qualitativo degli scarichi, in ottemperanza alla normativa vigente, il sistema di drenaggio autostradale è stato suddiviso in due categorie: sistema aperto e sistema chiuso.

Il sistema di drenaggio che prevede lo scarico dell'acqua di piattaforma nel recettore finale tramite manufatti per il controllo qualitativo dell'acqua dilavante la piattaforma è denominato "sistema chiuso" mentre il sistema di drenaggio che prevede lo scarico libero dell'acqua di piattaforma nel recettore finale, senza l'interposizione di presidi idraulici per il trattamento delle acque meteoriche, è denominato "sistema aperto".

Gli ambiti in cui è previsto il sistema di tipo chiuso (costituito dal fosso che funge da sedimentatore e dal manufatto di controllo che funziona da disoleatore) sono stati definiti come segue:

1. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse direttamente o in prossimità di corpi idrici superficiali "*significativi*" e di "*interesse*" inseriti nel PTA;
2. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali sono definiti obiettivi di qualità secondo le Norme del PTA;
3. aree in cui le acque di piattaforma vengono immesse in ricettori per i quali si indicano esigenze di tutela e vincoli stabiliti dagli strumenti di pianificazione provinciale (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – PTCP);
4. zone di protezione delle acque sotterranee nel territorio pedecollinare e di pianura – aree di ricarica (articolo 5.2 delle Norme di Attuazione del PTCP).

Inoltre all'interno delle zone di ricarica delle acque sotterranee il sistema di drenaggio, oltre ad essere chiuso, sarà caratterizzato da fossi di guardia rivestiti in cls per impedire l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Secondo il PTA i corsi idrici superficiali significativi nel nostro caso sono rappresentati dal solo torrente Idice; nella figura seguente si riporta l'estensione delle aree di protezione della falda desunta dal PTCP:

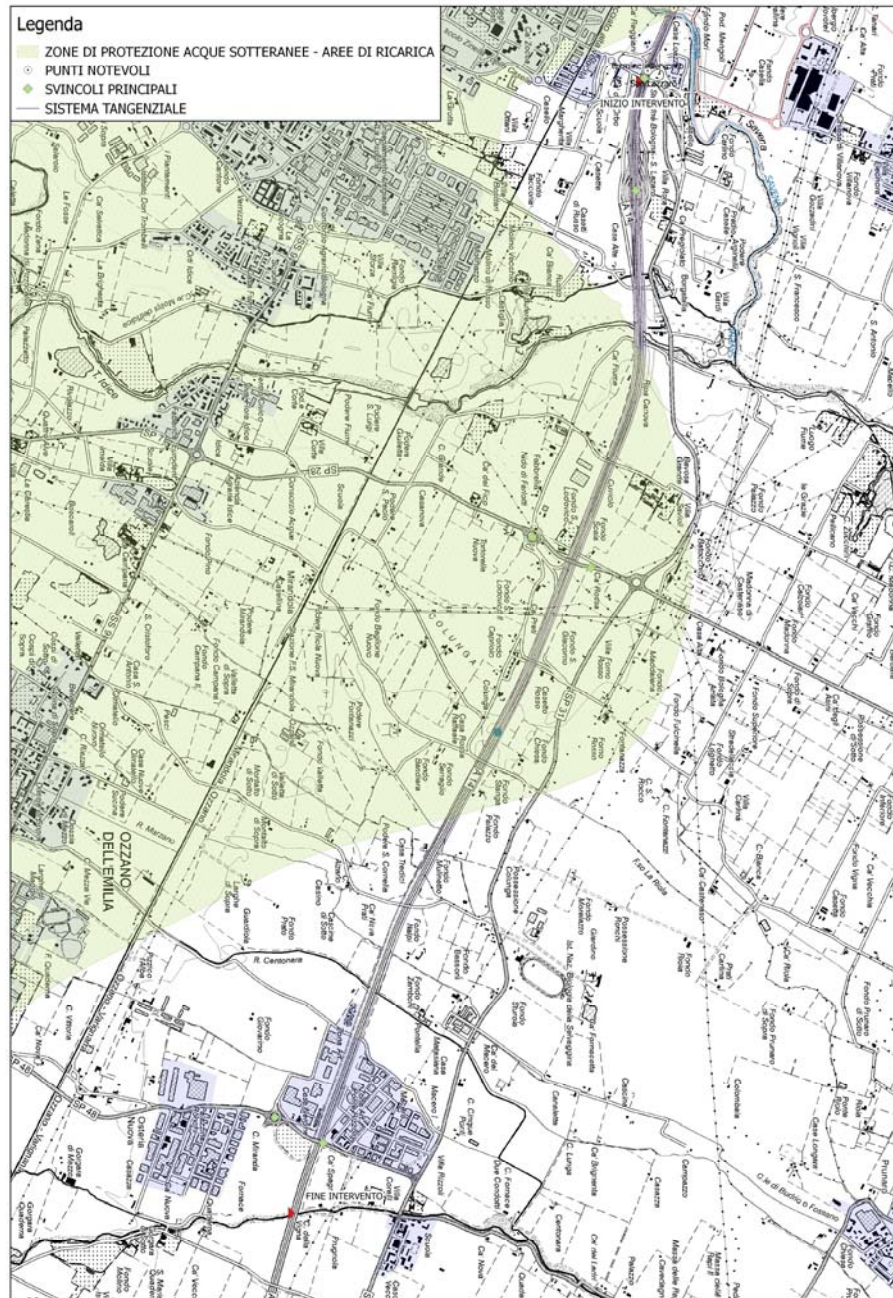


Figura 4-3: Estratto dal PTCP della provincia di Bologna

Di seguito si riporta le tratte in cui è previsto il sistema aperto, il sistema chiuso e dove verranno realizzati i fossi rivestiti a protezione delle aree di ricarica:

- da inizio intervento (Progr. 21+714) fino alla progressiva 23+390 corrispondente al torrente Idice: sistema chiuso con fossi inerbiti (sistema collocato non in zona di protezione ma con recapiti tutti scaricanti in acque superficiali da proteggere);
- parte centrale dalla progressiva 23+390 alla 26+490: sistema chiuso con fossi rivestiti (zona di protezione);

- tratta dalla prog. 26+490 alla 28+374 sistema aperto con fossi inerbiti (tratta fuori dalla zona di protezione).
- tratta terminale dalla prog. 28+374 fino alla fine intervento sistema chiuso con fossi inerbiti (sistema collocato nel raggio di 1 kilometro dal torrente Quaderna, non in zona di protezione ma con recapiti tutti scaricanti in acque superficiali da proteggere).

I manufatti di controllo sopra menzionati potranno essere attrezzati per il solo controllo quantitativo (sistema aperto) o per entrambi gli scopi, effettuando un controllo quali-quantitativo (sistema chiuso); per maggiori dettagli vedi figure seguenti.

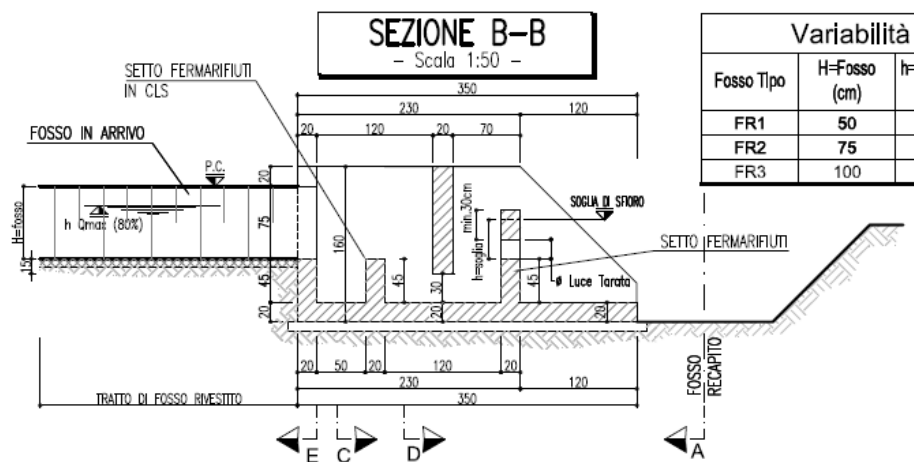


Figura 4-4: Manufatto per il controllo quantitativo e qualitativo – tipo 4.

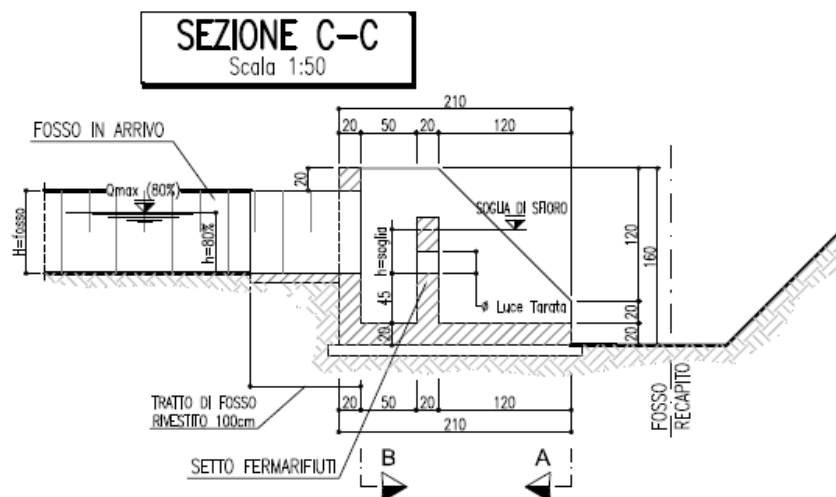


Figura 4-5: Manufatto per il controllo quantitativo – tipo 2.

A titolo informativo, non sono riportati e non stati presi in considerazione i manufatti tipo 1 e tipo 3 in quanto non presenti nella progettazione dell'infrastruttura in oggetto.

4.4 DEFINIZIONE DEI RICETTORI

L'area entro cui si sviluppa il corridoio autostradale di progetto ricade interamente nel bacino idrografico del fiume Reno. Il corso d'acqua principale dell'area è il torrente Idice di competenza dell'AdB Reno.

Per i dettagli su natura, competenza, denominazione e collocazione della rete idraulica esistente, si rimanda alla relazione idrologica e alla tavola IDR0002 (corografia della rete idraulica). Esistono poi altri recettori che nella maggioranza dei casi sono costituiti dalla rete di smaltimento delle acque superficiali di bonifica (di competenza del Consorzio di Bonifica renano) e in misura minore da canali secondari comunali o privati che drenano la viabilità interferente all'asse autostradale.

Nella tabella seguente si elencano i recapiti utilizzati nel presente progetto che sono stati verificati mediante sopralluogo in situ, nel quale si è verificato l'attuale utilizzo per lo smaltimento delle acque di piattaforma della A14 e della tangenziale Sud.

Si adotta per comodità la progressiva della tangenziale che differisce da quella della A14 di 21+627 km.

Tabella 4-2: elenco dei recapiti utilizzati nel presente progetto

Recapito n°	Posizione recapito		Sistema	Tipologia recapito	ENTE GESTORE
	-	[km]			
-	-	[km]	[-]	[-]	[-]
001	N	0+875	chiuso	Fosso esistente	Comune
005	N	0+960	chiuso	Fosso 1	Comune
010	S	0+215	chiuso	Fosso esistente	Comune
015	N-S	1+385	chiuso	Canale Molini - Idice	AdB Reno
020	N	1+750	chiuso	Torrente Idice	AdB Reno
028	N	3+200	chiuso	Fosso esistente	Comune
030	N	3+250	chiuso	Fosso esistente	Comune
035	N	3+915	chiuso	Fosso esistente	Comune
040	N	4+575	chiuso	Scolo Riola (Fosso dei Prati)	Consorzio Renano
045	N	5+050	aperto	Fosso 2	Comune
050	N	5+145	aperto	Canale Budrio	Consorzio Renano
055	N	5+455	aperto	Scolo di Pozzocalvo	Consorzio Renano
057	N	5+700	aperto	Fosso esistente	Comune
060	N	5+985	aperto	Rio Marzano	Consorzio Renano
070	N	6+565	aperto	Fosso esistente	Comune

075	N	6+890	aperto	Fosso Galli	Consorzio Renano
-----	---	-------	--------	-------------	------------------

Tali recapiti sono stati accuratamente censiti. Per essi permane in alcuni casi solo la mancanza di certezza sull'ente gestore ovvero sulla competenza specifica (fossi 1~4).

4.5 METODOLOGIA PROGETTUALE DI DIMENSIONAMENTO

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

4.5.1 Dimensionamento degli elementi di raccolta

Una volta valutata la situazione locale (rilevato, trincea, viadotto...) si definisce l'elemento di raccolta idoneo. Il dimensionamento consiste allora nello stabilire l'interasse delle caditoie (pozzetti di scarico, embrici, caditoie su viadotti, ecc.).

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:

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

con b larghezza della falda, φ 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:

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

dove:

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

$$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$$

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).

4.5.2 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:

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

dove:

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

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

A area bagnata (m^2);

C contorno bagnato (m);

j pendenza media della condotta (m/m);

$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$ 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 dei fossi di guardia aventi lunghezze ridotte si è adottato un tempo di corrivazione fisso pari a 15 minuti.

4.6 ELEMENTI DI RACCOLTA

4.6.1 Sistema di drenaggio in rilevato - Embrici

Nei tratti in rilevato dei rami di svincolo si utilizza come sistema di raccolta gli embrici.

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 1.50 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:

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

$$C = B \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Come ampiezza massima di fascia allagata si è considerato $B=1.50 m$ per i tratti in rettilo e curva e $B=1.50 m$ per i tratti di corsia di accelerazione e decelerazione.

L'interasse massimo degli embrici è comunque stato posto pari a 30 m, non ritenendosi prudente superare tale valore.

4.6.2 Canaletta grigliata continua

La canaletta grigliata è il principale sistema di raccolta dell'acqua di piattaforma ed è adottato lungo il tracciato sia in rilevato che in trincea; tale canaletta è collocata lungo il ciglio della corsia di emergenza della A14 nel punto di compluvio tra dalla carreggiata autostradale e tangenziale.

Quando la canaletta raggiunge il riempimento massimo ammissibile, l'acqua viene scaricata, tramite un pozzetto, ad un collettore in PP che attraversa la sede autostradale (in minima parte) e la tangenziale, scaricando all'esterno.

La canaletta è prefabbricata e realizzata in C.A. ed ha la dimensione interna di 40 x 40 cm con griglia superiore metallica.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 32 cm sui 40 totali (pari all'80%). Con tale riempimento si ha che:

- Area della sezione liquida $A = 0.128 \text{ m}^2$;
- Perimetro bagnato: $P = 1.04 \text{ m}$;
- Raggio idraulico: $R = 0.12308 \text{ m}$;

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Strickler avendo posto come parametro di scabrezza il valore di $K_s = 60$ ($n = 0.0167$) ottenendo:

$$\text{Velocità: } V = K_s R^{2/3} i^{0.5} = 14.846 i^{0.5}$$

$$\text{Portata} = 1900 i^{0.5} \quad [\text{l/s}]$$

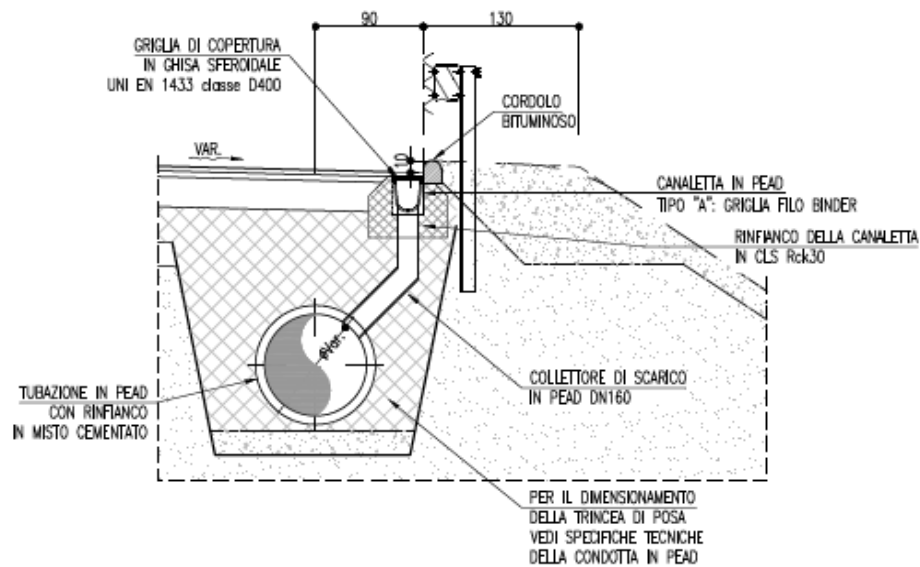
Il tratto massimo di autostrada che la canaletta riesce a drenare è quindi dipendente dalla pendenza e dal rapporto tra la massima portata smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0). Nota la pendenza si ha subito la portata che deve essere compatibile con l'apporto meteorico.

Nelle tabelle di calcolo la canaletta è sempre verificata con scarichi ogni 40 m ad eccezione di alcuni tratti ad interasse minore a causa della bassa pendenza longitudinale. Localmente si possono verificare scarichi ad interasse lievemente maggiore per via della presenza di impedimenti al mantenimento dell'interasse costante. Gli scarichi sono comunque verificati.

4.6.3 Canaletta grigliata puntuale L = 1 m

Negli svincoli con pendenza trasversale posta verso l'interno carreggiata si utilizza come sistema di raccolta la canaletta grigliata puntuale di lunghezza 1 m con scarico ad intervalli regolari in una tubazione sottostante e successivo trasporto nel reticolo con o senza presidio.

SEZIONE TIPO CON SCARICO NELLA TUBAZIONE
LONGITUDINALE



PIANTA

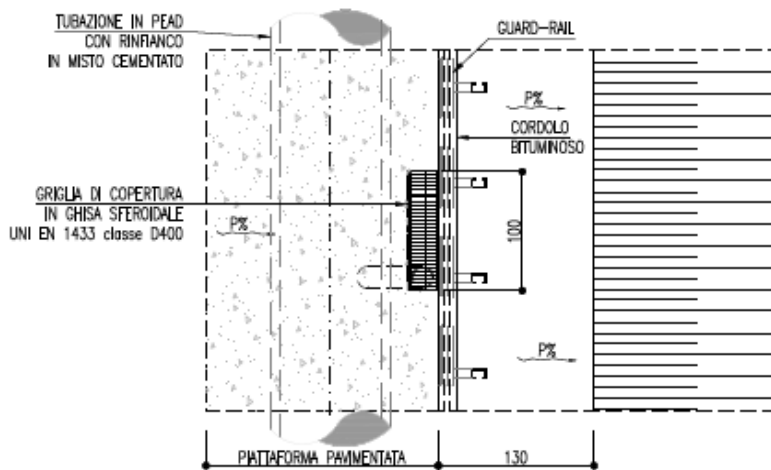


Figura 4-6: Sezione tipo del sistema di drenaggio con canaletta discontinua.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo delle canalette grigliate puntuali in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto delimitato dal cordolo definito al massimo pari a 3.00 m in emergenza e 1 m in corsia.

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:

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

$$C = B \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

L'interasse massimo delle caditoie è comunque stato posto pari a 30 m, non ritenendosi prudente superare tale valore. E' stato posto inoltre un valore limite di portata transitante in carreggiata pari a 18,5 l/s, valore massimo di scarico nei discendenti DN160.

4.7 Drenaggio dei ponti

Nel tratto stradale in progetto sono presenti i seguenti ponti e viadotti:

- Cavalcavia CV001 (di nuova costruzione);
- Ponte Idice (esistente);

Di seguito vengono analizzati separatamente.

4.7.1 Cavalcavia CV001

Il cavalcavia posto alla progressiva 9+650 attraversa ortogonalmente l'autostrada mediante una struttura in acciaio.

Il calcolo del passo fra gli scarichi delle caditoie è funzione della pendenza longitudinale della livelletta stradale pari al minimo di 0.005.

Ammettendo che nella canaletta ideale, formata dalla pavimentazione stradale e dal cordolo dell'impalcato, si instauri un tirante idrico pari a 4 cm, con un allagamento della banchina pari a 1.5 m, la portata massima convogliabile dal bordo stradale è pari a 7.4 l/s (coefficiente di Strickler pari a 70).

Dal rapporto tra la massima portata della canaletta e la portata specifica scolante si ottiene la distanza massima fra i bocchettoni è pari a 30 m (la corsia è di soli 6.5 m).

Le caditoie appena definite scaricano in un collettore sottostante ancorato all'intradosso dell'impalcato in PRFV; i collettori sono due uno per carreggiata.

Le due condotte da 300 mm in PRFV vengono accompagnate sulle spalle e scaricano nei fossi laterali.

La pendenza adottata per dimensionare le tubazioni di scarico in PRFV è il 0.2%.

4.7.2 Ponte sull' Idice

Il ponte sull'Idice inizia alla progressiva 23+326 e finisce alla progressiva 23+454 per uno sviluppo totale di circa 128 m. Il ponte è in rettilineo. La struttura è già stata realizzata ma la parte relativa alla tangenziale non è mai stata utilizzata.

Il progetto idraulico riguarda solo la parte di stretta pertinenza della tangenziale che risulta esterna ed indipendente alla parte di competenza autostradale.

Il calcolo del passo fra gli scarichi delle caditoie è funzione della pendenza longitudinale della livelletta stradale pari a 0.24%.

Ammettendo che nella canaletta ideale, formata dalla pavimentazione stradale e dal cordolo dell'impalcato, si instauri un tirante idrico pari a 5 cm, con un' allagamento della corsia pari a 3.0 m, la portata massima convogliabile dal bordo stradale è pari a 17 l/s.

Dal rapporto tra la massima portata della canaletta e la portata specifica scolante si ottiene la distanza massima fra i bocchettoni del viadotto pari a oltre 25 m (si assumono 15 m).

Le caditoie appena definite scaricano in un collettore sottostante in PRFV da 300 mm ancorato all'intradosso dell'impalcato.

Il sistema di drenaggio è di tipo "chiuso" e l'acqua è convogliata sulle spalle del viadotto per essere poi immessa nel fosso che recapita nell'Idice previo manufatto di controllo tipo 4.

La pendenza adottata per dimensionare le tubazioni di scarico in PRFV è il 0.2%.

4.8 ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO E LAMINAZIONE

4.8.1 Collettori circolari in PEAD e PP

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda l'autostrada sono utilizzati dei collettori in PEAD (Polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (Pr EN 13476-1) per i tubi che longitudinali alla viabilità, mentre collettori in PP (Polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali.

Per il dimensionamento si è considerato il diametro interno (riportato nella tabella 5.1), identico per le due tipologie di tubi precedentemente citati, ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125.

Tabella 4-3: Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m² e in PP SN 16 kN/m²

DN	Spessore	Raggio interno
(mm)	(mm)	(mm)
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5
800	61	339
1000	74	426
1200	85	515

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 0,10% e una velocità minima di 0,5 m/s.

Per evitare che i collettori vadano in pressione si è considerato un riempimento massimo dell'80% corrispondente ad una portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni.

Nelle figure 5.4, 5.5, 5.6 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il riempimento massimo detto in precedenza.

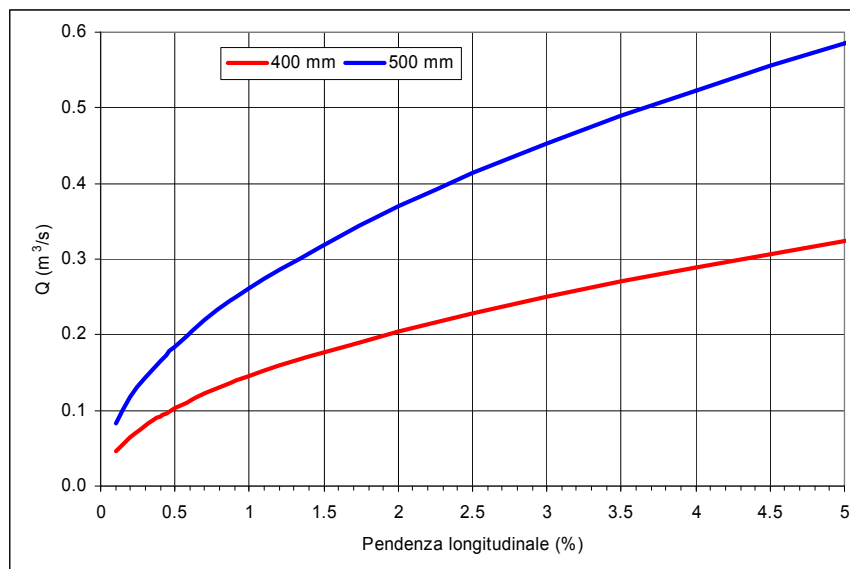


Figura 4-7: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 400 e 500 mm

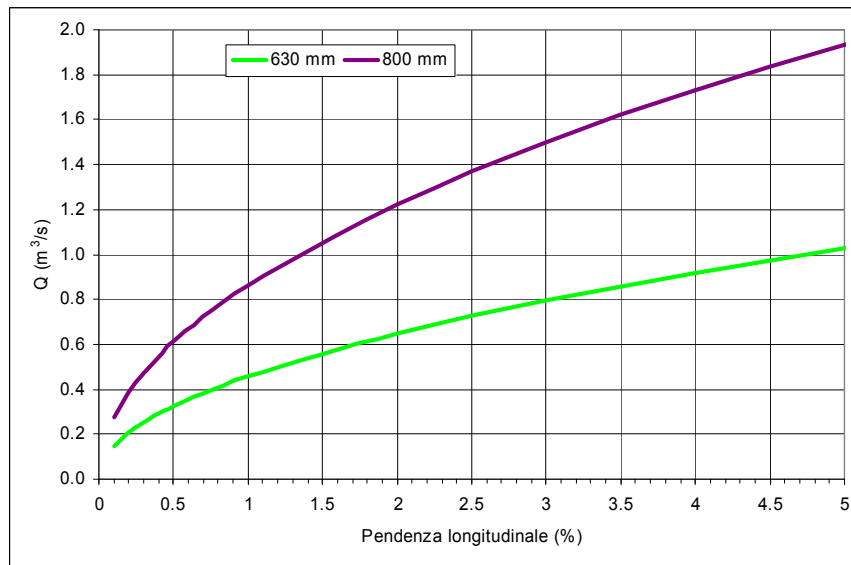


Figura 4-8: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 630 e 800 mm.

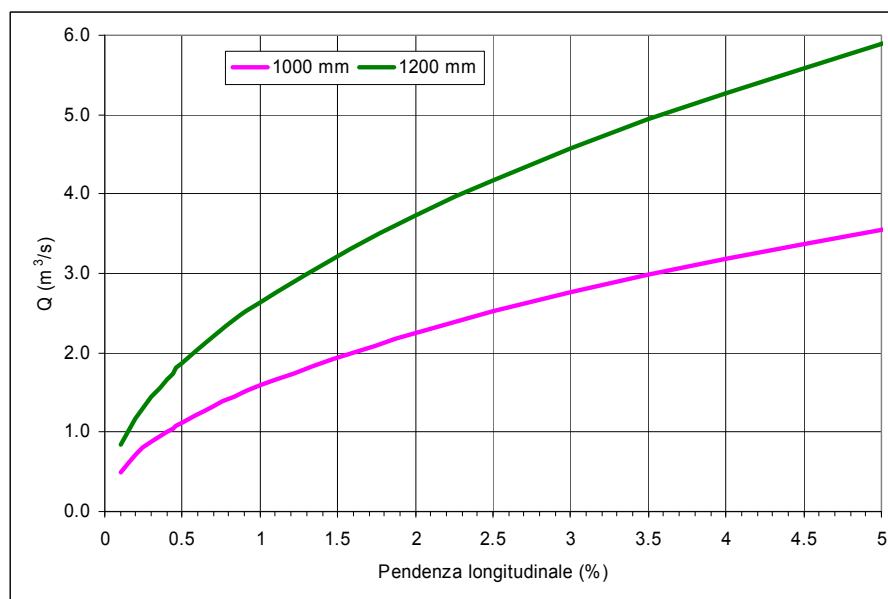


Figura 4-9: Portata massima transitante per collettori circolari in PEAD e PP di diametro 1000 e 1200 mm

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore si è posto pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti.

4.8.2 Adeguamento tombini di attraversamento esistenti

I tombini idraulici passanti esistenti vengono tutti mantenuti ed essendo già predisposti non è necessario un loro allungamento, sono stati altresì correttamente inseriti nella rete di

drenaggio curando la immissione e lo sbocco in modo da raccordarli alla rete dei canali esistente.

Tali elementi sono stati verificati nel caso svolgano una funzione di convogliamento delle acque di drenaggio, mentre nel caso siano solo elementi presenti per garantire la continuità idraulica si è sempre rispettata la dimensione originale.

Nel caso dello Scolo Riola e canale di Budrio in uscita il relativo canale è stato spostato verso nord per evitare l'interferenza con i fossi di guardia (intervento dettagliato in uno stralcio planimetrico).

4.8.3 Fossi di guardia

I fossi di guardia sono di norma di forma trapezia e sono utilizzati quando la sezione stradale è sia in rilevato sia quando è in trincea.

Nel primo caso il fosso è posto al piede del rilevato e serve a convogliare le acque di piattaforma al recapito finale più vicino. Tali fossi sono inerbiti (FI1A-B, FI2 FI3 e FI4) in corrispondenza del sistema aperto e nelle zone di protezione dei recettori (sistema chiuso ma non in protezione di falda), mentre sono rivestiti in calcestruzzo solo in corrispondenza delle zone di protezione della falda (FR1,FR2, FR3 e FR4). L'acqua della piattaforma autostradale è convogliata al fosso attraverso embrici posti a valle delle tubazioni di scarico. Nel punto di scarico dell'embrice è previsto di rivestire il fosso in CLS per evitare l'erosione.

Il tempo di ritorno di progetto è di 25 anni.

Nel caso di sezione in trincea il fosso di guardia è sempre rivestito (FR1 e FR2) ed è posto in sommità alla trincea stessa. La sua funzione è quindi quella di raccogliere l'acqua che drena dal versante sovrastante, onde evitare che questa scenda lungo la trincea erodendola o che possa arrivare alla piattaforma stradale.

Per quanto riguarda il dimensionamento i fossi assolvono alla funzione di invaso di laminazione e sedimentazione.

La sedimentazione si verifica all'interno dei fossi che, per le basse pendenze dell'ordine del 2 per mille, consentono all'acqua di depositare il materiale in sospensione. Infatti i fossi presentano velocità di progetto inferiori a 1 m/s garantendo la sedimentazione degli inquinanti.

4.8.3.1 Criteri di dimensionamento

In conseguenza dell'allargamento autostradale si ha un aumento della portata afferente ai recapiti dovuto all'incremento dell'estensione dell'area impermeabile.

Al fine di limitare le portate scaricate ai ricettori a contributi compatibili con il reticolo si opera la laminazione secondo i criteri definiti dall'Autorità idraulica competente.

Il tratto di autostrada interferisce con il fitto reticolo fognario urbano e con il reticolo dell'autorità di Bacino del fiume Reno.

Per quanto riguarda il Reticolo del Bacino del Fiume Reno i fossi sono dimensionati in modo da recuperare un volume minimo di invaso pari a $500\text{m}^3/(\text{ha})$ di nuova superficie pavimentata.

La determinazione delle dimensioni delle vasche e dei fossi di laminazione 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 nel fosso è pari alla differenza tra la portata entrante dovuta all'evento meteorico riversatosi sulla piattaforma in esame e la portata uscente.

Il dimensionamento dei fossi è stato quindi effettuato imponendo l'equilibrio tra la portata drenata entrante nel fosso e la portata uscente (vincolata per vari motivi), verificando l'instaurarsi di un tirante idrico tale da garantire un franco di sicurezza; il tempo di ritorno adottato è di 25 anni.

Il volume che affluisce nel fosso in funzione del tempo è dato da:

$$V_{\text{affl}} = h A$$

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:

$$V_{\text{defl}} = q t$$

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

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

Per determinare la durata dell'evento meteorico che massimizza il volume da invasare, si impone pari a 0 la derivata, in funzione del tempo, della funzione precedente. Si ottiene quindi:

$$A \frac{a n}{1000} t^{n-1} - q = 0$$

Esplicitando la precedente in funzione del tempo si ha:

$$t^* = \left(\frac{1000 q}{A a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{ore}]$$

Il massimo del volume da invasare è dato quindi da:

$$V_{\max} = A \frac{a}{1000} (t^*)^n - q t^*$$

Si fa notare che l'evento meteorico che massimizza il volume del fosso non è quello che massimizza la portata al colmo (tempo di pioggia uguale al tempo di corrivazione del bacino).

4.9 MANUFATTI DI CONTROLLO

Il manufatto di controllo ha lo scopo di garantire la regolazione o meno delle portate scaricate nei ricettori e il controllo degli oli scaricati. Sono stati previste due tipologie di manufatti: manufatti di controllo in linea (MCL) e manufatti di controllo terminali (MC). I primi sono dei setti posti tra all'interno dei fossi o allo sbocco dei bacini di laminazione che permettono di aumentare la capacità di laminazione. I manufatti terminali invece sono posti prima del corpo recettore.

Per il **controllo qualitativo** le prescrizioni da adottarsi hanno a riferimento soluzioni progettuali in grado di sedimentare e disoleare le acque raccolte prima dell'immissione nel corpo ricettore.

Tale sistema tratta gli oli e i solidi sedimentabili in continuo e pertanto è sottoposta a trattamento l'intera portata e non solo la prima pioggia.

La sedimentazione si verifica all'interno dei fossi che, per le basse pendenze dell'ordine del per mille, consentono all'acqua di depositare il materiale in sospensione. Infatti i fossi presentano velocità di progetto inferiori a 1 m/s garantendo la sedimentazione degli inquinanti.

Al fine di controllare lo scarico degli oli nei ricettori si utilizzano manufatti di controllo che evitano lo sversamento di oli all'interno dei recapiti. Il controllo degli oli immessi nei ricettori è

garantito da un setto disoleatore che impedisce all'olio in superficie di confluire nei recapiti. Infatti l'olio avendo un peso specifico inferiore rispetto all'acqua si stabilisce in superficie ed è intercettato dal setto posto immediatamente a monte dello scarico avente la sommità a quota superiore rispetto al massimo riempimento in progetto.

Per il **controllo quantitativo** si è opportunamente dotato tale manufatto di una bocca tarata di sezione rettangolare di opportune dimensioni ed di una soglia sfiorante posta alla quota di riempimento all'80% del fosso.

La portata è scaricata nei ricettori entro i limiti attraverso il primo organo di controllo. Lo sfioratore è un organo di sicurezza, in caso di ostruzione della bocca tarata.

Fino a che il tirante all'interno dei fossi è inferiore all'altezza del petto della soglia il funzionamento dello scarico è sotto battente.

La portata massima della bocca tarata 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 della bocca e h il carico sulla sezione contratta (baricentro luce rettangolare).

In sintesi si hanno quattro tipologie di manufatti.

Il **tipo 1** non prevede il setto disoleatore e la modulazione della portata scaricata (scarico diretto). Tale tipologia non è prevista nel presente progetto.

Il **tipo 2** prevede la regolazione della portata, poiché scarica nei canali artificiali o in fogna (controllo quantitativo).

Il manufatto presenta una larghezza interna in pianta variabile da 2.00 m a 3.00 m.

La regolazione della portata avviene attraverso una bocca tarata di sezione rettangolare di superficie variabile a seconda della laminazione (e conseguente portata rilasciata) richiesta.

Le dimensioni variano da sezioni di 0.10 x 0.10 (luce minima) e 0.54 x 0.35 (luce massima).

Nel primo caso, ipotizzando un carico sulla sezione contratta pari a 0.55 m (situazione più sfavorevole) si ottiene che la portata rilasciata è la seguente:

$$Q = C_q A (2 g h)^{0.5} = 1000 * 0.6 * (0.10 * 0.10) * (2 * 9.81 * 0.55)^{0.5} = 20 \text{ l/s}$$

In caso di luce massima, la portata rilasciata è la seguente ($h = 0.65$ m):

$$Q = C_q A (2 g h)^{0.5} = 1000 * 0.6 * (0.54 * 0.35) * (2 * 9.81 * 0.65)^{0.5} = 404 \text{ l/s}$$

Il **tipo 3** prevede il solo setto disoleatore senza regolazione della portata (controllo quantitativo). Tale tipologia non è presente nell'infrastruttura in progetto.

Il **tipo 4** prevede sia la regolazione della portata, per il controllo della laminazione, sia il setto disoleatore (controllo quali-quantitativo).

Il manufatto presenta una larghezza interna in pianta variabile da 1.50 m a 3.00 m.

La regolazione della portata avviene attraverso una bocca tarata di sezione rettangolari le cui dimensioni sono pari a quelle del tipo 2.

La lama disoleatrice posta a monte dello scarico consente il passaggio della portata di progetto. In caso di ostruzione della bocca tarata, quando il tirante supera tale l'altezza, il funzionamento è a stramazzo.

In corrispondenza della portata di progetto il manufatto è in grado di scaricare, a pieno riempimento, tale portata con funzionamento a stramazzo, senza che il fosso esondi nelle campagne circostanti.

La portata massima della soglia sfiorante può essere calcolata con la formula del funzionamento dello sfioratore:

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

Essendo $m = 0.385$ per la larga soglia e $m = 0.415$ per lo stramazzo trapezio, L la lunghezza della soglia sfiorante e h il carico sullo sfioratore corrispondente al riempimento del fosso all'80%.

APPENDICE A:

VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA CENTRALE (SPARTITRAFFICO TRA A14 E TANGENZIALE) – CANALETTA GRIGLIATA CONTINUA

Parametri l.p.p.		Dati canaletta																	
a	n	A	C																
45.52	0.515	0.128	1.04	PK in	PK out	L	i long	b	i trasv	direzione drenaggio	i eff	L eff	α	tpc	q0	p	Q canal grigl.	Qmax/q0	i attrav.
				[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m]		[min]	[l/s/m]	[mm/h]	[l/s]	[m]	[m]
1115.000	1208.885	93.885	3.50%	13.1	2.50%	S	4.30%	22.54	11.22	4.42	0.587	161.33	355.51	606	40				
1208.885	1397.490	188.605	0.52%	27.1	2.50%	S	2.55%	27.68	4.33	5.82	1.062	141.08	137.03	129	40				
1397.490	1466.910	69.420	0.23%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.21	2.88	5.81	1.063	141.27	91.13	86	40				
1466.910	1498.261	31.351	0.77%	27.1	2.50%	S	2.62%	28.36	5.26	5.85	1.060	140.80	166.75	157	40				
1498.261	1626.443	128.182	0.52%	27.1	2.50%	S	2.55%	27.68	4.33	5.82	1.062	141.08	137.03	129	40				
1626.443	1657.630	31.187	0.09%	27.1	2.50%	S	2.50%	27.12	1.80	5.80	1.064	141.31	57.01	54	40				
1657.630	1676.443	18.813	0.09%	27.1	2.50%	S	2.50%	27.12	1.80	5.80	1.064	141.31	57.01	54	40				
1676.443	1727.564	51.121	0.28%	27.1	2.50%	N	2.52%	27.27	3.17	5.81	1.063	141.25	100.55	95	40				
1727.564	1784.530	56.966	0.24%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.22	2.94	5.81	1.063	141.27	93.09	88	40				
1784.530	1836.445	51.915	0.24%	11.6	2.50%	S	2.51%	11.65	2.94	3.80	0.559	173.54	93.09	166	40				
1836.445	1872.089	35.644	0.78%	11.6	2.50%	S	2.62%	12.15	5.30	3.83	0.557	172.96	167.83	301	40				
1872.089	1923.789	51.700	0.25%	11.6	4.81%	N	4.82%	11.62	3.00	3.05	0.622	192.96	95.01	153	40				
1923.789	2008.989	85.200	0.01%	11.6	4.81%	N	4.81%	11.60	0.60	3.05	0.622	192.98	19.00	31	30				
2008.989	2051.611	42.622	0.22%	11.6	4.81%	S	4.82%	11.61	2.81	3.05	0.622	192.96	89.13	143	40				
2051.611	2081.211	29.600	0.68%	11.6	4.81%	N	4.86%	11.72	4.95	3.06	0.621	192.83	156.70	252	40				
2081.211	2127.293	46.082	0.20%	11.6	4.81%	N	4.81%	11.61	2.68	3.05	0.622	192.97	84.98	137	40				
2127.293	2178.048	50.755	0.22%	11.6	4.81%	N	4.82%	11.61	2.81	3.05	0.622	192.96	89.13	143	40				
2178.048	2267.183	89.135	0.49%	11.6	4.81%	N	4.83%	11.66	4.20	3.06	0.622	192.90	133.02	214	40				

2267.183	2335.529	68.346	0.05%	11.6	4.81%	N	4.81%	11.60	1.34	3.05	0.622	192.98	42.49	68	40
2335.529	2386.979	51.450	0.32%	11.6	4.81%	N	4.82%	11.63	3.39	3.05	0.622	192.94	107.49	173	40
2386.979	2425.000	38.021	0.83%	11.6	2.50%	N	2.63%	12.22	5.47	3.83	0.557	172.87	173.12	311	40
2425.000	2538.831	113.831	0.83%	27.1	2.50%	N	2.63%	28.55	5.47	5.85	1.059	140.72	173.12	163	40
2538.831	2722.243	183.412	0.49%	27.1	2.50%	N	2.55%	27.62	4.20	5.82	1.062	141.10	133.02	125	40
2722.243	2851.635	129.392	0.15%	27.1	2.50%	N	2.50%	27.15	2.32	5.81	1.064	141.30	73.60	69	40
2851.635	2981.722	130.087	0.10%	27.1	2.50%	S	2.50%	27.12	1.90	5.80	1.064	141.31	60.09	56	40
2981.722	3156.536	174.814	0.33%	27.1	2.50%	S	2.52%	27.34	3.45	5.81	1.063	141.22	109.16	103	40
3156.536	3314.062	157.526	0.20%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.19	2.68	5.81	1.064	141.28	84.98	80	40
3314.062	3564.861	250.799	0.19%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.18	2.62	5.81	1.064	141.29	82.83	78	40
3564.861	3698.068	133.207	0.02%	27.1	2.50%	N	2.50%	27.10	0.85	5.80	1.064	141.32	26.87	25	20
3698.068	3795.311	97.243	0.17%	11.6	2.50%	N	2.51%	11.63	2.47	3.80	0.559	173.57	78.35	140	40
3795.311	4032.523	237.212	0.41%	11.6	2.50%	S	2.53%	11.75	3.84	3.81	0.559	173.42	121.68	218	40
4032.523	4300.933	268.410	0.37%	11.6	2.50%	S	2.53%	11.73	3.65	3.80	0.559	173.45	115.59	207	40
4300.933	4386.579	85.646	0.69%	11.6	2.50%	S	2.59%	12.03	4.98	3.82	0.558	173.09	157.85	283	40
4386.579	4462.466	75.887	1.13%	11.6	2.50%	S	2.74%	12.73	6.38	3.86	0.555	172.31	202.00	364	40
4462.466	4475.000	12.534	0.63%	11.6	2.50%	S	2.58%	11.96	4.76	3.82	0.558	173.17	150.83	270	40
4475.000	4578.668	103.668	0.63%	27.1	2.50%	S	2.58%	27.95	4.76	5.83	1.061	140.97	150.83	142	40
4578.668	4648.342	69.674	0.80%	27.1	2.50%	S	2.62%	28.45	5.37	5.85	1.060	140.76	169.96	160	40
4648.342	4814.300	165.958	0.18%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.17	2.55	5.81	1.064	141.29	80.62	76	40
4814.300	5089.329	275.029	0.54%	27.1	2.50%	S	2.56%	27.72	4.41	5.83	1.062	141.06	139.64	132	40
5089.329	5139.559	50.230	0.65%	27.1	2.50%	S	2.58%	28.00	4.84	5.84	1.061	140.95	153.20	144	40
5139.559	5321.686	182.127	0.33%	27.1	2.50%	S	2.52%	27.34	3.45	5.81	1.063	141.22	109.16	103	40
5321.686	5476.598	154.912	0.44%	27.1	2.50%	S	2.54%	27.52	3.98	5.82	1.063	141.14	126.05	119	40
5476.598	5562.401	85.803	0.29%	27.1	3.47%	S	3.48%	27.19	3.23	5.21	1.121	148.97	102.33	91	40
5562.401	5691.603	129.202	0.05%	15.6	3.47%	N	3.47%	15.60	1.39	3.95	0.738	170.36	44.16	60	60
5691.603	5798.925	107.322	0.63%	15.6	3.47%	N	3.53%	15.86	4.76	3.96	0.737	170.14	150.83	205	40

5798.925	5882.762	83.837	0.34%	15.6	3.47%	N	3.49%	15.67	3.50	3.95	0.738	170.30	110.80	150	40
5882.762	5976.328	93.566	0.53%	27.1	3.47%	N	3.51%	27.41	4.37	5.21	1.121	148.87	138.34	123	40
5976.328	6107.869	131.541	0.78%	27.1	2.50%	N	2.62%	28.39	5.30	5.85	1.060	140.79	167.83	158	40
6107.869	6196.344	88.475	0.77%	27.1	2.50%	N	2.62%	28.36	5.26	5.85	1.060	140.80	166.75	157	40
6196.344	6260.735	64.391	0.83%	27.1	2.50%	N	2.63%	28.55	5.47	5.85	1.059	140.72	173.12	163	40
6260.735	6337.726	76.991	0.18%	27.1	2.50%	N	2.51%	27.17	2.55	5.81	1.064	141.29	80.62	76	40
6337.726	6436.134	98.408	0.05%	27.1	2.50%	S	2.50%	27.11	1.34	5.80	1.064	141.32	42.49	40	40
6436.134	6568.322	132.188	0.62%	27.1	2.50%	S	2.58%	27.92	4.72	5.83	1.061	140.98	149.63	141	40
6568.322	6719.963	151.641	1.52%	27.1	2.50%	S	2.93%	31.72	7.40	5.96	1.050	139.53	234.28	223	40
6719.963	6803.888	83.925	1.14%	27.1	2.50%	S	2.75%	29.78	6.41	5.90	1.056	140.24	202.89	192	40
6803.888	6894.415	90.527	0.67%	27.1	2.50%	S	2.59%	28.06	4.91	5.84	1.061	140.92	155.54	147	40
6894.415	6975.075	80.660	0.17%	27.1	2.50%	S	2.51%	27.16	2.47	5.81	1.064	141.29	78.35	74	40
6975.075	7284.879	309.804	0.26%	27.1	2.50%	N	2.51%	27.25	3.06	5.81	1.063	141.26	96.89	91	40
7284.879	7397.057	112.178	0.33%	27.1	2.50%	N	2.52%	27.34	4.02	5.81	1.063	141.22	230.91	217	40
7397.057	7533.170	136.113	1.30%	31.6	2.50%	N	2.82%	35.62	7.98	6.39	1.184	134.84	458.31	387	40
7533.170	7575.524	42.354	1.30%	27.1	2.50%	N	2.82%	30.54	7.98	5.92	1.054	139.96	458.31	435	40

APPENDICE B:

VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MARGINALE – EMBRICI

Carreggiata	PK in	PK out	b	i long	i trasv	i eff	L eff	C	α	tpc	q0	p	L fascia invasa	Qmax bordo carreggiata	Qmax/q0	L assunto
			[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]	[-]	[min]	[l/s/m]	[mm/h]	[m]	[l/s]	[m]	[m]
N	1075	1208	11.6	3.50%	7.00%	7.83%	12.97	1	13.10	3.00	0.626	194.24	3	162.33	30	30
N	1208	1325	11.6	0.52%	2.50%	2.55%	11.85	1	5.05	3.81	0.557	172.97	3	62.57	30	30
N	5620	5800	11.6	0.05%	2.50%	2.50%	11.60	1	1.57	3.80	0.558	173.26	3	19.40	30	30
N	Svincolo Borgatella - Asse A-B		10.4	0.15%	2.50%	2.50%	10.42	1	2.71	3.60	0.514	177.89	1	33.61	30	30
N	Svincolo Borgatella - Asse D		7.4	2.28%	2.50%	3.38%	10.02	1	10.57	3.19	0.388	188.55	1	131.02	30	30
N	Svincolo Borgatella - Asse D		13.7	0.94%	2.50%	2.67%	14.64	1	6.79	4.17	0.630	165.52	1	84.13	30	30
N	Svincolo Borgatella - Asse D		11.2	4.00%	2.50%	4.72%	21.13	1	14.00	4.15	0.516	166.00	1	173.54	30	30
S	Svincolo Borgatella - Asse D		11.2	4.00%	2.50%	4.72%	21.13	1	14.00	4.15	0.516	166.00	1	173.54	30	30
S	Svincolo Borgatella - Asse E		12.2	0.31%	2.50%	2.52%	12.29	1	3.90	3.90	0.580	171.05	1	48.31	30	30
S	Svincolo Borgatella - Asse F		13.1	0.11%	2.50%	2.50%	13.11	1	2.32	4.04	0.612	168.21	1	28.78	30	30
S	Svincolo Borgatella - Asse G		6.6	0.48%	2.50%	2.55%	6.72	1	4.85	3.00	0.356	194.24	1	60.12	30	30
N	Svincolo Idice - Asse A		5.3	2.79%	2.50%	3.75%	7.94	1	11.69	3.00	0.286	194.24	1	144.93	30	30
N	Svincolo Idice - Asse A		10.2	0.64%	2.50%	2.58%	10.53	1	5.60	3.58	0.505	178.29	1	69.42	30	30
N	Svincolo Idice - Asse A		8.2	0.03%	2.50%	2.50%	8.20	1	1.21	3.19	0.429	188.47	1	15.03	30	30
N	Svincolo Ponte Rizzoli - Asse A		10.5	2.00%	2.50%	3.20%	13.45	1	9.90	3.76	0.507	173.99	1	122.71	30	30
N	Svincolo Ponte Rizzoli - Asse A		10.5	0.26%	2.50%	2.51%	10.56	1	3.57	3.62	0.517	177.42	1	44.24	30	30
N	Svincolo Ponte Rizzoli - Asse A		12.1	1.10%	2.50%	2.73%	13.22	1	7.34	3.94	0.572	170.28	1	91.01	30	30
N	Svincolo Ponte Rizzoli - Asse A		10.5	0.37%	2.50%	2.53%	10.61	1	4.26	3.62	0.517	177.34	1	52.78	30	30
N	Rotatoria Ponte Rizzoli - Asse RM1		9	0.38%	2.50%	2.53%	9.10	1	4.32	3.35	0.460	184.09	1	53.49	30	30
N	Rotatoria Ponte Rizzoli - Asse RM2		7.6	0.82%	2.50%	2.63%	8.00	1	6.34	3.10	0.404	191.18	1	78.57	30	30

N	Rotatoria Ponte Rizzoli - Asse RM3	10.3	2.00%	2.50%	3.20%	13.19	1	9.90	3.73	0.500	174.80	1	122.71	30	30
---	------------------------------------	------	-------	-------	-------	-------	---	------	------	-------	--------	---	--------	----	-----------

APPENDICE C:

VERIFICHE ELEMENTI DI RACCOLTA MISTA – CANALETTA GRIGLIATA PUNTUALE L = 1m

PK in	PK out	b	i long	i trasv	i eff	L eff	C	α	tpc	q0	p	L fascia invasa	A	C	Qmax bordo carreggiata	Qmax/q0	L assunto
		[m]	[-]	[-]	[-]	[m]	[-]	[-]	[min]	[l/s/m]	[mm/h]	[m]	[mq]	[m]	[l/s]	[m]	[m]
Sv. Borgatella - Asse A		8	0.75%	7.00%	7.04%	8.05	1	6.06	3.00	0.432	194.24	1	0.0350	1.0724	18.50	30	30
Sv. Borgatella - Asse A		8	2.43%	7.00%	7.41%	8.47	1	10.91	3.00	0.432	194.24	1	0.0350	1.0724	18.50	30	30
Sv. Borgatella - Asse A		8	2.74%	7.00%	7.52%	8.59	1	11.59	3.00	0.432	194.24	1	0.0350	1.0724	18.50	30	30
Sv. Borgatella - Asse B		6	5.00%	2.50%	5.59%	13.42	1	15.65	3.12	0.317	190.50	3	0.1125	3.0759	18.50	30	30
Sv. Borgatella - Asse B		6	0.49%	5.00%	5.02%	6.03	1	4.90	3.00	0.324	194.24	1	0.0250	1.0512	10.13	30	30
Sv. Borgatella - Asse B		18	0.59%	2.50%	2.57%	18.49	1	5.38	4.75	0.777	155.41	3	0.1125	3.0759	18.50	24	20
600.00	660.83	10.8	0.01%	3.50%	3.50%	10.80	1	0.70	3.28	0.558	186.15	3	0.1575	3.1068	15.10	27	25
660.83	750.00	10.8	3.50%	3.50%	4.95%	15.27	1	13.10	3.47	0.543	181.00	3	0.1575	3.1068	18.50	30	25
750.00	975.00	13.6	3.50%	3.50%	4.95%	19.23	1	13.10	3.89	0.647	171.16	1	0.0175	1.0356	15.09	23	20
975.00	1075.00	12.6	3.50%	3.50%	4.95%	17.82	1	13.10	3.75	0.610	174.36	3	0.1575	3.1068	18.50	30	30

APPENDICE D1:

VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO A14 – TUBAZIONI TRASVERSALI DI COLLEGAMENTO CANALETTA GRIGLIATA
CONTINUA CON FOSSI

PK in	PK out	L	i long	b	i trasv	i eff	L eff	α	tpc	q0	i attrav.	Qscarico	D. tub.	Rint.	i scarico	h (80%)	A	C	Qmax tub.
[m]	[m]	[m]	[-]	[m]	[-]	[-]	[m]		[min]	[l/s/m]	[m]	[l/s]	[mm]	[m]	[-]	[m]	[mq]	[m]	[l/s]
1115.000	1208.885	93.885	3.50%	13.1	2.50%	4.30%	22.54	11.22	4.42	0.59	40	23.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1208.885	1397.490	188.605	0.52%	27.1	2.50%	2.55%	27.68	4.33	5.82	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1397.490	1466.910	69.420	0.23%	27.1	2.50%	2.51%	27.21	2.88	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1466.910	1498.261	31.351	0.77%	27.1	2.50%	2.62%	28.36	5.26	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1498.261	1626.443	128.182	0.52%	27.1	2.50%	2.55%	27.68	4.33	5.82	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1626.443	1657.630	31.187	0.09%	27.1	2.50%	2.50%	27.12	1.80	5.80	1.06	40	42.6	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1657.630	1676.443	18.813	0.09%	27.1	2.50%	2.50%	27.12	1.80	5.80	1.06	40	42.6	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1676.443	1727.564	51.121	0.28%	27.1	2.50%	2.52%	27.27	3.17	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1727.564	1784.530	56.966	0.24%	27.1	2.50%	2.51%	27.22	2.94	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1784.530	1836.445	51.915	0.24%	11.6	2.50%	2.51%	11.65	2.94	3.80	0.56	40	22.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1836.445	1872.089	35.644	0.78%	11.6	2.50%	2.62%	12.15	5.30	3.83	0.56	40	22.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1872.089	1923.789	51.700	0.25%	11.6	4.81%	4.82%	11.62	3.00	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
1923.789	2008.989	85.200	0.01%	11.6	4.81%	4.81%	11.60	0.60	3.05	0.62	30	18.7	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2008.989	2051.611	42.622	0.22%	11.6	4.81%	4.82%	11.61	2.81	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2051.611	2081.211	29.600	0.68%	11.6	4.81%	4.86%	11.72	4.95	3.06	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2081.211	2127.293	46.082	0.20%	11.6	4.81%	4.81%	11.61	2.68	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2127.293	2178.048	50.755	0.22%	11.6	4.81%	4.82%	11.61	2.81	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2178.048	2267.183	89.135	0.49%	11.6	4.81%	4.83%	11.66	4.20	3.06	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2267.183	2335.529	68.346	0.05%	11.6	4.81%	4.81%	11.60	1.34	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2335.529	2386.979	51.450	0.32%	11.6	4.81%	4.82%	11.63	3.39	3.05	0.62	40	24.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92

2386.979	2425.000	38.021	0.83%	11.6	2.50%	2.63%	12.22	5.47	3.83	0.56	40	22.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2425.000	2538.831	113.831	0.83%	27.1	2.50%	2.63%	28.55	5.47	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2538.831	2722.243	183.412	0.49%	27.1	2.50%	2.55%	27.62	4.20	5.82	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2722.243	2851.635	129.392	0.15%	27.1	2.50%	2.50%	27.15	2.32	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2851.635	2981.722	130.087	0.10%	27.1	2.50%	2.50%	27.12	1.90	5.80	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
2981.722	3156.536	174.814	0.33%	27.1	2.50%	2.52%	27.34	3.45	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
3156.536	3314.062	157.526	0.20%	27.1	2.50%	2.51%	27.19	2.68	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
3314.062	3564.861	250.799	0.19%	27.1	2.50%	2.51%	27.18	2.62	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
3564.861	3698.068	133.207	0.02%	27.1	2.50%	2.50%	27.10	0.85	5.80	1.06	20	21.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
3698.068	3795.311	97.243	0.17%	11.6	2.50%	2.51%	11.63	2.47	3.80	0.56	40	22.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
3795.311	4032.523	237.212	0.41%	11.6	2.50%	2.53%	11.75	3.84	3.81	0.56	40	22.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4032.523	4300.933	268.410	0.37%	11.6	2.50%	2.53%	11.73	3.65	3.80	0.56	40	22.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4300.933	4386.579	85.646	0.69%	11.6	2.50%	2.59%	12.03	4.98	3.82	0.56	40	22.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4386.579	4462.466	75.887	1.13%	11.6	2.50%	2.74%	12.73	6.38	3.86	0.56	40	22.2	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4462.466	4475.000	12.534	0.63%	11.6	2.50%	2.58%	11.96	4.76	3.82	0.56	40	22.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4475.000	4578.668	103.668	0.63%	27.1	2.50%	2.58%	27.95	4.76	5.83	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4578.668	4648.342	69.674	0.80%	27.1	2.50%	2.62%	28.45	5.37	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4648.342	4814.300	165.958	0.18%	27.1	2.50%	2.51%	27.17	2.55	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
4814.300	5089.329	275.029	0.54%	27.1	2.50%	2.56%	27.72	4.41	5.83	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5089.329	5139.559	50.230	0.65%	27.1	2.50%	2.58%	28.00	4.84	5.84	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5139.559	5321.686	182.127	0.33%	27.1	2.50%	2.52%	27.34	3.45	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5321.686	5476.598	154.912	0.44%	27.1	2.50%	2.54%	27.52	3.98	5.82	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5476.598	5562.401	85.803	0.29%	27.1	3.47%	3.48%	27.19	3.23	5.21	1.12	40	44.9	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5562.401	5691.603	129.202	0.05%	31.6	3.47%	3.47%	31.60	1.34	5.62	1.26	30	37.8	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5691.603	5798.925	107.322	0.63%	31.6	3.47%	3.53%	32.12	4.76	5.63	1.26	40	50.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5798.925	5882.762	83.837	0.34%	31.6	3.47%	3.49%	31.75	3.50	5.62	1.26	40	50.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
5882.762	5976.328	93.566	0.53%	27.1	3.47%	3.51%	27.41	4.37	5.21	1.12	40	44.8	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92

5976.328	6107.869	131.541	0.78%	27.1	2.50%	2.62%	28.39	5.30	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6107.869	6196.344	88.475	0.77%	27.1	2.50%	2.62%	28.36	5.26	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6196.344	6260.735	64.391	0.83%	27.1	2.50%	2.63%	28.55	5.47	5.85	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6260.735	6337.726	76.991	0.18%	27.1	2.50%	2.51%	27.17	2.55	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6337.726	6436.134	98.408	0.05%	27.1	2.50%	2.50%	27.11	1.34	5.80	1.06	40	42.6	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6436.134	6568.322	132.188	0.62%	27.1	2.50%	2.58%	27.92	4.72	5.83	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6568.322	6719.963	151.641	1.52%	27.1	2.50%	2.93%	31.72	7.40	5.96	1.05	40	42.0	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6719.963	6803.888	83.925	1.14%	27.1	2.50%	2.75%	29.78	6.41	5.90	1.06	40	42.2	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6803.888	6894.415	90.527	0.67%	27.1	2.50%	2.59%	28.06	4.91	5.84	1.06	40	42.4	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6894.415	6975.075	80.660	0.17%	27.1	2.50%	2.51%	27.16	2.47	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
6975.075	7284.879	309.804	0.26%	27.1	2.50%	2.51%	27.25	3.06	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
7284.879	7397.057	112.178	0.33%	27.1	2.50%	2.52%	27.34	4.02	5.81	1.06	40	42.5	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
7397.057	7533.170	136.113	1.30%	31.6	2.50%	2.82%	35.62	7.98	6.39	1.18	40	47.3	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92
7533.170	7575.524	42.354	1.30%	27.1	2.50%	2.82%	30.54	7.98	5.92	1.05	40	42.1	400	0.1735	1.00%	0.28	0.08	0.77	144.92

APPENDICE D2:

VERIFICHE ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO MARGINALE – TUBAZIONI LONGITUDINALI DI CONVOGLIAMENTO CANALETTE

PUNTUALI L = 1m

i long tub.	De	Ri	h (80%)	Φ	A	C	Qmax tub.	Q max * p/Q disc	Lunghezza massima tratta	Verifica
[-]	[m]	[m]	[m]	[rad]	[mq]	[m]	[l/s]	[m]	[m]	[m]
0.75%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	125.50	291	121	OK
2.43%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	225.90	523	121	OK
2.74%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	239.88	556	121	OK
5.00%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	324.05	1021	54	OK
0.49%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	101.44	313	59	OK
0.59%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	111.31	143	121	OK
0.10%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	45.83	82	62	OK
3.50%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	271.12	499	146	OK
3.50%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	271.12	419	123	OK
3.50%	400	0.1735	0.28	4.43	0.08	0.77	271.12	444	101	OK

APPENDICE E:

ELEMENTI DI LAMINAZIONE E CONTROLLO QUALI – QUANTITATIVO – RECAPITI

Recapito n°	Posizione recapito		Tipologia fossi	Sistema	Tipologia recapito	Superficie totale netta	Superficie ampliamento	Volume da criterio AdB	Volume laminazione effettivo	Portata totale di piattaforma	Portata scaricata a seguito di laminazione
	-	[km]									
001	N	0+875	FI2	aperto	Fosso esistente	4200	3034	152	166	104	29
005	N	0+960	FI2	aperto	Fosso esistente	2948	872	44	65	73	51
010	S	0+215	FI2	aperto	Fosso esistente	11545	3810	191	462	286	192
015	N-S	1+385	FI2	chiuso	Canale Molini - Idice	22394	8729	436	631	555	338
020	N	1+750	FI4 - FR4	chiuso	Torrente Idice	23441	11802	590	761	581	288
028	N	3+200	FR2	chiuso	Fosso esistente	17532	8440	422	619	434	225
030	N	3+250	FR2 - FR3	chiuso	Fosso esistente	10039	4148	207	335	249	146
035	N	3+915	FR3	chiuso	Fosso esistente	18560	7120	356	668	460	283
040	N	4+575	FR3	chiuso	Scolo Riola	13452	7557	378	735	333	146
045	N	5+050	FR3 - FI3	aperto	Fosso esistente	12748	4602	230	320	316	202
050	N	5+145	FI3	aperto	Canale Budrio	7768	2782	139	186	192	123
055	N	5+455	FI4	aperto	Scolo di Pozzocalvo	11551	2337	117	273	286	182
057	N	5+700	FI3	aperto	Fosso esistente	2013	746	37	58	50	31
060	N	5+985	FI3	aperto	Rio Marzano	19015	6480	324	472	471	310
070	N	6+565	FI3	aperto	Fosso esistente	8374	2727	136	211	207	140

075	N	6+890	FI3	aperto	Fosso Galli	24586	8385	419	494	609	401
-----	---	-------	-----	--------	-------------	-------	------	-----	-----	-----	-----