

IL CONCEDENTE

IL CONCESSIONARIO



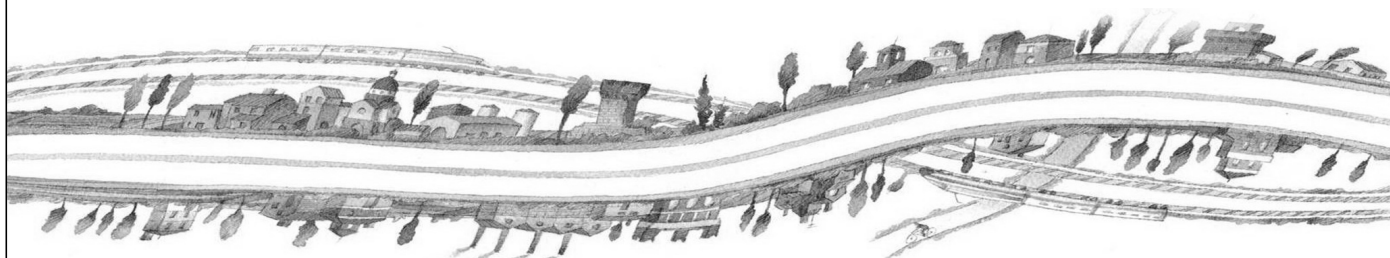
# AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

## PROGETTO DEFINITIVO

**VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE D04-08 (ex 1FE)**  
**Raccordo Bondeno-Cento-Autostrada Cispadana**  
 IDROLOGIA E IDRAULICA VIABILITA' DI ADDUZIONE 1FE  
 IDRAULICA DI PIATTAFORMA - D05 (ex 1FE - TRATTO C)

### RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA



IL PROGETTISTA

**Alpina** S.p.A.  
 Dott. Ing. Marco Bonfanti  
 Ordine Ingegneri di Milano  
 n. A 23384

RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
 PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi  
 Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale  
 Cispadana S.p.A.  
 IL PRESIDENTE  
 Graziano Pattuzzi

*G. Pattuzzi*

G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	EMISSIONE	Ing. Maddalena	Ing. Bonfanti	Ing. Salsi
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
5357	PD	0	D05	DWP05	C	WW	RI	01	A

DATA: MAGGIO 2012

SCALA: -

## I N D I C E

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. CRITERI PROGETTUALI ED ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI .....</b>	<b>5</b>
<b>4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....</b>	<b>6</b>
<b>5. INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI E DEI LIMITI DI PORTATA .....</b>	<b>8</b>
<b>6. ANALISI IDROLOGICHE .....</b>	<b>15</b>
6.1. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia da 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 12 e 24 ore .....	15
6.2. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia inferiori a 1 ora.....	17
<b>7. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>19</b>
7.1. Calcolo del velo idrico sulla piattaforma stradale .....	19
7.2. Calcolo del coefficiente di deflusso .....	20
7.3. Dimensionamento degli elementi di drenaggio .....	21
7.4. Canaletta ad embrice.....	22
7.5. Pozzetti caditoia.....	22
7.6. Dimensionamento dei bocchettoni .....	23
7.7. Verifica degli elementi di margine.....	23
7.8. Dimensionamento dei collettori .....	26
<b>8. DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI LAMINAZIONE.....</b>	<b>28</b>
<b>ALLEGATO I – CALCOLO DEL VELO IDRICO .....</b>	<b>30</b>
<b>ALLEGATO II – INTERASSI SCARICHI.....</b>	<b>33</b>
<b>ALLEGATO III – DIMENSIONAMENTO COLLETTORI.....</b>	<b>38</b>
<b>ALLEGATO IV – DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA.....</b>	<b>42</b>

## 1. PREMESSA

---

La presente relazione ha lo scopo di definire e verificare il sistema di raccolta, convogliamento e scarico nel recapito finale delle acque di piattaforma della viabilità di Adduzione al Sistema Autostradale D05 (ex 1FE) per il Raccordo Bondeno-Cento- Autostrada Cispadana, che si configura nell'ambito del progetto definitivo della nuova Autostrada Regionale Cispadana, avente origine in corrispondenza del casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 "Autostrada del Brennero" e termine al casello di Ferrara Sud sulla A13 "Autostrada Bologna-Padova".

La realizzazione della viabilità di adduzione comporta l'impermeabilizzazione delle superfici di piattaforma stradale con conseguenti problematiche connesse alla gestione delle acque meteoriche drenate, dovute all'incremento delle portate idrauliche consegnate ai canali recettori.

Lo studio, che ha carattere idrologico, idraulico ed ambientale, ha portato alla definizione del sistema di raccolta, smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma e comprende:

1. reti interconnesse di raccolta, evacuazione delle acque di piattaforma;
2. presidi di sicurezza per il controllo degli sversamenti accidentali
3. fossi di laminazione per il controllo delle portate rilasciate.

Per il corretto dimensionamento di tali opere, è stato individuato il migliore assetto da assegnare al sistema di drenaggio tenendo conto:

- della sollecitazioni pluviometriche;
- dei vincoli normativi;
- della particolare situazione morfologica e idraulica delle aree interessate dall'infrastruttura stradale;
- dei vincoli quantitativi dei canali recettori

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è caratterizzato da un sistema di tipo "aperto", dunque non viene effettuato alcun trattamento delle acque di prima pioggia. Le acque vengono quindi interamente captate mediante embrici e convogliate ai fossi di guardia che recapitano ai canali ricettori.

## 2. CRITERI PROGETTUALI ED ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

I criteri progettuali assunti derivanti dal Progetto Preliminare, sono i seguenti.

- progettazione della rete di evacuazione delle acque di piattaforma dimensionata per tempo di ritorno TR=20 anni;
- invarianza idraulica al recettore: si impongono come limiti allo scarico i valori udometrici prescritti dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara e dal Consorzio della Bonifica Burana.
- scarichi individuati nella rete idrica superficiale nei corsi d'acqua principali e secondari da parte del Consorzio di Bonifica ; ogni scarico è dotato di manufatto di rilascio controllato;
- evitare di riversare scarichi accidentali nei corpi recettori finali
- invarianza di bacino afferente: non si può scaricare in un fosso o canale acque a lui non deputate originariamente
- garantire sempre e ovunque la continuità idraulica dei campi sia ai fini di scolo che irrigua a monte ed a valle della infrastruttura stradale in progetto

Lo studio della rete di laminazione, trattamento ed evacuazione, delle acque di piattaforma autostradale si è articolato attraverso le seguenti fasi.

- 1) Individuazione dei recettori e dei loro limiti di portata
- 2) Analisi idrologiche: preliminarmente sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica caratteristiche per ogni ambito territoriale da utilizzare nel dimensionamento degli afflussi che sollecitano la rete, quindi si è proceduto alla trasformazione Afflussi/Deflussi.
- 3) Schema idraulico di funzionamento delle reti di raccolta e smaltimento: comprende l'individuazione dei manufatti elementari del drenaggio di piattaforma ed il relativo dimensionamento in funzione dei parametri di progetto assunti; comprende anche la individuazione dei tratti omogenei e dei bacini ad essi afferenti
- 4) Verifiche idrauliche: comprende il calcolo dei fossi di guardia e l'impatto dello scarico delle acque di piattaforma con i limiti allo scarico imposti,
- 5) Dimensionamento dei manufatti di modulazione, evacuazione e laminazione

I metodi di calcolo e di analisi adottati sono sinteticamente riportati nei singoli paragrafi, mentre si rimanda alla bibliografia di settore per gli approfondimenti teorici ed applicativi.



Nell'ambito del presente progetto non si ritiene necessario prevedere la separazione e il trattamento delle acque di prima pioggia prima della restituzione delle acque di pioggia all'ambiente naturale data la tipologia di viabilità in questione.

La predisposizione dei sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia assolve, infatti, al duplice intento di intercettare gli eventuali sversamenti di sostanze non compatibili con la rete idrografica naturale in occasione di imprevisti inconvenienti di esercizio (ribaltamento mezzi, ecc.) e di raccogliere le inevitabili scorie prodotte da un intenso flusso veicolare. Per questa viabilità si ritiene che l'accumulo di inquinanti in tempo secco ed il loro lavaggio operato dalla pioggia sia trascurabile rispetto alle viabilità autostradali, interessate da intenso traffico veicolare e caratterizzate da superfici molto superiori.

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI E TECNICI

---

Il progetto del sistema di smaltimento e trattamento delle acque di piattaforma è stato redatto conformemente alla “Normativa legislativa” ed alla “Normativa tecnica” vigenti sul territorio nazionale e regionale di interesse.

Gli aspetti inerenti la raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma attraverso sistemi di fognatura canalizzata a cielo aperto od in sezioni chiuse sono stati affrontati con riferimento ai numerosi testi di norme tecniche UNI, EN, CEN, ecc... ai quali si rimanda e che per brevità non vengono riportati nel testo.

Gli aspetti inerenti il calcolo dei collettori fognari e degli impianti di depurazione sono stati sviluppati in conformità alle indicazioni tecniche riportate nel Regio Decreto n° 1265 del 27 luglio 1934 “Testo unico delle leggi sanitarie” nel Decreto Ministeriale LLPP del 12 dicembre 1985 “Normativa tecnica per le tubazioni” e nella Circolare Ministeriale LLPP n° 11633 del 7 gennaio 1974 “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”.

Gli aspetti inerenti la qualità delle acque, in particolare le problematiche connesse con la raccolta delle acque di prima pioggia sono trattate nell’ambito del Decreto Legislativo 152/99 e la successiva modifica costituita dal D.Lgs 258/00, in cui le acque di “prima pioggia” sono affrontate all’Articolo n. 39 ed esplicitati attraverso l’apposita Direttiva regionale. “*Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne*” approvata con delibera della Giunta Regionale del 14 febbraio 2005, n. 286”.

Si è inoltre fatto riferimento alle linee guida di progettazione emanate dalla Regione Emilia Romagna con Deliberazione della Giunta Regionale 18/12/2006 n° 1860 “*Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005*” e alla Legge Regionale n.4 del 6 marzo 2007.

Per un quadro esaustivo della normativa applicata si faccia riferimento all’elaborato:

PD\_0\_0000\_0000\_0\_GE\_KT\_01      Elenco delle Normative di riferimento

## 4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

La sicurezza del traffico e le condizioni generali dell'ambiente urbano sono affidate sia alla corretta geometria del corpo stradale che al corretto dimensionamento delle opere di drenaggio, che devono provvedere alla raccolta, all'incanalamento ed all'allontanamento delle acque che vengono intercettate dal corpo stradale.

Il principale obiettivo nella progettazione delle opere di drenaggio è dunque quello di garantire l'assenza di ristagni d'acqua sulla superficie di usura della strada, che potrebbero seriamente pregiudicare la sicurezza degli automobilisti.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche adottato, non prevede la componente di trattamento delle acque di prima pioggia. La giustificazione deriva da un flusso veicolare non sostenuto e da aree limitate.

Il dimensionamento delle opere è stato effettuato sulla base della portata massima attesa, determinata mediante l'utilizzo di un modello di trasformazione afflussi-deflussi che consente di valutare la portata di progetto a partire dalla conoscenza della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 20 anni.

Il sistema di drenaggio in progetto è caratterizzato, per tutta la sua estensione dalla tipologia di viabilità in rilevato: a determinati intervalli l'elemento marginale di trattenuta dell'afflusso di dilavamento è interrotto da manufatti di invito in calcestruzzo che si raccordano ad una canaletta ad embrici. Le acque vengono convogliate ai fossi di guardia posti al piede del rilevato.

Ove non risulta possibile lo scarico diretto nei fossi di guardia tramite embrici sono stati studiati dei sistemi di caditoie, collegate tramite collettori, che convogliano le acque di piattaforma al primo recapito utile per il loro smaltimento. Per la viabilità in esame tale situazione si verifica nei seguenti tratti:

- pk 3+270 ÷ 3+460 (carreggiata destra), tratto in affiancamento all'autostrada;
- pk 3+390 ÷ 3+615 (carreggiata sinistra);
- pk 5+160 ÷ 5+235 (carreggiata sinistra), tratto in affiancamento alla discarica;
- 8+816 ÷ 8+766, ponte su emissario Acque Basse;
- 9+050 ÷ 9+100 (carreggiata sinistra), tratto compreso tra il ponte su emissario Acque Basse e il ponte sulla derivazione del Santa Bianca;
- 8+875 ÷ 9+100 (carreggiata destra), tratto compreso tra il ponte su emissario Acque Basse e il ponte sulla derivazione del Santa Bianca.

I fossi di guardia verranno realizzati in terra, sia per contenere i costi di realizzazione, sia per ottenere un migliore inserimento ambientale; in corrispondenza degli scarichi degli embrici è previsto un rivestimento in cls sul fondo e sulle sponde del fosso. Nel caso di fossi pensili le arginature saranno costituite da materiale prevalentemente argilloso. I fossi avranno larghezza al fondo e altezza minima pari a 0.5 m, con pendenza delle sponde pari a  $2/3$ ; poiché sono intagliati sul piano campagna, seguendo le quote esistenti, le profondità varieranno in funzione del raccordo con il recettore.

I fossi di laminazione scaricano le acque nella rete idrica superficiale esistente ogni qual volta viene intersecato un corso d'acqua o un fosso di scolo. Lo scarico avviene attraverso un manufatto di regolazione in cls costituito da una soglia sfiorante all'interno della quale viene praticata una foronomia adeguata alla regolazione richiesta e una paratoia per la trattenuta degli sversamenti accidentali. In particolare, nel caso di fossi non arginati, la quota di scarico dovrà essere, ove possibile, minimo pari a - 20 cm dal piano campagna.

I fossi di laminazione raccolgono anche le acque di scarpata relative ai tratti dotati di caditoie, ove ciò non risulti possibile si prevede la realizzazione di fossi disperdenti, ciò si verifica nel tratto compreso tra le progressive pk 8+875 e 9+050; a causa dei rilevati arginali presenti ad ambedue le estremità del tratto, infatti, non è stato possibile individuare un recapito a cui indirizzare i fossi di laminazione; e nel tratto pk 5+170 ca. ÷ pk 5.270 ca.



## **5. INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI E DEI LIMITI DI PORTATA**

---

Il reticolo idrografico interferito è costituito da una fitta rete di canali artificiali consortili e privati. La scelta dei corsi d'acqua riceventi le acque di piattaforma, pur accettando l'ipotesi dell'invarianza idraulica, è stata suffragata da una serie di considerazioni che hanno poi trovato conforto da uno stretto rapporto con il Consorzio di Bonifica.

Di seguito si riporta la tabella con l'indicazione dei limiti di scarico consentiti, relativamente a ogni interferenza idraulica. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione idraulica di piattaforma dell'asse autostradale.

Tutti i fossi privati intercettati dalla viabilità sono stati utilizzati, se necessario, come recapiti. La portata scaricabile è stata assunta pari a 4 l/s\*ha per fossi con base maggiore inferiore a 1,5 m e pari a 8 l/s\*ha nel caso di fossi con dimensioni maggiori.

In alcuni tratti è risultato necessario utilizzare come ricettori finali dei fossi visibili da cartografia ma non censiti, in questi casi si è adottato come limite di scarico quello di 4 l/s\*ha.

Nel tratto in affiancamento all'autostrada cispadana (pk 3+100÷ 3+600) la viabilità intercetta due corsi d'acqua censiti nell'ambito degli studi idrologici relativi all'autostrada, essi sono stati riportati con il codice relativo al tracciato autostradale (A02A029 A02A030).

Le quote di scarico sono state mantenute quanto più vicine possibile alle indicazioni fornite dallo studio idrologico coerentemente con il profilo rilevato a disposizione per la progettazione.

COD	NOME RILIEVO	GESTORE	RANGO	NECESSITA' DI SCARICARE ACQUE DI PIATTAFORMA	LIMITI ALLO SCARICO l/(s*ha)
1FEA211	FOSSO (39)	privato	minore	sì	4,0
1FEA221	FOSSO (6)	privato	minore	sì	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha.
1FEA222	FOSSO (7)	privato	minore	sì	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha.
1FEA338	FOSSO EST VIA GIORDANA	privato	minore	sì	4,0
1FEA207	FOSSO EST VIA PIANTONI (27)	privato	minore	sì	8,0
1FEA337	FOSSO OVEST VIA GIORDANA	privato	minore	sì	4,0
1FEA206	FOSSO OVEST VIA PIANTONI (26)	privato	minore	sì	8,0
1FEA228	FOSSO SUD STR RONDONE (13)	privato	minore	sì	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha.
1FEA212	FOSSO SUD VIA OROLOGI	privato	minore	sì	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha.
1FEA339	FOSSO SUD VIA SUORE	privato	minore	sì	solo in caso di assenza di altri recapiti in cui è consentito scaricare si consente un limite allo scarico di 4 l/s*ha.

1FEA216	SCOLO BASTARDO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	si	8,0
1FEA017	SCOLO CHIODAROLO NUOVO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	si	8,0
A02A029	SCOLO CHIODAROLO NUOVO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	si	8
A02A030	FOSSO (18)	privato	minore	si	4
1FEA224	CANALE ACQUE BASSE	Consorzio della Bonifica di Burana	principale	no	
1FEA022	CANALE DI CENTO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	principale	no	8,0
1FEA059	CAVO PORETTO	Consorzio della Bonifica Burana	principale	no	8,0
1FEA056	CAVO REGHIZZA	Consorzio della Bonifica Burana	secondario	no	8,0
1FEA050	CAVO RONDONE PRIMO	Consorzio della Bonifica Burana	principale	no	8,0
1FEA055	COLLETTORE BURANA	Consorzio della Bonifica Burana	principale	no	
1FEA044	CONDOTTO GENERALE	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	principale	no	8,0
1FEA225	DERIVAZIONE SANTA BIANCA	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	principale	no	
1FEA051	DIVERSIVO RONDONE	Consorzio della Bonifica Burana	secondario	no	8,0
1FEA063	FIUME PANARO	A.I.P.O.	principale	no	
1FEA039	FOSSA SPADA	Consorzio di Bonifica Pianura	secondario	no	8,0

		di Ferrara			
1FEA333	FOSSO	privato	minore	no	4,0
1FEA336	FOSSO	privato	minore	no	8,0
1FEA303	FOSSO	privato		no	4,0
1FEA304	FOSSO	privato		no	4,0
1FEA305	FOSSO	privato		no	4,0
1FEA001	FOSSO (1)	privato	minore	no	0,0
1FEA231	FOSSO (16)	privato	minore	no	4,0
1FEA002	FOSSO (2)	privato	minore	no	4,0
1FEA038	FOSSO (23)	privato	minore	no	4,0
1FEA042	FOSSO (28)	privato	minore	no	4,0
1FEA205	FOSSO (35)	privato	minore	no	4,0
1FEA049	FOSSO (49)	privato	minore	no	8,0
1FEA054	FOSSO (54)	privato	minore	no	8,0
1FEA057	FOSSO (57)	privato	minore	no	4,0
1FEA058	FOSSO (58)	privato	minore	no	4,0
1FEA061	FOSSO (61)	privato	secondario	no	8,0
1FEA062	FOSSO (62)	privato	minore	no	8,0
1FEA201	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	8,0
1FEA203	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	0,0
1FEA306	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	0,0
1FEA307	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0
1FEA308	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0
1FEA309	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0

1FEA312	FOSSO EST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0
1FEA317	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA320	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA322	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA325	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA326	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA327	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA328	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA330	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA331	FOSSO EST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA332	FOSSO EST VIA PIANTONI (27)	privato	minore	no	8,0
1FEA229	FOSSO NORD STR RONDONE (14)	privato	minore	no	0,0
1FEA052	FOSSO NORD STRADA BASSA	privato	secondario	no	8,0
1FEA213	FOSSO NORD VIA OROLOGI	privato	minore	no	0,0
1FEA040	FOSSO NORD VIA ROSSETTI (26)	privato	minore	no	4,0
1FEA310	FOSSO OVEST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0
1FEA311	FOSSO OVEST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0

1FEA313	FOSSO OVEST S.P. CENTO	privato	minore	no	4,0
1FEA314	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA315	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA316	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA318	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA319	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA321	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	4,0
1FEA329	FOSSO OVEST VIA NUOVA	privato	minore	no	0,0
1FEA060	FOSSO SUD SP 45	privato	secondario	no	8,0
1FEA053	FOSSO SUD STRADA BASSA	privato	secondario	no	8,0
1FEA037	FOSSO SUD VIA (25)	privato	minore	no	8,0
1FEA302	FOSSO SUD VIA CANNE			no	4,0
1FEA041	FOSSO SUD VIA ROSSETTI (27)	privato	minore	no	0,0
1FEA204	FOSSO VIA MONCO	privato	minore	no	8,0
1FEA301	FOSSO W VIA ALBERGATI			no	4,0
1FEA021	SCOLO CHIODAROLO NUOVO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA016	SCOLO CHIODAROLO VECCHIO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0

1FEA200	SCOLO CORPORENO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA323	SCOLO CORPORENO	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA043	SCOLO GORGHI	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA045	SCOLO GUADORA	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA324	SCOLO GUADORA	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0
1FEA202	SCOLO SALIONE	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara	secondario	no	8,0

TABELLA 6.1-1– CORPI IDRICI RICETTORI E LIMITI ALLO SCARICO PER IL TRACCIATO AUTOSTRADALE

## 6. ANALISI IDROLOGICHE

Lo studio idrologico ha previsto l'indagine sul regime delle piogge di breve durata e forte intensità per un Tempo di Ritorno di 20 anni, in tutti i pluviometri situati nelle vicinanze della viabilità, finalizzata alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica e dei relativi ietogrammi di progetto. Lo studio è stato suddiviso in due parti ciascuna influenzata dalla durata di pioggia:

- 1) verifica dei manufatti di raccolta e smaltimento sollecitata da eventi di pioggia di durata >1 ora. Rientrano tra questi i sistemi di raccolta tramite fosso di guardia che come già anticipato svolge anche la funzione laminativa
- 2) verifica dei manufatti di raccolta e smaltimento sollecitata da eventi di pioggia di durata <1 ora. Rientrano tra questi i manufatti di captazione delle acque meteoriche (embrici, caditoie, cunette, bocchettoni..), ovvero quelli che necessariamente debbono scaricare prima possibile le acque defluite.

### 6.1. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia da 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 12 e 24 ore

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR), si fa riferimento alla legge probabilistica che meglio si adatta al campione di dati utilizzato.

Nel caso delle stazioni pluviometriche in esame, la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia, in funzione del Tempo di Ritorno (TR), è stata ottenuta tramite la legge probabilistica di Gumbel, stimandone i parametri a(T) ed n(T), al fine di ottenere la curva di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)} \quad 6.1$$

L'elaborazione statistica ha portato alla definizione delle curve di possibilità climatica, dove l'altezza di pioggia espressa in millimetri è rappresentata dall'espressione:

$$h = n - \frac{\ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{a} \quad 6.2$$

dove:



TR = tempo di ritorno

$$n = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y / S_N$$

$$a = S_N / S_Y$$

$\bar{Y}_N$  = media della variabile ridotta

$S_N$  = deviazione standard della variabile ridotta

Y = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

Sy = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Il valore assunto dai parametri Sx e Sn è funzione del numero di osservazioni a disposizione; tali valori sono riportati nella tabella sottostante.

Media ridotta $\bar{Y}_N$ %										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5154	0,5177	0,5198	0,5217
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5282	0,5296	0,5309	0,5321	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5411	0,5417	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5472	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5532	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5571	0,5573	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5584
90	0,5586	0,5588	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5605	0,5606	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611
Deviazione standard ridotta $S_N$ %										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,0010	1,0148	1,0270	1,0378	1,0476	1,0564	1,0644	1,0717	1,0785	1,0847
20	1,0904	1,0958	1,1008	1,1055	1,1098	1,1140	1,1178	1,1215	1,1250	1,1283
30	1,1314	1,1344	1,1372	1,1399	1,1425	1,1449	1,1473	1,1496	1,1518	1,1538
40	1,1559	1,1578	1,1597	1,1614	1,1632	1,1649	1,1665	1,1680	1,1696	1,1710
50	1,1724	1,1738	1,1752	1,1765	1,1777	1,1789	1,1801	1,1813	1,1824	1,1835
60	1,1846	1,1856	1,1866	1,1876	1,1886	1,1895	1,1904	1,1913	1,1922	1,1931
70	1,1939	1,1947	1,1955	1,1963	1,1971	1,1978	1,1986	1,1993	1,2000	1,2007
80	1,2014	1,2020	1,2027	1,2033	1,2039	1,2045	1,2052	1,2057	1,2063	1,2069
90	1,2075	1,2080	1,2086	1,2091	1,2096	1,2101	1,2106	1,2111	1,2116	1,2121
100	1,2126	1,2130	1,2135	1,2139	1,2144	1,2148	1,2153	1,2157	1,2161	1,2165

TABELLA 6.1-1- VALORI DEI PARAMETRI ( $\bar{Y}_N$ ) E  $S_N$  SECONDO GUMBELL

( $\bar{Y}_N$ ) E  $S_N$  SECONDO GUMBELL

Per stimare la CPP rappresentativa di ogni singolo tratto stradale si è proceduto nel seguente modo: si sono prese in esame le 3 stazioni pluviometriche prossime all'infrastruttura stradale, associando ad ognuna di esse un peso, calcolato con il metodo dell'inverso della distanza, si ricavano le intensità di pioggia per assegnato TR all'interno di ogni singolo tratto.

Il metodo dell'inverso delle distanze si basa sull'ipotesi che in ciascun punto del bacino la precipitazione possa essere stimata sulla base di tutte le precipitazioni misurate, attribuendo ad esse un peso pari

all'inverso della distanza tra il punto e la stazione pluviometrica. Frequentemente si fa riferimento alla distanza al quadrato.

Indicato con k il generico elemento della griglia, essendo  $k = 1, \dots, K$ , il peso  $w_{ki}$  del pluviometro i nella maglia k risulta:

$$w_{ki} = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{j=1, \dots, M} \frac{1}{d_j^2}} \quad 6.3$$

dove  $d_j$  indica la distanza tra l'elemento della griglia ed il pluviometro i ed M è il numero complessivo di pluviometri considerati.

Si riportano di seguito, per il TR20 anni le tabelle riassuntive dei valori dei parametri delle CPP per la viabilità in questione.

a	50,052
n	0,181

TABELLA 6.1-2 - PARAMETRI DELLE CPP PER DURATE DI PIOGGIA SUPERIORI ALL'ORA

## 6.2. Metodologia di ricostruzione delle curve di possibilità pluviometrica per intensità di pioggia inferiori a 1 ora

Per la verifica dei sistemi di raccolta, per i quali la risposta al deflusso è immediata, si deve necessariamente calcolare la sollecitazione più gravosa durante eventi di pioggia intensi e di durata inferiore ad 1 ora.

Il calcolo dei parametri delle CPP per durate inferiori all'ora è stato effettuato mediante la formula di Bell a partire dalle CPP per durate superiori all'ora.

$$\frac{h_{60,T}}{h_{60,1}} = 0.54d^{0.225} - 0.5 \quad 6.4$$

Con essa è possibile calcolare la pioggia di durata  $d < 60$  minuti e tempo di ritorno T, in funzione del valore  $h_{60,T}$  fornito dalla CPP relativa allo stesso periodo di ritorno.

I risultati ottenuti sono riportati nella sottostante tabella.

a	52,211
n	0,469

**TABELLA 6.2-1 - PARAMETRI DELLE CPP PER DURATE DI PIOGGIA INFERIORI ALL'ORA**

## 7. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

### 7.1. Calcolo del velo idrico sulla piattaforma stradale

Il processo di deflusso dalla sede stradale agli elementi marginali è da considerare con attenzione, dato i problemi che il velo liquido può porre per il traffico veicolare.

Le precipitazioni che si abbattano sulla sede stradale, soprattutto se brevi ed intense, possono produrre un deflusso superficiale di non trascurabile entità, il quale se non controllato con adatte disposizioni, può causare inconvenienti di rilievo.

Il velo idrico sulla sede stradale deve, infatti, essere contenuto entro prefissati valori (esso non dovrebbe superare i 6 mm [Rooseboom ed altri, 1986]), per non condizionare l'aderenza degli pneumatici, per questo motivo è necessario assegnare un'opportuna pendenza trasversale alla sede stradale.

L'altezza del velo liquido dipende, oltre che dalla pendenza trasversale, dall'intensità di precipitazione, dal percorso che compie l'acqua per raggiungere il bordo della carreggiata e dalla larghezza della strada e dunque dalla circostanza che il tratto stradale sia in rettilineo (in genere scola metà carreggiata per lato) o in curva (scola solo da una parte).

Il valore del velo idrico massimo  $h_{max}$  [mm], viene determinato attraverso un'espressione derivata da alcune esperienze condotte in Gran Bretagna dal Road Research Laboratory nella seguente forma:

$$h_{max} = 0.0474 \cdot \sqrt{L_{eff} \cdot p \cdot i^{-0.2}} \quad 7.1$$

Dove:

- $L_{eff}$ : lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata [m], può essere calcolata sulla base della seguente formula:

$$L_{eff} = L_c \left[ 1 + \left( \frac{i_l}{i_t} \right)^2 \right]^{0.5} \quad 7.2$$

- $i$ : pendenza della strada lungo la linea di corrente ricavata come risultante delle pendenze trasversali e longitudinali  $i_t$  e  $i_l$ :

$$i = (i_t^2 + i_r^2)^{0.5}$$

7.3

- $L_c$ : larghezza della carreggiata [m];
- $p$ : intensità di pioggia [mm/h];

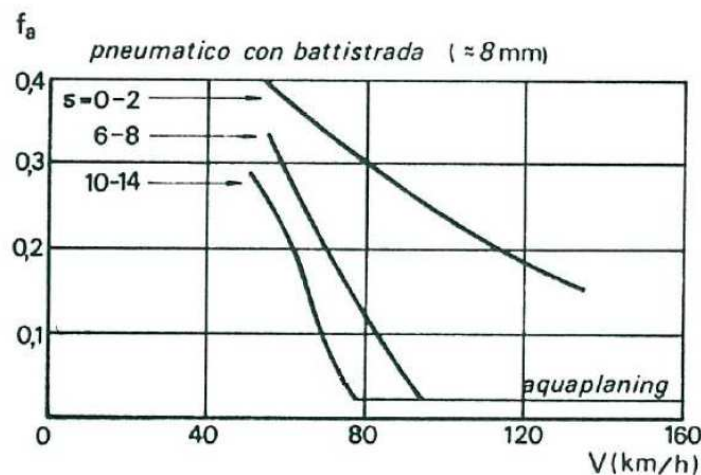


FIGURA 7.1-1 - RAPPORTO VELO IDRICO/ADERENZA

L'ALLEGATO I – CALCOLO DEL VELO IDRICO, riporta i calcoli per la determinazione di  $h_{max}$ , da cui si evince come i valori massimi raggiunti, assumano valori ovunque inferiori al valore limite assunto pari a 6 mm.

## 7.2. Calcolo del coefficiente di deflusso

Nei modelli di trasformazione dell'afflusso meteorico in deflusso, la precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. La valutazione della portata infiltrata può essere effettuata attraverso il coefficiente di afflusso  $\phi$  che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale. Tale coefficiente dipende da diversi fattori, alcuni dei quali variabili nel tempo. Nel presente progetto, per semplicità, il coefficiente  $\phi$  verrà considerato costante per tutta la durata della pioggia.

Di seguito, vengono riportati i coefficienti di deflusso in funzione della superficie scolante:

TIPO DI PAVIMENTAZIONE	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO
Pavimentazione stradale	0.9
Scarpata erbosa	0.50
Superfici a verde piane	0.30

TABELLA 7.2-1 - COEFFICIENTI DI DEFLUSSO.

Il valore relativamente elevato assunto per le superfici erbose è giustificato dalla notevole pendenza delle scarpate.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$  il valore medio del coefficiente, relativo ad aree caratterizzate da differenti valori, si ottiene dalla seguente media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum_i (S_i \cdot \varphi_i)}{\sum_i (S_i)} \quad 7.4$$

I bacini contribuenti considerati sono quelli corrispondenti alle superfici di competenza dei differenti recapiti finali.

### 7.3. Dimensionamento degli elementi di drenaggio

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma.

Il sistema è del tipo aperto, risulta perciò costituito da un sistema di canalette ad embrici che raccolgono le acque di piattaforma e che le immettono nei fossi disperdenti. Laddove non è possibile lo smaltimento delle acque di piattaforma tramite le canalette ad embrici sono stati previsti sistemi di caditoie che convogliano le acque al più vicino recapito utile per il loro smaltimento.

## 7.4. Canaletta ad embrice

L'allontanamento delle acque dalla sede stradale al fosso di laminazione al piede del rilevato è affidato alle canalette ad embrice disposte ad interassi regolari lungo la scarpata.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato a quello di una soglia sfiorante; la portata sfiorata  $Q$  [ $m^3/s$ ] può essere definita come:

$$Q = C_q L h \sqrt{2gh} \quad 7.5$$

nella quale:

- $C_q = 0,385$  è il coefficiente di deflusso;
- $L$  [m] rappresenta la larghezza dell'embrice
- $h$  [m] rappresenta l'altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice.

Nell'ALLEGATO II – INTERASSI SCARICHI, sono state riportate le tabelle di dimensionamento degli embrici. In particolare è stata calcolata la portata sfiorata e, dal rapporto tra quest'ultima e la portata drenata determinata con la formula razionale per unità di lunghezza, il passo minimo degli embrici al variare del tracciato.

## 7.5. Pozzetti caditoia

Nei tratti lungo i quali non è possibile scaricare le acque di dilavamento mediante embrici, verranno posizionati in banchina pozzetti caditoia 40x40, sovrastati da una griglia, collegati da tubazioni in PEAD nel caso di tubi interrati e in PVC nel caso in cui i tubi si sviluppino lungo viadotti, le cui modalità di dimensionamento sono descritte nel successivo paragrafo 7.8.

Per la viabilità in studio tale situazione si verifica lungo i tratti già illustrati nel capitolo 4.

La verifica delle caditoie con funzionamento sotto battente si avvale della seguente formula [McGhee, 1991] tramite la quale si ottiene la portata transitabile  $Q$  [ $m^3/s$ ]:

$$Q = KA h^{1/2} \quad 7.6$$

nella quale:

- $A$  [ $m^2$ ] rappresenta l'area libera della luce;

- h [m] il battente idrico che insiste sulla caditoia;
- K è un coefficiente pari a 2,96 nel sistema S.I.

Nell'ALLEGATO II – INTERASSI SCARICHI, sono state riportate anche le tabelle di dimensionamento delle caditoie. Dal rapporto tra la portata captata e la portata meteorica determinata con la formula razionale per unità di lunghezza, si ricava il passo minimo delle caditoie al variare del tracciato e la relativa efficienza.

## 7.6. Dimensionamento dei bocchettoni

---

La raccolta delle acque piovane dai viadotti e dai ponti avviene mediante bocchettoni, il cui dimensionamento viene condotto seguendo la formulazione della luce sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh} \quad 7.7$$

Con  $C_q=0.6$ , coefficiente di deflusso, h carico sull'imbocco e A sezione libera al deflusso.

La portata che il discendente è in grado di smaltire deve essere maggiore o uguale a quella in arrivo, considerando la posizione degli elementi di scarico e la larghezza della sede stradale.

Lungo l'intervento in esame verranno posizionati bocchettoni lungo le spalle del Ponte sul Condotto Generale e di quello sul Canale di Cento 2, a monte del giunto di dilazione, in modo da evitare l'infiltrazione meteorica.

La portata captata dai bocchettoni risulta pari a 21 l/s, molto maggiore rispetto alla portata in arrivo a ciascun bocchettone, pari al massimo a circa 4.5 l/s, pertanto la verifica risulta essere soddisfatta.

## 7.7. Verifica degli elementi di margine

---

La conformazione della piattaforma stradale consente il deflusso delle acque meteoriche verso il margine della carreggiata stradale, presso il ciglio si origina quindi un'area di deflusso a forma triangolare che interessa la banchina stradale. Le condizioni di deflusso idrico lungo il margine stradale sono determinate dalle pendenze longitudinali e trasversali del corpo stradale, tali parametri individuano quindi la capacità di deflusso che può ottenersi lungo il ciglio. La capacità idraulica lungo il margine stradale è limitata dalla



larghezza massima ammissibile per il velo idrico in piattaforma che evidentemente non deve interessare in alcun modo la parte carrabile della piattaforma stradale. La verifica degli elementi di margine consiste quindi nel rapportare la capacità idraulica del margine stradale per i diversi sottotratti stradali, distinti sulla base dei valori di pendenza longitudinale e alla larghezza di piattaforma drenata, all'apporto meteorico specifico, ovvero alla stima della portata meteorica afferente per metro lineare di piattaforma stradale; dagli esiti di tale raffronto si ricava l'interasse massimo al quale devono porsi gli elementi di raccolta delle acque meteoriche (embrici, caditoie) per evitare il rischio che il deflusso idrico possa interessare anche il traffico veicolare.

Il calcolo del deflusso idrico in banchina viene eseguito considerando una sezione di deflusso triangolare, delimitata dal cordolo laterale e dal piano stradale inclinato, Figura 7.7-1.

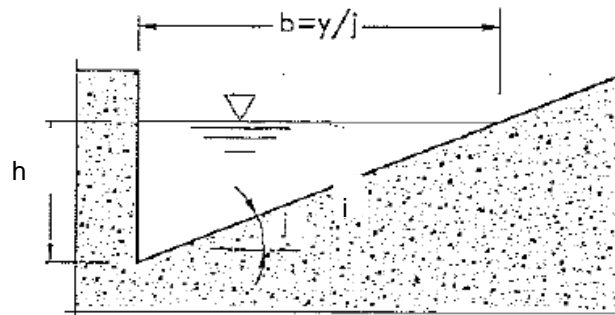


FIGURA 7.7-1 - SEZIONE TIPICA DI UNA BANCHINA LATERALE.

Il moto che si instaura viene assimilato al moto uniforme, con riferimento alla portata  $Q$  [ $m^3/s$ ] che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due scarichi. Indicando con  $A$  [ $m^2$ ] e  $R$  [ $m$ ] rispettivamente area e raggio idraulico della sezione, con  $i$  la pendenza longitudinale e con  $K_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler - Strickler si ha la ben nota formula di Chézy:

$$Q = AK_s R^{2/3} i^{1/2} \quad 7.8$$

Considerando la geometria della sede stradale e ipotizzando un allagamento della sede stradale che interessi l'intera banchina, si ottiene la portata convogliabile per ogni tratto stradale.

La portata drenata viene determinata tramite il metodo razionale. Considerando i parametri delle CPP forniti dall'analisi idrologica, un coefficiente di laminazione  $\epsilon$  pari a 1 e un coefficiente di efflusso  $\phi$  pari a 0.9 (superficie praticamente impermeabile), in funzione del tempo di corrivazione  $t_c$  [h], si ottengono l'intensità di precipitazione massima prevista  $i$  [mm/h], il coefficiente udometrico  $u$  [l/s/ha] e la portata drenata dalla piattaforma stradale  $Q_{drenata}$  [l/s]. La  $Q_{drenata} = u \cdot A$

7.11 rappresenta la formula razionale.

$$i = a \cdot t_c^{n-1} \quad 7.9$$

$$u = 2.78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i \quad 7.10$$

$$Q_{drenata} = u \cdot A \quad 7.11$$

Dividendo il valore della massima portata transitabile in banchina per la portata drenata, si ottiene l'interasse tra gli scarichi.

Tale interasse deve essere tale per cui gli elementi di raccolta (embrici e caditoie) siano in grado di smaltire la portata in arrivo, come spiegato nei precedenti paragrafi.

In Tabella 7.7-1 e Tabella 7.7-2 sono riassunti i risultati ottenuti, riportati nell' ALLEGATO II – INTERASSI SCARICHI.

TRATTO STRADALE	ELEMENTO DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA	INTERASSE [m]
Pk da 0+000 a 0+960	Embrice	25
Pk da 0+960 a 3+012	Embrice	10
Pk da 3+0.12 a 3+270dx/3+390sx	Embrice	15
Pk da 3+270dx/3+390 sx a +3+460dx/3+615sx	Caditoia	15
Pk da 3+460dx/3+615sx a 5+160sx	Embrice	15
Pk da 5+160sx a 5+235sx	Caditoia	15
Pk da 5+160dx a 5+235dx	Embrice	15
Pk da 5+235 a 5+800	Embrice	15
Pk da 5+800 a 7+450	Embrice	20
Pk da 7+450 a 8+500	Embrice	10
Pk da 8+500 a 8+766	Embrice	25
Pk da 8+766 a 8+816	Caditoia	25
Pk da 8+816 a 8+875dx/9+050sx	Embrice	25
Pk da 8+875dx/9+050sx a 9+100	Caditoia	25
Pk da 9+100 a 9+250	Embrice	25
Pk da 9+250 a 10+863	Embrice	15

**TABELLA 7.7-1 - INTERASSE E TIPOLOGIA ELEMENTI DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA LUNGO L'ASSE PRINCIPALE**

INTERSEZIONE	ELEMENTO DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA	INTERASSE [m]
R4- assi A e C	Embrice	10

**TABELLA 7.7-2 - INTERASSE E TIPOLOGIA ELEMENTI DI RACCOLTA ACQUE DI PIATTAFORMA LUNGO GLI ASSI SECONDARI**

Per quanto riguarda le rotatorie R1, R2, R3, R5, R6 e R7 si prevede lo scarico diretto nei canali esistenti opportunamente deviati, tramite embrici con interasse uguale a quello dell'asse principale nel tratto di intersezione con le rotatorie.

## 7.8. Dimensionamento dei collettori

La verifica per il dimensionamento dei collettori, viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore, sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Gauckler –

Strickler, riportata nell'equazione  $Q = AK_s R^{2/3} i^{1/2}$

7.8.

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto per le tubazioni interrato è  $k_s=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , rappresentativo delle tubazioni in PEAD usurate, mentre per i collettori che si sviluppano lungo i viadotti si utilizza un  $k_s=75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  caratteristico delle tubazioni in PVC.

Fissati un coefficiente di scabrezza  $k_s$  e una pendenza longitudinale  $i$ , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto.

La verifica consisterà nel rispettare le seguenti condizioni:

- $h/D < 0,70$ , il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,70.
- $0,60 < v_{\text{eff}} < 5,00 \text{ m/s}$ , relazione valida per le fognature bianche e miste.

Il dimensionamento dei collettori viene effettuato mediante il "Metodo di corrivazione" o "Metodo razionale".

Questo metodo si basa sulla considerazione che le gocce di pioggia cadute in punti diversi del bacino nel medesimo istante, impiegano tempi differenti per arrivare alla sezione di chiusura e che ogni bacino ha un

tempo caratteristico, detto “tempo di corrivazione”, che rappresenta il tempo necessario affinché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura dello stesso.

La durata di pioggia critica per il bacino (o tempo di corrivazione) si determina mediante la seguente formula:

$$t_c = t_a + t_r \quad 7.12$$

dove  $t_c$  [h] è la durata critica di pioggia;  $t_a$  è il tempo di entrata in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce d'acqua per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta (il tempo di entrata è funzione, generalmente, della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti); infine  $t_r$  è il tempo di traslazione lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo (“asta principale”).

Il tempo di ingresso in rete  $t_a$  viene posto pari a 5 minuti per tenere in conto il forte effetto d'invaso che si ha all'inizio della precipitazione, mentre il tempo di traslazione  $t_r$  alla generica sezione può essere valutato con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{L_i}{v_i} \quad 7.13$$

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.

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno T prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto partendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata e il tempo di corrivazione.

Il calcolo del deflusso sostenuto dalla condotta è eseguito mediante la formula di Gaukler-Strikler precedentemente descritta.

Nell' ALLEGATO III – DIMENSIONAMENTO COLLETTORI, sono riportate le verifiche idrauliche relative al dimensionamento delle condotte.

## 8. DIMENSIONAMENTO DEI FOSSI DI LAMINAZIONE

I fossi di guardia al piede del rilevato sono impostati in modo da garantire la laminazione delle acque di piattaforma prima del collegamento ai canali recettori. La necessità di contenere le portate scaricate nel reticolo idrico superficiale e nel contempo l'esigenza di limitare l'impatto sul territorio della nuova opera in termini di aumento delle superfici impermeabili determina il dimensionamento dei fossi di guardia, ovvero le dimensioni dei fossi sono ricavate in modo da garantire lo scarico controllato delle portate idrauliche assumendo come limite di scarico i valori richiesti dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara e dal Consorzio della Bonifica Burana.

I limiti di scarico consentiti in ogni singolo corso d'acqua interferito sono riportati in Tabella 6.1-1.

Le dimensioni del fosso di guardia sono calcolate rispetto al massimo volume idrico che è necessario invasare. Il valore della volumetria necessaria viene determinata mediante l'applicazione dell'equazione di continuità applicata ad ogni istante prescelto durante l'intero periodo di pioggia:

$$V_2 - V_1 = \frac{(Q_{e1} - Q_{u1}) + (Q_{e2} - Q_{u2})}{2} \cdot (t_2 - t_1) \quad 8.1$$

dove i pedici 1 e 2 identificano istanti temporali distinti e consecutivi, la portata entrante  $Q_e$  è pari al valore dell'idrogramma di progetto nell'istante temporale considerato, la portata uscente  $Q_u$  è invece pari alla portata scaricata. Variando la durata di pioggia e quindi variando l'idrogramma in ingresso si ottiene la durata di pioggia critica che massimizza il volume invasato che quindi rappresenta il parametro dimensionante della sezione di riferimento del fosso di guardia.

L'effettiva limitazione delle portate scaricate nel reticolo superficiale si ottiene prevedendo in corrispondenza della sezione terminale del fosso un opportuno setto ove è realizzato presso il fondo una luce di scarico. Il dimensionamento dell'orifizio si basa sull'applicazione dell'equazione dell'efflusso sotto battente

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad 8.2$$

in cui:

- $Q$  è la portata scaricata dalla luce il cui valore è fissato sulla base del limite di scarico ammissibile per lo specifico fosso in ragione della relativa superficie afferente
- $\mu$  è il coefficiente d'efflusso (pari a 0.6)
- $A$  è la luce di efflusso (incognita da determinare)

- h è il carico sulla luce, in particolare riguardo a tale dato si deve considerare che indipendentemente dalla tipologia dei fossi esso può assumere il valore massimo tale per cui si abbia un franco idraulico di sicurezza di 5-10 cm.

Nel caso di fossi non arginati verrà considerato anche l'apporto delle acque meteoriche defluenti dai campi circostanti, per una fascia di terreno di 5 metri, considerando un coefficiente di deflusso pari a  $\phi = 0.30$ .

Oltre ai vincoli rappresentati dai limiti allo scarico sopra menzionati, occorre dimensionare i fossi di scolo delle acque di piattaforma autostradale garantendo sempre un volume di laminazione almeno pari a 500 m<sup>3</sup>/ha di superficie impermeabilizzata.

La continuità dei fossi di guardia in corrispondenza degli accessi ai fondi agricoli sarà garantita mediante tombini  $\phi 1000$  e  $\phi 800$  il cui dimensionamento è stato effettuato garantendo la volumetria dei fossi necessaria alla laminazione e un grado di riempimento dei tombini stessi inferiore al 75%.

Nell' ALLEGATO IV – DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA si riportano i dati di calcolo e le dimensioni di progetto dei fossi di guardia.

Nei tratti in cui non è stato possibile individuare un recapito finale per le sole acque di scarpata sono previsti dei fossi di guardia disperdenti posizionati ai lati della carreggiata, a ridosso dell'unghia del rilevato. Per il tratto individuato nel paragrafo 4 sono stati realizzati dei fossi rettangolari di dimensioni 0.5x0.5x0.5.

## ALLEGATO I – CALCOLO DEL VELO IDRICO

### ASSI SECONDARI

Sezioni				R4 C			R4 A				
				2_7	7_16	16_19	1_2	2_4	4_8	8_12	12_17
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>		m	9	9	9	4,5	4,5	4,5	9	9
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>		m/m	0,02	0,003	0,002	0,0014	0,01	0,005	0,005	0,02
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>		m/m	0,0278	0,0321	0,025	0,025	0,025	0,025	0,0321	0,025
Coefficienti c.p.p.	a	52,211	mm/h								
	n	0,469									
Durata critica t	Q	5	min								
Intensità di pioggia	p	195	mm/h								
Calcolo del percorso del ruscellamento	Le <sub>ff</sub>		m	11,1	9,0	9,0	4,5	4,8	4,6	9,1	11,5
Calcolo della pendenza fittizia	i		m/m	0,034	0,032	0,025	0,025	0,027	0,025	0,032	0,032
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>		mm	4,3	4,0	4,2	2,9	3,0	3,0	4,0	4,5

## ASSE PRINCIPALE

<b>Progressive</b>			<b>0+000-0+50</b>	<b>0+50-0+100</b>	<b>0+100-0+323.16</b>	<b>0+323.16-0+474.34</b>	<b>0+474.34-0+750</b>	<b>0+750-0+885</b>	<b>0+885-0+960</b>	<b>0+960-1+6.86</b>	<b>1+6.86-1+150</b>	<b>1+150-1+500</b>
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	4,75	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	4,75	4,75	9,5	4,75
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,0208	0,0208	0,0008	0,0047	0,0096	0,0125	0,0125	0,0003	0,0003	0,0007
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,025	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,025	0,025	0,07	0,025
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	6,18	9,91	9,50	9,52	9,59	9,65	5,31	4,75	9,50	4,75
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,07	0,03
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,27	3,52	3,48	3,48	3,49	3,49	3,12	3,02	3,48	3,02
<b>Progressive</b>			<b>1+500-1+650</b>	<b>1+650-1+700</b>	<b>1+800-2+000</b>	<b>2+000-2+200</b>	<b>2+500-2+550</b>	<b>2+550-2+700</b>	<b>2+700-3+12</b>	<b>3+12-3+91.59</b>	<b>3+91.59-3+200</b>	<b>3+200-3+800</b>
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	4,75	4,75	4,75	9,5	9,5	9,5	9,5	4,75	4,75	4,75
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,0014	0,001	0,0006	0,0068	0,0015	0,0031	0,0003	0,0098	0,002	0,002
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,025	0,025	0,025	0,0283	0,0283	0,0283	0,0283	0,025	0,025	0,025
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	4,76	4,75	4,75	9,77	9,51	9,56	9,50	5,10	4,77	4,77
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,02	3,02	3,02	4,20	4,17	4,17	4,17	3,08	3,02	3,02
<b>Progressive</b>			<b>3+800-3+900</b>	<b>3+900-4+400</b>	<b>4+450-4+600</b>	<b>4+600-4+750</b>	<b>4+750-4+805</b>	<b>4+805-4+950</b>	<b>4+950-5+13</b>	<b>5+13-5+250</b>	<b>5+250-5+532</b>	<b>5+532-5+800</b>
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	9,5	4,75	4,75	9,5	9,5	4,75	4,75	9,5	9,5	4,75
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,0643	0,025	0,025	0,0687	0,0687	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	9,50	4,77	4,77	9,50	9,51	4,78	4,77	9,53	9,53	4,77
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,06	0,03	0,03	0,07	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,54	3,02	3,02	3,49	3,49	3,03	3,02	4,27	4,27	3,02



<b>Progressive</b>			<b>5+800-5+850</b>	<b>5+870-6+050</b>	<b>6+050-6+250</b>	<b>6+300-6+435</b>	<b>6+435-6+700</b>	<b>6+700-6+918</b>	<b>6+918-7+067.55</b>	<b>7+067.55-7+450</b>	<b>7+450-7+550</b>	<b>7+550-7+650</b>
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	9,5	9,5	9,5	9,5	4,75	4,75	9,5	4,75	4,75	9,5
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,002	0,005	0,003	0,003	0,003	0,002	0,02	0,02	0,0004	0,0004
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,0476	0,0476	0,0476	0,0476	0,025	0,025	0,0543	0,025	0,025	0,0605
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	9,51	9,55	9,52	9,52	4,78	4,77	10,12	6,08	4,75	9,50
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,06
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,76	3,76	3,76	3,76	3,03	3,02	3,73	3,25	3,02	3,58
<b>Progressive</b>			<b>7+650-7+950</b>	<b>8+000-8+250</b>	<b>8+250-8+397</b>	<b>8+397-8+500</b>	<b>8+500-8+800</b>	<b>8+800-9+000</b>	<b>9+000-9+250.7</b>	<b>9+250.7-9+345.7</b>	<b>9+345.7-9+500</b>	<b>9+500-9+600</b>
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	4,75	4,75	9,5	4,75	4,75	9,5	4,75	4,75	9,5	4,75
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,0004	0,001	0,001	0,001	0,0325	0,0218	0,0218	0,0004	0,0004	0,0052
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,025	0,025	0,07	0,025	0,025	0,07	0,025	0,025	0,0687	0,025
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	4,75	4,75	9,50	4,75	7,79	9,95	6,30	4,75	9,50	4,85
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,03	0,03	0,07	0,03	0,04	0,07	0,03	0,03	0,07	0,03
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,02	3,02	3,48	3,02	3,50	3,52	3,29	3,02	3,49	3,04
<b>Progressive</b>			<b>9+600-10+000</b>	<b>10+000-10+050</b>	<b>10+050-10+340.7</b>	<b>10+360.7-10+500</b>	<b>10+500-10+750</b>	<b>10+750-10+863</b>				
Larghezza falda stradale	W <sub>F</sub>	m	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75				
Pendenza longitudinale	S <sub>L</sub>	m/m	0,002	0,0067	0,0011	0,0056	0,0027	0,02				
Pendenza trasversale	S <sub>T</sub>	m/m	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025				
Coefficienti c.p.p.	a	52,211										
	n	0,469										
Durata critica t	Q	5										
Intensità di pioggia	p	195										
Calcolo del percorso del ruscellamento	Leff	m	4,77	4,92	4,75	4,87	4,78	6,08				
Calcolo della pendenza fittizia	i	m/m	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				
Altezza velo liquido in assenza asfalto drenante	h <sub>max</sub>	mm	3,02	3,05	3,02	3,04	3,02	3,25				

## ALLEGATO II – INTERASSI SCARICHI

### ASSI SECONDARI

Intersezione	Sezioni		R4 C			R4 A				
			2_7	7_16	16_19	1_2	2_4	4_8	8_12	12_17
Larghezza piattaforma drenata	W	m	9	9	9	4.5	4.5	4.5	9	9
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.41	88.16	88.57	88.57	88.57	88.57	88.16	88.57
Larghezza banchina allagata	b	m	1	1.2	1.3	1.2	1	1	1	1
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.028	0.039	0.033	0.030	0.025	0.025	0.032	0.025
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.020	0.003	0.002	0.001	0.010	0.005	0.005	0.020
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.014	0.023	0.021	0.018	0.013	0.013	0.016	0.013
Raggio idraulico banchina	R	m	0.014	0.019	0.016	0.015	0.012	0.012	0.016	0.012
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	8.37	6.68	4.47	3.02	4.97	3.51	5.30	7.02
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.60	0.29	0.21	0.17	0.40	0.28	0.33	0.56
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.440	0.440	0.440	0.220	0.220	0.220	0.440	0.440
Interasse scarichi		m	19.020	15.180	10.163	13.738	22.578	15.965	12.051	15.965
Verifica interasse embrici										
Carico idrico	h	m	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Portata sfiorata embrice	Q	l/s	14.40	23.48	18.20	16.14	12.28	12.28	17.86	12.28
Interasse embrici	Xe	m	32.73	53.38	41.37	73.37	55.82	55.82	40.61	27.91
Progetto										
interasse elementi raccolta mista	m		10	10	10	10	10	10	10	10

PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTO DELLE VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE  
D05 (ex 1FE) – Raccordo Bondeno-Cento-Autostrada Cispadana  
RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA TRATTO C

ASSE PRINCIPALE-EMBRICI

Progressive			0+000-0+50	0+50-0+100	0+100-0+323.16	0+323.16-0+474.34	0+474.34-0+750	0+750-0+885	0+885-0+960	0+960-1+6.86	1+6.86-1+150	1+150-1+500
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	4.75	4.75	9.5	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.025	0.025	0.07	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.57	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	88.57	88.57	86.00	88.57
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.031	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.031	0.031	0.088	0.031
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.021	0.021	0.001	0.005	0.010	0.013	0.013	0.000	0.000	0.001
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.020	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.020	0.028	0.055	0.020
Raggio idraulico banchina	R	m	0.015	0.041	0.041	0.041	0.041	0.041	0.015	0.018	0.041	0.015
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	12.99	70.10	13.75	33.32	47.62	54.34	10.07	2.54	8.42	2.38
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.66	1.28	0.25	0.61	0.87	0.99	0.52	0.09	0.15	0.12
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.464	0.464	0.464	0.464	0.464	0.232	0.232	0.464	0.232
Interasse scaechi		m	55.933	150.971	29.608	71.765	102.564	117.035	43.361	10.923	18.131	10.261
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.031	0.088	0.088	0.088	0.088	0.088	0.031	0.038	0.088	0.031
Portata sfiorata embrice	Q	l/s	17.157	80.386	80.386	80.386	80.386	80.386	17.157	22.553	80.386	17.157
Interasse embrici	Xe	m	73.902	173.125	173.125	173.125	173.125	173.125	73.902	97.146	173.125	73.902
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		25	25	25	25	25	25	25	10	10	10
Progressive			1+500-1+650	1+650-1+700	1+800-2+000	2+000-2+200	2+500-2+550	2+550-2+700	2+700-3+12	3+12-3+91.59	3+91.59-3+200	3+200-3+270 dx/3+390sx
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	4.75	4.75	9.5	9.5	9.5	9.5	4.75	4.75	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.025	0.025	0.0283	0.0283	0.0283	0.0283	0.025	0.025	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.57	88.57	88.57	88.38	88.38	88.38	88.38	88.57	88.57	88.57
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.25	1.3	1.25	1.3	1.25	1.5	1.25	1.25	1.25
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.031	0.031	0.033	0.035	0.037	0.035	0.042	0.031	0.031	0.031
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.001	0.001	0.001	0.007	0.002	0.003	0.000	0.010	0.002	0.002
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.020	0.020	0.021	0.022	0.024	0.022	0.032	0.020	0.020	0.020
Raggio idraulico banchina	R	m	0.015	0.015	0.016	0.017	0.018	0.017	0.021	0.015	0.015	0.015
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	3.37	2.85	2.45	9.11	4.75	6.15	3.11	8.91	4.03	4.03
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.17	0.15	0.12	0.41	0.20	0.28	0.10	0.46	0.21	0.21
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.232	0.232	0.464	0.464	0.464	0.464	0.232	0.232	0.232
Interasse scaechi		m	14.511	12.264	10.547	19.618	10.230	13.246	6.701	38.393	17.344	17.344
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.031	0.031	0.033	0.035	0.037	0.035	0.042	0.031	0.031	0.031
Portata sfiorata embrice	Q	l/s	17.157	17.157	18.197	20.664	21.916	20.664	27.163	17.157	17.157	17.157
Interasse embrici	Xe	m	73.902	73.902	78.380	44.503	47.200	44.503	58.501	73.902	73.902	73.902
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		10	10	10	10	10	10	10	15	15	15

Progressive			3+460dx/ 3+615 sx-3+800	3+800-3+900	3+900-4+400	4+450-4+600	4+600-4+750	4+750-4+805	4+805-4+950	4+950-5+13	5+013+5+250	5+250-5+532
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	9.5	4.75	4.75	9.5	9.5	4.75	4.75	9.5	9.5
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.0643	0.025	0.025	0.0687	0.0687	0.025	0.025	0.025	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.568	86.321	88.568	88.568	86.070	86.070	88.568	88.568	88.568	88.568
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.6
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.031	0.080	0.031	0.031	0.086	0.086	0.031	0.031	0.040	0.040
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.020	0.050	0.020	0.020	0.054	0.054	0.020	0.020	0.032	0.032
Raggio idraulico banchina	R	m	0.015	0.038	0.015	0.015	0.040	0.040	0.015	0.015	0.020	0.020
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	4.03	18.94	4.03	4.03	21.09	25.83	4.93	4.03	7.78	7.78
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.21	0.38	0.21	0.21	0.39	0.48	0.25	0.21	0.24	0.24
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.464	0.232	0.232	0.464	0.464	0.232	0.232	0.464	0.464
Interasse scarichi		m	17.344	40.789	17.344	17.344	45.413	55.620	21.242	17.344	16.750	16.750
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.031	0.080	0.031	0.031	0.086	0.086	0.031	0.031	0.040	0.040
Portata sfiorata embrice	Q	l/s	17.157	70.770	17.157	17.157	78.157	78.157	17.157	17.157	24.846	24.846
Interasse embrici	Xe	m	73.902	152.416	73.902	73.902	168.325	168.325	73.902	73.902	53.510	53.510
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Progressive			5+532-5+800	5+800-5+850	5+870-6+050	6+050-6+250	6+300-6+435	6+435-6+700	6+700-6+918	6+918-7+067.55	7+067.55-7+450	7+450-7+550
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	9.5	9.5	9.5	9.5	4.75	4.75	9.5	4.75	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.0476	0.0476	0.0476	0.0476	0.025	0.025	0.0543	0.025	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.568	87.275	87.275	87.275	87.275	88.568	88.568	86.892	88.568	88.568
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.25	1.25	1.4
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.031	0.060	0.060	0.060	0.060	0.031	0.034	0.068	0.031	0.035
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.002	0.002	0.005	0.003	0.003	0.003	0.002	0.020	0.020	0.000
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.020	0.037	0.037	0.037	0.037	0.020	0.023	0.042	0.020	0.025
Raggio idraulico banchina	R	m	0.015	0.028	0.028	0.028	0.028	0.015	0.016	0.032	0.015	0.017
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	4.03	11.60	18.34	14.21	14.21	4.93	4.94	45.49	12.73	2.44
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.21	0.31	0.49	0.38	0.38	0.25	0.22	1.07	0.65	0.10
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.464	0.464	0.464	0.464	0.232	0.232	0.464	0.232	0.232
Interasse scarichi		m	17.344	24.986	39.506	30.602	30.602	21.242	21.295	97.968	54.847	10.493
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.031	0.060	0.060	0.060	0.060	0.031	0.034	0.068	0.031	0.035
Portata sfiorata embrice	Q	l/s	17.157	45.076	45.076	45.076	45.076	19.256	19.256	54.920	17.157	20.336
Interasse embrici	Xe	m	73.902	97.079	97.079	97.079	97.079	73.902	82.945	118.281	73.902	87.595
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		15	20	20	20	20	20	20	20	20	10

PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTO DELLE VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE  
D05 (ex 1FE) – Raccordo Bondeno-Cento-Autostrada Cispadana  
RELAZIONE IDRAULICA DI PIATTAFORMA TRATTO C

Progressive			7+550-7+650	7+650-7+950	8+000-8+250	8+250-8+397	8+397-8+500	8+500-8+766	8+766-8+827.5	8+827.5-8+875 dx/9+050sx	9+100-9+078	9+078-9,250,7
Larghezza piattaforma drenata	W	m	9.5	4.75	4.75	9.5	4.75	4.75	4.75	9.5	4.75	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.0605	0.025	0.025	0.07	0.025	0.025	0.025	0.07	0.025	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.568	88.568	88.568	85.996	88.568	88.568	85.996	85.996	88.568	88.568
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.4	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1	1	1.25
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.076	0.035	0.031	0.088	0.031	0.031	0.088	0.070	0.025	0.031
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.033	0.022	0.022	0.022	0.022
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.047	0.025	0.020	0.055	0.020	0.020	0.055	0.035	0.013	0.020
Raggio idraulico banchina	R	m	0.036	0.017	0.015	0.041	0.015	0.015	0.041	0.033	0.012	0.015
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	7.67	2.44	2.85	15.37	2.85	16.23	71.76	39.58	7.33	13.29
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.16	0.10	0.15	0.28	0.15	0.83	1.31	1.13	0.59	0.68
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.464	0.232	0.232	0.464	0.232	0.232	0.464	0.232	0.232	0.232
Interasse scarichi	i	m	16.522	10.493	12.264	33.103	12.264	69.917	154.557	85.244	31.582	57.262
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.076	0.035	0.031	0.088	0.031	0.031	0.088	0.070	0.025	0.031
Portata siforata embrice	Q	l/s	64.590	20.336	17.157	80.386	17.157	17.157	80.386	57.519	12.277	17.157
Interasse embrici	Xe	m	139.106	87.595	73.902	173.125	73.902	73.902	173.125	123.678	52.880	73.902
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		10	10	10	10	10	25	25	25	25	25
Progressive			9+250.7-9+345.7	9+345.7-9+500	9+500-9+600	9+600-10+000	10+000-10+050	10+050-10+340.7	10+360.7-10+500	10+500-10+750	10+750-10+863	
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	9.5	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.0687	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.568	86.070	88.568	88.568	88.568	88.568	88.568	88.568	88.568	88.568
Larghezza banchina allagata	b	m	1.5	1.25	1.25	1.25	1.25	1.35	1.25	1.25	1.25	1.25
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.038	0.086	0.031	0.031	0.031	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.000	0.000	0.005	0.002	0.007	0.001	0.001	0.003	0.003	0.020
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.028	0.054	0.020	0.020	0.020	0.023	0.020	0.020	0.020	0.020
Raggio idraulico banchina	R	m	0.018	0.040	0.015	0.015	0.015	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	2.93	9.43	6.49	4.03	7.37	3.67	6.74	4.68	12.73	4.68
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.10	0.18	0.33	0.21	0.38	0.16	0.34	0.24	0.65	0.65
Coefficiente udometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.464	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232	0.232
Interasse scarichi	i	m	12.613	20.309	27.967	17.344	31.745	15.793	29.022	20.152	54.847	
Verifica interasse embrici												
Carico idrico	h	m	0.038	0.086	0.031	0.031	0.031	0.034	0.031	0.031	0.031	0.031
Portata siforata embrice	Q	l/s	22.553	78.157	17.157	17.157	17.157	19.256	17.157	17.157	17.157	17.157
Interasse embrici	Xe	m	97.146	168.325	73.902	73.902	73.902	82.945	73.902	73.902	73.902	73.902
Progetto												
interasse elementi raccolta mista	m		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

### ASSE PRINCIPALE-CADITOIE

Progressive			3+270 dx-3+460dx	3+390sx-3+615sx	5+160-5+235 sx	8+766-8+816	8+875dx/9+050sx-9+000	9+000-9+100
Larghezza piattaforma drenata	W	m	4.75	4.75	9.5	4.75	9.5	4.75
Pendenza stradale trasversale	i	%	0.025	0.025	0.025	0.025	0.07	0.025
Angolo sulla verticale	q	gradi	88.57	88.57	88.57	88.57	86.00	88.57
Larghezza banchina allagata	b	m	1.25	1.25	1.6	1.25	1	1
Altezza d'acqua massima ammissibile	h	m	0.031	0.031	0.040	0.031	0.070	0.025
Pendenza stradale longitudinale	p	%	0.002	0.002	0.002	0.033	0.022	0.022
Area di deflusso	Ad	m <sup>2</sup>	0.020	0.020	0.032	0.020	0.035	0.013
Raggio idraulico banchina	R	m	0.015	0.015	0.020	0.015	0.033	0.012
Coefficiente di Strickler	Ks	m <sup>1/3</sup> /s	75	75	75	75	75	75
Portata longitudinale convogliata dalla banchina	Q	l/s	4.03	4.03	7.78	16.23	39.58	7.33
Velocità di deflusso in cunetta	v	m/s	0.21	0.21	0.24	0.83	1.13	0.59
Verifica dimensioni caditoia (raccolta mista)								
Larghezza caditoia sull'orizzontale	l'	m	0.400	0.400	0.400	0.400	0.399	0.400
Efficienza della caditoia (solo contributo frontale)	Eo		0.642	0.642	0.536	0.642	0.693	0.744
Efficienza totale della caditoia (con il contributo laterale)	E	l/s	0.821	0.821	0.720	0.669	0.723	0.782
Verifica interasse caditoie								
Battente idrico che insiste sulla caditoia	h	mm	0.031	0.031	0.040	0.031	0.070	0.025
Portata intercettata	Q	l/s	41.861	41.861	47.360	41.861	62.651	37.441
Portata intercettata ridotta del 30%	Qr	l/s	29.303	29.303	33.152	29.303	43.856	26.209
Passo delle caditoie raccolta mista	XC		126.217	126.217	71.399	126.217	94.452	112.892
Calcolo interassi scarico acque miste								
Coefficiente uometrico	u	l/s/ha	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759	488.759
Portata drenata/m	Q	l/sm	0.232	0.232	0.464	0.232	0.464	0.232
Interasse scarichi		m	17.344	17.344	16.750	69.917	85.244	31.582
Progetto								
interasse elementi raccolta mista	m		15	15	15	25	25	25

## ALLEGATO III – DIMENSIONAMENTO COLLETTORI

pk 3+360 ÷ 3+270 dx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	142,5	200	0,002	15	5	0,57	5,38	0,007	0,010	0,102	0,59	0,47
2	213,75	250	0,002	15	5	1,06	5,70	0,010	0,019	0,110	0,50	0,52
3	285	250	0,002	15	5	1,54	6,03	0,013	0,019	0,129	0,59	0,55
4	356,25	250	0,002	15	5	2,03	6,35	0,015	0,019	0,147	0,68	0,57
5	427,5	315	0,002	15	5	2,45	6,63	0,018	0,035	0,139	0,51	0,60
6	498,75	315	0,002	15	5	2,87	6,91	0,021	0,035	0,151	0,55	0,62
7	570	315	0,002	15	5	3,29	7,19	0,023	0,035	0,162	0,59	0,64
scarico	570	315	0,002	3	5	0,50	5,34	0,027	0,035	0,180	0,66	0,66

pk 3+375 ÷ 3+460 dx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	71,25	200	0,002	15	5	0,57	5,38	0,003	0,010	0,068	0,39	0,39
2	142,5	200	0,002	15	5	1,14	5,76	0,006	0,010	0,099	0,58	0,46
3	213,75	250	0,002	15	5	1,62	6,08	0,009	0,019	0,108	0,49	0,51
4	285	250	0,002	15	5	2,11	6,41	0,012	0,019	0,126	0,58	0,54
5	332	250	0,002	15	5	2,60	6,73	0,014	0,019	0,137	0,70	0,56
scarico	332	250	0,002	3	5	0,58	5,39	0,016	0,019	0,149	0,68	0,57

**pk 3+480 ÷ 3+390 sx**

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	125,7	200	0,002	15	5	0,57	5,38	0,006	0,010	0,094	0,55	0,46
2	191	200	0,002	15	5	1,14	5,76	0,009	0,010	0,122	0,71	0,49
3	254,7	250	0,002	15	5	1,62	6,08	0,011	0,019	0,120	0,55	0,53
4	319,9	250	0,002	15	5	2,11	6,41	0,014	0,019	0,136	0,62	0,56
5	378,6	250	0,002	15	5	2,60	6,73	0,016	0,019	0,151	0,69	0,57
6	450,2	315	0,002	15	5	3,02	7,01	0,018	0,035	0,141	0,52	0,60
scarico	450,2	315	0,002	2,5	5	2,18	6,45	0,019	0,035	0,145	0,53	0,61

**pk 3+490 ÷ 3+615 sx**

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	73,32	200	0,002	15	5	0,57	5,38	0,003	0,010	0,069	0,40	0,40
2	147,12	200	0,002	15	5	1,14	5,76	0,007	0,010	0,101	0,59	0,47
3	223,72	250	0,002	15	5	1,62	6,08	0,010	0,019	0,111	0,51	0,52
4	296,22	250	0,002	15	5	2,11	6,41	0,013	0,019	0,129	0,59	0,55
5	378,02	250	0,002	15	5	2,60	6,73	0,016	0,019	0,150	0,69	0,57
6	450,82	315	0,002	15	5	3,02	7,01	0,018	0,035	0,141	0,52	0,61
7	527,82	315	0,002	15	5	3,44	7,29	0,021	0,035	0,153	0,56	0,63
8	604,12	315	0,002	15	5	3,86	7,57	0,024	0,035	0,165	0,61	0,64
scarico	604,12	315	0,002	2,5	5	3,93	7,62	0,024	0,035	0,165	0,61	0,64



pk 5+160 ÷ 5+235 sx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	294	250	0,002	15,0	5,0	0,49	5,32	0,014	0,019	0,137	0,63	0,56
2	438,8	315	0,002	15,0	5,0	0,91	5,60	0,020	0,035	0,149	0,55	0,62
3	573,8	315	0,002	15,0	5,0	1,32	5,88	0,026	0,035	0,175	0,64	0,65
4	705,6	400	0,002	15,0	5,0	1,68	6,12	0,031	0,066	0,167	0,48	0,69
5	820	400	0,002	15,0	5,0	2,04	6,36	0,035	0,066	0,180	0,70	0,71
scarico	820	400	0,002	3,0	5,0	0,43	5,29	0,039	0,066	0,191	0,55	0,73

pk 8+816 ÷ 8+766 dx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	360	250	0,0325	25,0	5,0	0,21	5,14	0,017	0,073	0,073	0,33	1,60
2	471	250	0,0325	25,0	5,0	0,43	5,29	0,022	0,073	0,083	0,38	1,71
scarico	471	250	0,033	3,5	5,0	0,24	5,16	0,023	0,252	0,070	0,20	1,65

pk 8+816 ÷ 8+766 sx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	118,75	250	0,033	25,0	5,0	0,21	5,14	0,006	0,073	0,041	0,19	1,17
2	237,5	250	0,033	25,0	5,0	0,43	5,28	0,011	0,073	0,058	0,27	1,42
scarico	237,5	250	0,033	3,5	5,0	0,23	5,16	0,011	0,252	0,050	0,14	1,35

pk 9+050 ÷ 9+100 sx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	226,9	200	0,022	25,0	5,0	0,31	5,20	0,011	0,032	0,069	0,40	1,24
2	325,1	200	0,022	25,0	5,0	0,61	5,41	0,015	0,032	0,084	0,49	1,35
scarico	325,1	200	0,022	3,0	5,0	0,65	5,43	0,015	0,032	0,084	0,49	1,35

pk 8+875 ÷ 9+100 dx

Ramo	Area imp (m <sup>2</sup> )	Diametro Nominale (mm)	Pendenza	Lunghezza (m)	T ingresso (min)	Max T traslaz. (min)	T corrivaz. (min)	Qcritica (m <sup>3</sup> /s)	Qmax riempim. (m <sup>3</sup> /s)	h riempim. (m)	Rapporto di riempim.	Velocità (m/s)
1	665,9	250	0,022	25,0	5,0	0,25	5,16	0,032	0,063	0,110	0,50	1,70
2	1002,7	250	0,022	25,0	5,0	0,49	5,33	0,047	0,063	0,141	0,64	1,86
3	1366,9	315	0,022	25,0	5,0	0,70	5,47	0,064	0,114	0,145	0,53	2,02
4	1736,7	315	0,022	25,0	5,0	0,91	5,61	0,080	0,114	0,167	0,62	2,13
5	2070,4	315	0,022	25,0	5,0	1,13	5,75	0,094	0,114	0,188	0,70	2,20
6	2343,9	400	0,022	25,0	5,0	1,31	5,87	0,105	0,219	0,170	0,49	2,29
7	2467,6	400	0,022	25,0	5,0	1,50	6,00	0,109	0,205	0,180	0,52	2,21
8	2581,3	400	0,022	25,0	5,0	1,69	6,13	0,113	0,205	0,184	0,53	2,22
9	2686,9	400	0,022	25,0	5,0	1,88	6,25	0,117	0,205	0,187	0,54	2,24
scarico	2686,9	400	0,022	3,0	5,0	1,90	6,27	0,116	0,206	0,187	0,54	2,25

## ALLEGATO IV – DIMENSIONAMENTO FOSSI DI GUARDIA

Progressiva di monte [m]	Progressiva di valle [m]	Lato strada	Base minore [m]	Altezza [m]	Base maggiore [m]	Pendenza fondo scorrevole [m/m]	φ orifizio
							[mm]
0	515	dex	1	0.5	2.5	0.0005	50
0	515	sin	1	0.5	2.5	0.0005	50
534	643.5	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
643.5	735	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
759.53	909.7	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
909.7	944.7	dex	0.5	0.5	2	0.01	20
950	1037.84	dex	1.5	0.5	3	0.0005	20
1040.34	1133.12	dex	1.5	0.5	3	0.0005	20
1138	1291.9	dex	1.5	0.5	3	0.0005	25
1296.6	1335	dex/sin	0.5	0.5	2	0.001	20
1341.3	1493.9	dex/sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
1493.9	1700	dex/sin	1	0.5	2.5	0.0005	20
583	643.5	sin	2	0.7	4.1	0.01	25
643.5	735.53	sin	2	0.5	3.5	0.0005	32
759.53	909.7	sin	2	0.5	3.5	0.0005	20
909.7	944.7	sin	2	0.6	3.8	0.01	20
950	1037.84	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
1040.34	1133.12	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
1138	1291.9	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
1773	2167.4	dex	1.5	0.5	3	0.0005	40
1773	2167.4	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
2174.1	2204	dex	1.5	0.5	3	0.0005	20
2174.1	2204	sin	1	0.5	2.5	0.0005	20
2210	2326	dex	1	0.5	2.5	0.0005	20
2210	2326	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
2329	2530.5	dex	1.5	0.5	3	0.0005	30
2329	2530.5	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
2534.5	2710	dex	1	0.5	2.5	0.0005	40
2534.5	2710	sin	0.5	0.5	2	0.0005	40
2720	2884	dex	1.5	0.5	3	0.0005	40
2720	2884	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
2890	3077	dex	1.5	0.5	3	0.0005	25
2890	3077	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20

3116.38	3360	sin	1.5	0.5	3	0.0005	40
3138.58	3280	dex	1.5	0.5	3	0.0005	40
3364	3400	sin	2	0.5	3.5	0.0005	20
3450	3500	sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
3460	3687	dex	1.5	0.5	3	0.0005	20
3600	3680	sin	1.5	0.5	3	0.0005	30
3688	3708	dex_sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
3175	3800	dex	1	0.5	2.5	0.0005	20
3175	3800	sin	1	0.5	2.5	0.0005	20
3800	3887	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
3800	3887	sin	2	0.5	3.5	0.0005	20
3890	4005	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
3890	4005	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
4015	4180	dex_sin	0.5	0.5	2	0.0005	25
4187	4388	dex_sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
4460	4729	sin	1.5	0.5	3	0.0005	32
4460	4729	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
4793	5160	sin	1	0.5	2.5	0.0002	32
4729	5270	dex	1	0.5	2.5	0.0002	40
5280	5532	dex	0.5	0.5	2	0.0005	32
5280	5532	sin	2	0.7	4.1	0.0005	40
5550	6000	sin	1	0.5	2.5	0.0002	40
5560	6000	dex	0.5	0.5	2	0.0002	32
6015	6182	sin	1.5	0.5	3	0.0005	32
6015	6182	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
6190	6400	sin	1.5	0.5	3	0.0002	25
6190	6400	dex	0.5	0.5	2	0.0002	20
6400	6500	sin	1	0.5	2.5	0.0005	20
6400	6500	dex	1	0.5	2.5	0.0005	20
6500	6725	sin_dex	1	0.5	2.5	0.0005	3.2
6740	6760	dex_sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
6776	6894	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
6776	6917	dex	0.5	0.5	2	0.0005	25
6917	7050	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
6917	7050	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
7100	455 R4A	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
7100	62 R4C	dex	1	0.5	2.5	0.0005	20
7350	7660	sin	0.5	0.5	2	0.0005	32
7350	7660	dex	1	0.5	2.5	0.0005	40
7660	7940	sin_dex	0.5	0.5	2	0.0005	25

R5	8387	sin	1	0.5	2.5	0.0005	32
45 R5	8387	dex	1.5	0.5	3	0.0005	40
8396	8615	dex_sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
8620	8728	sin	1	0.5	2.5	0.0005	32
8620	8728	dex	1	0.5	2.5	0.0005	32
8738	8778	dex_sin	2	0.5	3.5	0.0005	25
9080	9250	dex_sin	2	0.6	3.8	0.0005	32
9255	9512	sin	1.5	0.5	3	0.0005	32
9255	9512	dex	0.5	0.5	2	0.0005	20
9520	9750	dex_sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
9825	10050	dex_sin	0.5	0.5	2	0.0005	20
10054	10340	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
10054	10340	dex	1	0.5	2.5	0.0005	25
10305	10600	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
10305	10600	dex	1	0.5	2.5	0.0005	25
10610	0 R7-A1	sin	1	0.5	2.5	0.0005	25
10610	30 R7-C2	dex	1	0.5	2.5	0.0005	32

#### rotonda R4 ramo A

progressiva di monte	progressiva di valle	lato strada	base minore [m]	altezza [m]	base maggiore [m]	pendenza fondo scorrevole	φ orifizio
							[mm]
82	455	dex	1	0,5	2,5	0,0005	32
82	455	sin	0,5	0,5	2	0,0005	25
460	536	sin	0,5	0,5	2	0,0002	20

#### rotonda R4 ramo C

progressiva di monte	progressiva di valle	lato strada	base minore [m]	altezza [m]	base maggiore [m]	pendenza fondo scorrevole	φ orifizio
							[mm]
268	322	dex	0,5	0,5	2	0,002	20
30	64,6	sin	0,5	0,5	2	0,0005	20
76	271	sin	0,5	0,5	2	0,0002	20
271	442	sin	1	0,5	2,5	0,0005	20