

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

IV16 – CAVALCAFERROVIA VIA BRESCIA – PK 108+954.045
Smaltimento acque meteoriche. Relazione idrologica e idraulica

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due	
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERAVDISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	R I	I V 1 6 0 8	0 0 1	A

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione	Gozzi <i>Gozzi</i>	08/05/20	Piacentini <i>Piacentini</i>	08/05/20	Liani	08/05/20	
B								
C								

CIG. 751447334A

File: INOR12EE2RIIV1608001A_10.docx



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 RI IV 160 8 001	Rev. A	Foglio 2 di 22
---------	------------------	-------------	--	-----------	-------------------

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3.1	ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	6
4	DATI IDROLOGICI.....	8
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO	10
5.1	CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	10
5.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	10
5.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	11
5.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE	11
5.5	CADITOIE	12
5.6	RISOLUZIONE INTERFERENZE	13
6	IMPIANTI DI TRATTAMENTO.....	14
6.1	CAMPI DI APPLICAZIONE	14
6.2	PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO: SEPARATORI DI IDROCARBURI.....	14
6.3	REQUISITI TECNICI.....	15
6.4	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO.....	15
7	INVARIANZA IDRAULICA.....	17
7.1	DIMENSIONAMENTO BACINI E FOSSI DRENANTI	17
8	TABULATI DI CALCOLO	18
8.1	CADITOIE	18
8.2	CUNETTA ALLA FRANCESE	19
8.3	COLLETTORI.....	19
8.4	FOSSI E CANALETTE.....	21
8.5	TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....	21
8.6	BACINI DRENANTI.....	22

1 PREMESSA

Il tracciato della nuova linea ferroviaria ad Alta Capacità Milano-Verona interferisce con varie viabilità presenti sul territorio.

Si pone pertanto la necessità di realizzare opere di attraversamento che comprendono un'opera d'arte, cioè un cavalcaferrovia o un sottovia, ed un nuovo tratto di strada, che raccorda sui due lati l'opera d'arte alla viabilità esistente.

Il presente elaborato tratta gli aspetti idraulici, connessi allo smaltimento delle acque di pioggia, relativo al cavalcaferrovia IV16 e alla viabilità connessa.

Il nuovo collegamento sovrappassa la nuova linea AV/AC in prossimità della progressiva 108+954,045, prevede la realizzazione di una viabilità composta,

In particolare, partendo da Nord, si prevede la realizzazione di una prima rotatoria denominata "Rotatoria R1" dalla quale si diramano la viabilità *IN39120B* e l'*asse principale*. A sud l'*asse principale* termina in una seconda Rotatoria denominata "Rotatoria R2 – *IN39194*" che risolve l'intersezione tra l'asse principale stesso e gli altri due rami afferenti.

In generale le acque di piattaforma vengono raccolte mediante caditoie e trasportate con collettori in PVC verso dei bacini drenanti che permettono lo smaltimento dei deflussi mediante infiltrazione nel terreno. Prima del recapito in bacino drenante è previsto il trattamento delle acque di prima pioggia.

La pioggia caduta sull'impalcato del cavalcaferrovia viene raccolta da un sistema di caditoie con boccaccio di dimensioni 30x50cm disposte su entrambi i cigli stradali della carreggiata. Delle tubazioni in PVC installate al di sotto dell'intradosso della soletta dell'opera trasportano i deflussi fin nei pressi dei manufatti di spalla e proseguono lungo le rampe attraversando le spalle stesse. Lungo le rampe le acque sono raccolte da caditoie 40x40cm. Tutte i deflussi provenienti dall'impalcato e dalle due rampe vengono convogliati verso i bacini drenanti: il bacino drenante "A" previsto al termine della rampa Nord e il bacino drenante "B" alla fine della rampa Sud. A monte dei bacini drenanti sono previsti impianti di trattamento in continuo delle acque di prima pioggia.

Per quanto riguarda la Rotatoria R1, in questo caso gran parte delle acque meteoriche vengono raccolte e trasportate fino all'impianto di trattamento e al bacino drenante della rampa Nord. Per la restante porzione di rotatoria che si lega all'esistente le acque defluiscono naturalmente verso le canalette esistenti o aree depresse di progetto.

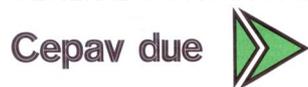
La viabilità *IN39120B* è adiacente all'asse principale. Nel tratto in cui è necessaria la raccolta delle acque del rilevato dell'asse principale, quindi, è prevista una cunetta alla francese dotata di scarichi e di un collettore sottostante che trasporta le acque nel bacino drenante "B" realizzato ai piedi della spalla. Per la restante parte della viabilità è previsto un arginello a raso per cui le acque possono raggiungere in modo naturale il bacino "B".

Al bacino drenante B giungono anche i deflussi della scarpata a Ovest trasportati dal fosso a piede scarpata e dalla canaletta rettangolare.

Per quanto riguarda la Rotatoria R2, le acque vengono sempre raccolte mediante caditoie e trasportate verso l'impianto e il bacino drenante "C" ai piedi della rampa Sud".

Per i rami che si collegano all'esistente è prevista una sezione tipo con arginello a raso per cui i deflussi raggiungono direttamente i fossi di guardia.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI IV 160 8 001

Rev.
A

Foglio
4 di 22

La realizzazione della nuova viabilità interferisce con alcune canalette esistenti.

In corrispondenza della rampa nord è previsto il tombamento del sistema di canalette mediante lo scatolare IN10688 120x90cm.

La rotatoria sud interferisce con una rete di canalette destinate all'irrigazione e la cui continuità idraulica sarà garantita mediante la deviazione e il tombamento delle stesse con tubi in c.a.v. ø800 (IN10946 – 1 e 2).

È infine prevista la deviazione di una canaletta irrigua che oggi è ai piedi della scarpata ovest della rampa sud del cavalcavia attuale. Si prevede quindi il riposizionamento della stessa ai piedi della scarpata del nuovo cavalcavia di progetto.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione di fa riferimento ai seguenti documenti

<i>DESCRIZIONE</i>	<i>CODICE</i>
<u>IF00 – ELABORATI DI TRACCIAMENTO LINEA AV/AC</u> RELAZIONE TECNICA DEL TRACCIAMENTO	INOR10EE2ROIF0000001
<u>IR87 – RILEVATO COLLEG. QBSE-AV/AC DA PK 107+884,000 A PK 108+134,000 – PLANIMETRIA DI PROGETTO – TAVOLA 4</u>	INOR12EE2PBR18700004
<u>IV00 – CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO</u> PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI STRADE CATEGORIA F2 – CARPENTERIA IMPALCATO – DETTAGLI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE – CADITOIA CON BOCCACCIO SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE – ELEMENTO DI DISCONNESSIONE TIPO B	INOR11EE24TV0000001 INOR11EE2BZIV00A5001 INOR11EE2BYIV00A8001 INOR11EE2BZIV00A8002
<u>IV16 – CAVALCAFERROVIA VIA BRESCIA – PK 108+954,045</u> PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – TAV. 1/2 PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – TAV. 2/2 SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONI TRASVERSALI – TAV. 1/2 SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONI TRASVERSALI – TAV. 1/2 PIANTA TRACCIAMENTO SOTTOSTRUTTURE E PLINTI DI FONDAZIONE PIANTA SCAMI CARPENTERIA SPALLA A CARPENTERIA SPALLA B CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – TAV. 1/3 CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – TAV. 2/3 CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – TAV. 3/3 RELAZIONE GEOTECNICA PROFILO STRATIGRAFICO	INOR12EE2P9IV16A0001 INOR12EE2P9IV16A0002 INOR12EE2PZIV16A0001 INOR12EE2PZIV16A0002 INOR12EE2PZIV16A3001 INOR12EE2PZIV16D1001 INOR12EE2BZIV16A6001 INOR12EE2BZIV16A6002 INOR12EE2BCIV16A5003 INOR12EE2BCIV16A5001 INOR12EE2BZIV16A5007 INOR12EE2RBIV1600001 INOR12EE2F6IV1600001
<u>IV00 – RAMPE CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO</u> STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 1/2 STRADA DI CATEGORIA F2. SEZIONI TIPO E DETTAGLI. TAVOLA 2/2 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 1/3 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 2/3 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PARTICOLARI. TAVOLA 3/3 PARTICOLARI RISOLUZIONE INTERFERENZE CON CANALETTE IRRIGUE	INOR11EE2WBIV00C0002 INOR11EE2WZIV00C0001 INOR11EE2BZIV00C8001 INOR11EE2BZIV00C8002 INOR11EE2BZIV00C8003 INOR11EE2BZIV00C8004
<u>IV16 – RAMPE CAVALCAFERROVIA VIA BRESCIA – PK 108+954,045</u> RELAZIONE TECNICA GENERALE RAMPE PLANIMETRIA STATO DI FATTO PLANIMETRIA DI PROGETTO PROFILO LONGITUDINALE. TAVOLA 1/2 PROFILO LONGITUDINALE. TAVOLA 2/2 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 3/4 ASSE PRINCIPALE. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 4/4 ROTATORIA R1. SEZIONI TRASVERSALI RAMI ROTATORIA R1. SEZIONI TRASVERSALI ROTATORIA R2. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 1/2 ROTATORIA R2. SEZIONI TRASVERSALI. TAVOLA 2/2 RAMI ROTATORIA R2. SEZIONI TRASVERSALI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE. PLANIMETRIA TOMBINO SCATOLARE IN10688. CARPENTERIA, ARMATURA E TRACCIAMENTO TOMBINO CIRCOLARE IN10946. CARPENTERIA, ARMATURA E TRACCIAMENTO	INOR12EE2ROIV16C0001 INOR12EE2P7IV1600001 INOR12EE2P7IV1600002 INOR12EE2F7IV1600001 INOR12EE2F7IV1600002 INOR12EE2W9IV1600001 INOR12EE2W9IV1600002 INOR12EE2W9IV1600003 INOR12EE2W9IV1600004 INOR12EE2W9IV16C0004 INOR12EE2W9IV16C0005 INOR12EE2W9IV16C0001 INOR12EE2W9IV16C0002 INOR12EE2W9IV16C0003 INOR12EE2PZIV16D8001 INOR12EE2BZIV16C8001 INOR12EE2BZIV16C8002



3 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n.152, “*Norme in materia ambientale*”
- D. Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4, “*Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale*”
- Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7, Regione Lombardia, “*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)*”
- Regolamento Regionale 24 marzo 2006, n. 4, Regione Lombardia, “*Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26*”
- UNI EN 858-1:2005, “*Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio) - Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità*”
- UNI EN 858-2:2004, “*Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) - Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione*”

3.1 Acque di prima pioggia

Con l’emanazione del D. Lgs. n. 152/99, successivamente modificato ed integrato dal D.Lgs. n. 258/00, che ha recepito la direttiva 91/271/CEE, si sono fornite le disposizioni in materia di tutela delle acque dall’inquinamento. In particolare, è stato introdotto per la prima volta il concetto di “acque di prima pioggia”.

La sopracitata normativa è stata abrogata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “*Norme in materia ambientale*”, che riprende i principi del D. Lgs. n. 152/99 disciplinando le misure per tutela dei corpi idrici dall’inquinamento.

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152, anche considerate le integrazioni di cui al Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4, così recita all’art. 113:

“1. Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:

a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;

b) 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.

2. Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

3. 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.

4. È comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee”.

Il D.Lgs. 152/2006 non definisce le “acque di prima pioggia” e non fornisce per esse alcuna indicazione quantitativa (altezza di precipitazione in mm) demandando alle Regioni la loro disciplina. Per contro, nel prevedere la necessità di convogliamento e trattamento in impianti di depurazione, parla esclusivamente di acque di dilavamento di superfici impermeabili scoperte.

La vigente normativa demanda alle Regioni, allo scopo di prevenire i rischi idraulici ed ambientali, la disciplina e l'attuazione delle forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento. Alle Regioni spetta, quindi, il compito di prescrivere i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate.

La predisposizione dei sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia assolve 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.

È evidente che l'accumulo di inquinanti in tempo secco ed il loro lavaggio operato dalla pioggia può raggiungere livelli non trascurabili su superfici interessate da intenso traffico veicolare. In questo caso il trasporto degli inquinanti nei collettori fognari e la loro immissione diretta nei corpi idrici ricettori può essere causa di notevoli danni all'ambiente, soprattutto se posta in relazione agli obiettivi di qualità dei corpi idrici stabiliti dal citato D. Lgs. n. 152/06.

Nell'ambito del presente progetto si darà pertanto grande rilevanza alla necessità di controllare e trattare il carico inquinante legato al dilavamento delle deposizioni secche, prima della restituzione delle acque di pioggia all'ambiente naturale. La stessa progettazione delle “infrastrutture stradali” è stata quindi condizionata dai vincoli imposti dai sistemi di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia, in particolare per quanto riguarda l'estensione delle aree imposte e l'altimetria delle opere interferenti (attraversamenti stradali ed idraulici).

Entrando nel merito specifico del presente progetto, il primo problema che si pone è quello legato all'individuazione delle soglie di intervento del sistema, in altre parole la quantificazione delle acque di prima pioggia. La legislazione vigente in materia è estremamente vaga ed incompleta. L'unico riferimento normativo esistente, che offre un approccio sistematico e razionale al problema legato alla definizione di “acque di prima pioggia”, è rappresentato dal Regolamento Regionale del 24/03/2006 – n.4.

Viene pertanto adottata la definizione:

“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti”.

Il deflusso originato da un evento di precipitazione di queste caratteristiche verrà, nell'ambito della presente progettazione esecutiva, opportunamente separato dalla portata eccedente e destinato ad un trattamento di disoleatura e dissabbiatura, che permetta di ridurre il carico di inquinanti ai valori imposti dalla normativa vigente ai limiti allo scarico in corpi idrici superficiali.



4 DATI IDROLOGICI

Le condizioni più critiche, che il sistema idraulico oggetto di studio deve essere in grado di affrontare, sono relative a:

- massima portata che la rete di drenaggio deve essere in grado di smaltire;
- massimo volume che i dispositivi di accumulo e laminazione devono essere in grado di immagazzinare.

Tali condizioni critiche si verificano rispettivamente quando:

- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine dei minuti (pari al tempo di corrivazione del sottosistema idraulico in esame);
- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine delle ore.

L'analisi pluviometrica viene quindi svolta sia per precipitazioni di durata inferiore all'ora (scrosci), sia per precipitazioni di durata oraria.

Nello studio idrologico relativo al tracciato della linea A.V./A.C., mediante elaborazione statistico-probabilistica delle serie storiche dei dati delle piogge intense, sono stati calcolati, per diversi valori del tempo di ritorno e per le diverse aree lungo il tracciato della linea, i parametri che definiscono le caratteristiche statistiche degli eventi di pioggia estremi.

Tali parametri sono i coefficienti "a" e "n" delle curve di possibilità pluviometrica, espresse mediante la relazione

$$h = at^n$$

con

- h (mm): altezza di precipitazione;
- t (ore): durata di pioggia;
- a (mm/hⁿ), n (o n₁ per piogge di durate inferiori all'ora): parametri caratteristici della curva, per tempo di ritorno assegnato.

I valori dei parametri della curva di possibilità pluviometrica tra le chilometriche della linea A.V. all'interno delle quali ricadono le opere oggetto del presente elaborato, derivano dalla Relazione Idrologica ed Idraulica generale. Per quanto riguarda l'opera in oggetto, si riassumono in tabella sottostante i valori dei parametri a e n desunti da tale elaborato.

CAVALCAFERROVIA	T _R = 25 anni			T _R = 50 anni		
	a (mm/h ⁿ)	n (>1h)	n ₁ (<1h)	a (mm/h ⁿ)	n (>1h)	n ₁ (<1h)
IV16	46.83	0.258	0.403	52.03	0.255	0.403

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
12

Codifica Documento
E E2 RI IV 160 8 001

Rev.
A

Foglio
9 di 22

I dati di pioggia per tempo di ritorno pari a 25 anni sono stati utilizzati per la progettazione degli elementi di drenaggio in piattaforma (caditoie, collettori, cunette), mentre i dati di pioggia corrispondenti ad un tempo di ritorno pari a 50 anni sono stati utilizzati nella progettazione dei bacini drenanti.

5 CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

5.1 Calcolo dei coefficienti di deflusso

La precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. Il coefficiente di deflusso esprime dunque la percentuale della pioggia caduta, che contribuisce alla formazione delle portate. I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di pavimentazione	Coefficiente di deflusso
Pavimentazione stradale	1.00
Scarpare erbose	0.60
Fosso di guardia	1.00

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite, e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum_i \varphi_i S_i}{\sum_i S_i}$$

5.2 Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione relativo ad una determinata sezione della rete idraulica è l'intervallo di tempo necessario affinché nella sezione considerata giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino.

Come noto in letteratura, il tempo di corrivazione è dato da:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

- t_a è il tempo di accesso in rete, in secondi, assunto pari a 300 s per la verifica dei fossi scolanti e 120 s per la verifica dei collettori disposti lungo le opere di attraversamento;
- t_r è il tempo di rete, stimabile con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{v_{ri}}$$

dove L_i (m) è la lunghezza dell' i -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione in esame e v_{ri} (m/s) è la velocità di moto uniforme della corrente transitante nella i -esima tubazione.

5.3 Calcolo delle portate di progetto

Il calcolo della portata da allontanare dalla piattaforma stradale, e quindi della portata che la rete deve essere in grado di recepire, viene effettuato utilizzando il metodo cinematico. Secondo tale metodo, la portata di colmo prodotta da un'intensità di pioggia i in un bacino di superficie S è data da:

$$Q = \varphi S i = \varphi S a t_c^{n-1}$$

dove:

- φ : coefficiente di deflusso del bacino;
- S (m²): superficie del bacino;
- t_c (ore): tempo di corrivazione;
- $i = a t_c^{n-1}$ (mm/h): intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno.

5.4 Dimensionamento delle sezioni idrauliche

La verifica delle sezioni idrauliche viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di ramo sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando nella determinazione della portata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k_s A R^{\frac{2}{3}} i_l^{\frac{1}{2}}$$

dove:

- Q (m³/s): portata di moto uniforme;
- A (m²): area bagnata;
- k_s (m^{1/3}/s): coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler;
- R (m): raggio idraulico;
- i_l (m/m): pendenza longitudinale.

Nel caso di un fosso, fissati un coefficiente di scabrezza k_s ed una pendenza longitudinale i_l , e note le caratteristiche geometriche della sezione, si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, la portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo cinematico, definendo quindi il tirante nella sezione idraulica di verifica.

Allo stesso modo, nel caso di una tubazione, fissati un coefficiente di scabrezza k_s ed una pendenza longitudinale i_l , si è in grado di stimare, mediante la relazione precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto, calcolata con il metodo cinematico.

In tabella sottostante vengono riportati i coefficienti di scabrezza utilizzati:

Materiale	ks (m1/3/s)
Elementi in PVC	80
Elementi in CAV	70
Fossi in terra	40

Nella determinazione del diametro ottimale, il grado di riempimento massimo della condotta non è mai superiore all'80%.

I collettori utilizzati saranno in PVC, di classe SN4 quelli che corrono lungo il ciglio stradale e di classe SN8 per gli attraversamenti. Si riportano di seguito i diametri esterni e interni per le due classi.

Tubi PVC – classe SN8			Tubi PVC – classe SN4		
DN (mm)	sp (mm)	Dint (mm)	DN (mm)	sp (mm)	Dint (mm)
160	4.7	150.6	160	4	152
200	5.9	188.2	200	4.9	190.2
250	7.3	235.4	250	6.2	237.6
315	9.2	296.6	315	7.7	299.6
400	11.7	376.6	400	9.8	380.4
500	14.6	470.8	500	12.3	475.4
630	18.4	593.2	630	15.4	599.2

5.5 Caditoie

Sono state scelte caditoie a griglia 40x40 cm con pozzetto non sifonato sulle rampe e caditoie a griglia 30x50cm sull'opera. Al fine di calcolare l'interasse a cui porle, è stata calcolata la portata defluente dalla carreggiata e valutata, in base alla geometria della banchina, la portata residua non captata dalla caditoia.

L'efficienza frontale della caditoia è data dal rapporto tra la portata intercettata frontalmente Q_1 e quella totale Q proveniente da monte, mediante la relazione:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{8/3}$$

con b larghezza della banchina e l larghezza della caditoia.

L'efficienza frontale misura la capacità della caditoia di captare il deflusso frontalmente, nel caso in cui la portata Q_1 venga captata integralmente. Perché questo avvenga è però necessario che sia soddisfatta la condizione

$$v_0 = 2.54L^{0.51} > v$$

dove v è la velocità di deflusso in banchina, calcolata come precedentemente con la formula di Gauckler-Strickler e L lunghezza della caditoia.

All'efficienza frontale, va sommata l'efficienza laterale, che rappresenta la capacità della caditoia di captare il deflusso lateralmente, la quale si può calcolare come

$$E_1 = \frac{Q_2}{Q} = 1 - E_0$$

Essendo Q_2 la portata che "passa" lateralmente, pari a $Q - Q_1$.

Anche in questo caso è possibile calcolare il "rendimento laterale" della caditoia, con la seguente relazione empirica:

$$R_2 = 1 + \frac{0.083v^{1.8}}{jL^{2.3}}$$

È possibile quindi valutare la portata residua, mediante la relazione:

$$Q_{res} = Q - Q_1 - Q_{lat} = Q - Q_1 - Q_2 R_2$$

In generale, nella scelta dell'interasse, si è cercato di garantire una portata residua non superiore al 25%

5.6 Risoluzione interferenze

La realizzazione della nuova viabilità interferisce con il reticolo idrografico esistente.

In prossimità della rampa nord, alla Pk 50.153 è stato necessario realizzare il tombino scatolare IN10688 di dimensioni 120x90cm. Tale tombino sostituisce lo scatolare già esistente per cui le dimensioni e la pendenza di quello di progetto sono le medesime di quelle del tombino oggi in uso.

In corrispondenza della rotatoria R2 è stata necessaria la deviazione di alcune canalette irrigue e la realizzazione di due tombini in c.a.v. ø800 (IN10946 - 1 e 2). Anche in questo caso, il diametro dei tombini risulta essere analogo a quello del tubo esistente con il quale la rotatoria di progetto interferisce.



6 IMPIANTI DI TRATTAMENTO

6.1 Campi di applicazione

Le acque di prima pioggia raccolte in piattaforma verranno convogliate verso appositi impianti di trattamento delle acque di prima pioggia. La normativa vigente (UNI EN 858) regola in modo specifico le caratteristiche costruttive, il dimensionamento e le modalità di certificazione degli impianti di trattamento.

Tale norma divide i separatori di oli minerali in due classi:

- Classe I – separatori che garantiscono un tenore di idrocarburi all'uscita <5 mg/l (a questa categoria appartengono i separatori con elemento a coalescenza o filtro lamellare);
- Classe II – separatori che garantiscono un tenore di idrocarburi all'uscita <100 mg/l (a questa categoria appartengono i separatori senza elemento a coalescenza).

La normativa nazionale (D. Lgs. 152/06) precisa che la concentrazione di oli minerali nelle acque di scarico deve essere inferiore a 10 mg/l per lo scarico in fognatura, 5 mg/l per lo scarico in acque superficiali e 0.01 mg/l per lo scarico su suolo.

6.2 Principi di funzionamento: separatori di idrocarburi

Le acque di prima pioggia provenienti dalle aree pavimentate, confluiranno nella vasca di sedimentazione, integrata nel separatore. Nel sedimentatore avviene la separazione dei solidi e, in generale, del materiale inerte avente densità maggiore dell'acqua.

Per il principio di gravità, nel comparto di disoleazione gli oli si separano dall'acqua: l'olio, più leggero dell'acqua, galleggia in superficie. Questo processo è potenziato dall'effetto dell'inserito a coalescenza che permette la separazione delle microparticelle oleose. Le gocce di dimensioni maggiori, spinte dall'acqua, risalgono in superficie e creano uno strato di spessore crescente; le particelle più piccole, invece, sono assorbite dall'inserito a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, al raggiungimento di una determinata dimensione, si staccano dal filtro e risalgono in superficie.

L'impianto è dotato di un galleggiante di sicurezza che si abbassa man mano che la quantità di olio separata in superficie aumenta e, raggiunto il volume massimo ammissibile, chiude lo scarico del separatore impedendo la fuoriuscita di olio, attraverso un otturatore dotato di guarnizione ermetica. La necessità di svuotamento delle vasche può essere segnalata automaticamente dall'apposito dispositivo di allarme.

In base alla potenzialità richiesta, gli impianti possono essere realizzati in vasche monolitiche, oppure separatori con sedimentatore a monte, o serie di separatori e sedimentatori posti in parallelo. Nel caso di portate elevate o nelle zone soggette a piogge eccezionali, l'impianto può essere dotato di un by-pass per le acque in esubero. Il by-pass può essere integrato nel separatore oppure collocato nel sedimentatore a monte del separatore stesso.

Nel caso in cui il recapito del trattamento sia su suolo, il sistema dovrà essere dotato di un ulteriore filtro a composizione variabile, in grado di affinare il processo di trattamento e portare entro i limiti di legge il valore della concentrazione di idrocarburi totali.

6.3 Requisiti tecnici

Gli impianti di separazione per liquidi leggeri e i rispettivi componenti devono essere conformi ai requisiti relativi al materiale specificato.

Gli impianti di separazione possono essere realizzati con:

- calcestruzzo non armato, fibrocemento, calcestruzzo armato;
- materiali metallici: ghisa, acciaio inossidabile, acciaio;
- materie plastiche: materie plastiche rinforzate con fibre di vetro, polietilene.

Calcestruzzo

Il calcestruzzo deve soddisfare la classe di resistenza alla compressione minima C 35/45 in conformità al punto 4.3.1 della EN 206-1:2001.

Materiali di tenuta

Per gli impianti di separazione devono essere utilizzati esclusivamente elastomeri (gomma) o materiali di tenuta elastici permanenti. Non devono essere utilizzati malta di cemento e cementi sigillanti o composti simili.

Le guarnizioni di gomma devono soddisfare i requisiti della EN 681-1, tipo WC, e la loro durezza per i giunti non deve essere minore di 40 IRHD, conformemente alla ISO 48.

Le guarnizioni di elastomeri continuamente a contatto con acque reflue e/o liquidi leggeri devono soddisfare i requisiti della EN 682, Tipo GB.

Classi di separatori

Esistono due classi di separatori, definita sulla base del contenuto massimo ammissibile di olio residuo. Questo parametro viene garantito in funzione della tecnica di separazione che può essere:

- Classe I: contenuto massimo ammissibile = 5,0 mg/l (Separatori coalescenti);
- Classe II: contenuto massimo ammissibile = 100 mg/l (Separatori a gravità).

Negli impianti in progetto saranno utilizzati separatori di CLASSE I.

Dimensioni nominali (NS)

Le dimensioni nominali preferenziali per impianti di separazione per liquidi leggeri sono: 1, 5, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 e 500, dove il numero indica la portata espressa in l/s.

6.4 Dimensionamento degli impianti di trattamento

Per il dimensionamento dei vari impianti di trattamento presenti, si è tenuto conto di una portata corrispondente ad una intensità di precipitazione pari a 20 mm/h e dell'area afferente all'impianto.

Considerando quindi un valore di coefficiente udometrico pari a 20 mm/(h m²) risulta immediato il calcolo delle portate in arrivo agli impianti di trattamento di prima pioggia, conoscendo le aree afferenti.



Definita A (m^2) = area afferente all'impianto, la portata di prima pioggia Q_{PP} in arrivo agli impianti di trattamento è data da

$$Q_{PP} = u A \text{ (l/s)}$$

La portata nominale dell'impianto Q_i deve essere tale per cui $Q_i > Q_{PP}$.

Per evitare che portate eccessive entrino nell'impianto di trattamento, causando un malfunzionamento idraulico, risulta necessario prevedere l'utilizzo di sistemi in grado di regolare le portate separando quelle di prima pioggia (da inviare a trattamento) da quelle eccedenti. A tale scopo, il pozzetto di arrivo delle acque dalla rampa sarà dotato di due uscite: il primo collettore, dimensionato sulla portata nominale dell'impianto Q_i , porterà le acque direttamente al trattamento, mentre un secondo collettore, posto a quota più alta e dimensionato con la portata eccedente quella di prima pioggia, funzionerà da bypass e convoglierà le acque direttamente al recapito finale. La differenza di quota di scorrimento del collettore di bypass, rispetto a quella del collettore che porta le acque al trattamento, sarà pari all'altezza di moto uniforme della portata di prima pioggia, ricavabile mediante la relazione di Chezy

$$Q = k_s A R^{\frac{2}{3}} i_l^{\frac{1}{2}}$$

7 INVARIANZA IDRAULICA

Al fine di non appesantire la rete idrografica esistente a causa della maggiore portata, rispetto alla condizione originale, derivante dall'aumento di superficie pavimentata, occorre prevedere accorgimenti specifici al fine di garantire l'invarianza idraulica del sistema.

L'opera in oggetto poggia su un terreno composto da sabbie e ghiaie, quindi dotato di un valore alto di permeabilità. Lo smaltimento delle acque di piattaforma avverrà mediante infiltrazione nel suolo, mediante l'utilizzo di bacini drenanti opportunamente dimensionati.

7.1 Dimensionamento bacini e fossi drenanti

Per la determinazione del volume minimo da invasare si è fatto riferimento al metodo delle sole piogge.

Il volume da invasare V_i , ad un certo tempo θ , è dato quindi dalla differenza tra volume entrante V_e e volume uscente V_u :

$$V_i = V_e - V_u$$

Il volume entrante V_e è determinato dall'afflusso meteorico h (altezza di precipitazione) su di una superficie S , caratterizzata da un coefficiente di deflusso φ , in un certo tempo di pioggia θ :

$$V_e = \varphi \cdot S \cdot h(\theta) = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

mentre il volume uscente V_u al tempo θ viene calcolato come:

$$V_u = Q_u \cdot \theta = K \cdot A \cdot \theta$$

dove K [m/s] è il coefficiente di dispersione, A l'area della vasca.

Il volume da invasare V_i nel caso di un evento meteorico di durata θ sarà pertanto pari a:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

V_i assumerà, quindi, il suo valore massimo per un evento di precipitazione di durata θ_p pari a:

$$\theta_p = \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

da cui:

$$V_i = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

8 TABULATI DI CALCOLO

Si riportano di seguito i tabulati relativi al dimensionamento e alla verifica di tutti gli elementi del IV30.

8.1 Caditoie

In generale, sull'impalcato è stato fissato un interasse massimo delle caditoie pari a 20m.

Per quanto riguarda le rampe, in curva è stato verificato un interasse di 20m. Per particolari esigenze geometriche l'interasse risulta essere solitamente più piccolo, in tal caso la portata che defluisce in banchina risulta essere minore.

Seguono i tabulati di verifica di tali interassi per quanto riguarda le combinazioni di pendenza longitudinale e trasversale più gravose.

Impalcato			
Interasse caditoie	d	20.00	m
Sezione stradale	B	4.75	m
Larghezza banchina	b	1.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.057	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.025	m/m

Verifica interasse

Area pavimentata	A_{imp}	95.00	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	1.0	-
Parametri curva LSPP	a	46.830	mm/h ⁿ
	n	0.403	-
T Accesso = T corrvazione	$t_a = t_c$	170	s
Intensità di pioggia	i	290.05	mm/h
Q deflusso	Q_d	7.65	l/s
Larghezza trasversale accumulo	L_{acc}	0.87	m
Accumulo trasversale < banchina	$L_{acc} < b$	verificato	

Efficienza Caditoia

Larghezza caditoia	L	0.30	m
Lunghezza Caditoia	W	0.50	m
Efficienza frontale	E_0	68%	-
Q Captata Frontalmente	Q_1	5.17	l/s
Rendimento frontale	R_0	100%	-
Efficienza laterale	E_1	32%	-
Q che passa lateralmente	Q_2	2.48	l/s
Rendimento laterale	R_2	8%	-
Q captata lateralmente	Q_{lat}	0.20	l/s
Efficienza totale	E	70%	-
Portata residua	Q_{res}	2.28	l/s
		30%	-

Rampe - Curva			
Interasse caditoie	d	20.00	m
Sezione stradale	B	8.50	m
Larghezza banchina	b	1.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.057	m/m
Pendenza trasversale	i_t	0.047	m/m

Verifica interasse

Area pavimentata	A_{imp}	170.00	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	1.0	-
Parametri curva LSPP	a	46.830	mm/h ⁿ
	n	0.403	-
T Accesso = T corrvazione	$t_a = t_c$	170	s
Intensità di pioggia	i	289.38	mm/h
Q deflusso	Q_d	13.66	l/s
Larghezza trasversale accumulo	L_{acc}	0.73	m
Accumulo trasversale < banchina	$L_{acc} < b$	verificato	

Efficienza Caditoia

Larghezza caditoia	L	0.50	m
Lunghezza Caditoia	W	0.50	m
Efficienza frontale	E_0	95%	-
Q Captata Frontalmente	Q_1	13.02	l/s
Rendimento frontale	R_0	100%	-
Efficienza laterale	E_1	5%	-
Q che passa lateralmente	Q_2	0.65	l/s
Rendimento laterale	R_2	9%	-
Q captata lateralmente	Q_{lat}	0.06	l/s
Efficienza totale	E	96%	-
Portata residua	Q_{res}	0.59	l/s
		4%	-

8.2 Cunetta alla francese

La cunetta alla francese è prevista per la raccolta delle acque meteoriche del Ramo R1E nel tratto in cui defluiscono anche le acque del rilevato dell'asse principale.

Nella tabella seguente è riportato il calcolo dell'interasse minimo a cui porre gli scarichi.

CUNETTA ALLA FRANCESE			
Portata di Progetto			
Lunghezza tratto	L	79.00	m
Pendenza longitudinale	i_l	0.019	m/m
Area impermeabile	A_{imp}	468	mq
Coeff. di deflusso	φ_{imp}	1.00	-
Area permeabile	A_{perm}	669	mq
Coeff. di deflusso	φ_{perm}	0.60	-
Area impermeabile	A_{tot}	1137	mq
Coeff. di deflusso	φ_{medio}	0.76	-
Parametri curva LSPP	a	46.830	mm/h ⁿ
	n	0.403	-
T Accesso = T corrivazione	$t_a = t_c$	180	s
Intensità di pioggia	i	280.052	mm/h
Q deflusso	Q	67.63	l/s
Q deflusso x unità lunghezza	q_0	0.856	l/s
Portata massima smaltibile dalla cunetta			
Coeff. di scabrezza	k_s	70	m ^{1/3} /s
Area Bagnata	A_b	0.038	mq
Raggio Idraulico	R	0.051	m
Portata massima Cunetta	$Q_{c,max}$	49.82	l/s
Calcolo interasse			
Interasse massimo	i	58.19	m

Poiché la lunghezza totale della cunetta risulta essere pari a 79m è necessario inserire almeno uno scarico.

Tuttavia, per consentire la manutenzione dei collettori sottostanti l'interasse massimo degli scarichi è stato fissato pari a 25m.

8.3 Collettori

Impalcato - Rampa Nord - Rotatoria R1

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{TOT} (m ²)	φ_{medio}	k_s (m ^{1/3} /s)	DN	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riempimento (%)	v (m/s)	
Collettore PVC*	SN4	V1	V2	20.00	1.28	55	1.0	80	250	2.41	0.0049	19.0	0.8
Collettore PVC*	SN4	V2	V3	20.00	2.75	177	1.0	80	250	2.63	0.0149	27.5	1.5
Collettore PVC*	SN4	V3	V4	20.00	4.22	299	1.0	80	250	2.80	0.0243	31.5	2.0
Collettore PVC*	SN4	V4	V5	20.00	5.75	421	1.0	80	250	2.94	0.0332	34.5	2.4
Collettore PVC*	SN4	V5	V6-DS1	20.00	6.20	543	1.0	80	250	3.06	0.0417	38.0	2.7
Collettore PVC	SN4	DS2	P1	11.00	0.60	543	1.0	80	315	3.23	0.0404	51.0	1.1
Coll. Attr. PVC	SN8	P1	R1	8.40	5.68	543	1.0	80	315	3.29	0.0400	28.0	2.5
Collettore PVC	SN4	DS1	R1	10.50	0.80	813	1.0	80	315	3.19	0.0609	60.0	1.4
Collettore PVC	SN4	R1	R2	15.00	4.80	1447	1.0	80	315	3.37	0.1050	48.5	3.1
Collettore PVC	SN4	R2	R3	15.00	6.20	1587	1.0	80	315	3.44	0.1137	47.0	3.4
Collettore PVC	SN4	R3	R4	15.00	6.20	1727	1.0	80	315	3.51	0.1223	49.0	3.5



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 RI IV 160 8 001	Rev. A	Foglio 20 di 22								
Collettore PVC	SN4	R4	R5	15.00	6.20	1867	1.0	80	315	3.58	0.1306	51.0	3.6
Collettore PVC	SN4	R5	R6	18.00	5.96	2007	1.0	80	315	3.67	0.1384	53.5	3.6
Collettore PVC	SN4	R6	R7	18.00	5.22	2156	1.0	80	315	3.76	0.1466	58.0	3.4
Collettore PVC	SN4	R7	R8	15.00	3.57	2234	1.0	80	315	3.84	0.1500	66.5	3.0
Collettore PVC	SN4	R8	R9	17.00	1.12	2300	1.0	80	400	3.99	0.1510	65.0	1.9
Collettore PVC	SN4	R10	R11	15.00	3.57	91	1.0	80	200	2.18	0.0086	26.0	1.4
Coll. Attr. PVC	SN8	R11	R12	9.50	1.62	156	1.0	80	200	2.30	0.0142	43.0	1.2
Collettore PVC	SN4	R12	R9	11.60	0.32	268	1.0	80	250	2.57	0.0229	67.0	0.7
Collettore PVC	SN4	R9	R14	14.50	1.10	2646	1.0	80	400	4.10	0.1707	67.0	2.1
Collettore PVC	SN4	R13	R14	18.50	0.48	96	1.0	80	200	2.44	0.0085	44.0	0.7
Collettore PVC	SN4	R14	Impianto	1.90	1.10	2961	1.0	80	400	4.12	0.1906	78.5	2.0

* Valido per entrambi i lati della carreggiata

Impalcato - Rampa Sud - Rotatoria R2

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{TOT} (m ²)	Φ_{medio}	k_s (m ^{1/3} /s)	DN	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riempimento (%)	v (m/s)	
Collettore PVC*	SN4	V12	V13	20.00	1.90	87	1.0	80	250	2.31	0.0079	22.0	1.1
Collettore PVC*	SN4	V13	V14	20.00	3.40	209	1.0	80	250	2.51	0.0181	28.5	1.7
Collettore PVC*	SN4	V14	V15	20.00	4.90	331	1.0	80	250	2.66	0.0277	32.5	2.2
Collettore PVC*	SN4	V15	V16	20.00	5.70	453	1.0	80	250	2.80	0.0368	36.5	2.5
Collettore PVC*	SN4	V16	V17	20.00	5.70	575	1.0	80	250	2.92	0.0454	40.5	2.6
Collettore PVC*	SN4	V17	V18	20.00	5.70	697	1.0	80	250	3.05	0.0538	45.0	2.8
Collettore PVC*	SN4	V18	V19-DS3	20.00	5.70	819	1.0	80	250	3.16	0.0618	48.5	2.9
Collettore PVC	SN4	DS3	R15	12.00	1.84	941	1.0	80	315	3.27	0.0696	50.5	1.9
Coll. Attr. PVC	SN8	R15	R16	8.00	1.01	988	1.0	80	315	3.35	0.0719	63.5	1.5
Collettore PVC	SN4	DS4	R16	12.00	2.81	941	1.0	80	315	3.25	0.0698	44.5	2.3
Collettore PVC	SN4	R16	R17	18.00	6.31	1975	1.0	80	315	3.43	0.1417	53.5	3.7
Collettore PVC	SN4	R17	R18	18.00	5.90	2135	1.0	80	315	3.52	0.1510	57.0	3.6
Collettore PVC	SN4	R18	R19	18.00	5.90	2297	1.0	80	315	3.60	0.1602	59.0	3.7
Collettore PVC	SN4	R19	R20	15.00	5.90	2462	1.0	80	315	3.67	0.1699	61.5	3.7
Collettore PVC	SN4	R20	R21	15.00	4.53	2600	1.0	80	315	3.74	0.1773	69.5	3.4
Collettore PVC	SN4	R21	R22	15.00	3.96	2735	1.0	80	315	3.82	0.1842	75.5	3.2
Collettore PVC	SN4	R22	R23	15.00	2.83	2873	1.0	80	400	3.91	0.1909	55.5	2.9
Collettore PVC	SN4	R23	R24	15.00	1.78	3010	1.0	80	400	4.01	0.1969	66.0	2.5
Collettore PVC	SN4	R24	R25	15.00	0.94	3146	1.0	80	500	4.13	0.2022	54.0	2.1
Collettore PVC	SN4	R25	R26	15.00	0.45	3283	1.0	80	500	4.30	0.2060	73.5	1.5
Collettore PVC	SN4	R26	R27	15.00	0.40	3419	1.0	80	500	4.48	0.2093	78.5	1.4
Collettore PVC	SN4	R27	R28	11.80	0.40	3547	1.0	80	500	4.62	0.2132	80.0	1.4
Collettore PVC	SN4	R30	R29	14.00	0.20	94	1.0	80	200	2.47	0.0082	57.5	0.5
Collettore PVC	SN4	R29	P2	13.60	0.20	188	1.0	80	250	2.86	0.0151	58.0	0.6
Coll. Attr. PVC	SN8	P2	R28	15.10	0.20	188	1.0	80	250	3.30	0.0138	55.0	0.6
Coll. Attr. PVC	SN8	R31	R32	17.60	0.20	59	1.0	80	200	3.45	0.0042	38.0	0.5
Coll. Attr. PVC	SN8	R32	R33	25.00	0.18	151	1.0	80	200	4.30	0.0095	64.5	0.5
Coll. Attr. PVC	SN8	R33	R34	20.20	0.18	206	1.0	80	250	4.96	0.0119	77.0	0.5
Coll. Attr. PVC	SN8	R34	R35	11.90	0.18	350	1.0	80	315	5.30	0.0194	48.0	0.6
Coll. Attr. PVC	SN8	R35	R28	9.70	0.18	450	1.0	80	315	5.56	0.0242	55.5	0.6
Collettore PVC	SN4	R28	Impianto	3.30	0.50	4235	1.0	80	500	5.59	0.2271	76.5	1.6

* Valido per entrambi i lati della carreggiata

Asse R1E

Elemento	Nodo Iniziale	Nodo Finale	L (m)	i_l (%)	A_{TOT} (m ²)	Φ_{medio}	k_s (m ^{1/3} /s)	DN	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riempimento (%)	v (m/s)	
Collettore PVC	SN4	SC1	SC2	25.00	0.90	323	0.8	80	250	5.42	0.0148	36.5	1.0
Collettore PVC	SN4	SC2	SC3	25.00	1.20	673	0.8	80	250	5.74	0.0283	48.5	1.3

Collettore PVC SN4 SC3 Vasca 6.90 2.05 1075 0.8 80 250 5.80 0.0436 54.0 1.8

8.4 Fossi e canalette

Fossi e Canalette

Elemento	L (m)	i_l (%)	A_{scarp} (m ²)	φ_{scarp}	k_s (m ^{1/3} /s)	t_c (min)	Q_{cin} (m ³ /s)	Riempimento (%)	v (m/s)	
Fosso F1	50-50-50	64.00	0.62	748	0.6	40	7.20	0.0207	15.0	0.5
Canaletta C1	60x60	18.00	0.20	910	0.6	70	7.82	0.0240	12.5	0.5

8.5 Trattamento acque di prima pioggia

IMPIANTO DI TRATTAMENTO "A" - Rampa Nord

Portata di prima pioggia

Area impermeabile	A_{imp}	2961	mq
Coeff. di deflusso	φ_{imp}	1.0	-
Altezza prima pioggia	h_{pp}	5.0	mm
Tempo prima pioggia	t_{pp}	15	min
Portata prima pioggia	Q_{pp}	16.45	l/s

Portata impianto

Portata nominale dell'impianto	Q_i	20.00	l/s
Portata tot ingresso	Q_{tot}	190.61	l/s
Portata da bypassare	Q_{bp}	170.61	l/s

IMPIANTO DI TRATTAMENTO "C" - Rampa Sud

Portata di prima pioggia

Area impermeabile	A_{imp}	4235	mq
Coeff. di deflusso	φ_{imp}	1.0	-
Altezza prima pioggia	h_{pp}	5.0	mm
Tempo prima pioggia	t_{pp}	15	min
Portata prima pioggia	Q_{pp}	23.53	l/s

Portata impianto

Portata nominale dell'impianto	Q_i	30.00	l/s
Portata tot ingresso	Q_{tot}	226.66	l/s
Portata da bypassare	Q_{bp}	196.66	l/s

8.6 Bacini drenanti**BACINO DRENANTE "A" - Rampa Nord**

Superficie disperdente	S_{bacino}	372	mq
Area totale	A_{tot}	3716	mq
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.96	-
Parametri curva LSPP	a	52.030	mm/h ⁿ
	n	0.255	-
Permeabilità	k	1.00E-05	m/s
Portata uscente	Q_u	13.392	mc/h
Tempo di pioggia	θ_p	5.43	h
Portata entrante	Q_e	52.52	mc/h
Volume da invasare	V_i	212	mc
Tirante	h_b	0.51	m

BACINO DRENANTE "B" - Rampa Nord

Superficie disperdente	S_{bacino}	250	mq
Area totale	A_{tot}	3340	mq
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.72	-
Parametri curva LSPP	a	52.030	mm/h ⁿ
	n	0.255	-
Permeabilità	k	1.00E-05	m/s
Portata uscente	Q_u	9	mc/h
Tempo di pioggia	θ_p	5.45	h
Portata entrante	Q_e	35.29	mc/h
Volume da invasare	V_i	143	mc
Tirante	h_b	0.50	m

BACINO DRENANTE "C" - Rampa Sud

Superficie disperdente	S_{bacino}	502	mq
Area totale	A_{tot}	5166	mq
Coeff. di deflusso medio	φ_{medio}	0.94	-
Parametri curva LSPP	a	52.030	mm/h ⁿ
	n	0.255	-
Permeabilità	k	1.00E-05	m/s
Portata uscente	Q_u	18.072	mc/h
Tempo di pioggia	θ_p	5.54	h
Portata entrante	Q_e	70.87	mc/h
Volume da invasare	V_i	292	mc
Tirante	h_b	0.52	m