




AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA-BARI-TARANTO
TRATTO: NUOVO SVINCOLO DI PONTE RIZZOLI – DIRAMAZIONE RAVENNA
AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA

PROGETTO ESECUTIVO

CANTIERIZZAZIONE E FASI DEI LAVORI
AREE DI CANTIERE, VIABILITA', CAVE E DEPOSITI CB01 - Campo base
Relazione idraulica

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 Responsabile Idrologia e Idraulica	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 Progettazione Nuove Opere Stradali
--	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore 05
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	SCALA -
111447	LL00	PE	CN	ACN	CB001	00000	R	IDR	0501	1	

 	PROJECT MANAGER: Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	SUPPORTO SPECIALISTICO:  Viale A. Baccarini, 29/2 – 48018 FAENZA (RA) – www.ensar.it	REVISIONE							
				<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>n.</th> <th>data</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>NOVEMBRE 2017</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GENNAIO 2018</td> </tr> </table>	n.	data	0	NOVEMBRE 2017	1	GENNAIO 2018
	n.	data								
	0	NOVEMBRE 2017								
1	GENNAIO 2018									
REDATTO:		VERIFICATO:								

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

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO	4
3. INDIVIDUAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI REFLUI DI DILAVAMENTO E DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE DEI REFLUI	5
3.1. INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO REFLUI.....	5
3.2. DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO.....	5
3.3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO REFLUI.....	6
3.4. CALCOLO DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA E DERIVANTI DAL DILAVAMENTO DEI COPERTI.....	7
3.4.1 <i>Acque di piazzale</i>	7
3.4.2 <i>Acque di gronda</i>	7
3.5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI.....	8
3.5.1 <i>Acque di piazzale</i>	8
3.5.2 <i>Acque di gronda</i>	8
3.6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI.....	8
3.6.1 <i>Acque di piazzale</i>	9
3.6.2 <i>Acque di gronda</i>	10
4. CALCOLO DEL BACINO DI LAMINAZIONE	11
4.1. MODALITÀ COSTRUTTIVE.....	11
4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	11

1. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato al fine di produrre il dimensionamento della rete fognaria e dei manufatti di depurazione nonché il dimensionamento del sistema di laminazione delle acque di dilavamento per le aree di pertinenza del Cantiere Operativo denominato di seguito CB001 e delle aree di pertinenza del cantiere operativo ad esso limitrofo.

Sono escluse dalla presente relazione tecnica le aree operative del CB001 destinate a:

- deposito temporaneo terre e rocce di scavo
- produzione del calcestruzzo
- produzione del conglomerato bituminoso

che saranno oggetto di specifica progettazione a carico delle società vincitrici dell'appalto per la realizzazione delle opere autostradali.

Sono altresì escluse le aree di deposito delle terre di "scotico" che saranno stoccate al fine di agevolare, al termine delle opere, la messa in pristino delle aree di pertinenza del CB001.

Tali aree saranno dotate di permeabilità profonda e poiché ad oggi utilizzate a fini agricoli non concorreranno al dimensionamento sia della rete di scarico e depurazione dei reflui sia degli invasi di laminazione richiesti. La modellazione dell'estradosso di tali aree consentirà di garantire l'allontanamento dei reflui dalle aree di cantiere.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata per il dimensionamento dei sistemi di depurazione e del bacino di laminazione fa riferimento a quanto specificamente richiesto in materia dalle leggi nazionali, dalla Regione Emilia-Romagna ed ai sistemi di calcolo ampiamente condivisi e ritenuti attendibili per le simulazioni richieste.

Nello specifico sono stati presi a riferimento:

Dimensionamento e valutazione dei sistemi di depurazione:

- DLGS 152/2006 - Norme in materia ambientale
- DGR 286/2005 - Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art. 39, Dlgs 11 maggio 1999, n. 152)
- DGR 1860/2006 - Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della DGR n. 286 del 14/02/2005

Dimensionamento e valutazione del bacino di Laminazione

- art 20 comma 1 - Norme Tecniche di Attuazione dello PSAI

Per quanto riguarda il dimensionamento del bacino di laminazione necessario per regolare gli apporti d'acqua al sistema idrografico principale, si segnala che in virtù della provvisorietà del campo base e del cantiere operativo – 3 anni e mezzo di vita utile ca - il Consorzio della Bonifica Renana, responsabile della rete idrografica limitrofa all'area di intervento, ha valutato positivamente la possibilità di:

- aumentare le portate per ettaro di superficie pavimentata recapitabili al sistema idrografico superficiale, da 10 l/sec a 15 l/sec
- valutare eventi meteorologici con tempo di ritorno di 5 anni

Dimensionamento e valutazione del bacino dei sistemi di captazione dei reflui

Per quanto riguarda la valutazione dell'efficienza di smaltimento dei reflui degli spechi della rete fognaria proposta per l'intercettazione delle acque di piazzale, è stata utilizzata la formula di Chezy per le condotte a pelo libero con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler. Tale formula, seppure prevista per condotte circolari, si ritiene possa ben approssimare, le sezioni rettangolari delle canalette grigliate in calcestruzzo utilizzate per le sistemazioni.

Le portate prodotte dal dilavamento dei reflui sulle aree pavimentate sono state calcolate utilizzando il metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione che, prendendo in considerazione eventi pluviometrici con tempi di ritorno di cinque anni, mette in relazione il coefficiente di afflusso, l'intensità di pioggia e l'estensione delle aree da drenare.

3. INDIVIDUAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI REFLUI DI DILAVAMENTO E DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE DEI REFLUI

3.1. INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO REFLUI

Come riportato in premessa sono escluse dalla presente relazione le aree operative del CB001 destinate ad ospitare:

- il deposito temporaneo terre e rocce di scavo
- l'impianto di produzione del calcestruzzo
- l'impianto di produzione del conglomerato bituminoso
- le terre di scotico

ad esclusione dell'ultima, le altre aree saranno oggetto di specifica progettazione a carico delle società vincitrici dell'appalto per la realizzazione delle opere autostradali.

Le aree che ospiteranno i terreni di scotico, saranno conformate in modo da allontanare eventuali reflui prodotti dalle aree di cantiere.

Per le rimanenti aree, interamente impermeabilizzate e sulle quali è prevista la realizzazione:

- di prefabbricati per l'alloggio delle maestranze, gli uffici di cantiere, i servizi igienici e spogliatoi, le officine e i box magazzini ed attrezzature
- di aree di stoccaggio materiali ed attrezzature
- della viabilità interna e delle aree di sosta dei mezzi e delle vetture delle maestranze

è stato valutato, in virtù della potenziale presenza unicamente inquinanti quali solidi sospesi e idrocarburi che i reflui possano essere trattati con sistemi di trattamento di prima pioggia.

Rimangono escluse dal trattamento tutte le aree dei coperti dei fabbricati che concorreranno unicamente al dimensionamento del bacino di laminazione. La descrizione e il dimensionamento della rete di scarico del sistema dei coperti è stato riportato nei paragrafi successivi.

3.2. DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO

L'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia potenzialmente contaminate da idrocarburi, oli minerali e sedimenti pesanti, è specificamente previsto per parcheggi, strade, magazzini e depositi scoperti, con funzione anche di vasca volano per lo scarico graduale nel tempo delle acque di pioggia raccolte da superfici impermeabili. Di seguito si riporta una descrizione generale dell'impianto e delle sue modalità di installazione che potrà essere oggetto di modifiche a seconda del prodotto acquistato alle cui schede tecniche si rimanda espressamente per meglio valutare tematiche di seguito espresse.

L'impianto nel suo complesso è costituito da:

- Pozzetto scolmatore in monoblocco liscio di polietilene (PE) con tronchetti di entrata, by-pass per scolmare le acque di seconda pioggia e di uscita in PVC con guarnizione a tenuta e ispezione con chiusino in PP;
- Sistema di accumulo delle acque di prima pioggia costituito da serbatoi corrugati in monoblocco di PE dotati di ispezioni a passo d'uomo con chiusini in PE;
- Tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con valvola anti riflusso a galleggiante per scolmare le acque di seconda pioggia in ingresso;

- Elettropompa sommersa con quadro elettrico temporizzato per il rilancio delle acque accumulate al dissabbiatore/disoletatore con una portata di 1,5 l/s;
- Sistema di dissabbiatura-disoletatura per la depurazione delle acque accumulate
- Pozzetto per i prelievi fiscali, serie UNICHIM, in monoblocco di polietilene (PE) o in conglomerato cementizio, con tronchetto di entrata e di uscita in PVC con guarnizioni a tenuta e con ispezione con chiusino in PP.

In sintesi l'acqua potenzialmente inquinata e stoccata viene rilanciata da una pompa sommersa che si attiva mediante quadro elettrico che regola lo svuotamento dell'accumulo in modo che dopo 48/72 ore dall'evento di pioggia il sistema sia pronto per un nuovo ciclo di funzionamento.

L'efficacia dell'impianto di trattamento è per i seguenti parametri:

- Solidi sedimentabili.
- Idrocarburi totali ed altri liquidi leggeri non emulsionati aventi peso specifico sino a 0.95 g/cm³.

Una volta riempita la vasca di accumulo le successive piogge, definite secondarie e teoricamente non inquinate, confluiranno direttamente nel bacino di laminazione e in seguito nel corpo recettore, grazie al pozzetto scolmatore posizionato a monte della vasca stessa.

Il posizionamento dell'impianto dovrà prevedere:

- uno scavo per ogni manufatto previsto al fine di garantire le quote richieste per il loro corretto funzionamento. Gli scavi dovranno prevedere un franco finalizzato al corretto ed agevole posizionamento del manufatto ed alla realizzazione dei collegamenti previsti.
- la costipazione del fondo degli scavi e la successiva realizzazione di uno strato uniforme di ghiaia lavata 2/6 di 15/20 dello spessore non inferiore a 15-20 cm
- il riempimento progressivo del serbatoio con acqua parallelamente alle attività di rinfianco
- il rinfianco dei manufatti e la costipazione del materiale di reinterro per starti successivi di circa 30 cm, con idoneo materiale, preferibilmente ghiaia lavata 2/6 o comunque di caratteristiche tali da garantire l'assenza di lesioni al manufatto nella fase di costipazione. qualora ritenuto necessario in funzione degli usi dell'area di pertinenza il rinfianco potrà essere eseguito anche con calcestruzzo magro
- la realizzazione di un ricoprimento del manufatto che a seconda dell'utilizzo delle aree di partenza potrà prevedere semplice terra o solette carrabili

Il posizionamento di pozzetti in calcestruzzo al di sopra del manufatto dovrà avvenire secondo quanto riportato nelle schede tecniche e di montaggio del prodotto e comunque dovrà evitare di gravare direttamente sul manufatto stesso.

Le tubazioni di PCV in ingresso ed in uscita all'impianto di trattamento di prima pioggia e con particolare riferimento alle aree di transito mezzi, dovranno essere adeguatamente protette prevedendo sottofondo, rinfianco e copertura (bauletto) in calcestruzzo per uno spessore minimo di 15-20 cm.

3.3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO REFLUI

Il sistema di trattamento precedentemente descritto è stato dimensionato per avere a disposizione una capacità di accumulo, al netto dei volumi di franco e di accumulo dei materiali decantati, pari a 5 mm di pioggia uniformemente distribuiti sull'area servita.

$$V \text{ Sedimentazione} = \text{area di captazione reflui} \times 0.005$$

L'estensione dell'area servita dall'impianto di trattamento di prima pioggia ammonta nello specifico a 20.000 mq. Tale estensione ricomprende, in quanto trascurabili per estensione, le impronte a terra delle dune previste a separazione del CB001 con la limitrofa area operativa.

$$V \text{ Sedimentazione} = 20.000 \times 0.005 = 100 \text{ mc}$$

La rappresentazione grafica dell'impianto ed il suo posizionamento all'interno dell'area di cantiere è stato riportato negli elaborati grafici di riferimento del CB001

3.4. CALCOLO DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA E DERIVANTI DAL DILAVAMENTO DEI COPERTI

Data la natura temporanea degli apprestamenti di cantiere, il tempo di ritorno con cui sono state calcolate le portate di dilavamento prodotte è pari a 5 anni.

La curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno indicato è la seguente

$$i(t) = a \cdot t^{n-1}$$

dove:

t < 20.8 min			t > 20.8 min		
TR	a	n	TR	a	n
5	39.136	0.5745	5	29.966	0.3226

la portata afferente calcolabile tramite la formula razionale

$$Q_{in} = \varphi \cdot i \cdot A$$

dove

A = area afferente

$\varphi = 1$ per superfici pavimentate

i = calcolato utilizzando la curva di possibilità pluviometrica precedente.

3.4.1 Acque di piazzale

Per l'aera in esame la portata massima derivante dal dilavamento dell'intero piazzale individuato per t < 20.8 min sarà pari a:

$$Q = 395 \text{ l/sec}$$

Tale portata, come per il punto precedente, varia a seconda del tratto di rete analizzato in funzione dall'estensione della superficie che la produce.

3.4.2 Acque di gronda

Per il sistema dei coperti dei monoblocchi prefabbricati utilizzati con varia destinazione d'uso all'interno dell'area di progetto, avente una superficie in pianta complessiva pari a 2820 mq, il progetto ha previsto, al fine di ottimizzare le pendenze del terreno, di suddividerli in due sistemi separati di recapito al bacino di laminazione.

Le superfici che generano i reflui afferenti ai due sistemi ammontano a:

- 1240 mq
- 1580 mq

la portata massima prevista sempre t < 20.8 min sarà pari a

$$Q(1240 \text{ mq}) = 24 \text{ l/sec}$$

$$Q(1580 \text{ mq}) = 31 \text{ l/sec}$$

Tale portata, come per il punto precedente, varia a seconda del tratto di rete analizzato in funzione dall'estensione della superficie che la produce.

3.5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI

3.5.1 Acque di piazzale

Al fine di prevedere un sistema di smaltimento reflui in grado di garantire un efficiente drenaggio dei piazzali è stata prevista la installazione di canalette in calcestruzzo armato dotate di griglia carrabile metallica per la captazione dei reflui.

Tali canalette di sezione di smaltimento differenziata a seconda delle aree di riferimento e variabile fra: 40x40 cm, 40x50cm e 60x50cm saranno posizionate sui piazzali e seguiranno l'inclinazione degli stessi ricompresa fra lo 0,03% e lo 0,05%. L'inclinazione dei piazzali sarà ottenuta sfruttando la naturale orografia del terreno opportunamente rimodulata in modo da consentire il deflusso dei reflui all'impianto di trattamento per gravità.

Il sistema, grazie alla presenza delle griglie carrabili, garantirà una efficiente manutenzione delle stesse e di conseguenza dell'intero sistema di smaltimento reflui.

Le canalette prefabbricate saranno utilizzate anche per il convogliamento, al bacino di laminazione, delle acque di seconda pioggia, in uscita dal sistema di bypass dell'impianto di prima pioggia.

I manufatti saranno alloggiati su un sottofondo in calcestruzzo magro di spessore non inferiore a 10 cm.

Le intersezioni fra i canali grigliati di differenti rami saranno realizzati con tubazioni di PVC Ø 200. Analogamente il collegamento fra la canaletta finale e il manufatto di trattamento dei reflui di prima pioggia dovrà essere realizzato con una tubazione in PVC Ø 500.

3.5.2 Acque di gronda

Le acque di gronda derivanti dal dilavamento delle coperture dei monoblocchi prefabbricati destinati a vario uso all'interno dell'area di cantiere, saranno convogliate all'interno di pluviali e da qui raccolte, attraverso condotte in PVC interrato, e recapitate direttamente al bacino di laminazione per il successivo rilascio nel sistema idrografico superficiale. Un sistema di pozzetti di ispezione 60x60, posizionati con interasse di circa 25 m, garantirà le necessarie attività di manutenzione e pulizia.

Le quote delle tubazioni ed i versi di scorrimento sono stati rappresentati negli elaborati grafici di progetto. Le tubazioni saranno alloggiare su letto di sabbia di circa 10 cm o su un sottofondo di calcestruzzo magro, al fine di produrre un substrato di appoggio uniforme. Lo scavo sarà interrato e costipato con strati successivi di materiale di granulometria ridotta ed avendo cura di evitare la costipazione sulla perpendicolare all'asse verticale della tubazione.

Al fine di garantire l'integrità delle tubazioni le stesse dovranno essere "baulettate" con un getto di calcestruzzo magro di spessore non inferiore a 10-15 cm.

3.6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI

Il sistema di smaltimento reflui, come anticipato al paragrafo 2, è stato dimensionato utilizzando la formula di Chezy per le condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Chezy calcola la velocità del refluo utilizzando la seguente formula:

$$V = C \sqrt{RI}$$

V = velocità media [L T⁻¹]

C = coefficiente di Chézy [L^{1/2} T⁻¹]

R = raggio idraulico [L] rapporto tra la sezione bagnata (Ω) e il perimetro bagnato (C)

I = pendenza del fondo del canale [°]

C dipende da:

1. parametri geometrici della sezione (forme e dimensione)
2. natura delle pareti e del fondo del canale

e può essere calcolata con varie formule.

Gauckler-Strickler interviene sulla formula e, partendo dalla formula di Chezy, indica le seguenti formule per il calcolo della velocità e della portata:

$$V = K R^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = A K R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui:

K = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (tabellato in funzione del materiale - si veda tabella 1)

R = raggio idraulico

i = pendenza della tubazione

A = area bagnata

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120 mm ^{1/3} *s ⁻¹
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100 mm ^{1/3} *s ⁻¹
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80 mm ^{1/3} *s ⁻¹
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60 mm ^{1/3} *s ⁻¹
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40 mm ^{1/3} *s ⁻¹

3.6.1 Acque di piazzale

La formula utilizzata abitualmente per tubazioni circolari, proprio in virtù delle maggiori sezioni di smaltimento di profili rettangolari progettualmente previsti, garantisce un franco di sicurezza per le portate previste e calcolate al paragrafo 3.4 della presente relazione.

Per il caso in esame:

- assimilando le canalette a sezione rettangolare 20x25 - 40x50 e 60x50 cm a tubazioni in CLS con diametro rispettivamente pari a 250 - 500 - 600 mm
- assumendo una pendenza variabile fra lo 0,03% e lo 0,05%
- prevedendo un coefficiente di riempimento pari all'80%
- un coefficiente di scabrezza pari ad 80

le portate, smaltibili dalla tipologia di manufatto mantenuto in buono stato di manutenzione, sono variabili fra:

P 0,03% = 33 – 210 – 341 l/sec

P 0,05% = 43 – 271 – 441 l/sec

3.6.2 Acque di gronda

Il sistema di smaltimento dei reflui sarà costituito, come precedentemente indicato, da una rete di tubazioni di PVC. Al fine di evitare un utilizzo di tubazioni di differenti diametri per tratti molto limitati è stato scelto di proporre una tipologia unica di diametro pari a 200 mm.

Per il caso in esame pertanto:

- assumendo una tubazione in PVC con diametro pari a 200 mm
- assumendo una pendenza variabile fra lo 0,03% e lo 0,05%
- prevedendo un coefficiente di riempimento pari all'80%
- un coefficiente di scabrezza pari ad 120

Le portate smaltibili da tali manufatti sono variabili fra i **27 e i 35 l/sec**. Tali valori risultano assolutamente in linea con le portate calcolate in precedenza.

4. CALCOLO DEL BACINO DI LAMINAZIONE

Il bacino di laminazione, contrariamente agli impianti di trattamento reflui, è stato dimensionato per accogliere le acque di dilavamento dell'intero piazzale che a regime e al netto delle aree occupate dalle dune e dall'area utilizzata per ospitare le terre di scotico, risulterà completamente pavimentato e di superficie pari a 44.200 mq.

Il bacino di laminazione oltre a regolare le portate all'interno del reticolo idrografico esistente garantirà un ulteriore processo di sedimentazione dei reflui a favore di una maggior tutela ambientale del corpo recettore.

4.1. MODALITÀ COSTRUTTIVE

Il bacino di laminazione sarà realizzato predisponendo lungo il perimetro occidentale, meridionale ed orientale dell'area di cantiere, un canale composto da elementi prefabbricati in calcestruzzo di sezione rettangolare di dimensioni nette pari a 250x120 che potrà essere riempito per il 66 % del suo volume utile.

I manufatti, posati in serie, avranno una quota di scorrimento costante pari a 50.50 m slm per tutto l'andamento del canale.

Gli elementi saranno posizionati all'interno di uno scavo a sezione obbligata e di dimensioni tali da consentire l'agevole posizionamento dei manufatti stessi ed il loro collegamento.

Sul fondo dello scavo, preventivamente costipato, sarà realizzato un getto di pulizia in calcestruzzo magro di spessore non inferiore a 10 cm debolmente armato.

Per la quota limitrofa all'area di ingresso, per una lunghezza di 127 m, il canale di laminazione, al fine di garantire il transito dei mezzi e l'accessibilità alle aree di cantiere, sarà interamente ricoperto con elementi carrabili in cls di spessore non inferiore a 20 cm.

Il bacino di laminazione sarà dotato, sempre in corrispondenza della sezione terminale ubicata in prossimità dell'accesso all'area di cantiere, di un manufatto di riduzione di portata che garantirà il deflusso dei reflui, verso il reticolo superficiale circostante secondo quanto richiesto dal Consorzio della Bonifica Renana ovvero pari a 65 l/sec (15 l/sec per ha di superficie impermeabilizzata).

L'elemento per la riduzione della portata sarà costituito da un pozzetto prefabbricato 100x100cm nel quale, un diaframma, di altezza pari a quella del massimo volume laminato, ed una tubazione in uscita, di diametro non inferiore a 500 mm, garantiranno il deflusso dei reflui in caso di riempimento improvviso dell'intero bacino. La posa del manufatto per la riduzione delle portate dovrà prevedere la realizzazione di un getto di sottofondo in calcestruzzo debolmente armato di spessore pari a circa 15 cm al fine di evitare assestamenti del pozzetto stesso.

La tubazione di collegamento del bacino di laminazione con il corpo idrico recettore sarà realizzata in CLS posta su letto di sabbia di spessore non inferiore a 10-15 cm e rinfiancata con materiale arido.

4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Il calcolo della portata delle acque recapitate all'impianto di laminazione è stato effettuato utilizzando la formula riportata al paragrafo 3.4 della presente relazione con $t > 20,8$ min.

La variazione di volume nel manufatto di laminazione è dato da

$$Q_{in} - Q_{out} = \frac{dV}{dt}$$

Derivando quest'equazione e ponendola uguale a zero, si calcola il tempo di pioggia che massimizza il volume di laminazione.

$$t_x = \sqrt[n-1]{\frac{Q}{A \cdot a \cdot n}}$$

Il volume massimo risulta quindi uguale a

$$V_{max} = A \cdot a \cdot t_x^n = Q \cdot t_x$$

Nel caso specifico il volume di laminazione richiesto è pari a 1184 mc. Come evidente tale volume risulta inferiore rispetto a quanto richiesto dall'art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione dello PSAI, ma comunque ritenuto sufficiente in virtù della temporaneità della installazione che ha consentito di valutare eventi di pioggia con un tempo di ritorno di 5 anni e le relative curve di possibilità pluviometrica di seguito riportate.

t < 20.8 min			t > 20.8 min		
TR	a	n	TR	a	n
5	39.136	0.5745	5	29.966	0.3226