

COMMITTENTE:



**DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA**

PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA  
S.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE SUD.**

**PROGETTO ESECUTIVO**

## RIASSETTO NODO DI BARI

**TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE**

Ottemperanza alle prescrizioni Delibera cipe 28/01/2015

**Canale idraulico di collegamento tra la lama San Marco e la lama Valenzano e strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi**

## IDROLOGIA E IDRAULICA RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'

SCALA:

---

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA / DISCIPLINA    PROGR.    REV.

**I A 1 U    0 3    E    7 8    R I    N V 0 3 0 2    3 0 1    A**

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	INTEGRA	GIUGNO 2021	G. DE CIANNI	GIUGNO 2021	G. DIMAGGIO	GIUGNO 2021	D. TIBERTI GIUGNO 2021 

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE .....</b>	<b>6</b>
3.1	ALTEZZE DI PIOGGIA DI DURATA INFERIORE ALL'ORA .....	6
<b>4</b>	<b>COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE .....</b>	<b>8</b>
4.1	EMBRICI E FOSSO DISPERDENTE .....	8
4.2	ELENCO DEGLI ELABORATI CORRELATI AL DRENAGGIO DI PIATTAFORMA STRADALE.....	13


	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>				
	<b>RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'</b>	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI NV0302 301	REV. A

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Planimetria di inquadramento .....	5
Figura 2 - Sistema di drenaggio stradale: embrice e fosso di guardia.....	8
Figura 3 - Schema del funzionamento disperdente del fosso di guardia.....	9
Figura 4 – Andamento del volume teorico accumulato nel fosso disperdente al variare del tempo di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni. ....	11
Figura 5 - Setti lungo i fossi disperdenti.....	12

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 - Parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica.....	7
Tabella 2 - Prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio del progetto preliminare.....	10

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>				
	<b>PROGETTO</b> IA1U	<b>LOTTO</b> 03	<b>CODIFICA</b> E 78 RI	<b>DOCUMENTO</b> NV0302 301	<b>REV.</b> A
<b>RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'</b>					

## 1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati inerenti gli aspetti idraulici ed idrologici connessi al progetto delle viabilità di ricucitura legate al progetto esecutivo del canale idraulico di collegamento tra la lama San Marco e la lama Valenzano contenuto nel progetto della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare, per il riassetto del Nodo di Bari – Tratta a Sud di Bari.

Il progetto qui esposto, quindi, è parte di un più vasto complesso progettuale relativo all'evoluzione del Nodo ferroviario di Bari volto alla razionalizzazione, riorganizzazione e miglioramento in generale del trasporto ferroviario, al miglior inserimento delle reti ferroviarie nel territorio urbano della città di Bari e alla riqualificazione urbanistica delle aree che saranno dismesse.

Gli obiettivi, che il complesso progettuale vuole perseguire, sono i seguenti:

- la riduzione delle interferenze tra le linee ferroviarie ed il territorio comunale;
- la realizzazione di un sistema infrastrutturale ferroviario al fine di poter predisporre un sistema di trasporto integrato, intermodale ed intramodale ad elevata frequenza, con l'integrazione dei "piani del ferro" delle diverse aziende ferroviarie nei punti di confluenza (o terminali) delle linee;
- migliorare la qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza e l'aumento dei punti di accesso alla modalità ferroviaria;
- eliminare i passaggi a livello ancora presenti a sud di Bari;
- recuperare, riqualificare e valorizzare le aree ferroviarie esistenti e che saranno da dismettere;
- abbattere i livelli di inquinamento acustico ed atmosferico nelle aree della città di Bari.

Scopo della presente relazione è la verifica idraulica, nella fase provvisoria e definitiva, dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma delle viabilità di ricucitura in progetto.

## 2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Le viabilità di ricucitura legate al progetto esecutivo della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare sono opere di sistemazione e/o deviazione delle viabilità locali interessate dalla costruzione della nuova linea ferroviaria. Queste piccole strade di campagna connettono i fondi residenziali ed agricoli a strade di maggior importanza e sono caratterizzate dal solo traffico di accesso ai fondi, il cui volume, dunque, è presumibilmente molto limitato.

Il progetto delle viabilità di ricucitura legate al progetto esecutivo della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare comprende le seguenti strade:

- Viabilità di ricucitura 1,
- Viabilità di ricucitura 2,
- Viabilità di ricucitura 4,
- Viabilità di ricucitura 5.

Nella Figura 1 di seguito sono evidenziate in rosso le viabilità annesse al presente progetto.



**Figura 1 - Planimetria di inquadramento**

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>					
	<b>RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'</b>	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA E 78 RI	DOCUMENTO NV0302 301	REV. A

### 3 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

Per la definizione delle portate transittanti nei sistemi di drenaggio si utilizza la curva di possibilità pluviometrica relativa a 25 anni, come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr relativamente alla piattaforma stradale. I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti seguendo l'analisi idrologica riportata nella relazione idrologica, facente parte degli elaborati progettuali relativi al "Progetto definitivo per il riassetto del Nodo di Bari" (IA0D00D11RIID0001001A).

In tale relazione vengono definiti i coefficienti  $a$  ed  $n$  delle leggi di possibilità pluviometrica mediante l'analisi statistica secondo Gumbel. Per individuare la stazione pluviometrica maggiormente rappresentativa della zona in cui si prevede l'intervento si è utilizzato il metodo dei poligoni di Thiessen. Tale approccio ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Bari.

Secondo tale criterio l'equazione di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 25 anni risulta essere:

$$h = 51.03 \cdot t_p^{0.193}$$

#### 3.1 ALTEZZE DI PIOGGIA DI DURATA INFERIORE ALL'ORA

Gli eventi di pioggia lunghi ( $1-2 \text{ h} < t < 24 \text{ h}$ ) e quelli brevi ( $t < 1-2 \text{ h}$ ) seguono differenti dinamiche meteorologiche. Di conseguenza dalle misure delle altezze di pioggia  $h_t$  con durata  $1-2 < t < 24$  non può essere tratta alcuna informazione inerente gli eventi brevi. In altri termini, la curva di possibilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere estrapolata per valori di durata  $t$  inferiore all'ora.

E' stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h_{t,T}$  con  $t$  minore di 60 minuti e l'altezza di pioggia  $h_{60,T}$  di durata 60 minuti a parità di tempo di ritorno  $T$ , è dipendente sola dalla durata  $t$  espressa in minuti:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con  $f$  un simbolo funzionale.

Si dimostra come tale legame funzionale possa essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left( \frac{t}{60} \right)^s$$

in cui  $s$  è un coefficiente che assume un diverso valore in funzione della regione in esame. Per quanto

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>				
	<b>RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'</b>	PROGETTO IA1U	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO E 78 RI NV0302 301	REV. A

riguarda la regione Puglia<sup>1</sup>, tale parametro assume valore pari a 0,227 ed il legame funzionale risulta, quindi:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^s = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.227} \quad \text{per la Puglia}$$

da cui si ottiene la curva di possibilità pluviometrica per piogge brevi:

$$h_{t,T} = (t/60)^{0.227} h_{60,T}$$

Fissato, quindi, il tempo di ritorno  $T_r$  pari a 25, l'altezza di pioggia relativa ad un tempo di pioggia di un'ora risulta pari a 51.03 mm·ore<sup>-n</sup>. I parametri da utilizzare per leggi di pioggia con tempi inferiori all'ora sono, quindi, sono pari a:

Drenaggio piattaforma stradale	Staz. di Bari Tr 25 anni	a = 0.05103 [m·ore <sup>-n</sup> ]	n = 0.227
--------------------------------	-----------------------------	------------------------------------	-----------

**Tabella 1 - Parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica.**

<sup>1</sup> Vito Ferro, "La sistemazione dei bacini idrografici"

## 4 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO STRADALE

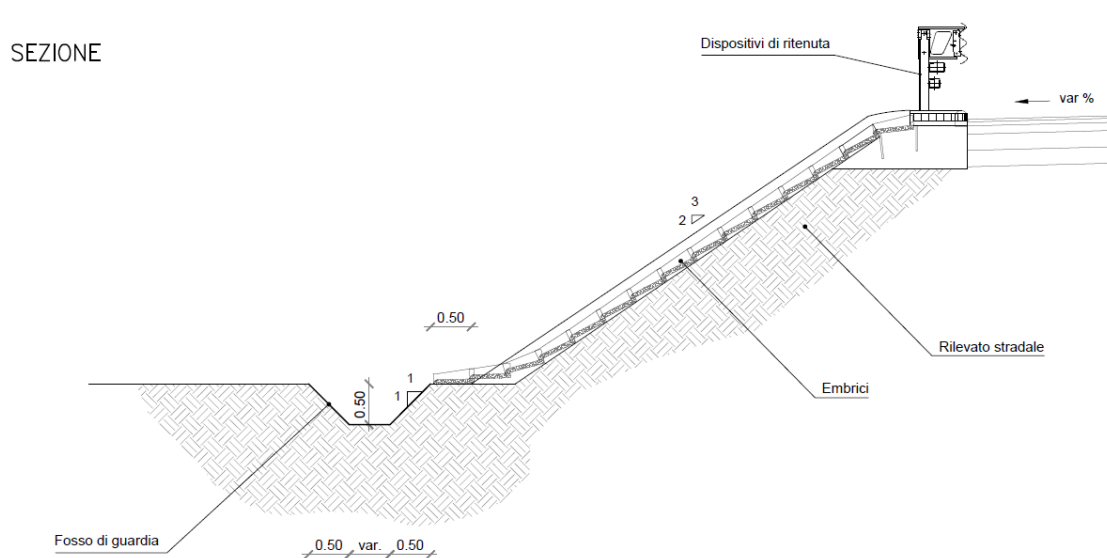
Le viabilità in progetto costituiscono un raccordo di strade di campagna altrimenti interrotte dal nuovo tracciato ferroviario e dal nuovo canale. Vista la categoria stradale delle viabilità in progetto e la distanza delle stesse dai sistemi di fognatura urbana, si è scelto di prevedere un sistema di drenaggio stradale che garantisce la dispersione dei deflussi in arrivo negli strati superficiali del suolo.

Il sistema di drenaggio scelto è costituito da embrici disposti ad intervalli regolari che scaricano in un fosso di guardia in grado di disperdere nel suolo e di laminare le portate meteoriche in arrivo dagli embrici.

### 4.1 EMBRICI E FOSSO DISPERDENTE

Il drenaggio della sede stradale delle viabilità di ricucitura viene svolto da un sistema costituito da embrici disposti ad intervalli regolari che scaricano in un fosso di guardia disperdente. L'interasse massimo tra gli embrici è pari a 20 m.

I fossi disperdenti che ricevono i volumi meteorici dagli embrici stradali sono dimensionati per garantire la laminazione temporanea e la dispersione dei volumi. Tali fossi disperdenti non hanno un recapito in un corpo idrico superficiale e di conseguenza sono stati dimensionati in modo tale da garantire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo.

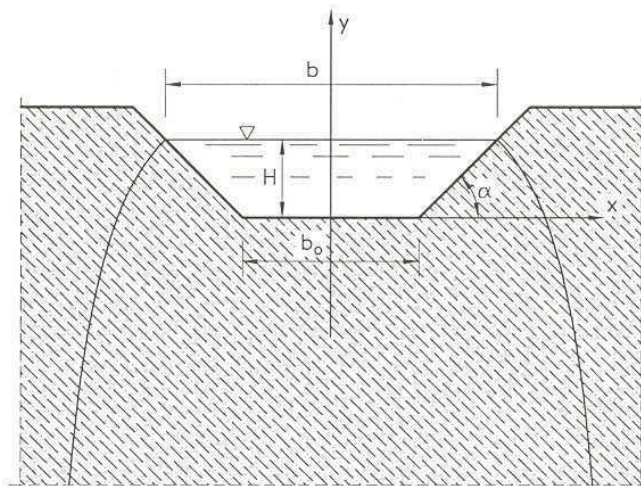


**Figura 2 - Sistema di drenaggio stradale: embrice e fosso di guardia.**

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura 3 che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula:

$$q = (b/H + C) \cdot K \cdot H$$





**Figura 3 - Schema del funzionamento disperdente del fosso di guardia.**

Dove:

- $b_0$  è la larghezza del fondo
- $H$  è l'altezza utile
- $n$  è la pendenza delle scarpate
- $K$  è il coefficiente di filtrazione
- $C$  è un coefficiente che misura il contributo della formazione della portata dovuta all'infiltrazione sulle sponde, stimata con una relazione monomia del tipo  $C = a(b/H)^m$ , in cui  $a$  ed  $m$ , al variare di  $n$  sono visibili nella tabella sottostante

scarpa $n$	$a$	$m$	$\frac{b}{H}$
1/1	1,584	0,375	2
3/2	1,332	0,380	3
2/1	1,009	0,448	4

Dai risultati delle indagini riportate nella relazione geologica del Progetto Definitivo del Riassetto del Nodo di Bari (IA0D00D69RGGE0001001A), la permeabilità dei territori interessati dal presente progetto può essere assunta variabile da  $10^{-4}$  a  $10^{-6}$  m/s (Tabella 2). Cautelativamente il sistema disperdente è stato calcolato assumendo il coefficiente di permeabilità più basso:  $K=7.8 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Sondaggio	Progetto	Profondità [m]	Permeabilità (m/s)	Unità geologica di riferimento
XIA32R004	Preliminare	5.50-6.50	8.1E-04	Calcere di Bari
XIA32D005	Preliminare	7.50-9.00	3.3E-04	Calcere di Bari
XIA32V006	Preliminare	4.35-5.50	7.8E-06	Calcere di Bari

**Tabella 2 - Prove di permeabilità realizzate nei fori di sondaggio del progetto preliminare.**

La dimensione del fosso disperdente è stata calcolata tenendo conto sia della sua capacità disperdente che della capacità d'invaso. I volumi di invaso sono calcolati sottraendo al volume in arrivo, determinato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, le portate disperse nel sottosuolo.

Il calcolo del volume di laminazione  $DV$  necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma stradale, è effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie  $S$ , al variare del tempo di pioggia  $t_p$  (espresso in ore), l'equazione di bilancio dei volumi, ossia:

$$DV(t_p) = V_e(t_p) - V_u(t_p)$$

con:

$$V_e = a \cdot t_p^n \cdot \varphi \cdot S$$

valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione ( $V_u$ ), è stato effettuato seguendo lo schema riportato nel paragrafo precedente associandogli un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine:

$$V_u = \eta \cdot (b/H + C) \cdot K \cdot H \cdot L \cdot t_p \quad \text{con } \eta = 50\%$$

Sono stati dunque adottati i seguenti valori:

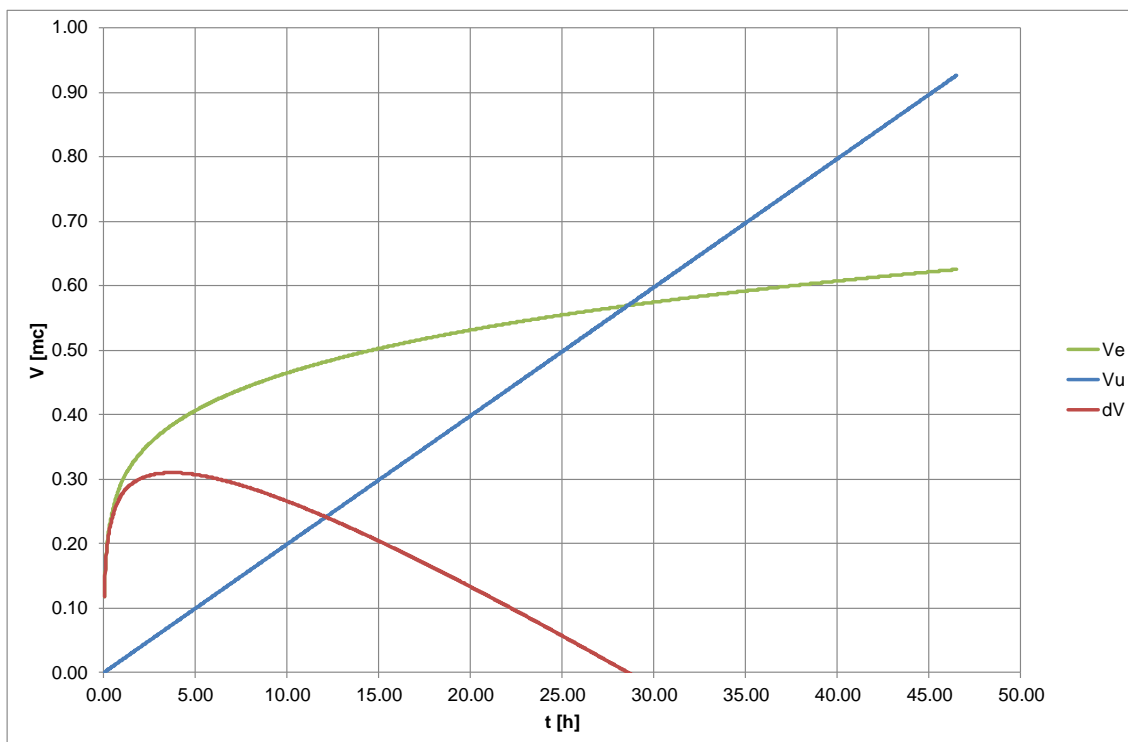
- $S$  = massima superficie scolante unitaria della viabilità in oggetto, composta dalla piattaforma stradale (con un coefficiente di deflusso pari a 0.9) e dalla superficie della scarpata (coefficiente di deflusso pari a 0.4);
- $a = 51.03 \text{ mm/ore}^{-n}$  coefficiente  $a$  della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni;
- $n = 0.227$  coefficiente  $n$  della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno pari a 25 anni;

Per laminare e disperdere il volume meteorico in ingresso al fosso, calcolato con i dati sopra riportati, è

stato dimensionato un fosso disperdente trapezoidale, con sponde a pendenza 1 su 1, con una larghezza di fondo variabile (0.3 m, 0.5 m o 0.7 m) e profondo 0.5 m. La larghezza del fosso di guardia dipende dalla superficie stradale servita dal fosso, così si ha quanto segue:

- per un fosso di guardia che raccoglie il deflusso proveniente da una superficie stradale larga 2 m e da una superficie di scarpata pari a 2 m, come capita in alcuni tratti della viabilità n° 1 e lungo la viabilità n° 3, è sufficiente un fosso di guardia largo al fondo 0.3 m;
- per un fosso di guardia che raccoglie il deflusso proveniente da una superficie stradale larga 4 m e da una superficie di scarpata pari a 4 m, come capita in alcuni tratti della viabilità n° 1 e lungo la viabilità n° 2, è necessario un fosso di guardia largo al fondo 0.5 m;
- per un fosso di guardia che raccoglie il deflusso proveniente da una superficie stradale larga 5.6 m e da una superficie di scarpata pari a 2 m, come capita lungo la viabilità n° 5, è necessario un fosso di guardia largo al fondo 0.7 m.

A titolo d'esempio, in Figura 4 si riporta l'andamento dei volumi meteorici in entrata, il volume meteorico disperso dal fosso (riempito al 70%) e la differenza tra le due curve, cioè il volume laminato all'interno del fosso per la viabilità di ricucitura n°5.

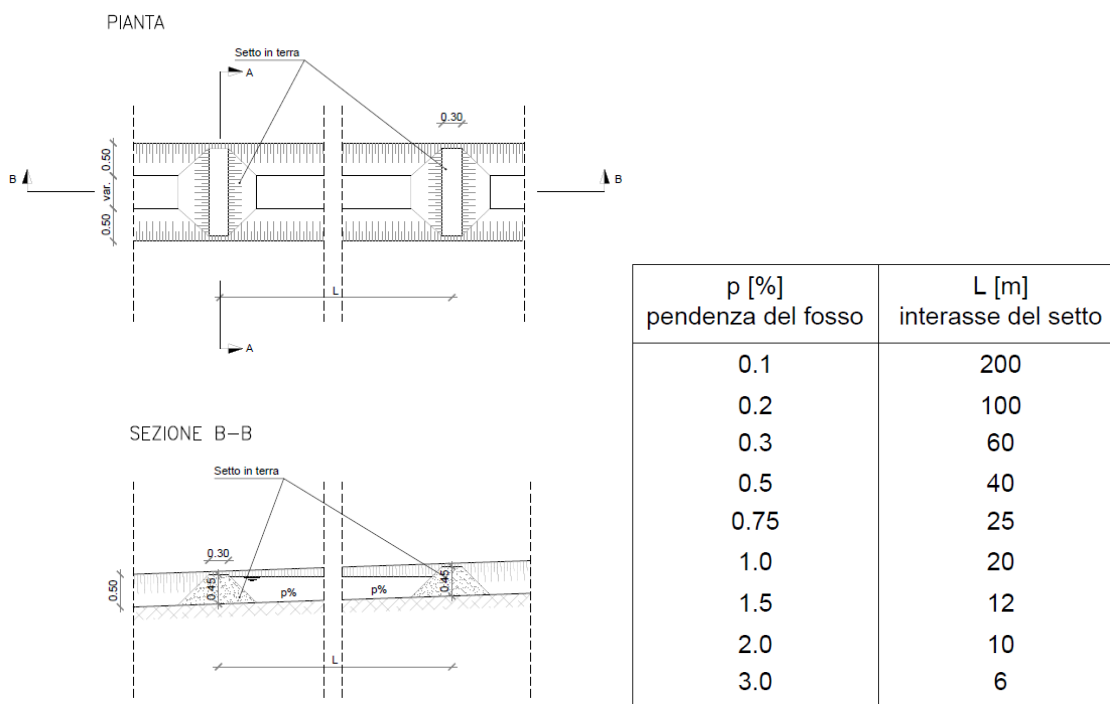


**Figura 4 – Andamento del volume teorico accumulato nel fosso disperdente al variare del tempo di pioggia per un tempo di ritorno di 25 anni.**

Il massimo volume di laminazione richiesto risulta essere pari a 0.31 mc, mentre il fosso disperdente riempito al 75% contiene un volume pari a 0.37 mc. Il fosso precedentemente dimensionato garantisce dunque il doppio funzionamento a dispersione e laminazione.

Il fosso disperdente deve essere in grado di ricevere e mantenere al suo interno i volumi in arrivo per svolgere la sua funzione di laminazione e dispersione della portata. Di conseguenza, nei casi in cui vi sia una certa pendenza longitudinale del terreno e quindi del fosso, è necessario ostacolare l'innescò del deflusso delle portate al suo interno e contrastare la riduzione dell'invaso dovuta alle pendenze longitudinali del fosso di guardia. A questo fine si prevede di realizzare degli opportuni setti di ripartizione in terra da posizionare all'interno del fosso di guardia in modo da garantire il necessario volume di invaso.

Per la valutazione del volume di invaso disponibile viene quindi mediata l'area bagnata tra due setti di ripartizione, cioè tra la sezione terminale del fosso (fosso pieno) e la sezione iniziale dello stesso; così facendo è possibile determinare il volume di invaso al variare della pendenza e dell'interasse dei setti (Figura 5).



**Figura 5 - Setti lungo i fossi disperdenti.**

Nel caso la pendenza del fosso di guardia sia superiore all'1%, l'interasse dei setti nel fosso disperdente si riduce a meno di 20 m. Dunque, per garantire che ogni tratto di fosso di guardia sia alimentato da almeno un embrice, l'interasse degli embrici disposti ai lati della carreggiata va ridotto almeno allo stesso interasse dei setti.

Si ritiene opportuno controllare periodicamente (ogni sei mesi o in concomitanza di eventi meteorici eccezionali) i fossi disperdenti. Dal punto di vista manutentivo va tagliata periodicamente la vegetazione, in modo da mantenerne l'altezza fra 10 e 20 cm, vanno inoltre rimossi gli eventuali sedimenti e sanati

	<b>RIASSETTO NODO DI BARI</b> <b>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</b>												
<b>RELAZIONE DRENAGGIO VIABILITA'</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>PROGETTO</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IA1U</td> <td>03</td> <td>E 78 RI</td> <td>NV0302 301</td> <td>A</td> <td>13 DI 13</td> </tr> </tbody> </table>	PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IA1U	03	E 78 RI	NV0302 301	A	13 DI 13
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IA1U	03	E 78 RI	NV0302 301	A	13 DI 13								

eventuali fenomeni erosivi.

#### 4.2 ELENCO DEGLI ELABORATI CORRELATI AL DRENAGGIO DI PIATTAFORMA STRADALE

Gli elaborati relativi al drenaggio di piattaforma stradale sono allegati al presente progetto con le seguenti codifiche:

- Relazione drenaggio viabilità: IA1U 03 E 78 RI NV0302 301 A
- Particolari costruttivi manufatti di smaltimento: IA1U 03 E 78 BB NV0302 301 A
- Planimetrie di smaltimento acque meteoriche:
  - 1) IA1U 03 E 78 P7 NV0302 301 A
  - 2) IA1U 03 E 78 P7 NV0302 302 A
  - 3) IA1U 03 E 78 P7 NV0302 303 A