

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

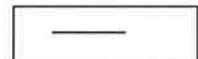
PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI  
VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI  
PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA FERROVIARIA

Relazione

SCALA:



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

IF0E 00 D 11 RI ID0002 001 A

| Rev. | Descrizione       | Redatto   | Data       | Verificato | Data       | Approvato | Data       | Autorizzato Data       |
|------|-------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------------------|
| A    | Emissione per CdS | I.Saracca | 20/07/2015 | A.Cappelli | 22/07/2015 | D. Area   | 24/07/2015 | F.Sacchi<br>24/07/2015 |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |
|      |                   |           |            |            |            |           |            |                        |

File: IF0E00D11RIID0002001A.DOCX

n. Elab.: X

450



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI**

**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|-------------|-----|---------|
| IF0E     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 2 di 43 |

## INDICE

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 1     | PREMESSA .....  | 5  |
| 2     | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 7  |
| 3     | ANALISI IDROLOGICA .....  | 8  |
| 4     | METODOLOGIA DI CALCOLO.....   | 13 |
| 4.1   | IL METODO DELL'INVASO .....   | 13 |
| 4.1.1 | SEZIONI CHIUSE.....   | 15 |
| 4.1.2 | SEZIONI APERTE.....   | 16 |
| 4.2   | IL METODO CINEMATICO.....   | 18 |
| 5     | COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO FERROVIARIO.....                              | 21 |
| 5.1   | FOSSI DI GUARDIA .....  | 21 |
| 5.2   | FOSSI DISPERDENTI.....  | 22 |
| 5.3   | CONDOTTE DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA FERROVIARIA .....                         | 26 |
| 5.4   | BOCCHETTONI GRIGLIATI SUGLI IMPALCATI .....                                       | 28 |
| 6     | DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO .....  | 30 |
| 6.1   | DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA FERROVIARIA .....                                     | 30 |
| 6.2   | RECAPITO DEL DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA FERROVIARIA .....                        | 31 |
| 6.2.1 | Recapito A.....   | 31 |
| 6.2.2 | Recapito Abis.....  | 32 |
| 6.2.3 | Recapito B.....   | 33 |
| 6.2.4 | Recapito C.....   | 34 |
| 6.2.5 | Recapito D.....   | 35 |
| 7     | RISULTATI .....   | 37 |
| 7.1   | RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO .....   | 37 |
| 7.2   | ELENCO DEGLI ELABORATI CORRELATI AL DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA FERROVIARIA ..... | 38 |



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO - NAPOLI  
PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|-------------|-----|---------|
| IF0E     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 3 di 43 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 8  | APPENDICE 1: VERIFICA IDRAULICA DEI FOSSI DI GUARDIA .....  | 39 |
| 9  | APPENDICE 2: VERIFICA IDRAULICA DEI COLLETTORI .....        | 40 |
| 10 | APPENDICE 3: VERIFICA IDRAULICA DEI RECAPITI .....          | 41 |
| 11 | APPENDICE 4: VERIFICA IDRAULICA DEI FOSSI DISPERDENTI ..... | 42 |



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI**  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|-------------|-----|---------|
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 4 di 43 |

## INDICE DELLE FIGURE

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Corografia del tronco in progetto Napoli-Cancello .....                                   | 5  |
| Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento sul reticolo CTR 1:10.000 .....                     | 9  |
| Figura 3 - Rappresentazione sul piano bilogaritmico dei dati di pioggia relativi a Tr25 e Tr100..... | 11 |
| Figura 4 - Rappresentazione sul piano bilogaritmico dei dati di pioggia relativi a Tr25 e Tr100..... | 12 |
| Figura 5 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso. ....                       | 13 |
| Figura 6 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta. ....            | 15 |
| Figura 7 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione. ....      | 19 |
| Figura 8 - Schema di superficie piana scolante. ....   | 20 |
| Figura 9 - Schema del funzionamento disperdente del fosso drenante. ....                             | 23 |
| Figura 10 - Setti lungo i fossi disperdenti.....   | 25 |
| Figura 11: Raccordo tra la caditoia grigliata e la condotta di scarico. ....                         | 29 |
| Figura 12 – Recapito A.....  | 31 |
| Figura 13 – Recapito Abis .....  | 32 |
| Figura 14– Recapito B.....   | 33 |
| Figura 15 - Recapito C.....  | 34 |
| Figura 16 - Recapito D .....   | 35 |

## INDICE DELLE TABELLE

|  |    |
|--|----|
| Tabella 1 - Valori di $\zeta_{\alpha}(z)$ in funzione di $\alpha$ . .... | 17 |
| Tabella 2 - Parametri di resistenza per deflusso superficiale. ....      | 20 |

## 1 PREMESSA

Il presente studio è parte integrante degli elaborati specifici relativi al Progetto Definitivo della variante alla Linea Canello-Napoli (itinerario Napoli-Bari).

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma del nuovo tracciato ferroviario e delle nuove viabilità in progetto.

La protezione della linea ferroviaria e delle viabilità dalle acque meteoriche zenitali e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo ferroviario richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento verso le canalizzazioni di smaltimento ai lati della linea ferroviaria e alle condotte al di sotto delle strade. E' inoltre opportuno studiare il recapito finale di queste acque per valutare l'effettiva possibilità di essere recapitate nei corpi idrici ricettori o smaltite attraverso altra via (es. trincee drenanti).

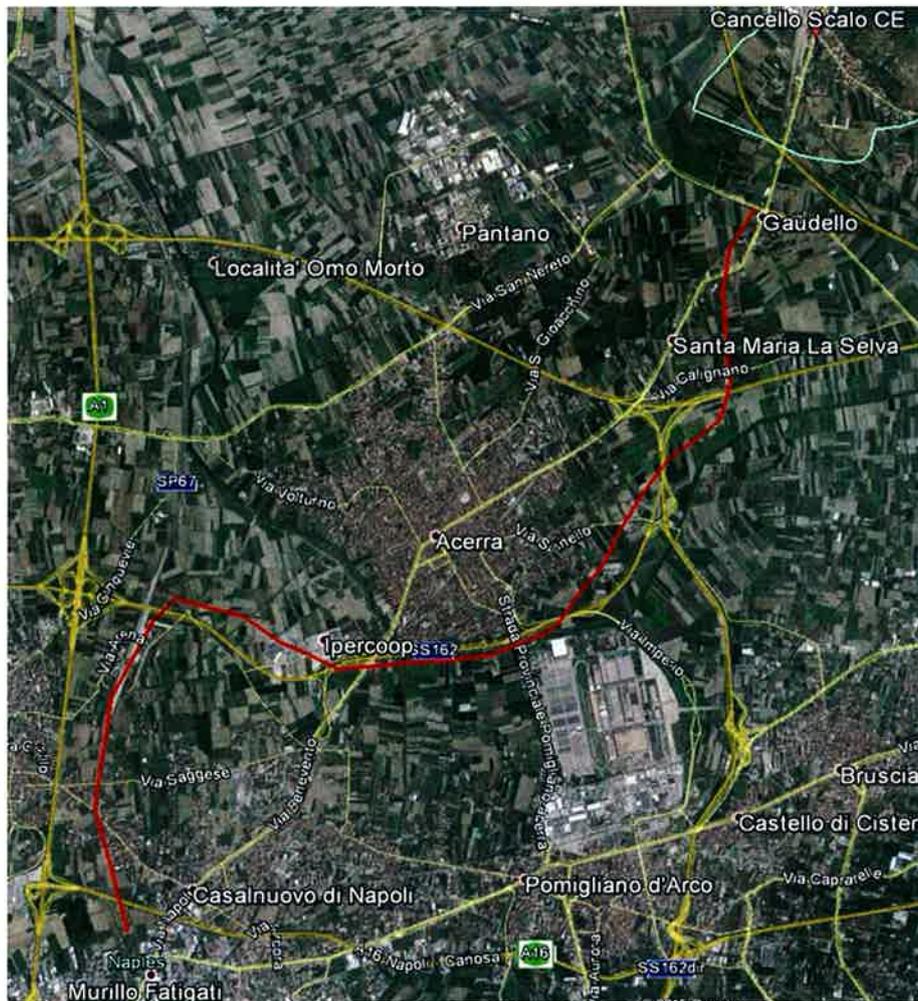


Figura 1 - Corografia del tronco in progetto Napoli-Canello



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI

PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|-------------|-----|---------|
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002.001 | A   | 6 di 43 |

In questa relazione vengono esposti i criteri che portano alla definizione degli eventi pluviometrici critici considerati per il dimensionamento dei manufatti e, successivamente, il dimensionamento idraulico degli stessi.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI/Italferr in riferimento alla portata di progetto (tempo di ritorno pari a 25 e 100 anni) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio (metodo del volume d'invaso). La progettazione fa inoltre riferimento al Piano di bacino stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Regionale della Campania Centrale, dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs n.49/2010) del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, dal D.M. 1401 del 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" e dalla successiva Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 contenente le istruzioni per l'applicazione delle Norme stesse.

Il tronco della nuova linea si sviluppa per circa 15,5 km, partendo dalla località Mulillo Fatigati verso nord, parallelamente al tracciato dell'autostrada A1, poi deviando verso est, parallelamente alla S.S.162 che costeggia a sud l'abitato di Acerra, quindi deviando nuovamente verso nord fino a riprendere la linea ferroviaria esistente in località Gaudello, poco prima della stazione di Canello

I bacini idrografici interessati sono quello del canale dei Regi Lagni e di un affluente del canale principale, il Lagno dello Spirito Santo. Quest'ultimo nella toponomastica della zona di ritrova anche con il nome di Fosso Carmignano.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.P.C.M. 23.03.1990, “Atto di indirizzo e coordinamento ai fini della elaborazione e della adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183”;
- legge 253/1990, “Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989, n. 183”;
- D.P.R. 07.01.1992, “Atto di indirizzo e coordinamento per determinare i criteri di integrazione e di coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle autorità di bacino e delle Regioni per la redazione dei piani di bacino”;
- D.P.R. 18 Luglio del 1995, “Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino”;
- legge 3 agosto 1998, n. 267 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 180/1998 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”;
- D.P.C.M. 29 settembre 1998 “Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del DL 180/1998”;
- legge 365/2000, “Conversione in legge, con modificazioni, del DL 279/2000, recante misure urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato in materia di protezione civile nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000” (decreto Soverato);
- direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni;
- D. Lgs. 23 49/2010, “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla predisposizione dei piani di gestione dei rischi di alluvioni”

### 3 ANALISI IDROLOGICA

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria e a 25 anni per la piattaforma stradale (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti partendo dall'analisi idrologica riportata nella relazione idrologica (cfr. Elab. IF0E00D11RIID0001001A).

Questa analisi utilizza la legge di probabilità pluviometrica adottata dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale, che esprime l'intensità di pioggia per assegnato tempo di ritorno e assegnata durata come:

$$I_d(d, T, z) = \frac{I_0}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}} \cdot K_T$$

Questa formulazione presenta, rispetto alle più diffuse forme di tipo monomio, i seguenti vantaggi:

- per durate  $d \rightarrow 0$ , risulta  $\mu_{I,d} \rightarrow I_0$  e, quindi, anche per durate ridotte si ottengono valori non troppo elevati dell'intensità media di pioggia nella durata  $d$ ;
- la derivata di  $\mu_{I,d}$  rispetto a  $d$  si presenta continua in tutto l'intervallo di durate, il che la rende notevolmente più duttile nella ricerca della durata critica con un approccio variazionale;
- compare direttamente la quota  $z$  sul livello del mare.

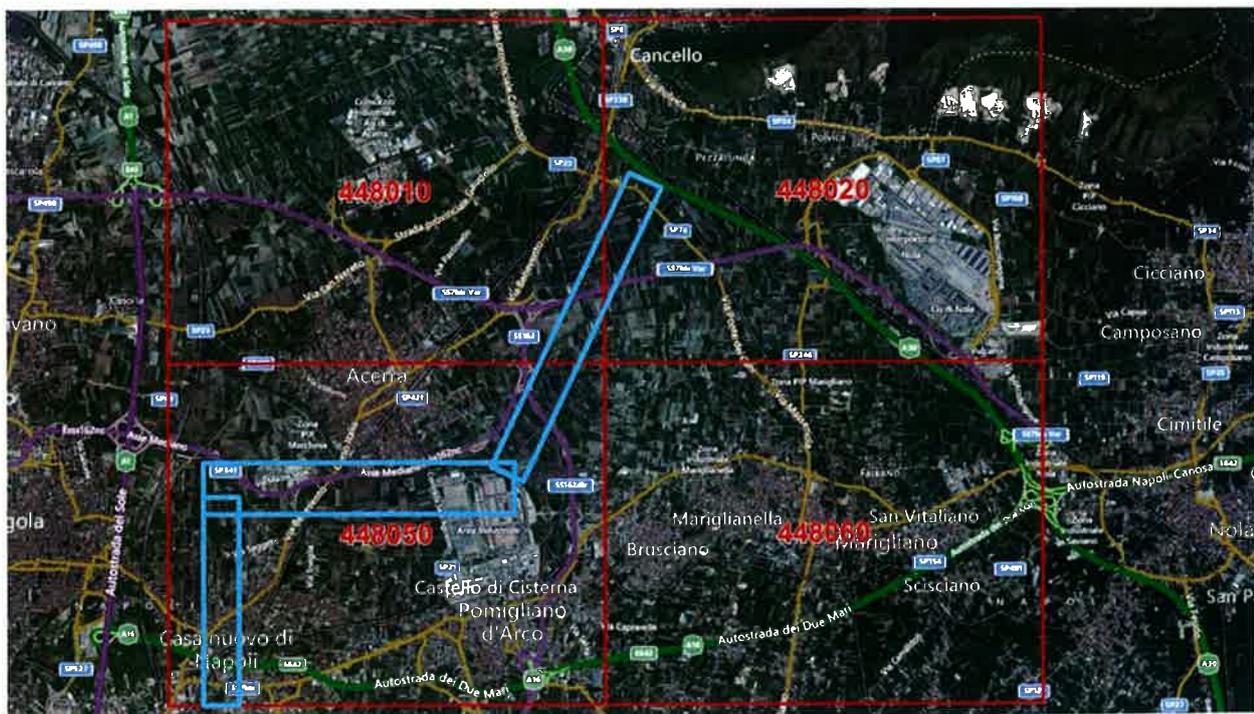
Dove i parametri che compaiono sono dati dalle seguenti tabelle:

**Parametri della legge di probabilità pluviometrica**

| AREA OMOGENEA | M(I <sub>0</sub> ) | d <sub>c</sub> | C      | D 10 <sup>5</sup> |
|---------------|--------------------|----------------|--------|-------------------|
| C1            | 68.81              | 0.2842         | 0.7580 | -14.5             |
| C2            | 123.96             | 0.0956         | 0.7310 | -14.4             |
| C3            | 86.07              | 0.1980         | 0.7580 | -2.4              |
| C4            | 77.10              | 0.3661         | 0.7995 | 3.6077            |
| C5            | 85.00              | 0.3034         | 0.7621 | 9.6554            |
| C6            | 83.80              | 0.3312         | 0.7031 | 7.7381            |

|       |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|
| T     | 10   | 20   | 50   | 100  |
| $K_T$ | 1.63 | 2.03 | 2.61 | 3.07 |

Nel caso in esame, l'area di intervento ricade per la parte nord nella regione idrologicamente omogenea "C3 – pedemontana" (tav. 448020) e per la parte più a sud nell'area "C2 – entroterra" (tav. 448010 e 448050), come dimostrato dalla seguente immagine dove è riportato l'inquadramento dell'area di intervento sul reticolo CTR 1:10.000:



**Figura 2 - Inquadramento dell'area di intervento sul reticolo CTR 1:10.000**

Utilizzando quindi questi parametri e queste formulazioni sono state calcolate le intensità di pioggia in funzione delle diverse durate dell'evento, per i tempi di ritorno di 25 e 100 anni; la quota media  $z$  di riferimento per la zona è stata presa pari a 30 m slm.

I risultati sono riportati nella tabella sottostante; una volta ottenuta l'intensità e conoscendo la durata dell'evento siamo in grado di ottenere anche la relativa altezza di pioggia.

**Intensità e altezze di pioggia per la zona omogenea C2 – Tr25 e Tr100**

| Zona C2   | Durate di pioggia |       |       |       |      |      |      |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
|           | 5                 | 10    | 15    | 20    | 30   | 45   | 60   |
| Tr25      |                   |       |       |       |      |      |      |
| Intensità | 169.6             | 128.1 | 104.6 | 89.2  | 70.1 | 54.2 | 44.8 |
| H pioggia | 14.1              | 21.3  | 26.1  | 29.7  | 35.0 | 40.6 | 44.8 |
|           | Durate di pioggia |       |       |       |      |      |      |
| Tr100     | 5                 | 10    | 15    | 20    | 30   | 45   | 60   |
| Intensità | 240.0             | 181.2 | 147.9 | 126.2 | 99.1 | 76.6 | 63.3 |
| H pioggia | 20.0              | 30.2  | 37.0  | 42.1  | 49.6 | 57.5 | 63.3 |

**Intensità e altezze di pioggia per la zona omogenea C3 – Tr25 e Tr100**

| Zona C3   | Durate di pioggia |       |       |       |       |      |      |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|           | 5                 | 10    | 15    | 20    | 30    | 45   | 60   |
| Tr25      |                   |       |       |       |       |      |      |
| Intensità | 143.1             | 117.5 | 100.5 | 88.3  | 71.8  | 56.9 | 47.7 |
| H pioggia | 11.9              | 19.6  | 25.1  | 29.4  | 35.9  | 42.7 | 47.7 |
|           | Durate di pioggia |       |       |       |       |      |      |
| Tr100     | 5                 | 10    | 15    | 20    | 30    | 45   | 60   |
| Intensità | 202.4             | 166.3 | 142.2 | 124.9 | 101.6 | 80.5 | 67.4 |
| H pioggia | 16.9              | 27.7  | 35.6  | 41.7  | 50.8  | 60.4 | 67.4 |

Come si evince dalle tabelle sono state utilizzate piogge con durate pari a o inferiori all'ora, in quanto le aree afferenti della piattaforma ferroviaria e stradale sono caratterizzate da tempi di risposta dell'ordine di pochi minuti.

Queste altezze di pioggia sono state poi rappresentate in un diagramma bilogarithmico rappresentato nella successiva Figura 3 per l'area omogenea C2; in ascissa è riportato il logaritmo della durata di pioggia e in ordinata il logaritmo della relativa altezza:

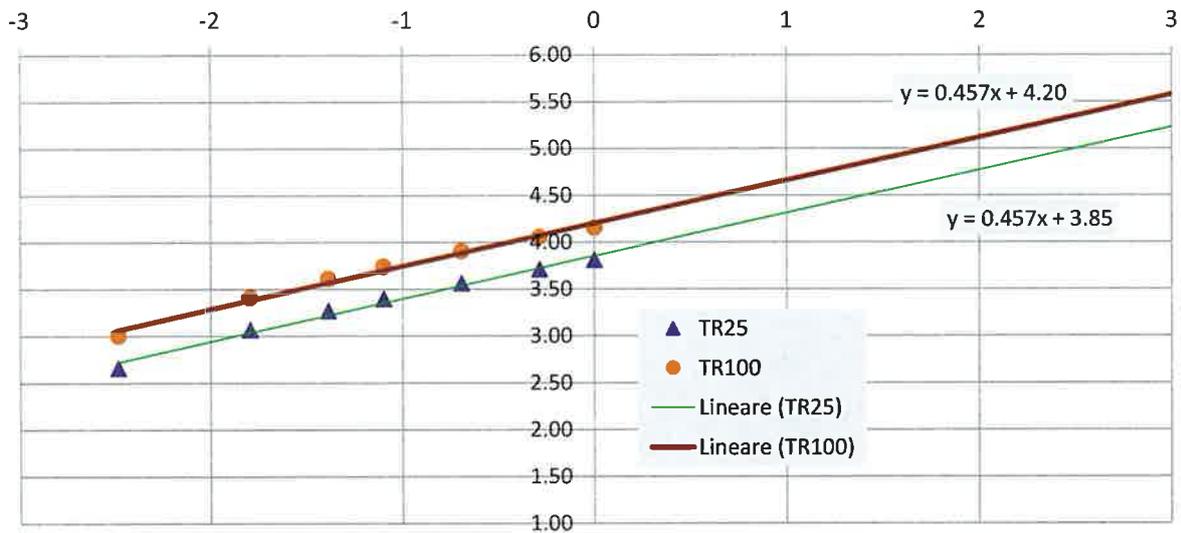


Figura 3 - Rappresentazione sul piano bilogarithmico dei dati di pioggia relativi a Tr25 e Tr100

Sul piano bilogarithmico i dati riportati possono essere interpolati da una retta di tipo lineare avente le seguenti equazioni:

- TR 25:  $y=0.457x+3.85$
- TR100:  $y=0.457x+4.20$

Si ottengono così delle curve di possibilità pluviometrica pari a:

- TR25:  $h = 47.16 \cdot t_p^{0.458}$
- TR100:  $h = 66.65 \cdot t_p^{0.457}$

Lo stesso procedimento è stato svolto per l'area omogenea C3 e i risultati ottenuti sono i seguenti:

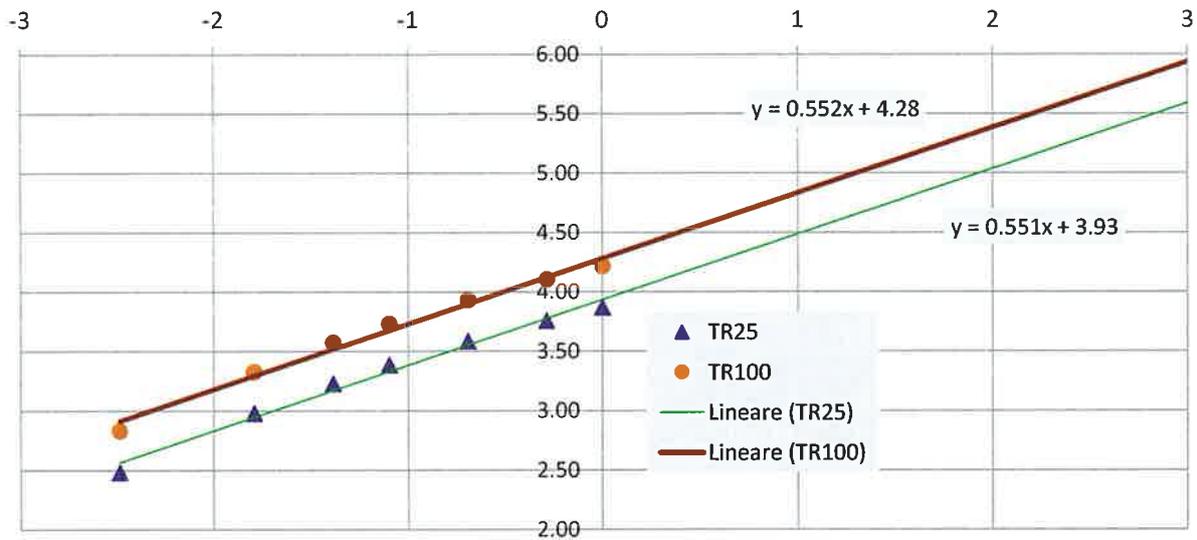


Figura 4 - Rappresentazione sul piano bilogarithmico dei dati di pioggia relativi a Tr25 e Tr100

- TR 25:  $y=0.552x+4.28$
- TR100:  $y=0.551x+3.93$

Si ottengono così delle curve di possibilità pluviometrica pari a:

- TR25:  $h = 51.04 \cdot t_p^{0.551}$
- TR100:  $h = 72.21 \cdot t_p^{0.552}$

## 4 METODOLOGIA DI CALCOLO

La verifica idraulica di condotte, canalette e fossi di guardia per lo smaltimento delle acque di piattaforma è stata condotta mediante il metodo dell'invaso a fronte dell'elevata affidabilità e della vasta diffusione di tale approccio semplificato.

Per il dimensionamento delle componenti del sistema di drenaggio stradale è possibile anche utilizzare il metodo cinematico che consente di determinare la portata di piena relativa al bacino a monte della componente analizzata.

### 4.1 Il metodo dell'invaso

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso.

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante  $S$  sia solcata da un collettore avente sezione d'area  $A$  e pendenza  $i$  (Figura 5).

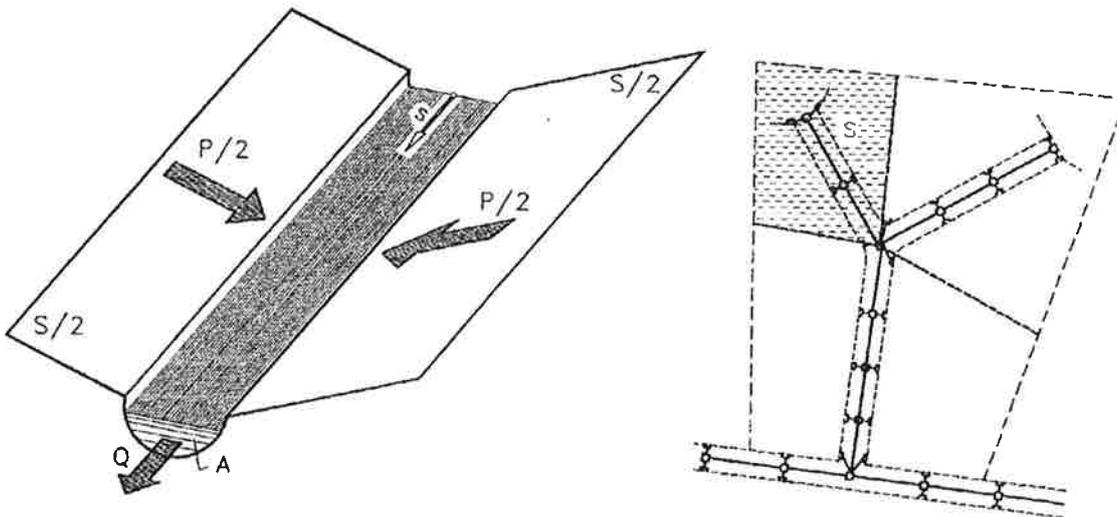


Figura 5 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso.

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

- $p = \varphi j S$ , con  $j = a\tau^{n-1}$  intensità di pioggia costante sulla durata  $\tau$  della precipitazione;
- $V$  = volume invasato a monte della sezione di chiusura;
- $Q$  = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra  $Q$  e  $t$  ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento  $t_r$  del collettore, cioè il tempo necessario per passare da  $Q = 0$  a  $Q = Q_0$ , essendo  $Q_0$  il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra  $\tau$  e  $t_r$  si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se  $t_r < \tau$  ;
- corretto se  $t_r \geq \tau$  .

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

dove:

- $K_s$  = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;
- $R_H$  = raggio idraulico;
- $i$  = pendenza del canale.

Dall'identità  $Q = Av$  si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume  $V$  in funzione della variabile  $Q$ . Il problema è trattato assumendo che il volume  $V$  sia linearmente legato all'area  $A$  della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti  $V_0$  e  $A_0$  rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left( \frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

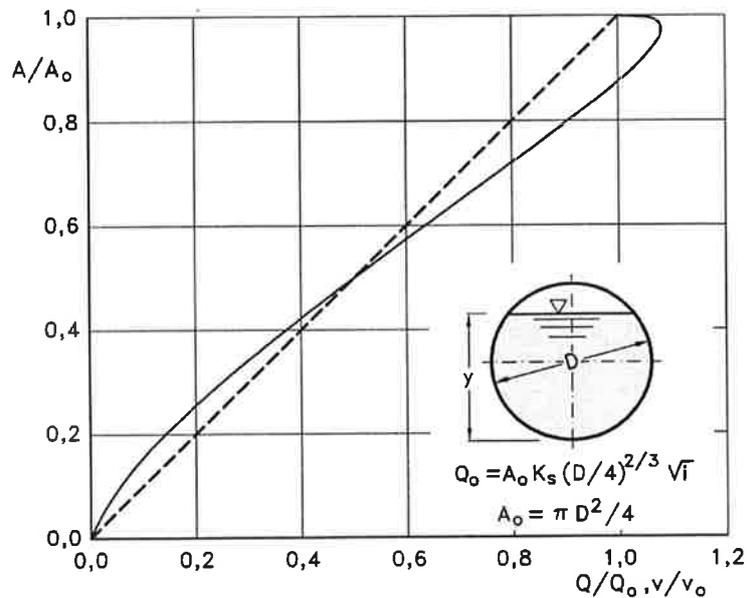
$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p-Q} dQ$$

#### 4.1.1 SEZIONI CHIUSE

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$  (Figura 6).



**Figura 6 - Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.**

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p-Q}$$

Posto  $p$  costante, l'equazione integrata nell'intervallo  $t_2 - t_1$  dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p-Q_1}{p-Q_2}$$

Per  $t_1=0$  e  $Q_1=0$ , si ha il tempo di riempimento  $t_r$  necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo  $Q_0$ :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p-Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1} \quad \text{con } \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione  $h = a \tau^n$ , per una prefissata intensità  $j = a \tau^{n-1}$ , si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione  $t_r = \tau$  dà modo di ottenere:

$$V_0 = Q_0 \left( \frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che  $u = Q_0 / S$ ,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left( \frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)}$$

dalla quale, definito  $v_0 = V_0 / S$  come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione  $du / d\varepsilon = 0$  consente di calcolare il valore di  $\varepsilon = p / Q_0$  relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente  $n$ , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 - 0.50 dei valori di  $n$ , il desiderato valore di  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo  $v_0$  in  $m^3/ha$ ,  $S$  in  $ha$ ,  $a$  in  $mm/ora^n$  e  $u$  in  $l/s ha$  si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left( \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left( \frac{10\varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  e  $n$ ), direttamente e nel parametro  $\varepsilon$ , e allo stato della superficie scolante ( $\varphi$ ), l'equazione diventa:

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico  $v_0$ , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

#### 4.1.2 SEZIONI APERTE

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.5$ . Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = Q/p$$

integrata tra  $t_1$  e  $q1$ , effettuando uno sviluppo in serie della funzione  $z$  (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per  $z < 1$ .

In particolare, per  $t_1 = 0$ ,  $z_1 = 0$  (cioè  $Q_1 = 0$ ) e  $z_2 = Q_0/p$ , si ottiene il tempo di riempimento  $t_r$ :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left( \frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione  $\zeta_\alpha(z)$  sono stati riassunti in Tabella 1 al variare di  $\alpha$ .

| $z$  | $\zeta_1(z)$ | $\zeta_{1.25}(z)$ | $\zeta_{1.5}(z)$ | $\zeta_{1.75}(z)$ | $\zeta_2(z)$ |
|------|--------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 0    | 1            | 1                 | 1                | 1                 | 1            |
| 0.10 | 1,0536       | 1,0475            | 1,0427           | 1,0388            | 1,0355       |
| 0.20 | 1,1157       | 1,1023            | 1,0917           | 1,0831            | 1,0760       |
| 0.30 | 1,1889       | 1,1665            | 1,1489           | 1,1347            | 1,1230       |
| 0.40 | 1,2770       | 1,2435            | 1,2171           | 1,1960            | 1,1787       |
| 0.50 | 1,3862       | 1,3379            | 1,3006           | 1,2708            | 1,2464       |
| 0.60 | 1,5271       | 1,4589            | 1,4068           | 1,3655            | 1,3318       |
| 0.70 | 1,7198       | 1,6231            | 1,5499           | 1,4924            | 1,4460       |
| 0.75 | 1,8482       | 1,7317            | 1,6440           | 1,5756            | 1,5205       |
| 0.80 | 2,0116       | 1,8690            | 1,7627           | 1,6800            | 1,6138       |
| 0.84 | 2,1814       | 2,0109            | 1,8847           | 1,7871            | 1,7093       |
| 0.87 | 2,3447       | 2,1468            | 2,0011           | 1,8889            | 1,7998       |
| 0.90 | 2,5579       | 2,3231            | 2,1516           | 2,0203            | 1,9164       |
| 0.92 | 2,7447       | 2,4769            | 2,2824           | 2,1342            | 2,0172       |
| 0.94 | 2,9922       | 2,6798            | 2,4545           | 2,2836            | 2,1493       |
| 0.96 | 3,3518       | 2,9733            | 2,7024           | 2,4983            | 2,3387       |
| 0.98 | 3,9895       | 3,4903            | 3,1375           | 2,8738            | 2,6691       |

**Tabella 1 - Valori di  $\zeta_\alpha(z)$  in funzione di  $\alpha$ .**

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ( $\tau = t_r$ ), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico  $v_0 = V_0/S$  cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione  $du/dz = 0$  (essendo  $z$  l'unica variabile), quale sia il valore di  $z$  (dipendente dall'intensità di precipitazione  $j$ ) che rende massimo il coefficiente udometrico  $u$ . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di  $z$  di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di  $z$ :

$$z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente udometrico. Esprimendo  $[a]$ = metri · giorni<sup>-n</sup> e  $[v_0]$ = metri, e il coefficiente udometrico  $[u]$ = litri · secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

## 4.2 Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

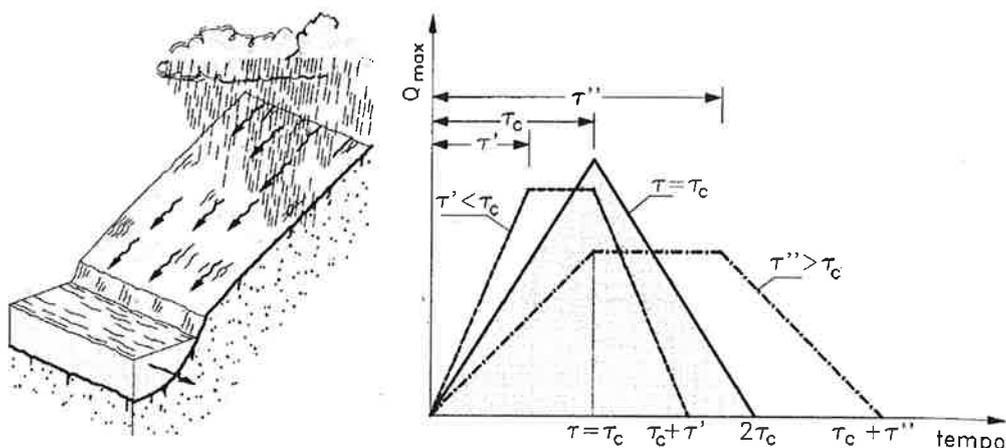
$$Q = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c} = 278 \cdot \varphi \cdot S \cdot i$$

in cui:

- $Q$  portata di piena (m<sup>3</sup>/sec);
- $\varphi$  coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate, come da indicazioni del manuale di progettazione RFI/Italferr;
- $h$  altezza di pioggia (m) per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- $i$  intensità di pioggia (m/ore);
- $S$  area del bacino (km<sup>2</sup>);
- $\tau_c$  tempo di corrivazione (ore), da individuare.

Il valore di  $h$  rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione  $\tau_c$ : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo  $\tau_c$  solo una parte del bacino  $S$  contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura 7 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.



**Figura 7 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione.**

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione  $\tau_c$  può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione  $\tau_c$  si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove  $\tau_a$  è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e  $\tau_r$  è il tempo di rete.

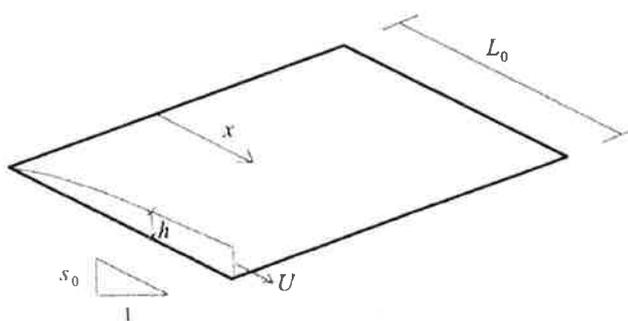
Il tempo di residenza in rete  $\tau_r$  è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

La piattaforma stradale è schematizzabile come una superficie scolante piana. Dunque per il calcolo del tempo d'accesso alla rete si fa riferimento alla formulazione di Wooding, che ha fornito la soluzione esatta delle equazioni

che regolano il deflusso su una superficie scolante interessata da pioggia netta di intensità costante nel tempo e nello spazio (i costante), partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissioni nella sua sezione iniziale.

La schematizzazione del deflusso su una superficie piana prevede i seguenti parametri: la lunghezza  $L_0$ , la pendenza  $s_0$ , la velocità media della portata  $U$ , il tirante idrico  $h$  e la portata defluente per unità di ampiezza (Figura 8).



**Figura 8 - Schema di superficie piana scolante.**

Secondo Wooding, il tempo di accesso viene definito in questo modo:

$$t_{PC} = \left( \frac{L_0}{\alpha \cdot a^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

In cui i parametri  $\alpha$  e  $m$  sono definiti come:

$$\alpha = K_s s_0^{1/2} m = 2 \quad m = 2\alpha = K_s s_0^{1/2}$$

Dove  $K_s$  è il coefficiente di Gauckler Strickler, definito a seconda della superficie secondo i valori della Tabella 2.

| SUPERFICIE           | MOTO LAMINARE<br>$K_0$ | MOTO TURBOLENTO<br>$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ] |
|----------------------|------------------------|--|
| Cemento o asfalto    | 24 ÷ 108               | 70 ÷ 100                                 |
| Sabbia               | 30 ÷ 120               | 60 ÷ 100                                 |
| Ghiaia               | 90 ÷ 400               | 30 ÷ 80                                  |
| Argilla o Limo       | 100 ÷ 500              | 30 ÷ 80                                  |
| Vegetazione sparsa   | 1000 ÷ 4000            | 20 ÷ 70                                  |
| Prato con erba bassa | 3000 ÷ 10000           | 5 ÷ 10                                   |
| Terreno incolto      | 7000 ÷ 40000           | 2 ÷ 5                                    |

**Tabella 2 - Parametri di resistenza per deflusso superficiale.**



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI

PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 21 di 43 |

## 5 COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO FERROVIARIO

### 5.1 Fossi di guardia

Il dimensionamento idraulico dei fossi di guardia delle acque di piattaforma ferroviaria è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

Il dimensionamento idraulico del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma è stato condotto utilizzando la seguente legge di possibilità pluviometrica, relativa ad un tempo di ritorno di 100 anni:

- per la zona omogenea C2 si ha la seguente curva  $h = 66.65 \cdot t_p^{0.457}$
- per la zona omogenea C3 si ha la seguente curva  $h = 72.21 \cdot t_p^{0.552}$

La metodologia seguita ha previsto l'individuazione dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori all'ora, in quanto le aree afferenti della piattaforma ferroviaria sono caratterizzate da tempi di risposta dell'ordine di qualche minuto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Analizzando i profili altimetrici della piattaforma ferroviaria e del terreno esistente è stata determinata la pendenza dei fossi di guardia; ipotizzando poi le dimensioni è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno dei fossi in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo dell'70 %.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = 2168 \cdot \frac{n \cdot (\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

dove  $v_0$  rappresenta il volume specifico di invaso, dato dalla seguente relazione:

$$v_0 = \frac{A_E \cdot W_P + A_E \cdot W_E + L \cdot A_F / 2}{A_T}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- $W_P$  volume specifico piccoli invasi per la piattaforma (0.005 m);
- $W_E$  volume specifico piccoli invasi per le aree esterne (0.003 m);
- $\varphi_P$  coefficiente di afflusso per la piattaforma ferroviaria (0.9);
- $\varphi_E$  coefficiente di afflusso per le aree esterne (0.4);

- $n_M$  coefficiente di scabrezza di Manning per i fossi in terra ( $0.0286 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$ );
- L lunghezza del fosso (variabile);
- $A_P$  superficie occupata dalla piattaforma ferroviaria (variabile);
- $A_E$  superficie occupata dalle aree esterne, come le scarpate (variabile);
- $A_T$  superficie totale bacino ( $A_T=A_P+A_E$ , variabile);
- $A_F$  area della sezione del fosso (variabile in funzione della sezione tipologica);

La portata lungo il fosso viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno del fosso è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_U = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

- n coefficiente di scabrezza secondo Manning ( $\text{m}^{-1/3} \text{ s}$ );
- A area bagnata ( $\text{m}^2$ );
- $R_h$  raggio idraulico (m);
- i pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Le dimensioni standard dei fossi di guardia di drenaggio della piattaforma ferroviaria sono riassunti nella successiva tabella:

**Dimensioni delle sezioni tipologiche dei fossi di guardia del drenaggio di piattaforma**

| CODICE FOSSO | SEZIONE                     | Base minore (cm) | Base maggiore (cm) | Altezza (cm) |
|--------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------|
| FT1          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 50               | 150                | 50           |
| FT2          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 70               | 210                | 70           |
| FT3          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 100              | 300                | 100          |
| FT4          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 120              | 360                | 120          |

In "Appendice 1: verifica idraulica dei fossi di guardia" sono riportati i risultati del dimensionamento dei fossi di guardia della piattaforma ferroviaria.

## 5.2 Fossi disperdenti

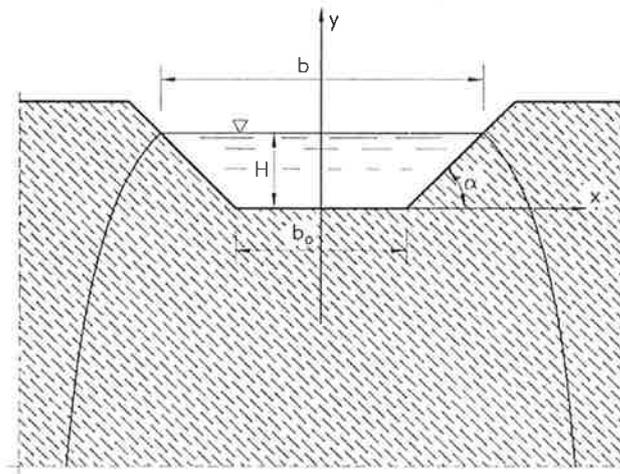
In alcune delle zone interessate dalla realizzazione della nuova linea ferroviaria non è stato possibile individuare un corpo idrico superficiale da poter utilizzare come recapito delle acque di piattaforma; per questo motivo nelle aree poste in un contesto territoriale di campagna il drenaggio degli afflussi meteorici

viene svolto da un sistema costituito da embrici disposti ogni 15 m i quali scaricano in fossi di guardia disperdenti. I fossi disperdenti che ricevono i volumi meteorici sono dimensionati per garantire la laminazione temporanea e la dispersione dei volumi; tali fossi non hanno un recapito in un corpo idrico superficiale, sono pensati in piano, cioè senza pendenza longitudinale e di conseguenza sono stati dimensionati in modo tale da garantire l'invaso temporaneo e la dispersione di tutti i volumi in arrivo.

Il fosso disperdente è rivestito da uno strato di 0.3 m di ghiaia avvolta in uno strato di geotessuto in modo tale che sia facilitata la dispersione nel suolo dei volumi meteorici in arrivo.

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura 9 che quantifica la portata dispersa per un fosso di lunghezza unitaria con la seguente formula:

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



**Figura 9 - Schema del funzionamento disperdente del fosso drenante.**

Dove:

- $b_0$  larghezza di fondo del fosso;
- $H$  l'altezza utile;
- $n$  pendenza delle scarpate;
- $K$  coefficiente di filtrazione;
- $C$  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



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI**  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |      |          |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOGLIO   |
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 24 di 43 |

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

Dai risultati disponibili dalle indagini geologiche, la permeabilità dei territori interessati dal presente progetto può variare molto e dunque è stato valutato caso per caso quale valore del coefficiente di permeabilità adottare.

La dimensione dei diversi fossi drenanti è stata calcolata tenendo conto sia della loro 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  $\Delta V$  necessario per laminare la portata in arrivo dalla piattaforma ferroviaria 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:

$$\Delta V(t_p) = V_e(t_p) - V_u(t_p)$$

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:

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

Sono stati dunque adottati i seguenti valori:

- $S$  massima superficie afferente al singolo fosso, intesa sia come superficie della piattaforma sia come superficie esterna.
- $a$  coefficiente della curva di possibilità pluviometrica per un TR pari a 100 anni ( $mm/ore^{-n}$ );
- $n$  coefficiente della curva di possibilità pluviometrica per un TR pari a 100 anni;

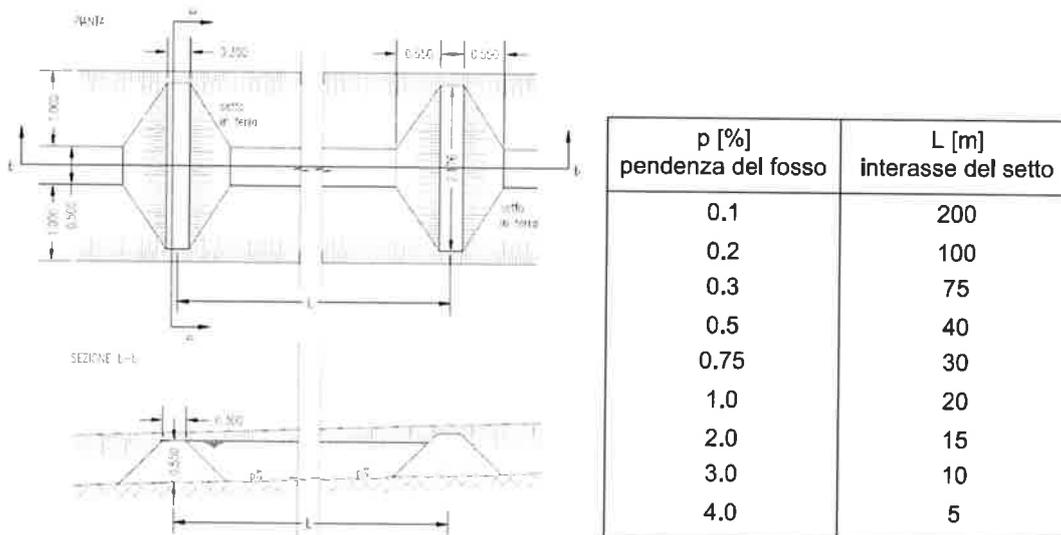
Per laminare e disperdere il volume meteorico in ingresso al fosso, calcolato con i dati sopra riportati, è stato dimensionato un fosso disperdente trapezoidale, con sponde aventi pendenza 1 su 1, avente sezione variabile, con pendenza longitudinale nulla; di seguito si riportano le dimensioni standard adottate:

**Dimensioni delle sezioni tipologiche dei fossi disperdenti del drenaggio di piattaforma**

| CODICE FOSSO | TIPO SEZIONE                | Base minore $b_0$ (cm) | Base maggiore $B$ (cm) | Altezza $H_r$ (cm) |
|--------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| FT1          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 50                     | 150                    | 50                 |
| FT2          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 70                     | 210                    | 70                 |
| FT3          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 100                    | 300                    | 100                |
| FT4          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 120                    | 360                    | 120                |

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'innesco 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 10).



**Figura 10 - Setti lungo i fossi disperdenti.**

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 eventuali fenomeni erosivi

In "Appendice 4: verifica idraulica dei fossi disperdenti" sono riportati i risultati del dimensionamento dei fossi di guardia disperdenti della piattaforma ferroviaria.

### 5.3 Condotte di drenaggio della piattaforma ferroviaria

I collettori che ricevono i contributi meteorici dalle caditoie poste a bordo della piattaforma ferroviaria sono delle condotte in PEAD di diametro pari a DN 400 con rigidità anulare SN 8 (8 kN/m<sup>2</sup>). In generale saranno staffati al di sotto dell'impalcato; di conseguenza la pendenza delle tubazioni segue quella del viadotto.

Il dimensionamento idraulico delle condotte di drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto, il quale utilizza le leggi di possibilità pluviometrica esposte nei precedenti capitoli.

La metodologia seguita ha previsto l'individuazione dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia inferiori all'ora, in quanto le aree afferenti della piattaforma ferroviaria sono caratterizzate da tempi di risposta dell'ordine di qualche minuto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola condotta pari al tempo di pioggia ( $t_r = t_p$ ).

Note la pendenza e le dimensioni delle condotte di drenaggio è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno delle canalette in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo dell' 70 %.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_M}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma  $W_p = 0.003 \text{ m}$ ;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma  $\varphi_p = 0.9$ ;
- Coefficiente di scabrezza di Manning del PEAD  $n_M = 0.0125 \text{ s/m}^{1/3}$ ;
- Larghezza piattaforma  $L = 10\text{-}25 \text{ m}$ ;

La portata lungo la canaletta viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno delle condotte è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_U = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

- n coefficiente di scabrezza secondo Manning ( $\text{m}^{-1/3} \text{ s}$ );
- A area bagnata ( $\text{m}^2$ );



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO - NAPOLI  
PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 27 di 43 |

- $R_h$  raggio idraulico (m);
- $i$  pendenza del fondo.

Noto il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza; in “  
Si precisa che i fossi di guardia ricadono tutti nella zona idrologicamente omogenea C2 e dunque tutti sono stati verificati con i medesimi parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica; si rimanda al Capitolo 3: “Analisi idrologica” per l’individuazione di tali parametri.

Appendice 2: verifica idraulica dei collettori” sono riportati i dati di verifica delle tubazioni.

#### 5.4 Bocchettoni grigliati sugli impalcati

Sui viadotti, ogni 10 m sono previste delle caditoie drenanti per viadotti dotate di griglia in ghisa sferoidale classe D400. Si prevedono caditoie con geometria ad imbuto al fine di incrementare la capacità di scarico della portata in arrivo. Le tubazioni di calata sono dei DN 200 in acciaio inox.

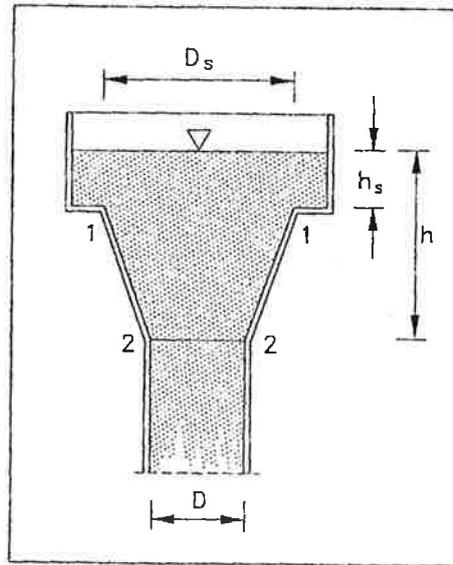
La portata afferente al singolo bocchettone è stata calcolata utilizzando il metodo cinematico e considerando una superficie scolante pari 10 m di larghezza per i 10 m d’interasse tra i bocchettoni, un tempo di corrivazione calcolato considerando il solo tempo di accesso alla rete per una larghezza di piattaforma pari a 10 m con la massima pendenza della piattaforma ferroviaria (6.6%) e prendendo gli altri parametri utilizzati in precedenza per il calcolo della portata nella cunetta. In questo modo è stata individuata una portata pari a 49 l/s.

La portata smaltita dal pluviale è stata calcolata considerando un funzionamento sotto battente che tiene conto del raccordo ad imbuto tra la caditoia grigliata e la condotta di scarico (Figura 11) mediante la relazione:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con} \quad h = h_s \cdot \left(\frac{D_s}{D}\right)^4 \cdot \left(\frac{c_{q1}}{c_{q2}}\right)^2$$

E:

- $C_{q1}$  = coefficiente di portata assunto pari a 0.61;
- $C_{q2}$  = coefficiente di portata assunto pari a 1.0;
- $A$  = area dell’imbocco circolare della condotta di scarico DN200;
- $D$  = diametro della condotta di scarico, pari a 0.2 m;
- $D_s$  = diametro dell’imbocco, supposta pari a 0.3 m;
- $h_s$  = carico sull’imbocco;
- $h$  = carico sulla condotta di scarico.



**Figura 11: Raccordo tra la caditoia grigliata e la condotta di scarico.**

Si è calcolato che per smaltire una portata di 49 l/s è necessario un carico sull'imbocco pari ad almeno 18 cm ed una lunghezza raccordo tra l'imbocco dello scarico, di diametro pari a 30 cm, e la condotta DN200, di almeno 16 cm.

Si prevede dunque di utilizzare delle caditoie grigliate che consentano un carico sull'imbocco di almeno 20 cm e che abbiano uno scarico ad imbuto (con un passaggio da un'apertura circolare di 30 cm di diametro ad una condotta circolare DN200) per favorire il deflusso.



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI**  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |      |          |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOLGIO   |
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 30 di 43 |

## 6 DESCRIZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO

### 6.1 Drenaggio della piattaforma ferroviaria

Come visto nel capitolo 5 il drenaggio delle acque di piattaforma ferroviaria può avvenire mediante:

- fossi di guardia che recapitano in un corpo idrico ricettore;
- fossi di guardia disperdenti;
- condotte staffate all'impalcato di un viadotto che recapitano in un corpo idrico ricettore;
- bocchettoni sui viadotti;

I parametri di dimensionamento e verifica di questi elementi sono riportati in appendice; di seguito si riporta una tabella che ne riassume le caratteristiche.

**Dimensioni e caratteristiche delle opere di drenaggio di piattaforma**

| PROG. INIZIO | PROG. FINE | L (m) | EST/OVEST PIATTAFORMA | TIPOLOGIA SEZIONE            | TIPOLOGIA MANUFATTO DI DRENAGGIO | DIMENSIONI (m) |
|--------------|------------|-------|-----------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------|
| 5+300        | 6+050      | 725   | Ovest-Est             | Rilevato-Trincea             | Fosso di guardia                 | 0.50+1.50x0.50 |
| 6+050        | 6+625      | 575   | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 6+625        | 7+725      | 1100  | Ovest-Est             | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 7+725        | 8+475      | 750   | Ovest                 | Viadotto                     | Condotta staffata impalcato      | DN400          |
| 7+725        | 8+475      | 750   | Est                   | Viadotto                     | Condotta staffata impalcato      | DN400          |
| 8+475        | 9+525      | 1050  | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia                 | 0.50+1.50x0.50 |
| 9+525        | 9+800      | 275   | Ovest-Est             | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 9+800        | 10+075     | 275   | Ovest-Est             | Viadotto                     | Condotta staffata impalcato      | DN400          |
| 10+075       | 10+530     | 455   | Ovest                 | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 10+075       | 10+400     | 325   | Est                   | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 10+530       | 10+820     | 290   | Ovest                 | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 10+400       | 11+000     | 600   | Est                   | Viadotto/Rilevato            | Fosso di guardia disperdente     | 0.70+2.10x0.70 |
| 11+020       | 11+850     | 830   | Est                   | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 11+850       | 12+240     | 390   | Est                   | Rilevato binario industriale | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 11+140       | 11+580     | 440   | Ovest                 | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 11+600       | 11+850     | 250   | Ovest                 | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 0.70+2.10x0.70 |
| 11+850       | 12+575     | 725   | Ovest-Est             | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 12+575       | 13+200     | 625   | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.20+3.60x1.20 |
| 13+200       | 13+550     | 350   | Ovest-Est             | Viadotto                     | Bocchettoni                      |                |
| 13+550       | 14+425     | 875   | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.00+3.00x1.00 |
| 14+425       | 14+810     | 375   | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 1.20+3.60x1.20 |
| 14+820       | 15+550     | 730   | Ovest-Est             | Rilevato                     | Fosso di guardia disperdente     | 0.70+2.10x0.70 |

|   |  |                  |             |                     |                          |          |
|---|--|------------------|-------------|---------------------|--------------------------|----------|
|  | LINEA NAPOLI - BARI<br>PROGETTO DEFINITIVO<br>VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI<br><b>PIATTAFORMA FERROVIARIA</b> |                  |             |                     |                          |          |
|   | RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA  | COMMESSA<br>IFOE | LOTTO<br>00 | CODIFICA<br>D 11 RI | DOCUMENTO<br>ID 0002 001 | REV<br>A |

## 6.2 Recapito del drenaggio della piattaforma ferroviaria

I fossi di guardia della piattaforma ferroviaria hanno come recapito ultimo i corpi idrici superficiali presenti nell'area. E' stata svolta uno studio per valutare l'impatto che si viene ad avere per questi corpi idrici, in modo da capire se siano realmente in grado di ricevere o meno i deflussi dalla piattaforma.

### 6.2.1 Recapito A

Il primo corpo idrico ricettore è rappresentato dal recapito A, rappresentato nella seguente Figura 12:

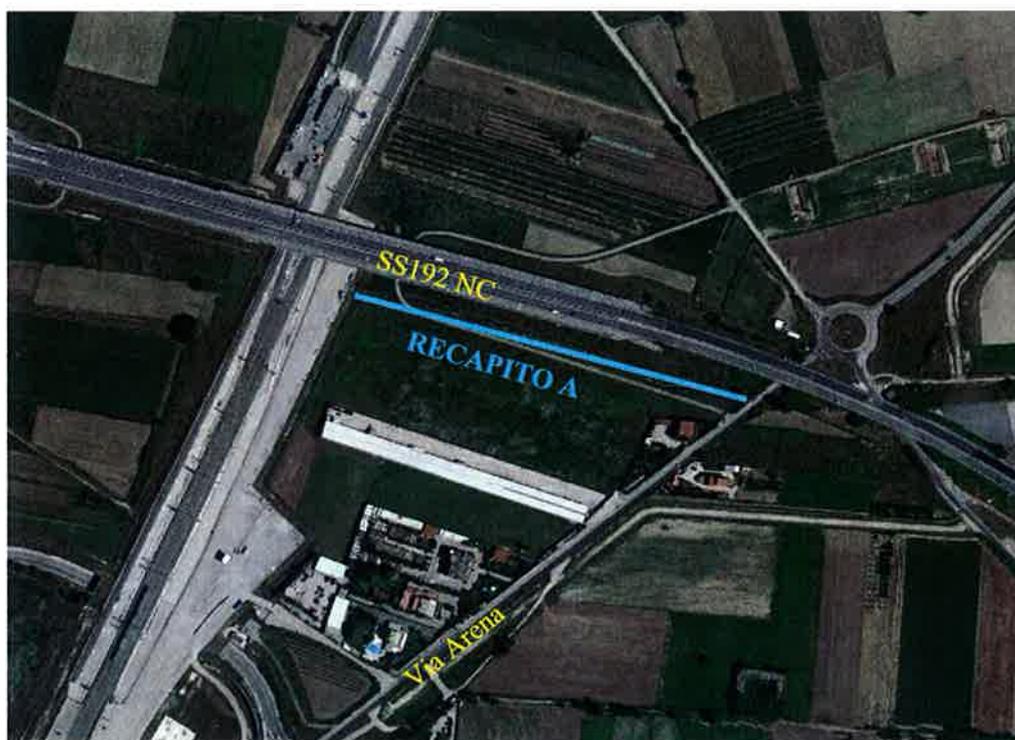


Figura 12 – Recapito A

Il canale di recapito è ubicato a sud della SS192 NC; dalla restituzione del volo aerofotogrammetrico in cartografia vettoriale scala 1:2.000 è stato possibile desumere tale sezione del canale:

**Sezione del corpo idrico ricettore A**

| X (m) | Z (m) |
|-------|-------|
| 0.00  | 24.67 |
| 2.59  | 23.12 |
| 8.68  | 23.21 |
| 10.84 | 24.00 |
| 27.27 | 24.28 |

Con questa sezione disponibile al deflusso, considerando una pendenza media del 2‰ vista la zona pianeggiante in cui si trova il corpo idrico ricettore e utilizzando la nota formula di *Gauckler-Strickler*, si ha:

$$Q_U = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove:

- $Q_U$  portata di moto uniforme ( $m^3/s$ )
- $n$  coefficiente di scabrezza secondo Manning ( $m^{-1/3} s$ );
- $A$  area bagnata ( $m^2$ );
- $R_h$  raggio idraulico (m);
- $i$  pendenza del fondo.

Con questa formulazione si ottiene una portata di moto uniforme del canale pari  $8.67 m^3/s$ .

### 6.2.2 Recapito Abis

Il recapito Abis è rappresentato da un fosso di guardia stradale situato a nord-est rispetto al precedente corpo idrico ricettore A; il recapito è rappresentato nella seguente Figura 13:



Figura 13 – Recapito Abis

Dal profilo altimetrico della piattaforma ferroviaria è stato possibile desumere tale sezione:

**Sezione del corpo idrico ricettore Abis**

| X (m) | Z (m) |
|-------|-------|
| 0.00  | 24.53 |
| 3.29  | 23.90 |
| 8.81  | 24.88 |

Con questa sezione disponibile al deflusso e considerando una pendenza media del 2‰, dalla formulazione di *Gauckler-Strickler* si ottiene una portata di moto uniforme pari a 1.31 m<sup>3</sup>/s.

### 6.2.3 Recapito B

Il recapito B è costituito dal canale Lagno dello Spirito Santo, un affluente del Canale dei Regi Lagni; il corpo idrico è rappresentato nella seguente Figura 14:



**Figura 14– Recapito B**

Tale corpo idrico è perimetrato nelle fasce di pericolosità del PAI; l'analisi di compatibilità idraulica dell'infrastruttura in progetto che interessa questa area è riportata nell'elaborato IF0E00D11RIID0002002A. Dal profilo altimetrico della piattaforma ferroviaria è stato possibile desumere tale sezione:

**Sezione del corpo idrico ricettore B**

| X (m) | Z (m) |
|-------|-------|
| 0.00  | 23.63 |
| 0.53  | 22.18 |
| 7.98  | 19.85 |
| 11.60 | 19.85 |
| 14.18 | 22.14 |
| 21.30 | 22.54 |
| 48.68 | 23.18 |

Con questa sezione disponibile al deflusso e considerando una pendenza media del 2‰, dalla formulazione di *Gauckler-Strickler* si ottiene una portata di moto uniforme pari a 39.95 m<sup>3</sup>/s.

**6.2.4 Recapito C**

Il recapito C è costituito da un fosso che affianca e poi confluisce nel Canale dei Regi Lagni; il corpo idrico è rappresentato nella seguente Figura 15:



**Figura 15 - Recapito C**

Dalla planimetria è possibile desumere la seguente sezione del canale:

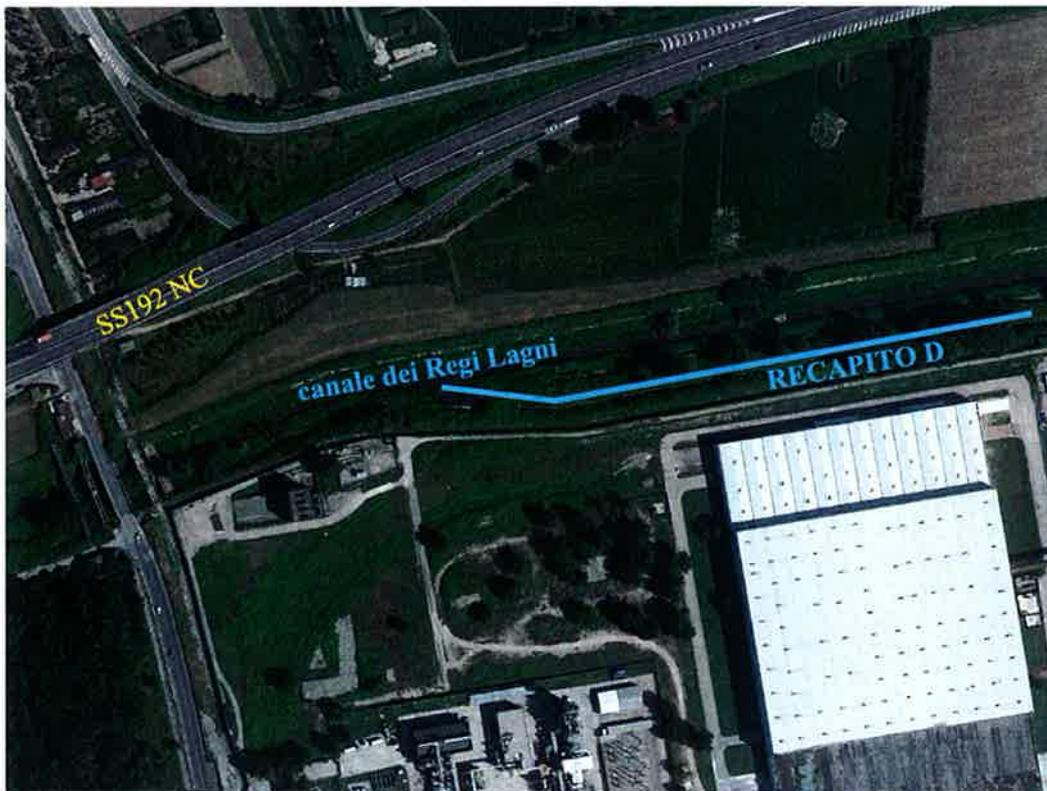
**Sezione del corpo idrico ricettore C**

| X (m) | Z (m) |
|-------|-------|
| 0.00  | 1.00  |
| 1.50  | 0.00  |
| 3.50  | 0.00  |
| 5.00  | 1.00  |

Con questa sezione disponibile al deflusso e considerando una pendenza media del 2%, dalla formulazione di *Gauckler-Strickler* si ottiene una portata di moto uniforme pari a 3.43 m<sup>3</sup>/s.

**6.2.5 Recapito D**

Il recapito D è costituito da un fosso che affianca e poi confluisce nel Canale dei Regi Lagni; il corpo idrico è rappresentato nella seguente Figura 16:



**Figura 16 - Recapito D**

Dal profilo altimetrico della piattaforma ferroviaria è stato possibile desumere tale sezione:



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI

PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| IF0E     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 36 di 43 |

**Sezione del corpo idrico ricettore D**

| X (m) | Z (m) |
|-------|-------|
| 0.00  | 24.70 |
| 7.53  | 21.64 |
| 13.60 | 24.00 |

Con questa sezione disponibile al deflusso e considerando una pendenza media del 2‰, dalla formulazione di *Gauckler-Strickler* si ottiene una portata di moto uniforme pari a 19.90 m<sup>3</sup>/s.

In “Appendice 3: verifica idraulica dei recapiti” sono riportati i confronti tra le portate smaltite nei corpi idrici ricettori e la rispettiva portata massima defluente, al fine di valutare l’impatto degli scarichi.



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI**  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |     |          |
|----------|-------|----------|-------------|-----|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO   |
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 37 di 43 |

## 7 RISULTATI

### 7.1 Risultati del dimensionamento

Come si evince dalle tabelle in Appendice , i fossi di guardia, i fossi disperdenti, le condotte previste sono sempre in grado, lungo l'intero tratto, di smaltire le acque meteoriche di piattaforma.

Di seguito sono riportate le seguenti tabelle:

- Appendice 1: dimensionamento fossi di guardia piattaforma ferroviaria;
- Appendice 2: dimensionamento collettori piattaforma ferroviaria;
- Appendice 3: verifica recapiti fosso di guardia;
- Appendice 4: dimensionamento fossi di guardia disperdenti piattaforma ferroviaria;

Le tabelle di verifica dei diversi elementi del drenaggio sono suddivise per recapito della rete di drenaggio e contengono: codice dell'elemento, sezione tipo, lunghezza, pendenza, cumulate delle superfici di piattaforma e di area esterna, coefficiente di afflusso pesato, volume specifico di invaso, coefficiente udometrico, portata critica, portata di moto uniforme, tirante, velocità, grado di riempimento ed il franco.

Di seguito è riportato un esempio delle tabelle dei risultati; il codice dei fossi richiama il corpo idrico che ne riceve gli afflussi: il fosso A01 ha infatti come ricettore finale il recapito A, e così via; per l'individuazione dei singoli fossi è necessario fare riferimento agli elaborati planimetrici riportati nel paragrafo successivo.

**Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia della piattaforma ferroviaria**

| CODICE FOSSO | SEZIONE TIPO | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{ae}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d | Franco (cm) |
|--------------|--------------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|-----|-------------|
|--------------|--------------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|-----|-------------|

Per i collettori è prevista una tabella praticamente identica, in cui al posto della sezione tipo del fosso è riportato il diametro della condotta; di seguito è riportato un esempio.

**Risultati del dimensionamento dei collettori della piattaforma ferroviaria**

| CODICE FOSSO | DN (mm) | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{ae}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d | Franco (cm) |
|--------------|---------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|-----|-------------|
|--------------|---------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|-----|-------------|

La tabella relativa al dimensionamento dei fossi disperdenti contiene invece: codice fosso, progressiva di inizio e di fine opera, sezione tipo, dimensioni (base minore, base maggiore, altezza), lunghezza del fosso, coefficiente di permeabilità del terreno adottato nei calcoli, cumulate delle superfici di piattaforma e di area esterna che recapitano nel fosso, coefficiente di afflusso pesato, volume necessario, volume utile, volume totale, grado di riempimento; di seguito è riportato un esempio.



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
 VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |      |          |
|----------|-------|----------|-------------|------|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV. | FOGLIO   |
| IF0E     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A    | 38 di 43 |

**Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia disperdenti della piattaforma ferroviaria**

| CODICE FOSSO | PROG INIZIO - PROG. FINE | SEZ. TIPO | DIMENSIONI (m)<br>$b_0+B \times H_T$ | L (m) | K (m/s) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{ae}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | Volume (mc) |       |        | H/H <sub>T</sub> (%) |
|--------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------|-------|---------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|-------|--------|----------------------|
|              |                          |           |                                      |       |         |                                |                                   |                                    |                  | necessario  | utile | totale |                      |

Infine per ogni recapito su corpo idrico superficiale è riportata una tabella in cui si trova: codice del recapito, portata defluente dalla piattaforma ferroviaria, portata di moto uniforme nel corpo idrico, percentuale rappresentata dal deflusso di piattaforma rispetto a quella di moto uniforme; la tabella di esempio è riportata di seguito.

**Verifica idraulica dei recapiti delle acque di piattaforma**

| Recapito | Portata totale defluente dal sistema di fossi/collettori (l/s) | Portata di moto uniforme nel recapito (l/s) | Percentuale rappresentata dalle deflusso della acque di piattaforma |
|----------|--|---|---|
|----------|--|---|---|

**7.2 Elenco degli elaborati correlati al drenaggio della piattaforma ferroviaria**

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

- Relazione idrologica: IF0E00D78RIID0002001A;
- Relazione compatibilità idraulica IF0E00D11RIID0002002A;
- Planimetrie idrauliche di drenaggio di piattaforma stradale:
  - 1) IF0E00D11P6ID00000010;
  - 2) IF0E00D11P6ID00000020;
  - 3) IF0E00D11P6ID00000030;
  - 4) IF0E00D11P6ID00000040;
  - 5) IF0E00D11P6ID00000050;
  - 6) IF0E00D11P6ID00000060;
  - 7) IF0E00D11P6ID00000070;
  - 8) IF0E00D11P6ID00000080;
  - 9) IF0E00D11P6ID00000090;
  - 10) IF0E00D11P6ID00000100;

## 8 APPENDICE 1: VERIFICA IDRAULICA DEI FOSSI DI GUARDIA

### Dimensioni delle sezioni tipologiche dei fossi di guardia del drenaggio di piattaforma

| CODICE FOSSO | SEZIONE                     | Base minore (cm) | Base maggiore (cm) | Altezza (cm) |
|--------------|-----------------------------|------------------|--------------------|--------------|
| FT1          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 50               | 150                | 50           |
| FT2          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 70               | 210                | 70           |
| FT3          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 100              | 300                | 100          |
| FT4          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 120              | 360                | 120          |

### Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia della piattaforma ferroviaria: Recapito A

| CODICE FOSSO | SEZIONE TIPO | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{se}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d  | Franco (cm) |
|--------------|--------------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|------|-------------|
| A01          | FT1          | 218   | 0.40% | 1700                           | 660                               | 2360                               | 0.76             | 0.021                                   | 146        | 34          | 454         | 12.0   | 0.44    | 0.24 | 38.0        |
| A02          | FT1          | 212   | 0.42% | 1470                           | 660                               | 2130                               | 0.75             | 0.022                                   | 131        | 28          | 461         | 10.5   | 0.42    | 0.21 | 39.5        |
| A03          | FT1          | 214   | 0.29% | 1460                           | 945                               | 2405                               | 0.70             | 0.020                                   | 129        | 31          | 388         | 12.5   | 0.38    | 0.25 | 37.5        |
| A04          | FT1          | 240   | 0.26% | 1460                           | 912                               | 2372                               | 0.71             | 0.022                                   | 116        | 28          | 366         | 12.0   | 0.35    | 0.24 | 38.0        |
| A05          | FT1          | 281   | 0.14% | 1800                           | 1380                              | 3180                               | 0.68             | 0.020                                   | 123        | 39          | 270         | 17.5   | 0.32    | 0.35 | 32.5        |
| A06          | FT1          | 245   | 0.16% | 1700                           | 1300                              | 3000                               | 0.68             | 0.018                                   | 132        | 40          | 289         | 17.0   | 0.33    | 0.34 | 33.0        |

### Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia della piattaforma ferroviaria: Recapito B

| CODICE FOSSO | SEZIONE TIPO | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{se}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d  | Franco (cm) |
|--------------|--------------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|------|-------------|
| B01          | FT1          | 375   | 0.24% | 2280                           | 3800                              | 6080                               | 0.59             | 0.015                                   | 126        | 76          | 352         | 22.0   | 0.46    | 0.44 | 28.0        |
| B02          | FT1          | 377   | 0.24% | 2260                           | 3845                              | 6105                               | 0.59             | 0.015                                   | 125        | 76          | 351         | 22.0   | 0.46    | 0.44 | 28.0        |

### Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia della piattaforma ferroviaria: Recapito C

| CODICE FOSSO | SEZIONE TIPO | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{se}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d  | Franco (cm) |
|--------------|--------------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|------|-------------|
| C03          | FT1          | 558   | 0.22% | 3560                           | 5610                              | 9170                               | 0.59             | 0.014                                   | 130        | 119         | 334         | 29.0   | 0.51    | 0.58 | 21.0        |
| C04          | FT1          | 562   | 0.22% | 3560                           | 5830                              | 9390                               | 0.59             | 0.014                                   | 130        | 122         | 333         | 29.5   | 0.52    | 0.59 | 20.5        |
| C01          | FT1          | 119   | 0.43% | 760                            | 900                               | 1660                               | 0.63             | 0.016                                   | 126        | 21          | 468         | 9.0    | 0.39    | 0.18 | 41.0        |
| C02          | FT1          | 119   | 0.43% | 760                            | 910                               | 1670                               | 0.63             | 0.016                                   | 126        | 21          | 468         | 9.0    | 0.39    | 0.18 | 41.0        |

Si precisa che i fossi di guardia ricadono tutti nella zona idrologicamente omogenea C2 e dunque tutti sono stati verificati con i medesimi parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica; si rimanda al Capitolo 3: "Analisi idrologica" per l'individuazione di tali parametri.



LINEA NAPOLI - BARI  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI  
 PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |     |          |
|----------|-------|----------|-------------|-----|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO   |
| IF0E     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 40 di 43 |

## 9 APPENDICE 2: VERIFICA IDRAULICA DEI COLLETTORI

### Risultati del dimensionamento dei collettori della piattaforma ferroviaria: Recapito B

| CODICE FOSSO | DN (mm) | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{ae}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d  | Franco (cm) |
|--------------|---------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|------|-------------|
| B03          | 400     | 728   | 1.10% | 5250                           | 0                                 | 5250                               | 0.90             | 0.011                                   | 441        | 231         | 255         | 29.6   | 2.30    | 0.74 | 10.4        |
| B04          | 400     | 728   | 1.10% | 5250                           | 0                                 | 5250                               | 0.90             | 0.011                                   | 441        | 231         | 255         | 29.6   | 2.30    | 0.74 | 10.4        |

### Risultati del dimensionamento dei collettori della piattaforma ferroviaria: Recapito D

| CODICE FOSSO | DN (mm) | L (m) | i (%) | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{ae}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | $v_0$ (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | u (l/s*ha) | $Q_M$ (l/s) | $Q_U$ (l/s) | H (cm) | V (m/s) | H/d  | Franco (cm) |
|--------------|---------|-------|-------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|---|------------|-------------|-------------|--------|---------|------|-------------|
| D01          | 400     | 242   | 2.49% | 3160                           | 0                                 | 3160                               | 0.90             | 0.008                                   | 616        | 195         | 384         | 20.0   | 3.00    | 0.50 | 20.0        |

## 10 APPENDICE 3: VERIFICA IDRAULICA DEI RECAPITI

**Verifica idraulica dei recapiti delle acque di piattaforma**

| Recapito | Portata totale defluente dal sistema di fossi/collettori (l/s) | Portata massima di moto uniforme nel recapito (l/s) | Percentuale rappresentata dalle deflusso della acque di piattaforma |
|----------|--|---|---|
| A        | 121  | 8670  | 1.40%   |
| Abis     | 79   | 1310  | 5.99%   |
| B        | 615  | 39950   | 1.54%   |
| C        | 283  | 3430  | 8.26%   |
| D        | 195  | 19900   | 0.98%   |



LINEA NAPOLI - BARI  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**VARIANTE LINEA CANCELLO - NAPOLI**  
**PIATTAFORMA FERROVIARIA**

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

|          |       |          |             |     |          |
|----------|-------|----------|-------------|-----|----------|
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO   |
| IFOE     | 00    | D 11 RI  | ID 0002 001 | A   | 42 di 43 |

## 11 APPENDICE 4: VERIFICA IDRAULICA DEI FOSSI DISPERDENTI

### Dimensioni delle sezioni tipologiche dei fossi disperdenti del drenaggio di piattaforma

| CODICE FOSSO | TIPO SEZIONE                | Base minore $b_0$ (cm) | Base maggiore B (cm) | Altezza $H_T$ (cm) |
|--------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| FT2          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 70                     | 210                  | 70                 |
| FT3          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 100                    | 300                  | 100                |
| FT4          | Sezione trapezia sponde 1/1 | 120                    | 360                  | 120                |

### Risultati del dimensionamento dei fossi di guardia disperdenti della piattaforma ferroviaria

| CODICE FOSSO | PROG INIZIO - PROG. FINE | SEZ. TIPO | DIMENSIONI (m) $b_0 \div B \times H_T$ | L (m) | K (m/s)   | $\Sigma S_p$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{pe}$ (m <sup>2</sup> ) | $\Sigma S_{Tot}$ (m <sup>2</sup> ) | $\varphi$ pesato | Volume (mc) |       |        | H/H <sub>T</sub> (%) |
|--------------|--------------------------|-----------|--|-------|-----------|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------|-------|--------|----------------------|
|              |                          |           |  |       |           |                                |                                   |                                    |                  | Necess.     | utile | totale |                      |
| FD03         | 6+100 - 6+350            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 260   | 2.45E-05* | 1720                           | 2950                              | 4670                               | 0.58             | 158         | 309   | 520    | 70%                  |
| FD04         | 6+050 - 6+350            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 266   | 2.45E-05* | 1740                           | 3000                              | 4740                               | 0.58             | 159         | 317   | 532    | 70%                  |
| FD05         | 6+350 - 6+520            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 159   | 2.45E-05* | 1050                           | 2110                              | 3160                               | 0.57             | 110         | 189   | 318    | 70%                  |
| FD06         | 6+350 - 6+520            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 143   | 2.45E-05* | 1040                           | 1930                              | 2970                               | 0.58             | 110         | 170   | 286    | 70%                  |
| FD07         | 6+520 - 6+630            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 103   | 2.45E-05* | 690                            | 1420                              | 2110                               | 0.56             | 75          | 123   | 206    | 70%                  |
| FD08         | 6+520 - 6+630            | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 100   | 2.45E-05* | 690                            | 1370                              | 2060                               | 0.57             | 74          | 119   | 200    | 70%                  |
| FD09         | 10+530 - 10+820          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 286   | 2.53E-04* | 9950                           | 3235                              | 13185                              | 0.78             | 233         | 340   | 572    | 70%                  |
| FD10         | 10+400 - 11+000          | FT2       | 0.7÷2.1x0.7                            | 611   | 2.53E-04* | 14270                          | 4960                              | 19230                              | 0.77             | 315         | 393   | 599    | 75%                  |
| FD11         | 10+400 - 11+000          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 446   | 1.48E-04  | 8600                           | 4600                              | 13200                              | 0.73             | 222         | 531   | 892    | 70%                  |
| FD12         | 11+030 - 12+225          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 1198  | 4.35E-05  | 16150                          | 12490                             | 28640                              | 0.68             | 1008        | 1426  | 2396   | 70%                  |
| FD13         | 11+600 - 11+850          | FT2       | 0.7÷2.1x0.7                            | 255   | 2.17E-04* | 2710                           | 2700                              | 5410                               | 0.65             | 55          | 149   | 250    | 70%                  |
| FD14         | 12+575 - 13+200          | FT4       | 1.2÷3.6x1.2                            | 615   | 8.05E-06* | 3910                           | 5740                              | 9650                               | 0.60             | 674         | 1054  | 1771   | 70%                  |
| FD15         | 12+575 - 13+200          | FT4       | 1.2÷3.6x1.2                            | 623   | 8.05E-06* | 3910                           | 5740                              | 9650                               | 0.60             | 666         | 1068  | 1794   | 70%                  |
| FD16         | 13+550 - 13+740          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 183   | 4.30E-05* | 1570                           | 2400                              | 3970                               | 0.60             | 102         | 334   | 366    | 70%                  |
| FD17         | 13+575 - 13+750          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 183   | 4.30E-05* | 1580                           | 2400                              | 3980                               | 0.60             | 103         | 322   | 366    | 75%                  |
| FD18         | 13+750 - 14+425          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 665   | 1.48E-05  | 4380                           | 6380                              | 10760                              | 0.60             | 539         | 309   | 1330   | 70%                  |
| FD19         | 13+750 - 14+425          | FT3       | 1.0÷3.0x1.0                            | 665   | 1.48E-05  | 4380                           | 6400                              | 10780                              | 0.60             | 540         | 317   | 1330   | 70%                  |
| FD20         | 14+425 - 14+810          | FT4       | 1.2÷3.6x1.2                            | 384   | 1.44E-05  | 2550                           | 3950                              | 6500                               | 0.60             | 291         | 189   | 1106   | 70%                  |
| FD21         | 14+425 - 14+820          | FT4       | 1.2÷3.6x1.2                            | 390   | 1.44E-05  | 2550                           | 4300                              | 6850                               | 0.59             | 306         | 170   | 1123   | 70%                  |
| FD22         | 14+825 - 15+130          | FT2       | 0.7-2.1x0.7                            | 285   | 8.30E-05* | 2170                           | 3950                              | 6120                               | 0.58             | 134         | 166   | 279    | 70%                  |
| FD23         | 14+825 - 15+130          | FT2       | 0.7-2.1x0.7                            | 292   | 8.30E-05* | 2090                           | 4400                              | 6490                               | 0.56             | 139         | 170   | 286    | 70%                  |
| FD24         | 15+140 - 15+550          | FT2       | 0.7-2.1x0.7                            | 400   | 8.30E-05* | 2840                           | 2920                              | 5760                               | 0.65             | 99          | 233   | 392    | 70%                  |
| FD25         | 15+140 - 15+475          | FT2       | 0.7-2.1x0.7                            | 336   | 8.30E-05* | 2490                           | 2250                              | 4740                               | 0.66             | 84          | 196   | 329    | 70%                  |

Si precisa che i fossi di guardia disperdenti dal codice FD03 a FD21 ricadono nella zona idrologicamente omogenea C2 mentre i fossi tra il codice FD22 e FD25 ricadono nella zona C3, dunque i fossi sono stati



LINEA NAPOLI - BARI  
PROGETTO DEFINITIVO  
VARIANTE LINEA CANCELLO – NAPOLI  
PIATTAFORMA FERROVIARIA

RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO PIATTAFORMA

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO   | REV | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|-------------|-----|----------|
| IF0E     | 00    | D 11.RI  | ID 0002 001 | A   | 43 di 43 |

verificati con diversi parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica. Si rimanda al Capitolo 3: “Analisi idrologica” per l’individuazione di tali parametri.

I valori del coefficiente di permeabilità  $K$  che in tabella presentano un segno \* indicano che sono stati aumentati di un ordine di grandezza, in quanto la tecnica di esecuzione delle prove Lefranc può fornire, usualmente, valori della conducibilità idraulica più bassi di quelli che possono essere ragionevolmente assunti per gli strati insaturi superficiali. Nei casi in cui, invece, gli strati superficiali del sottosuolo siano caratterizzati da litologie a grana fine ed in continuità stratigrafica con quelli più profondi, si è preferito mantenere il valore ricavato dalle prove di permeabilità