

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA  
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE  
ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI  
MADDALONI

Interconnessioni Nord su LS Roma - Napoli Via Cassino

Relazione Idraulica e Compatibilità Idraulica

SCALA:

-
---

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

I F 0 F    0 4    D    1 1    R I    I D 0 0 0 2    0 0 1    B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
B	Emissione Esecutiva	C. Marson	Giu. 2016	F. Cerrone	Giu. 2016	F. Cerrone	Giu. 2016	F. Sacchi	Giu. 2016

ITALFERR  
 U.D. CORPO STRADALE E GEOTECNICA  
 Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI  
 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma  
 n. 72

File: IF0F04D11RIID0002001B.doc

n. Elab.: 10

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE	4
3	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	5
3.1	IL METODO DELL'INVASO.....	5
3.1.1	<i>Sezioni chiuse</i> .....	8
3.1.2	<i>Sezioni aperte</i> .....	11
3.1.3	<i>Dimensionamento idraulico</i> .....	13
4	RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA	15
4.1	FOSSI DI GUARDIA.....	17
4.2	CUNETTE DI PIATTAFORMA.....	19
4.3	RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO.....	20
4.4	VASCA DI LAMINAZIONE.....	21
4.4.1	<i>Dimensionamento della vasca di laminazione</i> .....	24
5	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	26
5.1	SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	26
5.2	ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	29
6	APPENDICE: FOGLI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	30



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	04	D11RI	ID 00 02 001	B	3 di 34

## 1 PREMESSA

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma delle Interconnessioni Nord del 1° Lotto funzionale della linea Canello - Frasso Telesino e Variante alla Linea Roma - Napoli Via Cassino, nel territorio di Maddaloni.

La protezione della linea ferroviaria 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.

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 100 anni per il drenaggio di piattaforma) ed al metodo di calcolo per il dimensionamento del sistema di drenaggio.

Al termine della relazione è riportato il paragrafo relativo alla compatibilità idraulica.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	04	D11RI	ID 00 02 001	B	4 di 34

## 2 ANALISI IDROLOGICA DELLE PIOGGE INTENSE

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 (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

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 Interconnessioni Nord del 1° Lotto funzionale della linea Canello - Frasso Telesino e Variante alla Linea Roma - Napoli Via Cassino, nel territorio di Maddaloni".

In tale relazione vengono definiti i coefficienti  $a$  ed  $n$  della legge di possibilità pluviometrica rappresentativa dell'area in progetto, validi per tempi di pioggia inferiori l'ora. Nella seguente tabella si riporta l'equazione di probabilità pluviometrica ( $h(t) = a t^n$ ) da utilizzare ai fini della determinazione delle portate di progetto in funzione del tempo di ritorno per il drenaggio di piattaforma.

Tempo di ritorno (anni)	$h = a t^n$ (mm)
	C3 CC
100	$67.54 t^{0.47}$

Tabella 1: Curva di possibilità pluviometrica per il calcolo del drenaggio di piattaforma ferroviaria

La curva sopra riportata è valida nell'intero tracciato di progetto.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	04	D11RI	ID 00 02 001	B	5 di 34

### 3 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

La verifica idraulica delle canalette e delle condotte 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.

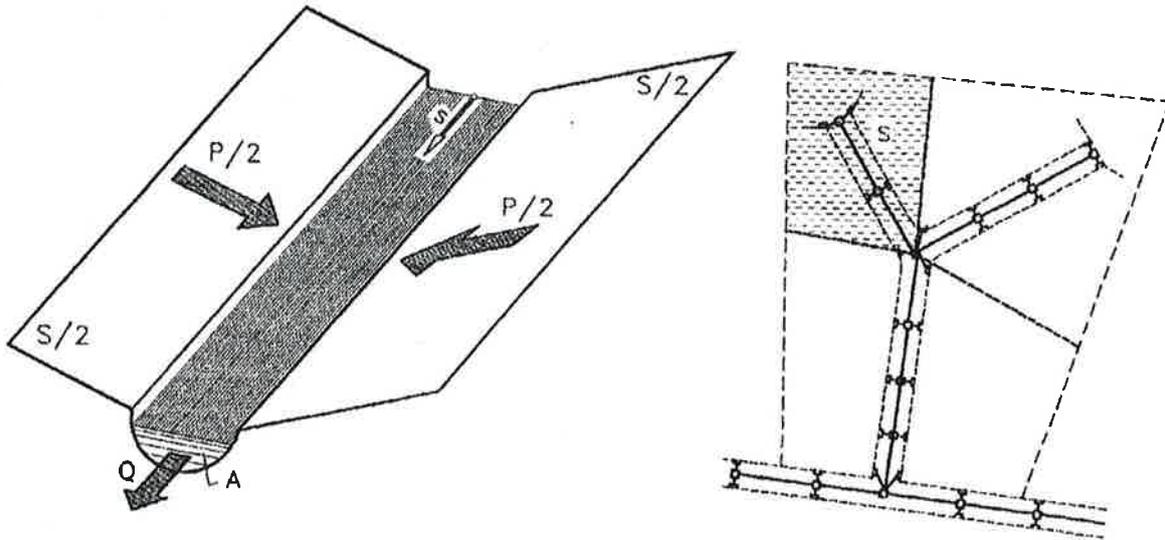
#### 3.1 IL METODO DELL'INVASO

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 1).



**Figura 1: 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:

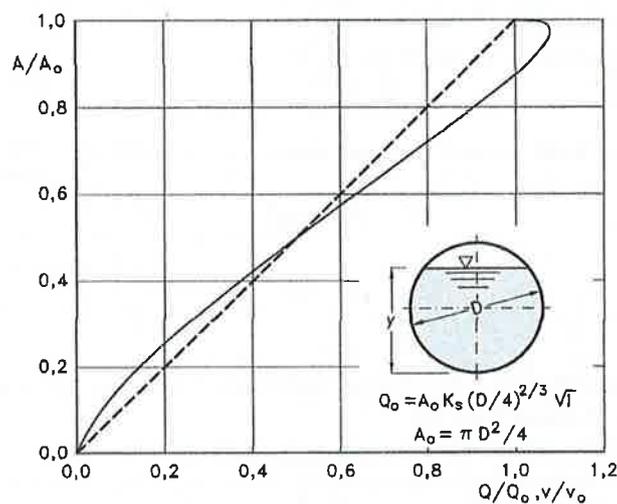
$$V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

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

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

### 3.1.1 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo  $\alpha=1.0$  (Figura 2).



**Figura 2: 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:

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

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

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

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

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

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.

### 3.1.2 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:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra  $t_1$  e  $q_1$ , 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 2 al variare di  $\alpha$ .

$z$	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
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 2: 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

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>	<b>COMMESSA</b> IF0F	<b>LOTTO</b> 04	<b>CODIFICA</b> D11RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> B

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  $[a]=\text{metri} \cdot \text{giorni}^{-n}$  e  $[v_0]=\text{metri}$ , e il coefficiente udometrico  $[u]=\text{litri} \cdot \text{secondo} \cdot \text{ettaro}$ , l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

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

### 3.1.3 Dimensionamento idraulico

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

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 ( $t_r = t_p$ ).

Note la pendenza e le dimensioni delle canalette di drenaggio, distinte a seconda della tipologia di sezione ferroviaria analizzata, 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 del 70 %.

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

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

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

- *Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma  $W_p = 0.005 \text{ m}$ ;*
- *Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne  $W_{ae} = 0.005 \text{ m}$ ;*
- *Coefficiente di afflusso per la piattaforma  $\phi_p = 0.9$ ;*
- *Coefficiente di afflusso per le aree esterne ed il rilevato ferroviario  $\phi_{ae} = 0.5$ ;*
- *Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo  $n_M = 0.015 \text{ s/m}^{1/3}$ ;*
- *Coefficiente di scabrezza di Manning del fosso disperdente  $n_M = 0.020 \text{ s/m}^{1/3}$ ;*
- *Larghezza piattaforma in trincea/rilevato  $L = \text{variabile}$ ;*
- *Larghezza area del rilevato  $L = \text{variabile}$ ;*
- *Lunghezza area esterna a monte della ferrovia  $L = \text{variabile}$ .*

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 canalette è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

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

dove:  $n$  – coefficiente di scabrezza secondo Manning [ $\text{m}^{-1/3} \text{ s}$ ];

$A$  – area bagnata [ $\text{m}^2$ ];

$R_h$  – raggio idraulico [ $\text{m}$ ];

$i$  – pendenza del fondo.

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

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

#### 4 RACCOLTA E SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo ed assicurare il loro recapito all'esterno del corpo ferroviario, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- Per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;
- Nei tratti in rilevato (fig.5.1) le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo bituminoso di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al fosso di guardia tramite embrici;
- Nei tratti in trincea (fig.5.2-5.3), i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella cunetta rettangolare di piattaforma sotto passando il manufatto della canaletta porta-cavi. Nel passaggio tra scavo e rilevato i flussi d'acqua hanno poi esito esternamente nel fosso di guardia;
- Fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in cls previsti al piede del rilevato con sezione ferroviaria in rilevato e sopra la trincea nel caso di sezione in scavo.

Fig. 5.1 Sezione ferroviaria in rilevato a doppia linea

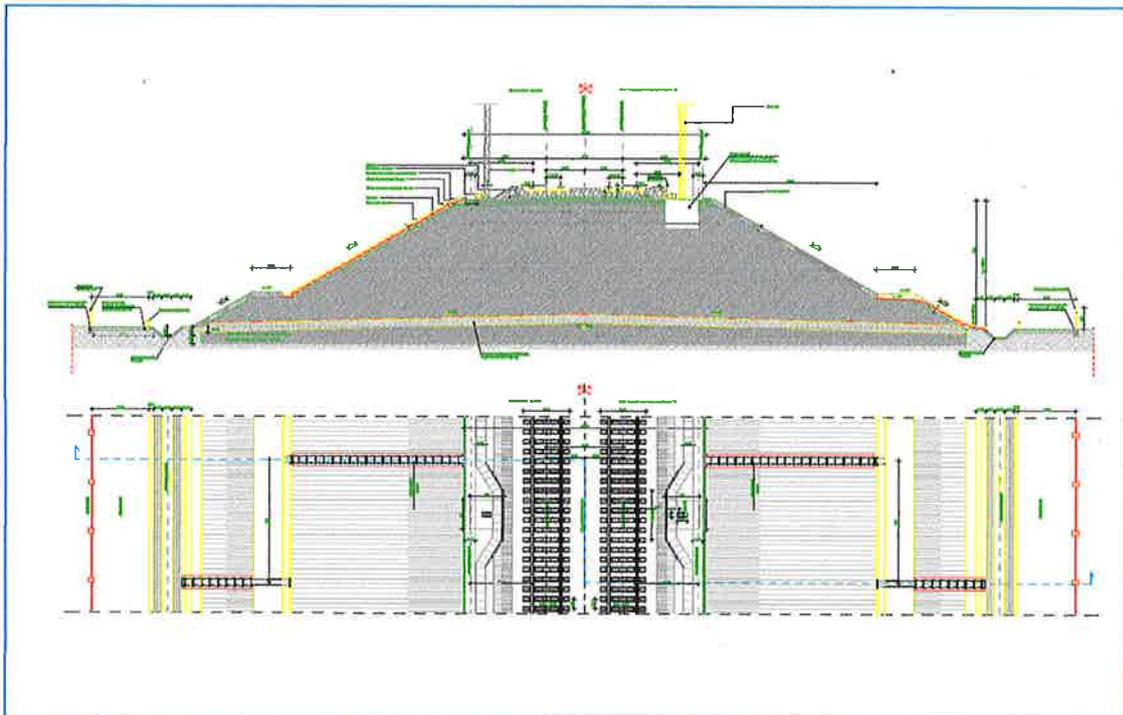


Fig. 5.2 Sezione ferroviaria in trincea

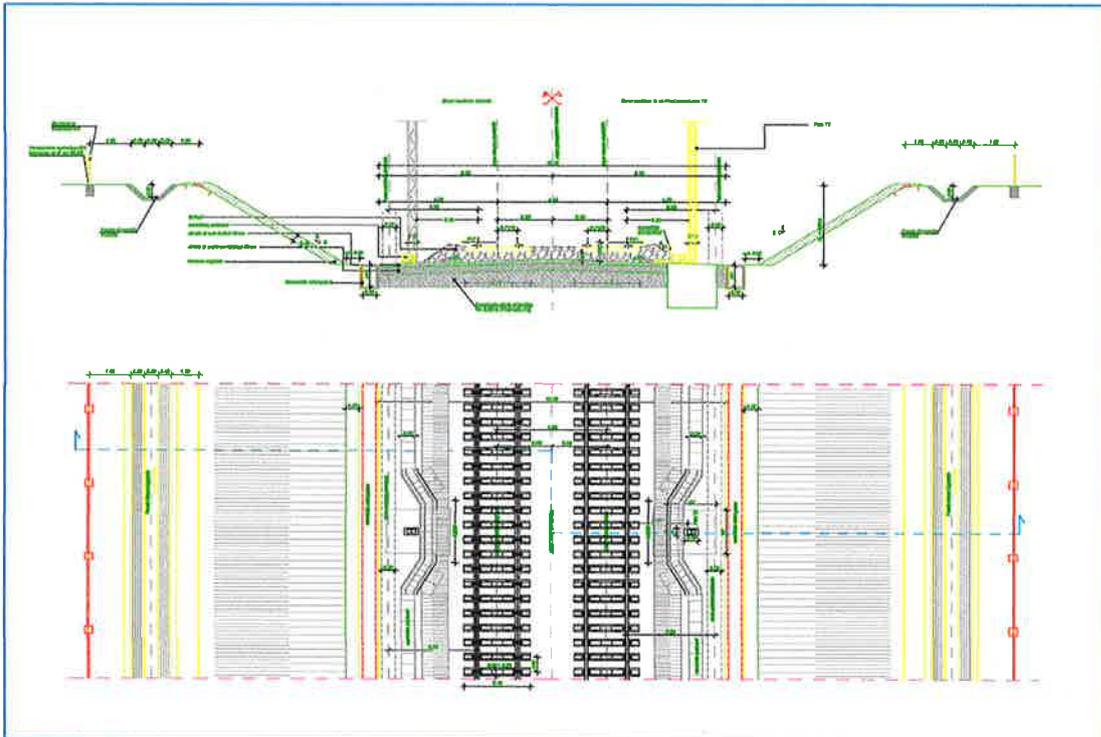
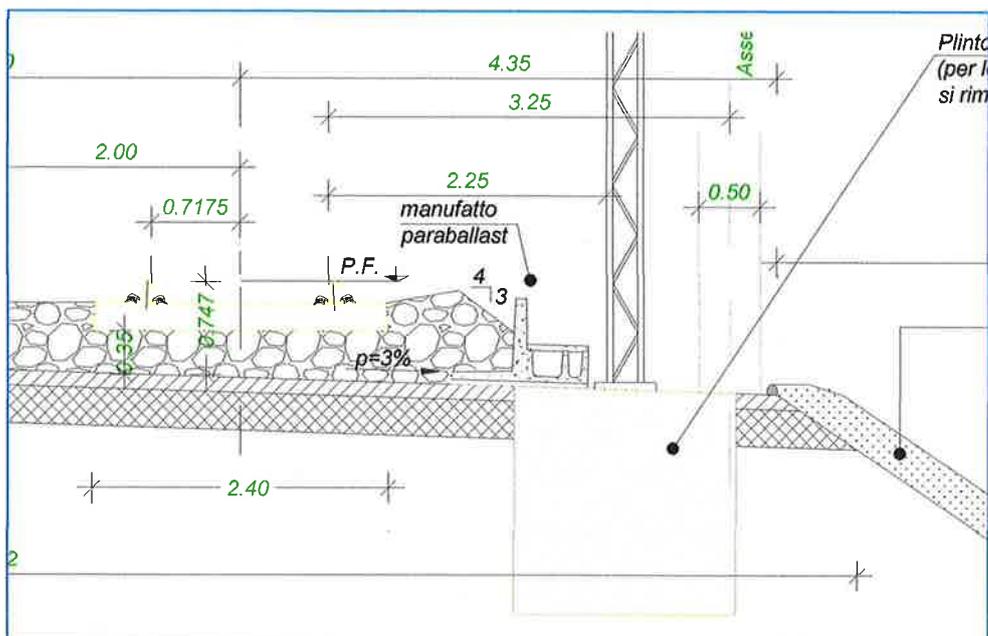


Fig. 5.3 Sezione in rilevato-particolare drenaggio al ciglio: canaletta porta-cavi, cordolo, embrici





ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	04	D11RI	ID 00 02 001	B	17 di 34

#### 4.1 FOSSI DI GUARDIA

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte dello scavo, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato ferroviari e, eventualmente, le aree esterne naturalmente scolanti verso la linea ferroviaria, impedendo che queste raggiungano il corpo ferroviario con le prevedibili conseguenze di fenomeni di erosione.

Le acque intercettate dai fossi di guardia scaricano in una vasca di laminazione che disperde le portate meteoriche nel sottosuolo. Onde limitare le dimensioni della vasca di laminazione e dispersione, lungo la rete di drenaggio della piattaforma ferroviaria sono stati disposti dei fossi disperdenti realizzati con materiale inerte drenante a diversa granulometria che contribuiscono alla dispersione delle portate meteoriche nel sottosuolo.

Le tipologie previste per i fossi di guardia a sezione trapezoidale rivestiti in cls e pendenza sponda 1/1 sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo	Base minore (m)	Altezza (m)	Sponde
T 50 50	0.50	0.50	1/1
T 60 60	0.60	0.60	1/1
T 80 80	0.80	0.80	1/1
T 100 100	1.00	1.00	1/1

Le tipologie previste per i fossi di guardia a sezione trapezoidale disperdenti con pendenza sponda 1/1 sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo	Base minore (m)	Altezza (m)	Sponde
TP 150 100	1.50	1.00	1/1
TP 200 100	2.00	1.00	1/1
TP 200 150	2.00	1.50	1/1

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura 3.

Dalla relazione geologica emerge come il coefficiente di permeabilità degli strati di suolo più superficiali (fino a 3-4 m) può essere assunta pari a circa  $5 \times 10^{-5}$  m/s.

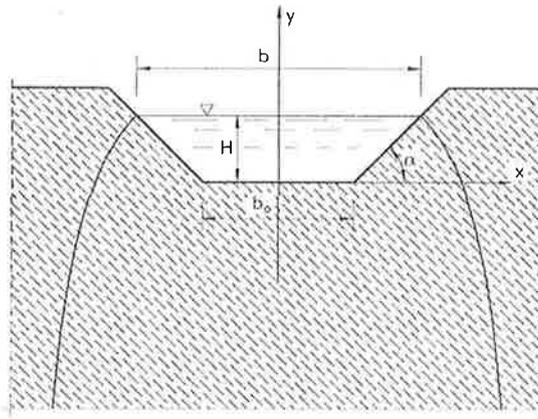


Figura 3: Schema del funzionamento disperdente del fosso disperdente.

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

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

La verifica idraulica dei fossi di guardia è stata effettuata a moto uniforme in entrambi i lati ferroviari e nei punti di chiusura idraulicamente più significativi sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia. La massima portata afferente è stata calcolata, in funzione dell'area del bacino totale sotteso, valutando nel calcolo sia lo sviluppo e la larghezza di piattaforma ferroviaria che l'altezza della scarpata.

#### 4.2 CUNETTE DI PIATTAFORMA

La verifica idraulica delle cunette rettangolari di piattaforma è stata effettuata in modo simile ai fossi di guardia, considerando per il calcolo a moto uniforme punti di chiusura idraulicamente significativi, sia per la variazione di pendenza longitudinale che per il cambio di tipologia.

La massima portata afferente è stata calcolata in funzione dello sviluppo e larghezza della semi piattaforma ferroviaria, inserendo inoltre l'altezza della scarpata in scavo.

La tipologia di cunetta di piattaforma adottata è quella di sezione rettangolare in cls di base costante pari a 50 cm ed altezza variabile da 40 a 120 cm con copertura asolata.

La seguente tabella riporta le cinque tipologie adottate.

Tipologia	Dimensioni nette (cm)
	Base - Altezza
R 50 40	50 x 40
R 50 60	50 x 60
R 50 80	50 x 80



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
 I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
 VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
 COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA	COMMESSA IFOF	LOTTO 04	CODIFICA D11RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. B	FOGLIO 20 di 34
---	------------------	-------------	-------------------	---------------------------	-----------	--------------------

### 4.3 RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO

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

Stanti le tipologie di manufatti utilizzati ed il planoprofilo del tracciato in variante ferroviaria, lo scarico delle acque coltate avviene a gravità.

Le tabelle di verifica contengono la progressiva iniziale e finale del generico tratto, il tipo di canaletta previsto, la lunghezza, la progressiva del tratto, la pendenza del tratto, la quota iniziale e finale, le cumulate della superficie equivalente, la portata di dimensionamento, il livello idrico all'interno del manufatto, il grado di riempimento e la velocità.

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

Tabella 3: Intestazione delle tabelle di verifica dei manufatti.

Nella planimetria idraulica sono riportate l'ubicazione della rete drenante e le sue specifiche caratteristiche; il dimensionamento, le quote di scorrimento e le eventuali opere di attraversamento.

Le verifiche attestano l'idoneità del dimensionamento dei fossi di guardia e delle cunette di piattaforma proposti, poiché i livelli idrici sono interamente contenuti nelle sezioni idrauliche con un grado di riempimento massimo non superiore al 70%.

#### 4.4 VASCA DI LAMINAZIONE

Nella tratta ferroviaria di studio non sono stati individuati corpi idrici superficiali che possano costituire un recapito per le acque di drenaggio di piattaforma. E' stata dunque disposta una vasca di laminazione in grado di immagazzinare i volumi meteorici in arrivo e gradualmente disperderli nel suolo.

La vasca è posizionata a sud dell'Interconnessione Nord Binario Pari tra la pk 1+090 e la pk 1+380. La posizione della vasca è visibile in Figura 4.

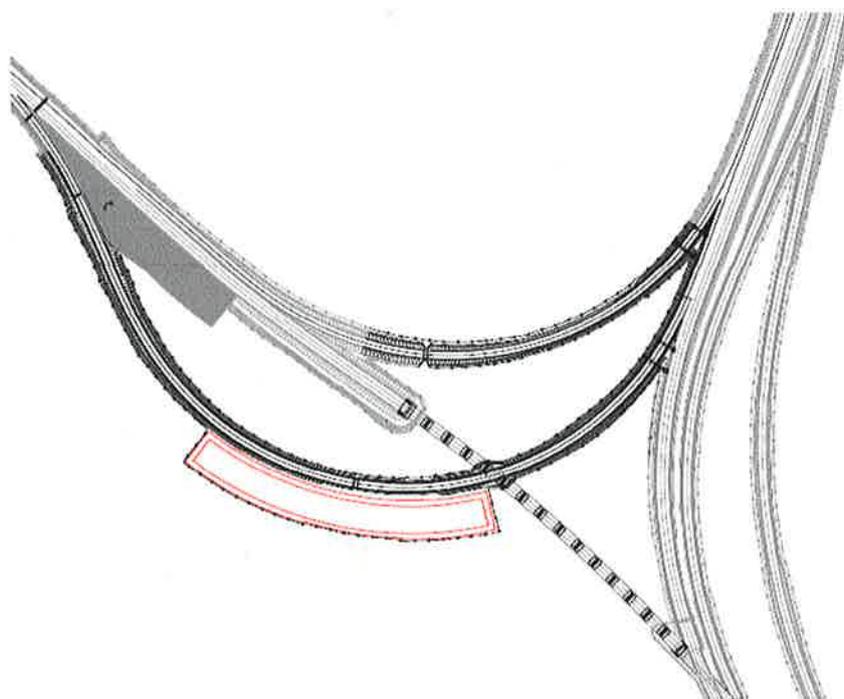


Figura 4: Posizione della vasca di laminazione.

Le vasche sono caratterizzate da sponde con pendenza 2/3, ricoperte con un strato di terreno vegetale inerbite mediante semina a pressione con collante. Sul fondo delle vasche è disposto uno strato di tessuto non tessuto (300 g/mq) e uno strato di ghiaia per uno spessore di 0.50 m. In Figura 5 si riporta un tipologico della vasca di laminazione.

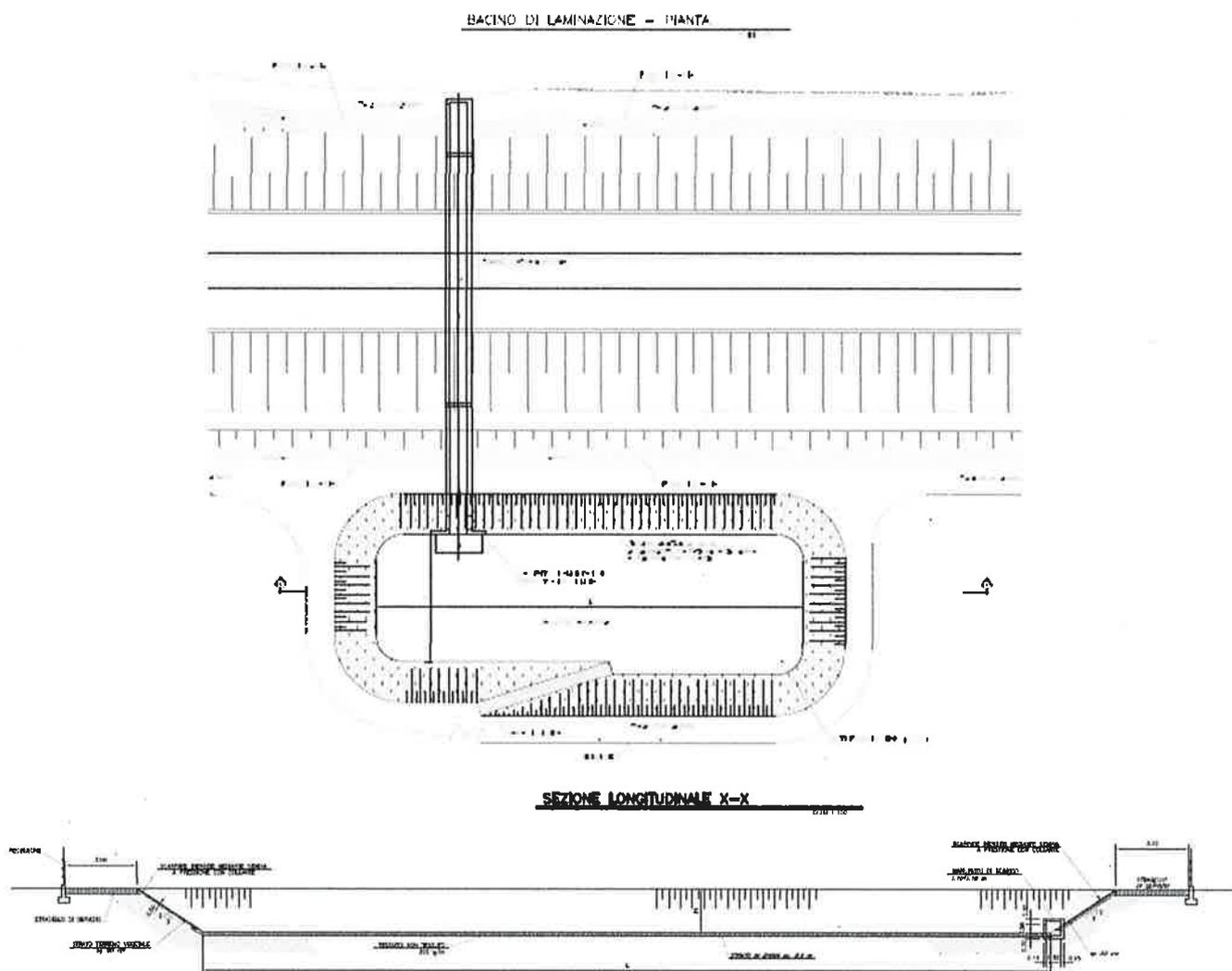


Figura 5: Tipologico vasca di laminazione.

La portata dispersa dalla vasca è stata stimata ipotizzando che il volume meteorico si infiltri nel sottosuolo solamente dal fondo della vasca. Dalla relazione geologica emerge come il coefficiente di permeabilità degli strati di suolo subsuperficiali (sotto i 3-4 m) può essere assunta pari a circa  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Dunque la portata uscente è semplicemente:

$$q = K \cdot H \cdot L$$

Dove:



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	04	D11RI	ID 00 02 001	B	23 di 34

- B è la larghezza del fondo vasca  
L è la lunghezza del fondo vasca  
K è il coefficiente di filtrazione

La dimensione della vasca 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 ferroviaria, è svolto risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante con superficie  $S$  (comprensivo della superficie di piattaforma ferroviaria, delle scarpate del rilevato e delle aree esterne), con un coefficiente di deflusso pesato sulle diverse tipologie di aree scolanti, 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:

$$V_e = i(t_p) \cdot t_p \cdot \varphi \cdot S$$

valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. L'intensità di pioggia viene individuata in base all'area pluviometrica omogenea C3 individuata dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale.

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo a dispersione ( $V_u$ ), è stato effettuato tenendo conto della portata dispersa nel sottosuolo dalla vasca e dal sistema dei fossi disperdenti a monte della vasca.

Il massimo volume di laminazione ottenuto dalla soluzione delle equazioni precedenti al variare del tempo di pioggia e depurato dal volume contenuto nei fossi di guardia disperdenti (ipotizzati pieni per metà della loro capacità) costituirà il volume di progetto della vasca.

#### 4.4.1 Dimensionamento della vasca di laminazione

I dati per il dimensionamento della vasca di laminazione e dispersione sono i seguenti:

- Superficie piattaforma ferroviaria  $S_p = 3.8$  ha;
- Superficie aree esterne e delle scarpate ferroviarie  $S_{ae} = 51.7$  ha;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma  $\phi_p = 0.9$ ;
- Coefficiente di afflusso per le aree esterne ed il rilevato ferroviario  $\phi_{ae} = 0.5$ ;
- Coefficiente di permeabilità dei fossi disperdenti  $k = 5 \times 10^{-5}$  m/s;
- Coefficiente di permeabilità della vasca  $k = 1 \times 10^{-6}$  m/s;

Le caratteristiche del sistema di fossi disperdenti afferente alla vasca di laminazione sono riportate in Tabella 4.

<b>Tipologia canale</b>	
<b>200x150</b>	
Lunghezza canali disperdenti	1230 m
Larghezza canale disperdente	2 m
Riempimento medio canale	0.75 m
Volume canale disperdente	1614.4 mc
C	2.29
Superficie disperdente	4305 mq

**Tabella 4: Caratteristiche del sistema di fossi disperdenti afferente alla vasca di laminazione.**

Sulla base delle caratteristiche sopra riportate si ottiene il grafico di Figura 6.

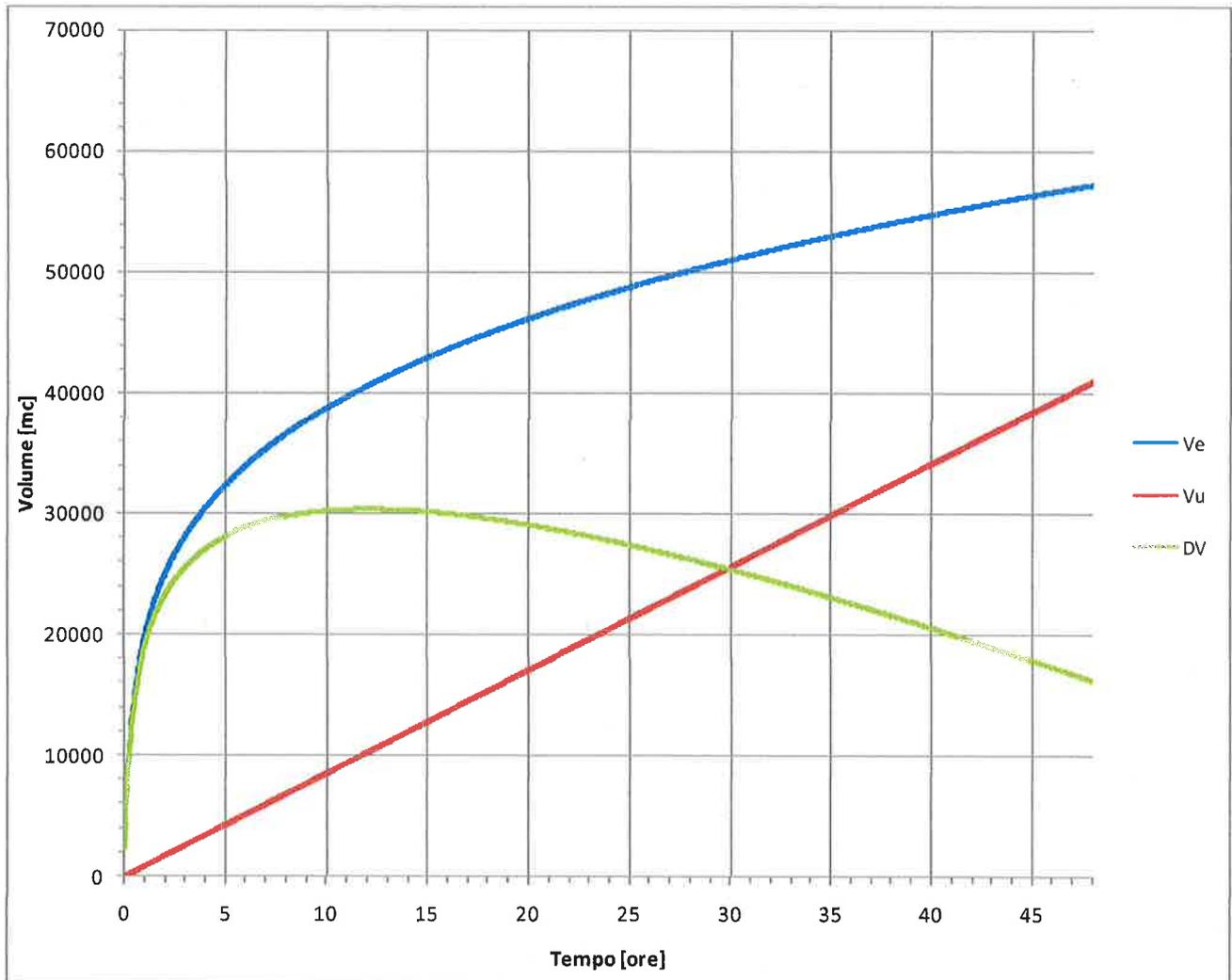


Figura 6: Volumi meteorici di calcolo nella vasca di laminazione alla pk 0+900.

Dai calcoli emerge che è necessario un volume di laminazione pari a  $30'400 \text{ m}^3$ , questo valore, depurato dei  $1'614 \text{ m}^3$  disponibili all'interno dei fossi disperdenti, porta all'adozione di una vasca di volume pari a  $29'000 \text{ m}^3$ . Si è dunque scelto di adottare una vasca di lunghezza pari a 300 m e di larghezza pari a 28.5 m, con un riempimento di calcolo pari a 2.9 m, e con una profondità di scavo pari a 5.5 m dal piano campagna, con sponde 2/3.

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>	<b>COMMESSA</b> IF0F	<b>LOTTO</b> 04	<b>CODIFICA</b> D11RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 26 di 34

## 5 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

### 5.1 SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli interventi previsti sono tesi alla velocizzazione della linea ferroviaria esistente e pertanto non modificano sostanzialmente la conformazione del territorio su cui insistono, inserendosi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale come nel seguito esplicitati.

L'esigenza del P.A.I. nasce dalla seguente scansione di dispositivi normativi. La legge 18.05 1989 n.183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo", è il cardine degli attuali strumenti pianificatori di gestione del territorio ed è nata a valle di un percorso normativo piuttosto complesso e di modesta attuazione a causa delle diverse fonti statali, regionali e provinciali che ne fanno parte.

La suddetta Legge si propone di perseguire i seguenti principali scopi ed obiettivi:

- Difesa da alluvioni;
- Tutela della risorsa idrica come alimento e strumento d'igiene;
- Uso dell'acqua visto nell'insieme delle diverse utilizzazioni fondamentali per attività economiche: agricoltura, industria, energia e trasporto;
- Tutela dell'acqua come strumento di tutela ambientale;
- Tutela dal rischio idrogeologico in generale.

L'attuazione degli scopi della Legge 183/89 è stata affidata principalmente, dopo una serie ampia e ramificata d'indagini conoscitive, al Piano di Bacino Idrografico la cui caratteristica deve essere quella di far prevalere la nuova filosofia di difesa del suolo rispetto a qualunque altro piano o programma di settore con contenuti di tutela ambientale.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	04	D11RI	ID 00 02 001	B	27 di 34

Il ritardo nell'attuazione ha fatto sì che il legislatore proponesse una serie di normative tampone:

- Il D.P.C.M. 23.03.1990;
- D.P.R. 07.01.1992;
- Il Decreto Legislativo 275/93;
- La Legge 493 del 1993;
- La legge 37 del 1994;
- Il D.P.R. 18 Luglio del 1995;
- La Legge 31.12.1996 n. 677;

Dopo la calamità che ha colpito Sarno ed altri Comuni della Campania del maggio 1998 è stato emanato il D.L. 11 giugno 1998, n. 180 convertito con la Legge 3.08.1998, n. 267, che contiene oltre alle misure urgenti per le zone colpite dall'evento catastrofico, anche delle novità ai fini della difesa delle aree a rischio di frane ed alluvioni in tutto il territorio nazionale. Le più significative sono di seguito elencate:

- L'attivazione di misure di salvaguardia da parte delle Autorità di Bacino e delle Regioni con piani stralcio per le aree a maggior rischio idraulico ed idrogeologico, laddove ancora non operanti;
- Un piano di interventi di prevenzione e messa in sicurezza delle aree a rischio;
- Un potenziamento delle Regioni, delle Autorità di Bacino, dei Servizi tecnici, nonché un'integrazione nelle misure di controllo, nei piani di emergenza e in quelli di protezione civile;
- La dotazione del Ministero dell'Ambiente di una struttura atta a valutare gli interventi urgenti.

L'ultima modifica sostanziale del "Decreto Sarno" è il D.P.C.M 29.09.1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180.

Secondo la Legge 267/98 le Autorità di Bacino e le Regioni avrebbero dovuto adottare entro il 30.06.1999 i piani stralcio di bacino e quindi avrebbero dovuto individuare, con quello strumento, la perimetrazione e le misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico.

Dal punto di vista delle scadenze il D.P.C.M. 27 agosto 1998 concede una proroga per adozione e approvazione del piano stralcio di bacino rispettivamente il 30 giugno del 2001 (poi anticipato a fine aprile) ed il 30 giugno del 2002.

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO</b>								
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>IDRAULICA</b>	<b>E</b>	<b>COMPATIBILITÀ</b>	<b>COMMESSA</b> IFOF	<b>LOTTO</b> 04	<b>CODIFICA</b> D11RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> B

In seguito al tragico episodio verificatosi con la distruzione del campeggio di Soverato in Calabria, il 12 ottobre 2000 è stato emanato il decreto-legge n.279 recante “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”, poi convertito in legge con modificazioni con la Legge 11 dicembre 2000 n. 365. Tale normativa anticipa, come detto sopra, l’adozione dei piani stralcio di bacino e propone aggiornamenti sugli interventi per le aree a rischio idrogeologico ed in materia di protezione civile.

A completamento del quadro normativo vanno poi inserite le seguenti disposizioni:

- La Legge 13 Luglio 1999 n. 226 “Interventi urgenti in materia di protezione civile”;
- La Legge 02.02.1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- La Legge 24.02.1992, n. 225 “Istituzione del servizio nazionale della Protezione Civile”;
- La Legge 01 giugno 1939, n. 1089;
- La Legge 20 giugno 1939, n. 1497;
- La Legge 08.08.1985, n. 431.

Per quanto sopra descritto nella valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto si farà riferimento:

- Alla normativa tecnica attualmente vigente ed in particolare al D.P.C.M. 29.09.1998 “Atto di indirizzo e coordinamento per l’individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all’Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180”;
- Al Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni [PSDA] approvato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con D.P.C.M. del 21/11/2001;
- Al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PSAI) AdB Campania Centrale, adottato dal Comitato Istituzionale con Delibera n.1 del 23/02/2015 (B.U.R.C. n.20 del 23/03/2015) a seguito dei lavori della Conferenza Programmatica alla quale hanno partecipato i Comuni e le Province interessate, ai sensi della normativa vigente in materia. Il PSAI, riferito all’intero territorio di competenza, è frutto del lavoro di omogenizzazione tra i PSAI delle ex AdB Sarno e AdB Nord Occidentale della Campania. Il Piano sostituisce i previgenti PSAI dei territori delle ex AdB Sarno PSAI 2011), Autorità di Bacino del Sarno (Delibera C.I. n.4 del 28.07.2011 – Attestato Consiglio Regionale n.199/1 del 24.11.2011 – B.U.R.C. n.74 del 5.12.2011) e ex AdB Nord Occidentale della Campania (Delibera C.I. n.384 del 29.11.2010 – Attestato Consiglio Regionale n.200/2 del 24.11.2011- B.U.R.C. n.74 del 5.12.2011).

	<b>ITINERARIO NAPOLI-BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>	<b>COMMESSA</b> IF0F	<b>LOTTO</b> 04	<b>CODIFICA</b> D11RI	<b>DOCUMENTO</b> ID 00 02 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 29 di 34

## 5.2 ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Lo studio della soluzione di progetto ha comportato una sovrapposizione dell'impronta del corpo ferroviario con le carte delle pericolosità.

Le soluzioni prescelte seguono gli indirizzi indicati nelle norme nazionali ed in quelle riportate nelle norme di attuazione del PAI, in quanto:

- la ferrovia in progetto risponde a specifiche esigenze di sviluppo ed è legata a fattori di pubblico interesse;
- l'intervento proposto non aggrava la funzionalità idraulica dell'area in quanto si sviluppa sempre esternamente alle aree di esondazione.

Alla luce delle precedenti considerazioni, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi.



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IF0F 04 D11RI ID 00 02 001 B 30 di 34

## 6 APPENDICE: FOGLI DI CALCOLO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

### CANALETTE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

#### CANALETTA SUD LS DA 2+841.88 A 2+690

2+841.88	2+690	r_50_80	151	151	0.51%	46.37	45.60	6523	379.3	52.4	66%	1.4
----------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	------	-------	------	-----	-----

#### CANALETTA SUD LS DA 2+690 A 1+149.799

2+690	1+725.497	r_50_40	25	25	0.22%	46.00	45.94	186	11.0	5.5	14%	0.4
1+725.497	1+676.712	r_50_40	50	75	0.23%	45.94	45.83	554	27.3	10.0	25%	0.5
1+676.712	1+649.799	r_50_40	27	102	0.23%	45.83	45.77	736	34.4	11.8	29%	0.6
1+649.799	1+599.799	r_50_40	50	152	0.22%	45.77	45.66	1092	46.4	14.7	37%	0.6
1+599.799	1+549.799	r_50_40	50	202	0.22%	45.66	45.55	1388	54.3	16.4	41%	0.7
1+549.799	1+499.799	r_50_40	50	252	0.22%	45.55	45.44	1679	61.4	17.8	44%	0.7
1+499.799	1+449.799	r_50_40	50	302	0.22%	45.44	45.33	1993	69.2	19.4	48%	0.7
1+449.799	1+399.799	r_50_40	50	352	0.22%	45.33	45.21	2280	75.3	20.6	52%	0.7
1+399.799	1+349.799	r_50_40	50	402	0.23%	45.21	45.10	2560	80.9	21.6	54%	0.7
1+349.799	1+299.799	r_50_40	50	452	0.56%	45.10	44.82	2816	87.7	16.5	41%	1.1
1+299.799	1+249.799	r_50_40	50	502	0.64%	44.82	44.50	3034	92.8	16.4	41%	1.1
1+249.799	1+199.799	r_50_40	50	552	0.63%	44.50	44.19	3256	97.8	17.2	43%	1.1
1+199.799	1+149.799	r_50_40	50	602	0.57%	44.19	43.90	3477	102.3	18.3	46%	1.1

#### CANALETTA NORD CBP DA 1+605 A 1+639

1+605	1+639	r_50_40	36	36	1.26%	46.45	46.00	745	65.8	10.2	26%	1.3
-------	-------	---------	----	----	-------	-------	-------	-----	------	------	-----	-----

#### CANALETTA SUD CBP DA 1+605 A 1+639

1+605	1+639	r_50_40	36	36	1.26%	46.45	46.00	745	65.8	10.2	26%	1.3
-------	-------	---------	----	----	-------	-------	-------	-----	------	------	-----	-----

#### CANALETTA CENTRALE LS DA 2+350 A 2+690

2+350	2+690	r_50_40	339	339	1.26%	50.27	46.00	3356	149.5	18.1	45%	1.6
-------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	------	-------	------	-----	-----

#### CANALETTA NORD LS DA 2+515 A 2+690

2+515	2+690	r_50_40	175	175	1.26%	48.21	46.00	963	46.4	8.1	20%	1.1
-------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	-----	------	-----	-----	-----

#### CANALETTA NORD BP DA 0+848.799 A 1+149.799

0+848.799	0+899.799	r_50_40	50	50	1.02%	46.70	46.19	294	18.1	4.7	12%	0.8
0+899.799	0+949.799	r_50_40	50	100	1.02%	46.19	45.68	587	32.9	6.9	17%	1.0



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IFOF 04 D11RI ID 00 02 001 B 31 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s
0+949.799	0+999.799	r_50_40	50	150	1.02%	45.68	45.17	881	45.9	8.6	22%	1.1
0+999.799	1+049.799	r_50_40	50	200	1.02%	45.17	44.66	1174	57.6	10.0	25%	1.1
1+049.799	1+099.799	r_50_40	50	250	1.02%	44.66	44.15	1468	68.4	11.3	28%	1.2
1+099.799	1+149.799	r_50_40	50	300	0.50%	44.15	43.90	1761	75.9	15.5	39%	1.0

**CANALETTA SUD BP DA 0+848.799 A 1+149.799**

0+849.799	0+899.799	r_50_40	50	50	1.02%	46.70	46.19	294	18.1	4.7	12%	0.8
0+899.799	0+949.799	r_50_40	50	100	1.02%	46.19	45.68	587	32.9	6.9	17%	1.0
0+949.799	0+999.799	r_50_40	50	150	1.02%	45.68	45.17	881	45.9	8.6	22%	1.1
0+999.799	1+049.799	r_50_40	50	200	1.02%	45.17	44.66	1174	57.6	10.0	25%	1.1
1+049.799	1+099.799	r_50_40	50	250	1.02%	44.66	44.15	1468	68.4	11.3	28%	1.2
1+099.799	1+149.799	r_50_40	50	300	0.50%	44.15	43.90	1761	75.9	15.5	39%	1.0

**CANALETTA NORD BP DA 1+760.147 A 1+149.799**

1+760.147	1+725.497	r_50_40	35	35	0.31%	46.05	45.94	222	12.9	5.5	14%	0.5
1+725.497	1+676.712	r_50_40	50	85	0.22%	45.94	45.83	753	37.0	12.5	31%	0.6
1+676.712	1+649.799	r_50_40	28	113	0.20%	45.83	45.77	1140	54.1	16.8	42%	0.6
1+649.799	1+599.799	r_50_40	50	163	0.22%	45.77	45.66	2274	103.4	26.1	65%	0.8
1+599.799	1+549.799	r_50_40	50	213	0.22%	45.66	45.55	2630	106.2	26.7	67%	0.8
1+549.799	1+499.799	r_50_40	50	263	0.22%	45.55	45.44	2926	107.5	27.1	68%	0.8
1+499.799	1+449.799	r_50_40	50	313	0.23%	45.44	45.33	3194	108.8	26.9	67%	0.8
1+449.799	1+399.799	r_50_40	50	363	0.22%	45.33	45.21	3450	110.2	27.4	68%	0.8
1+399.799	1+349.799	r_50_40	50	413	0.23%	45.21	45.10	3681	111.1	27.4	68%	0.8
1+349.799	1+299.799	r_50_40	50	463	0.57%	45.10	44.82	3905	115.1	20.0	50%	1.2
1+299.799	1+249.799	r_50_40	50	513	0.63%	44.82	44.50	4173	121.3	20.0	50%	1.2
1+249.799	1+199.799	r_50_40	50	563	0.63%	44.50	44.19	4445	127.4	20.8	52%	1.2
1+199.799	1+149.799	r_50_40	50	613	0.57%	44.19	43.90	4714	132.8	22.2	55%	1.2

**FOSSI DI GUARDIA**

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

**FOSSO DI GUARDIA DX BD DA 1+000 A 1+270**

1+000	1+050	t_150_150	50	50	1.64%	48.20	47.38	30000	1864.9	31.5	21%	3.3
1+050	1+100	t_150_150	50	100	0.76%	47.38	47.00	60189	3561.9	57.1	38%	3.0
1+100	1+150	T_P_200_150	50	150	0.28%	47.00	46.86	60378	3092.5	70.6	47%	1.6
1+150	1+200	T_P_200_150	50	200	0.20%	46.86	46.76	100567	5015.8	101.4	68%	1.6
1+200	1+250	T_P_200_150	50	250	0.78%	46.76	46.37	100756	4679.2	66.8	45%	2.6
1+250	1+300	T_P_200_150	50	300	0.74%	46.37	46.00	100945	4392.3	65.4	44%	2.5



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
IFOF 04 D11RI ID 00 02 001 B 32 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

**FOSSO DI GUARDIA SX BD DA 1+000 A 1+270**

1+050	1+100	t_50_50	50	50	0.92%	48.21	47.75	439	25.5	5.6	11%	0.8
1+100	1+150	t_50_50	50	100	0.14%	47.75	47.68	878	40.2	12.7	25%	0.5
1+150	1+200	t_50_50	50	150	0.16%	47.68	47.60	1317	54.1	14.5	29%	0.6
1+200	1+250	t_50_50	50	200	0.88%	47.60	47.16	1756	72.8	10.5	21%	1.1
1+250	1+300	t_50_50	50	250	1.04%	47.16	46.64	2195	90.5	11.4	23%	1.3

**FOSSO DI GUARDIA DX DA 1+974 A 1+300**

1+974	1+927	t_100_100	47	47	0.43%	51.40	51.20	25850	1536.2	51.0	51%	2.0
1+927	1+885	t_100_100	42	89	1.67%	51.20	50.50	25850	1432.6	33.6	34%	3.2
1+885	1+835	t_100_100	50	139	1.42%	50.50	49.79	25850	1325.2	33.6	34%	3.0
1+835	1+784	t_100_100	51	190	0.37%	49.79	49.60	36050	1782.0	57.3	57%	2.0
1+784	1+750	t_100_100	34	224	0.59%	49.60	49.40	36050	1684.0	49.1	49%	2.3
1+750	1+700	t_100_100	50	274	0.80%	49.40	49.00	36050	1574.7	43.5	43%	2.5
1+700	1+650	t_100_100	50	324	1.40%	49.00	48.30	36050	1497.6	36.1	36%	3.0
1+650	1+600	t_100_100	50	374	1.24%	48.30	47.68	61050	2873.9	53.6	54%	3.5
1+600	1+550	T_P_200_150	50	424	1.36%	47.18	46.50	61050	2695.9	41.4	28%	2.7
1+550	1+500	T_P_200_150	50	474	1.14%	46.50	45.93	96050	4575.2	59.2	39%	3.0
1+500	1+450	T_P_200_150	50	524	0.32%	45.93	45.77	96050	4174.2	80.5	54%	1.8
1+450	1+400	T_P_200_150	50	574	0.80%	45.77	45.37	133550	6085.7	76.9	51%	2.9
1+400	1+350	T_P_200_150	50	624	0.34%	45.37	45.20	133550	5631.7	93.5	62%	2.1
1+350	1+300	T_P_200_150	50	674	0.40%	45.20	45.00	133550	5274.8	86.2	57%	2.1

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s

**CANALETTA SUD LS DA 2+841.88 A 2+690**

2+841.88	2+690	r_50_80	151	151	0.51%	46.37	45.60	6523	379.3	52.4	66%	1.4
----------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	------	-------	------	-----	-----

**CANALETTA SUD LS DA 2+690 A 1+149.799**

2+690	1+725.497	r_50_40	25	25	0.22%	46.00	45.94	186	11.0	5.5	14%	0.4
1+725.497	1+676.712	r_50_40	50	75	0.23%	45.94	45.83	554	27.3	10.0	25%	0.5
1+676.712	1+649.799	r_50_40	27	102	0.23%	45.83	45.77	736	34.4	11.8	29%	0.6
1+649.799	1+599.799	r_50_40	50	152	0.22%	45.77	45.66	1092	46.4	14.7	37%	0.6
1+599.799	1+549.799	r_50_40	50	202	0.22%	45.66	45.55	1388	54.3	16.4	41%	0.7
1+549.799	1+499.799	r_50_40	50	252	0.22%	45.55	45.44	1679	61.4	17.8	44%	0.7
1+499.799	1+449.799	r_50_40	50	302	0.22%	45.44	45.33	1993	69.2	19.4	48%	0.7
1+449.799	1+399.799	r_50_40	50	352	0.22%	45.33	45.21	2280	75.3	20.6	52%	0.7
1+399.799	1+349.799	r_50_40	50	402	0.23%	45.21	45.10	2560	80.9	21.6	54%	0.7
1+349.799	1+299.799	r_50_40	50	452	0.56%	45.10	44.82	2816	87.7	16.5	41%	1.1



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
 I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
 VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
 COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
 IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IF0F 04 D11RI ID 00 02 001 B 33 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s
1+299.799	1+249.799	r_50_40	50	502	0.64%	44.82	44.50	3034	92.8	16.4	41%	1.1
1+249.799	1+199.799	r_50_40	50	552	0.63%	44.50	44.19	3256	97.8	17.2	43%	1.1
1+199.799	1+149.799	r_50_40	50	602	0.57%	44.19	43.90	3477	102.3	18.3	46%	1.1

**CANALETTA NORD CBP DA 1+605 A 1+639**

1+605	1+639	r_50_40	36	36	1.26%	46.45	46.00	745	65.8	10.2	26%	1.3
-------	-------	---------	----	----	-------	-------	-------	-----	------	------	-----	-----

**CANALETTA SUD CBP DA 1+605 A 1+639**

1+605	1+639	r_50_40	36	36	1.26%	46.45	46.00	745	65.8	10.2	26%	1.3
-------	-------	---------	----	----	-------	-------	-------	-----	------	------	-----	-----

**CANALETTA CENTRALE LS DA 2+350 A 2+690**

2+350	2+690	r_50_40	339	339	1.26%	50.27	46.00	3356	149.5	18.1	45%	1.6
-------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	------	-------	------	-----	-----

**CANALETTA NORD LS DA 2+515 A 2+690**

2+515	2+690	r_50_40	175	175	1.26%	48.21	46.00	963	46.4	8.1	20%	1.1
-------	-------	---------	-----	-----	-------	-------	-------	-----	------	-----	-----	-----

**CANALETTA NORD BP DA 0+848.799 A 1+149.799**

0+849.799	0+899.799	r_50_40	50	50	1.02%	46.70	46.19	294	18.1	4.7	12%	0.8
0+899.799	0+949.799	r_50_40	50	100	1.02%	46.19	45.68	587	32.9	6.9	17%	1.0
0+949.799	0+999.799	r_50_40	50	150	1.02%	45.68	45.17	881	45.9	8.6	22%	1.1
0+999.799	1+049.799	r_50_40	50	200	1.02%	45.17	44.66	1174	57.6	10.0	25%	1.1
1+049.799	1+099.799	r_50_40	50	250	1.02%	44.66	44.15	1468	68.4	11.3	28%	1.2
1+099.799	1+149.799	r_50_40	50	300	0.50%	44.15	43.90	1761	75.9	15.5	39%	1.0

**CANALETTA SUD BP DA 0+848.799 A 1+149.799**

0+849.799	0+899.799	r_50_40	50	50	1.02%	46.70	46.19	294	18.1	4.7	12%	0.8
0+899.799	0+949.799	r_50_40	50	100	1.02%	46.19	45.68	587	32.9	6.9	17%	1.0
0+949.799	0+999.799	r_50_40	50	150	1.02%	45.68	45.17	881	45.9	8.6	22%	1.1
0+999.799	1+049.799	r_50_40	50	200	1.02%	45.17	44.66	1174	57.6	10.0	25%	1.1
1+049.799	1+099.799	r_50_40	50	250	1.02%	44.66	44.15	1468	68.4	11.3	28%	1.2
1+099.799	1+149.799	r_50_40	50	300	0.50%	44.15	43.90	1761	75.9	15.5	39%	1.0

**CANALETTA NORD BP DA 1+760.147 A 1+149.799**

1+760.147	1+725.497	r_50_40	35	35	0.31%	46.05	45.94	222	12.9	5.5	14%	0.5
1+725.497	1+676.712	r_50_40	50	85	0.22%	45.94	45.83	753	37.0	12.5	31%	0.6
1+676.712	1+649.799	r_50_40	28	113	0.20%	45.83	45.77	1140	54.1	16.8	42%	0.6
1+649.799	1+599.799	r_50_40	50	163	0.22%	45.77	45.66	2274	103.4	26.1	65%	0.8
1+599.799	1+549.799	r_50_40	50	213	0.22%	45.66	45.55	2630	106.2	26.7	67%	0.8
1+549.799	1+499.799	r_50_40	50	263	0.22%	45.55	45.44	2926	107.5	27.1	68%	0.8
1+499.799	1+449.799	r_50_40	50	313	0.23%	45.44	45.33	3194	108.8	26.9	67%	0.8
1+449.799	1+399.799	r_50_40	50	363	0.22%	45.33	45.21	3450	110.2	27.4	68%	0.8



ITINERARIO NAPOLI-BARI  
 RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO  
 I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E  
 VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL  
 COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA E COMPATIBILITÀ  
 IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IF0F 04 D11R1 ID 00 02 001 B 34 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	Tipo	L	Progr.	Pendenza	Quota inizio	Quota fine	Superficie equivalente	Q	y	g.r.	v
			m		m/m	m s.m.m.	m s.m.m.	m <sup>2</sup>	l/s	cm	%	m/s
1+399.799	1+349.799	r_50_40	50	413	0.23%	45.21	45.10	3681	111.1	27.4	68%	0.8
1+349.799	1+299.799	r_50_40	50	463	0.57%	45.10	44.82	3905	115.1	20.0	50%	1.2
1+299.799	1+249.799	r_50_40	50	513	0.63%	44.82	44.50	4173	121.3	20.0	50%	1.2
1+249.799	1+199.799	r_50_40	50	563	0.63%	44.50	44.19	4445	127.4	20.8	52%	1.2
1+199.799	1+149.799	r_50_40	50	613	0.57%	44.19	43.90	4714	132.8	22.2	55%	1.2