

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.
3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.

Relazione idraulica di piattaforma

SCALA:

-

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

I F 0 H 3 2 D 1 1 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	
A	EMISSIONE ESECUTIVA	Abbasciano	Giugno 2017	Bavetta	Giugno 2017	F.Cerrone	Giugno 2017	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Arduini n. 15982/2017 Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

File: IF0H32D11RIID0001001A.doc

n. Elab.: 3L 061

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
3. ANALISI IDROLOGICA	10
4. STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	13
4.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	16
5. ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA FERROVIARIA.....	17
5.1 FOSSI DI GUARDIA	20
5.2 EMBRICI.....	23
5.3 CUNETTE DI PIATTAFORMA	24
6. MANUFATTI MINORI DI CONTINUITÀ E DI TRASPARENZA	24
7. VERIFICA ELEMENTI LINEA FERROVIARIA	26
8. VERIFICA FOSSI DI GUARDIA	30
9. VERIFICA FOSSI DISPERDENTI	34

1. **PREMESSA**

L'intervento complessivo relativo alla tratta "Cancello – Benevento" è suddiviso in due lotti: il primo lotto, fra Cancello e Frasso Telesino, e il secondo lotto tra Frasso Telesino e Vitulano (BN).

Il secondo lotto "Frasso Telesino-Vitulano, oggetto della presente relazione, ha inizio al km 143+200 della LS (km16+500 di progetto in relazione alle chilometriche del I lotto Funzionale Cancello-Frasso) dopo il PC/Fermata di Frasso Telesino e termina al km 108+030 LS (km 46+887 di progetto) prima dell'impianto di Vitulano. La tratta Vitulano – Benevento è già raddoppiata ed è in esercizio.

Il tracciato di variante si estende per 30,387 km con una velocità di tracciato di 180 km/h, tranne che per due tratti a 160 km/h rispettivamente di circa 1.7 km nella zona di Amorosi e di circa 300 m prima dell'allaccio alla Linea Storica lato Vitulano, mentre nella tratta compresa tra le fermate di Solopaca e S. Lorenzo Maggiore la velocità di tracciato è innalzata a 200 km/h.

In sintesi l'intervento è composto da:

- il raddoppio del binario in parte in affiancamento, in parte in variante;
- la nuova fermata di Amorosi comprensiva di due marciapiedi da m 300 con sottopassaggio pedonale;
- la nuova stazione di Telese dotata di due marciapiedi da m 400 con sottopassaggio e modulo di 750m, comprensiva di:
 - quattro comunicazioni P/D a 60km/h;
 - due binari di precedenza con itinerari in deviata a 60 km/h;
 - modulo di stazione a 750 m;
 - la nuova fermata di Solopaca comprensiva di due marciapiedi da m 300 con sottopassaggio;
 - la nuova fermata di San Lorenzo Maggiore marciapiedi da m 300 e sottopassaggio;
 - il nuovo PC di San Lorenzo Maggiore con comunicazioni a 60 km/h;
 - la nuova fermata di Ponte Casalduni comprensiva di due marciapiedi da 300m con sottopassaggio.

Con Ordinanza n. 5 dell'11 marzo 2015, il Commissario ha approvato il Programma generale delle attività da porre in essere per ciascun intervento inserito nei "Progetti Sblocca Italia", fra i quali rientra il progetto della Frasso –Vitulano.

Il Progetto Preliminare della Tratta Frasso Vitulano è stato approvato con Ordinanza n. 25 del 29 ottobre 2016.. Tale Ordinanza definisce che la realizzazione dell'opera dovrà essere pianificata sulla base della disponibilità finanziaria, con la conseguente necessità di suddividere l'intervento in lotti funzionali (sub lotti)

Dall'analisi di tracciato e in funzione delle fasi di esercizio, è stata quindi analizzata la suddivisione dell'intervento in 3 lotti funzionali in relazione ai tratti in cui l'infrastruttura dialoga con gli impianti esistenti di Telese e San Lorenzo:

- Sublotto 1 (circa 10 km): dal km 19+000 fino all'impianto di Telese al km 26+490;
- Sublotto 2 (circa 10,5 km): da Telese fino all'impianto del PC di San Lorenzo (km 37+500);
- Sublotto 3 (circa 9 km): dall'impianto del PC di San Lorenzo fino a fine intervento (km 46+500 coincidente con il km 108+500 LS).

Questo progetto rispetta le indicazioni contenute nel Progetto Preliminare, a meno di alcune modifiche di miglioramento progettuale e/o modifica dei dati di base:

- Dal km 16+500 al km 18+100 modeste variazioni planoaltimetriche nella tratta in stretto affiancamento alla sede attuale anche per l'inserimento di un nuovo sottopasso stradale al km 17+750;
- Modifica planoaltimetrica dal km 20+500 al km 24+200 in corrispondenza della nuova Fermata di Amorosi;
- Modifica planimetrica dal km 24+200 al 26+200 per inserimento di una seconda comunicazione pari/dispari, lato Napoli, per la stazione di Telese nonché per adeguamento progettuale del Ponte sul Torrente Portella;
- Modesta variazione di tracciato per inserimento dello stesso in posizione centrale al viadotto della variante stradale della Via turistica del Lago di Telese e per l'inserimento di una nuova comunicazione estrema per la stazione di Telese, lato Benevento;
- Eliminazione del fascio manutenzione in stazione di Telese;
- Varianti planoaltimetriche tra le progressive il km 31+050 ed il km 37+070 per:

- l'innalzamento della velocità di tracciato da 180 a 200 km/h,
- permettere una maggior "permeabilità" tra le aree a monte ed a valle della ferrovia in Comune di Guarda Sanframondi,
- spostamento verso nord del tracciato nella Galleria S. Lorenzo Maggiore per aumentare il ricoprimento della galleria nel punto di sottopasso del Torrente lanare,
- alzare la livelletta in corrispondenza del Vallone La Cerasa,
- Variazione planimetrica tra le progressive km 37+600 e km 39+150 per realizzare in una unica fase i nuovi ponti sul Vallone Fornace e sul Burrone Martello;
- Spostamento della comunicazione, già prevista al km 37+093, al km 38+236;
- Variazione planimetrica in corrispondenza del cimitero di Casalduni per allontanare il tracciato dei binari dal confine cimiteriale;
- Modifica del tracciato in corrispondenza della Fermata di Casalduni per ridurre la sopraelevazione dei binari in corrispondenza dei marciapiedi;
- Varianti planoaltimetriche tra le progressive il km 42+700 ed il km 46++372 per:
 - aumentare la distanza, alla progressiva 43+300, da un fabbricato di civile abitazione e nel contempo aumentare la quota di passaggio sul Torrente Reventa,
 - abbassamento della quota del piano del ferro in corrispondenza del passaggio, in Galleria Le Forche, al di sotto di una frana quiescente al km 47+500 circa,
 - rialzamento della quota del piano del ferro in corrispondenza del Vallone Fangara per aumento del franco idraulico.

La presente relazione riassume brevemente le indagini sviluppate, le metodologie applicate ed i risultati dello studio idraulico per il convogliamento e lo smaltimento delle acque di linea e dei fossi di gronda del nuovo tracciato relativo al progetto di raddoppio della tratta Sublotto III Frasso-Telese (circa 7 km): dal km 39+050 fino al km 46+372 dopo la galleria naturale Le Forche.

Saranno esposte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate. ad ogni modo si farà riferimento a quanto riportato nel manuale di progettazione RFI 2016.

Successivamente, tali metodologie saranno applicate allo studio dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e le caratteristiche dimensionali e tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie ferroviaria e delle aree limitrofe afferenti ai canali di gronda e ai fossi di guardia.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO. 3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.					
	Relazione idraulica di piattaforma	COMMESSA IF0F	LOTTO 32 D 11	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per la definizione geometrico-funzionale della viabilità sono state adottate le disposizioni legislative di seguito elencate.

COMUNITARIA:

DIRETTIVA 2007/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 ottobre 2007 Direttiva relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi da alluvioni;

DIRETTIVA 2006/118/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento;

COM/2006/232: Proposta di DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO Istituzione di un quadro per la protezione del suolo e modifica della direttiva 2004/35/CE;

DIRETTIVA 2001/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 giugno 2001 Valutazione ambientale strategica;

DIRETTIVA 2000/60/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 23 ottobre 2000 Direttiva acque;

DIRETTIVA 85/337/CEE del 27/06/1985 Valutazione dell'impatto ambientale di progetti pubblici e privati;

Direttiva 80/68/CEE Direttiva del Consiglio concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose;

Direttiva 76/464/CEE Direttiva 76/464/CEE del Consiglio, del 4 maggio 1976 inquinamento provocato da certe sostanze pericolose scaricate nell'ambiente idrico della Comunità;

NAZIONALE

Circolare Ministero LL.PP. n° 11633 del 07/01/1974; "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto"

Delibera Ministero LL.PP. del 04/02/1977 – Allegato 4 (G.U. 21/02/1977 n° 48 suppl.) “Norme tecniche generali per la regolamentazione dell’installazione e dell’esercizio degli impianti di fognatura e depurazione”;

Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 (G.U. 14/03/1996 n° 62)

Decreto Ministero LL.PP. del 08/01/1997 n° 99 (G.U. 18/04/1997 n° 90) “Regolamento per la definizione dei criteri e del metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature”;

Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 (G.U. 14/04/2006 n° 88 suppl.) e ss.mm.ii. “Norme in materia di difesa ambientale”;

Decreto Ministero LL.PP. del 12/12/1985 (G.U. 14/03/1986 n° 61) “Norme tecniche relative alle tubazioni”;

Circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 20/02/1986 “Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”;

Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 , n. 49 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;

Legge 27 febbraio 2009 n.13 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente;

Dm Ambiente 17 luglio 2009. Attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque - Predisposizione rapporti conoscitivi;

Dm Ambiente 14 aprile 2009, n. 56. Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici - Articolo 75, Dlgs 152/2006;

Dlgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento;

Dm Ambiente 16 giugno 2008, n. 131. Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici;

Dm Ambiente 6 novembre 2003, n. 367. Dlgs 152/1999 - Regolamento concernente la fissazione di standard di qualità nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose;

Dm Ambiente 12 giugno 2003, n. 185. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue;

Legge 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche;
Dlgs 27 gennaio 1992, n. 132. Protezione delle acque sotterranee;
Dpr 24 maggio 1988, n. 236. Qualità delle acque destinate al consumo umano;
Legge 31 dicembre 1982, n. 979. Disposizioni per la difesa del mare;

REGIONALE

Deliberazione N. 571 del 19 ottobre 2012 L.R. 4/2011, art. 1 comma 256: Disegno di legge di ratifica dell'Intesa sottoscritta tra la Regione Campania e la Regione Basilicata per l'accorpamento dell'Autorita' di bacino Interregionale del fiume Sele nell'unica Autorita' di Bacino Regionale Campania Sud ed interregionale per il Bacino Idrografico del fiume Sele.

Deliberazione di Giunta Regionale n.1426 del 3 settembre 2009: "Linee guida per l'esercizio delle funzioni di cui all'art. 35 del D.L.gvo 152/99, come confermato dall'art. 109 del D. L.gvo n. 152/2006, attribuite alle Regioni con l'art. 21 della L. n. 179/2002"

Legge Regionale N.13 del 13 Ottobre 2008. "PIANO TERRITORIALE REGIONALE"

Legge Regionale n.16 del 22 dicembre 2004. Norme sul governo del territorio.

Legge Regionale n.14 del 21 maggio 1997. Direttive per l'attuazione del servizio idrico integrato ai sensi della legge 5 gennaio 1994 n. 36.

Legge Regionale 7/2/94, n. 8. Norme in materia di difesa del suolo - Attuazione della Legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni.

Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania - Comitato Istituzionale - Seduta del 25.07.2011 - DELIBERA n. 532 - Convocazione prot. 1161 del 29.06.11 - Progetto di "Piano Stralcio per la Tutela del Suolo e delle Risorse Idriche"

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 (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti partendo dall'analisi idrologica riportata nella relativa relazione idrologica, di seguito si riportano le conclusioni dello studio idrologico.

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo suggerito dal *"Rapporto sulla Valutazione delle Piene in Campania"*.

Gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).

Si riportano di seguito i valori di K_T ottenuti numericamente per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (piogge)	0.93	1.22	1.43	1.65	1.73	1.90	1.98	2.26	2.55	2.95	3.26

- PIOGGE PUNTUALI

Le leggi di probabilità pluviometrica definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d , $\mu(h(d))$, con la durata stessa.

Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per d che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea.

Per la Campania è stata adottata una espressione del tipo:

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

in cui d e d_c vanno espressi in ore, I_0 e I_d in mm/ore.

I parametri sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e per la zona in esame assumono i seguenti valori:

Area omogenea	n. staz.	$\mu(h_0)$ [mm/h]	d_c [h]	C	D x 10 ⁵	ρ^2
3	5	117.0	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980

La valutazione della intensità di pioggia media sull'intero bacino (pioggia media areale) viene effettuata moltiplicando la (5) per il fattore di riduzione areale K_T :

$$K_T = 1 - \left(1 - e^{-c_1 A} e^{-c_2 d^{c_3}}\right)$$

dove:

A = area del bacino [kmq]

$c_1 = 0.0021$

$c_2 = 0.53$

$c_3 = 0.25$

Data l'esigua estensione delle aree drenate dagli elementi di linea il coefficiente areale sarà posto, a favore di sicurezza, pari ad 1.

Per l'applicazione della procedura di calcolo con il metodo dell'invaso si ha la necessità di avere una legge di pioggia nella sua espressione monomia del tipo $h = a \cdot t^n$ e $i = a \cdot t^{n-1}$.

La trasformazione è stata fatta con una curva di regressione applicata ai vari tempi di ritorno di progetto e considerando la quota altimetrica z come la quota media del tracciato pari a 68 m s.l.m., la curva è stata estrapolata per piogge di breve durata ($t \leq 30$ min). Di seguito si riportano i risultati per le espressioni relative a Tr 100 e 25 anni.

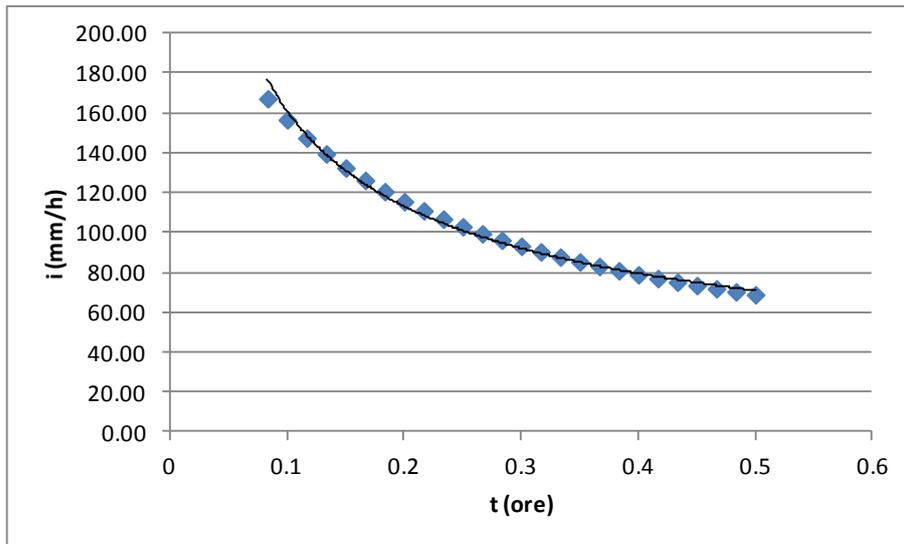


Fig. 1 – Interpolazione per Tr 100 anni

L'equazione della curva interpolante relativa alla legge di pioggia per $Tr=100$ anni è:

$$i = 49.79 \cdot t^{-0.51} \text{ con}$$

$a=49.79$ ed $n=0.49$

La curva sopra esposta ha un indice di determinazione $R=0.994$. Tale indice misura la bontà dell'interpolazione per valori di R prossimi ad 1 l'equazione interpola bene i valori di partenza.

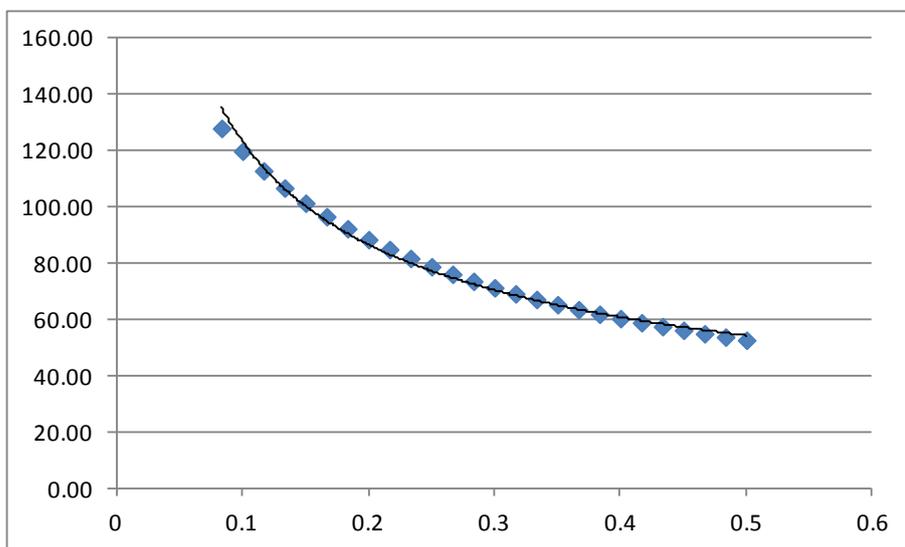


Fig. 2 – Interpolazione per Tr 25 anni

L'equazione della curva interpolante relativa alla legge di pioggia per Tr=25 anni è:

$$i = 38.11 \cdot t^{-0.51} \text{ con}$$

a=38.11 ed n=0.49

La curva sopra esposta ha un indice di determinazione R=0.994.

Nelle verifiche sono state utilizzate piogge con durate pari o inferiori ai 30 minuti, in quanto le aree afferenti della piattaforma ferroviaria sono caratterizzate da tempi di risposta dell'ordine di pochi minuti.

4. 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.

La portata pluviale della rete è calcolata con un metodo empirico dell'invaso che tiene conto della diminuzione di portata per il velo (sottilissimo) che rimane sul terreno e per il volume immagazzinato in rete. Tale metodo è conforme alle indicazioni riportate sul manuale di Progettazione Ferroviario.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " p ", mentre con " I " indicheremo l'intensità di pioggia, cioè l'altezza d'acqua che cade nell'unità di tempo.

Dell'acqua piovana una parte viene assorbita dal terreno, una porzione evapora ed il resto defluisce; la porzione che evapora è molto piccola e quindi trascurabile.

Indicando con " φ " l'aliquota che defluisce sul terreno, bisogna tenere conto che tale valore dipenderà dalla natura del terreno, dalla durata dell'evento di pioggia, dal grado di umidità dell'atmosfera e dalla stagione; φ prende il nome di coefficiente di afflusso e moltiplicato per l'area del bacino (A) e per l'intensità di pioggia (I) ci fornirà una stima della portata che affluisce nel bacino nell'unità di tempo.

$$p = \varphi * I * A \quad [1]$$

Nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà $p*dt$, mentre nell'istante t nella rete di drenaggio defluirà una portata q , inizialmente nulla e man mano crescente.

Se il volume che affluisce nel tempo dt è pari a $p*dt$ e quello che defluisce è $q*dt$, la differenza, che indicheremo con dw , rappresenterà il volume d'acqua che si invasa nel tempo.

Pertanto l'equazione di continuità in forma differenziale sarà:

$$p * dt = q * dt + dw \quad [2]$$

Il metodo dell'invaso utilizzato per lo studio idraulico e la verifica dei collettori di smaltimento delle acque delle aree esterne si basa proprio sull'equazione di continuità.

Considerando che la portata q può essere considerata costante, le variabili da determinare sono $q(t)$, $w(t)$, e t , per cui l'equazione [2] non sarebbe integrabile se non fissando q o w .

Tuttavia valutando che il valore massimo di portata verrà raggiunto alla fine dell'evento di pioggia di durata t , il problema di progetto si riduce ad individuare la durata di pioggia che massimizzi la portata, tenuto conto che al diminuire di questa aumenta l'intensità di pioggia I .

Tale problema è stato risolto, nell'ipotesi di intensità di pioggia (I) costante e di rete di drenaggio inizialmente vuota ($q = 0$ per $t = 0$), considerando:

una relazione lineare tra il volume w immagazzinato nella rete a monte e l'area della sezione idrica ω :

$$w/\omega=W/\omega=\text{cost} \quad [3]$$

Questa condizione, nel caso di un singolo tratto, corrisponde all'ipotesi di moto uniforme, mentre nel caso di reti, si basa su due ulteriori ipotesi: che i vari elementi si riempiano contemporaneamente senza che mai il deflusso affluente sia ostacolato (*funzionamento autonomo*) e che il grado di riempimento di ogni elemento sia coincidente con quello degli altri (*funzionamento sincrono*);

una relazione lineare tra la portata defluente e l'area della sezione a monte:

$$q/\omega = Q/\Omega = \text{cost} \quad [4]$$

Tale relazione corrisponde all'ipotesi di velocità costante in condotta, ipotesi abbastanza prossima alla realtà nella fascia dei tiranti idrici che in genere si considerano.

Con queste ipotesi semplificative si ottiene:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q} \quad [5]$$

$$dw = \frac{dq}{Q} * W \quad [6]$$

L'equazione di continuità diviene quindi:

$$(p - q)dt = \frac{w}{Q} * dq \quad [7]$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt} \quad [8]$$

L'integrazione dell'equazione di continuità consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, ovvero consente la stima dell'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo τ il tempo necessario per passare da $q=0$ a $q=q_{\max}$, e t_r il tempo di riempimento, un canale risulterà adeguato se $\tau \leq t_r$, viceversa se $\tau > t_r$ il canale sarà insufficiente.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $\tau = t_r$, ovvero nel caso in cui la durata dell'evento piovoso eguagli il tempo di riempimento del

canale. In quest'ottica nasce il metodo dell'invaso non come metodo di verifica, ma come strumento progettazione, imponendo la relazione $\tau = t_r$, si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k * \frac{(\varphi * a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad [9]$$

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in l/s*ha, φ è il coefficiente di afflusso, w è il volume di acqua invasata riferito all'area del bacino in m^3/m^2 , a ed n sono i coefficienti della curva di possibilità climatica, k un coefficiente che assume il valore di $2168 * n$ [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]

L'espressione del coefficiente udometrico utilizzata nel nostro studio è:

$$u = 2168 * n * \frac{(\psi * a)^{1/n}}{w^{1/n-1}} \quad [10]$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

$\varphi=0.70$ per la piattaforma ferroviaria in assenza del sub-ballast bituminoso [Manuale di Progettazione Italferr];

Il volume w rappresenta il volume specifico di invaso totale pari al rapporto tra il volume di invaso totale W_{tot} e la superficie drenata.

W_{tot} è dato dalla somma del volume proprio di invaso, $W1$; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, $W2$; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, $W3$.

In particolare il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di $50 m^3/ha$ per le superfici ferroviarie [Manuale di Progettazione Italferr].

4.1 Dimensionamento idraulico

La verifica idraulica degli specchi in progetto, è stata effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K \sqrt{Ri} \quad [11]$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma V \quad [12]$$

dove K, il coefficiente di scabrezza, è stato valutato secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$K = C R^{1/6} \quad [13]$$

ottenendo:

$$Q = K \times R^{2/3} \times i^{1/2} \times \sigma \quad [14]$$

dove:

Q, la portata in m³/s

R, il raggio idraulico in metri;

σ , la sezione idraulica [m²];

i, la pendenza [m/m];

C, il coefficiente di scabrezza in m^{1/3}s⁻¹, pari a 67 per le tubazioni e per le canalette in cls.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio in progetto.

I collettori circolari, le canalette idrauliche e i fossi di guardia si ritengono verificati se la portata transita con un riempimento massimo pari all'80% dell'altezza utile e una velocità inferiore a 4.0 m/sec.

5. 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 %;

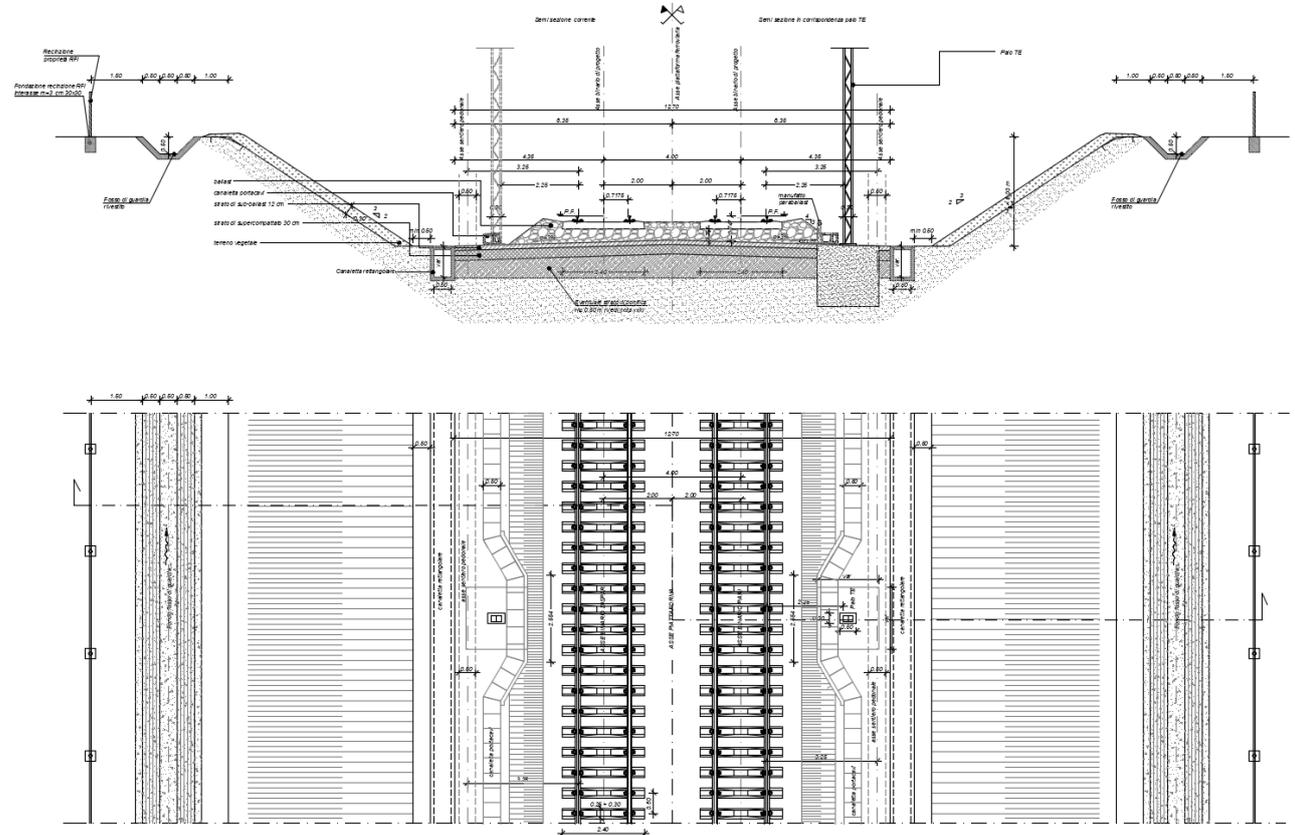


Fig. 4 – Sezione ferroviaria in trincea a doppia linea

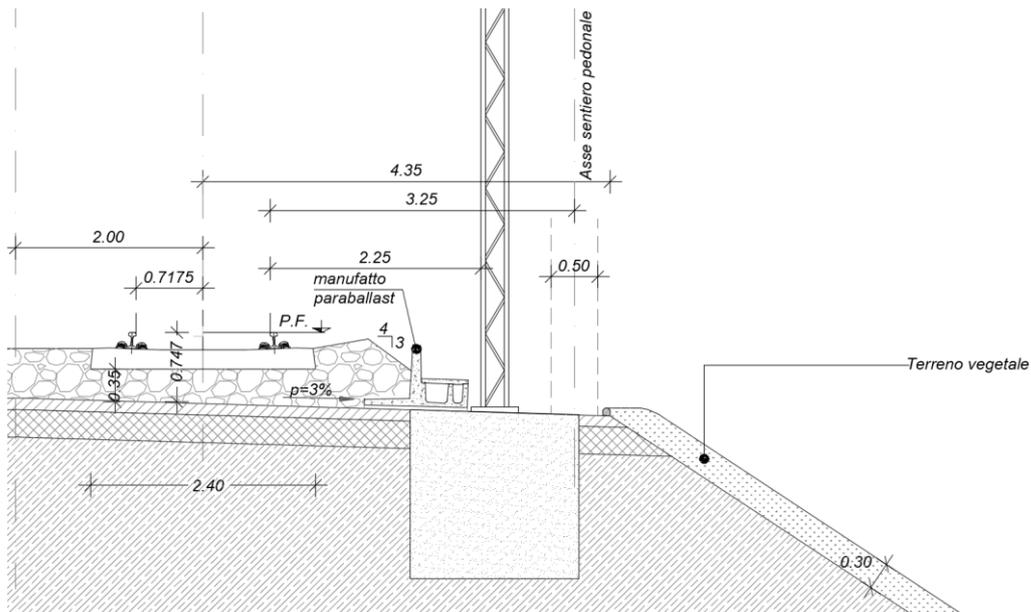


Fig. 5 – Sezione ferroviaria in trincea a doppia linea

5.1 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 all'esterno del corpo ferroviario direttamente in incisioni della rete idrografica naturale, nelle opere idrauliche di attraversamento in progetto o in vasche di laminazione che disperdono le portate meteoriche nel sottosuolo. In quest'ultimo caso, onde limitare le dimensioni delle vasche 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
T1	0.5	0.5	1/1
T2	0.6	0.6	1/1
T3	0.8	0.8	1/1
T4	1.0	1.0	1/1

Nei tratti privi di recapiti naturali sono previsti fossi di guardia in terra che disperdono le acque nel terreno. Le tipologie previste per i fossi di guardia a sezione trapezoidale disperdenti con pendenza sponda 1/1, salvo particolari esigenze locali, sono riassunti nella tabella seguente:

Tipo	Base minore (m)	Altezza (m)	Sponde
TD1	1.0	0.5	1/1
TD2	1.0	1.0	1/1
TD3	2.0	1.0	1/1

La portata dispersa dai fossi per infiltrazione è stata stimata con riferimento allo schema di moto filtrante riportato in Figura. Dalla relazione geologica emerge come il coefficiente di permeabilità degli strati di suolo più superficiali può essere assunta pari a circa 1×10^{-4} m/s.

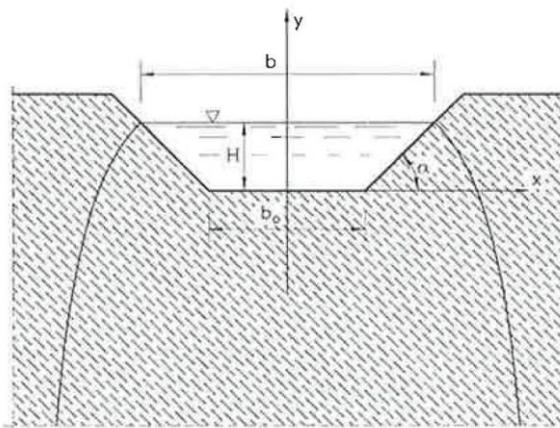


Fig. 6 – Schema funzionamento fosso disperdente

Tutti i fossi disperdenti hanno al disotto un cassonetto drenante rettangolare di altezza variabile pari a 1.0 o 2.0 m a seconda delle necessità e riempito di ghiaia. Il perimetro di filtrazione nel terreno sarà quindi quello appartenente al cassonetto di ghiaia di larghezza b_0 e altezza h , mentre, a favore di sicurezza si considera nullo il contributo disperdente delle sponde oblique del fosso, per cui la portata infiltrata per metro lineare sarà: $q = K(b_0 + 2h)$.

Il calcolo del volume di invaso ha seguito l'ipotesi di valutare il volume di pioggia per un tempo di ritorno di 100 anni. Il volume che affluisce nei fossi in funzione del tempo è dato da

$$V_{affl} = h A$$

con h altezza di pioggia ed A area ridotta drenata.

L'altezza di pioggia [m/h], è data da:

$$h = \frac{a}{1000} t^n$$

Considerando costante la portata infiltrata q , si ha che il volume defluito risulta essere:

$$V_{defl} = q t$$

Il volume all'interno dei fossi in funzione del tempo è quindi dato dalla differenza tra il volume affluito e quello defluito:

$$V_{affl} - V_{defl} = h A - q t = A \frac{a}{1000} t^n - q t = V$$

Per determinare la durata dell'evento meteorico che massimizza il volume da invasare, basta porre a 0 la derivata, fatta in funzione del tempo, della funzione precedente. Si ottiene quindi:

$$A \frac{a n}{1000} t^{n-1} - q = 0$$

Esplicitando la precedente in funzione del tempo si ha:

$$t^* = \left(\frac{1000 q}{A a n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{ore}]$$

Il massimo volume da invasare è dato quindi da:

$$V_{\max} = A \frac{a}{1000} (t^*)^n - q t^* \quad [\text{m}^3]$$

Il volume immagazzinato nel fosso di guardia è dato dal volume utile della sezione trapezia più il volume del cassonetto considerando un indice dei vuoti pari a 0.4:

$$V_{inv} = L \cdot H_u \cdot (2 \cdot B + 2 \cdot H_u \cot g \alpha) + B \cdot H_{cass} \cdot n$$

dove L , lunghezza fosso;

B , larghezza di base;

H_u , tirante utile idraulico;

α , inclinazione sponda;

n, indice dei vuoti

Il fosso si ritiene verificato quando il volume immagazzinato è maggiore o uguale al massimo volume da invasare.

5.2 Embrici

Per i tratti di linea ferroviaria per i quali in affiancamento è presente il fosso di guardia, le acque vengono dapprima convogliate nella zona compresa tra il cordolo bituminoso e lo strato di subballast e poi indirizzate, a mezzo di embrici, nel fosso di guardia. La posizione degli scarichi (embrici) da tale canaletta è stata determinata attraverso la lunghezza massima di autosufficienza del manufatto di raccolta. Le elaborazioni sono state condotte con riferimento al metodo della corrivazione ($T=100$ anni) ed alle condizioni di moto uniforme ($K_s=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$).

Nella figura che segue si riporta la lunghezza massima di autosufficienza.

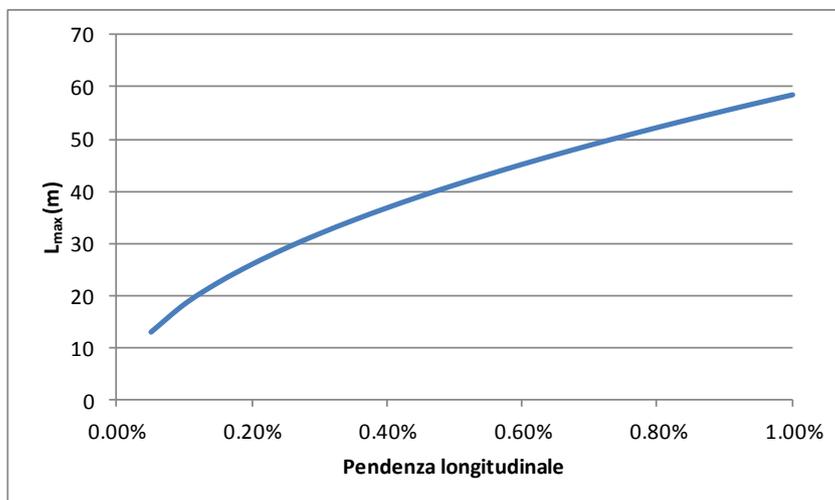


Fig. 7 – Distanza minima degli scarichi in rilevato

L'interasse degli scarichi è stato comunque assunto pari a 15.0 m.

In caso di tratti con pendenze longitudinali nulle o inferiori allo 0.1% l'interasse degli embrici sarà pari a 5.0 m.

5.3 Cunette di piattaforma

La verifica idraulica delle cunette rettangolari di piattaforma è stata effettuata in modo similare 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 semipiattaforma 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.

Tipo	Base (m)	Altezza (m)
C1	0.5	0.4
C2	0.5	0.6
C3	0.5	0.8

6. MANUFATTI MINORI DI CONTINUITÀ E DI TRASPARENZA

lungo il tracciato di progetto della linea ferroviaria sono stati individuati una serie di compluvi minori che non risultano né di pertinenza dei bacini idrografici maggiori o minori limitrofi, né sono caratterizzati dalla presenza di una rete idrografica superficiale. Nella maggior parte dei casi questi in questi compluvi confluiscono i fossi di guardia in progetto.

Conseguentemente, in corrispondenza di detti compluvi, è stato previsto l'inserimento nel rilevato ferroviario di tombini denominati "di continuità", atti a garantire la continuità dei fossi di guardia, consentendo il normale deflusso delle acque. Tali opere d'arte sono funzionali sia per il recapito certo delle acque meteoriche provenienti dai fossi di guardia del rilevato ferroviario sia per garantire lo smaltimento saltuario delle portate in caso di eventi meteorici rilevanti.

Si premette che, per i tombini circolari in calcestruzzo che attraversano il rilevato ferroviario, viene assunta una dimensione minima pari a 1,5 m, mentre per quelli scatolari in calcestruzzo si considera una dimensione minima pari a 2,0 mx2,0 m.

La pendenza longitudinale con la quale essi sono verificati è quella minima definita dai criteri di progettazione di tali manufatti ed è pari allo 0.5 %, al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato

La sezione di deflusso complessiva del tombino deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 70 % della sezione totale.

Stante le ridotte dimensioni dei compluvi, i quali sottendono bacini di estensione limitata, questi attraversamenti secondari e vengono, di conseguenza, verificate per tempi di ritorno pari a 100 anni, congruente con il tempo di ritorno degli elementi afferenti (fossi e canalette).

Nella tabella seguente si riportano i manufatti di continuità individuati lungo la tratta ferroviaria di progetto con indicazione della progressiva chilometrica di ubicazione e delle dimensioni geometriche.

Prog. Km	Geometria	Dimensioni interne (m)	Note
39087.00	SCATOLARE	2.0x2.0	
39663.00	CIRCOLARE	1.50	
40410.00	SCATOLARE	2.0x2.0	

Progressiva	Area ridotta ha	U lt/s/ha	Portata Pluviale m ³ /s	Sezione	Pendenza m/s	Velocità m/s	Tirante idrico m	Percentuale di riempimento %	Numero di Froude
39087.50	19.11	210.58	5.696	scat 2.0x2.0	0.0030	2.43	1.17	58.6%	0.72
39663.00	1.733	202.09	0.476	DN1500	0.0030	1.35	0.38	25.4%	0.70
40410.00	5.294	152.16	1.123	scat 2.0x2.0	0.0030	1.53	0.37	18.4%	0.80



ITINERARIO NAPOLI-BARI.

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.

3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	26 di 34

7. VERIFICA ELEMENTI LINEA FERROVIARIA

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti			Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol. specifico piccoli invasi STRADA	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
39550	39085	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.353	0.000	0.233	0.353	0.000	0.233	50	30	50	0.586	29.30	465	0.0069	37.62	66.91	0.01142
39550	39100	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.342	0.000	0.225	0.342	0.000	0.225	50	30	50	0.567	28.35	450	0.0069	35.81	64.16	0.01132
39920	39810	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.084	0.000	0.055	0.084	0.000	0.055	50	30	50	0.139	6.93	110	0.0052	4.57	11.50	0.00830
39920	39855	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.049	0.000	0.033	0.049	0.000	0.033	50	30	50	0.082	4.10	65	0.0052	2.05	6.14	0.00750
39920	40480	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.426	0.000	0.280	0.426	0.000	0.280	50	30	50	0.706	35.28	560	0.0044	55.64	90.92	0.01289
39920	40490	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.433	0.000	0.285	0.433	0.000	0.285	50	30	50	0.718	35.91	570	0.0044	57.13	93.04	0.01295
41757	41380	centrale	0.00	0.000	0.000	0.000	0.573	0.000	0.000	0.573	0.000	0.000	50	30	50	0.573	28.65	377	0.0020	48.01	76.66	0.01338
41757	41380	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.264	0.000	0.000	0.264	50	30	50	0.264	13.20	377	0.0020	20.03	33.22	0.01259
41757	41400	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000	0.250	50	30	50	0.250	12.50	357	0.0020	18.48	30.97	0.01239
43000	43050	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	50	30	50	0.028	1.38	50	0.0020	0.93	2.30	0.00838
43000	43050	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	50	30	50	0.028	1.38	50	0.0020	0.93	2.30	0.00838
43134	43050	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	50	30	50	0.046	2.31	84	0.0020	2.06	4.37	0.00946

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	28 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol. specifico piccoli invasi STRADA	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
43134	43050	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	50	30	50	0.046	2.31	84	0.0020	2.06	4.37	0.00946
37625	37625	sx-dx	5.98	0.147	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.147	0.000	0.005	50	30	50	0.152	7.61	16	0.0020	0.93	14.52	0.00954
45725	46160	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.239	0.000	0.000	0.239	0.000	0.000	50	30	50	0.239	11.96	435	0.0091	16.84	28.80	0.01204
45725	46160	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.239	0.000	0.000	0.239	0.000	0.000	50	30	50	0.239	11.96	435	0.0091	16.84	28.80	0.01204

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	29 di 34

TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche				
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude
			m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%	
39550	39085	dx	0.0498	0.49	163.6	0.096	R 50x40	1.18	0.16	40%	0.94
39550	39100	sx	0.0498	0.49	165.2	0.094	R 50x40	1.18	0.16	40%	0.94
39920	39810	sx	0.0498	0.49	228.0	0.032	R 50x40	0.76	0.08	21%	0.84
39920	39855	dx	0.0498	0.49	253.4	0.021	R 50x40	0.66	0.06	16%	0.84
39920	40480	sx	0.0498	0.49	144.3	0.102	R 50x40	1.02	0.20	50%	0.73
39920	40490	dx	0.0498	0.49	143.5	0.103	R 50x40	1.03	0.20	50%	0.73
41757	41380	centrale	0.0498	0.49	167.5	0.096	R 50x60	0.75	0.25	42%	0.48
41757	41380	dx	0.0498	0.49	106.9	0.028	R 50x40	0.53	0.11	27%	0.52
41757	41400	sx	0.0498	0.49	108.6	0.027	R 50x40	0.52	0.10	26%	0.52
43000	43050	dx	0.0498	0.49	272.6	0.007	DN400	0.40	0.08	21%	0.45
43000	43050	sx	0.0498	0.49	272.6	0.007	DN400	0.40	0.08	21%	0.45
43134	43050	dx	0.0498	0.49	240.2	0.011	DN400	0.45	0.10	25%	0.46
43134	43050	sx	0.0498	0.49	240.2	0.011	DN400	0.45	0.10	25%	0.46
37625	37625	sx-dx	0.0498	0.49	234.8	0.036	DN500	0.62	0.17	34%	0.48
45725	46160	dx	0.0498	0.49	186.9	0.045	DN400	1.16	0.14	35%	0.99
45725	46160	sx	0.0498	0.49	186.9	0.045	DN400	1.16	0.14	35%	0.99



ITINERARIO NAPOLI-BARI.

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO.

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO.

3° LOTTO FUNZIONALE SAN LORENZO - VITULANO.

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	30 di 34

8. VERIFICA FOSSI DI GUARDIA

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	31 di 34

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	CONFLUENZA	Superfici confluenti				Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto							
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol. specifico piccoli invasi STRADA	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
39540	39090	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.315	0.000	11.250	0.315	0.000	11.250	50	30	50	11.565	578.25	450	0.0050	380.19	958.44	0.00829	
39545	39663	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.083	0.000	1.180	0.083	0.000	1.180	50	30	50	1.263	63.13	118	0.0050	22.71	85.84	0.00680	
39855	39663	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.134	0.000	0.960	0.134	0.000	0.960	50	30	50	1.094	54.72	192	0.0100	25.17	79.89	0.00730	
39860	40055	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.137	0.000	3.900	0.137	0.000	3.900	50	30	50	4.037	201.83	195	0.0070	76.54	278.37	0.00690	
40060	40230	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.119	0.000	2.550	0.119	0.000	2.550	50	30	50	2.669	133.45	170	0.0070	49.37	182.82	0.00685	
40240	40410	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.119	0.000	2.550	0.119	0.000	2.550	50	30	50	2.669	133.45	170	0.0010	87.96	221.41	0.00830	
40710	40410	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.210	0.000	4.500	0.210	0.000	4.500	50	30	50	4.710	235.50	300	0.0010	213.82	449.32	0.00954	
42210	42360	dx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.105	0.000	2.250	0.105	0.000	2.250	50	30	50	2.355	117.75	150	0.0200	29.05	146.80	0.00623	
42360	42455	dx		29.05	0.105	0.000	2.250	0.067	0.000	1.425	0.172	0.000	3.675	50	30	50	3.847	192.33	95	0.0100	31.44	252.82	0.00657	
42455	42525	dx		31.44	0.172	0.000	3.675	0.049	0.000	0.840	0.221	0.000	4.515	50	30	50	4.736	236.78	70	0.0070	33.08	301.30	0.00636	
42210	42535	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.228	0.000	0.650	0.228	0.000	0.650	50	30	50	0.878	43.88	325	0.0080	35.48	79.36	0.00904	
42535	42700	sx		68.56	0.448	0.000	5.165	0.000	0.000	0.330	0.448	0.000	5.495	50	30	50	5.943	297.15	165	0.0100	72.98	438.69	0.00738	

Relazione idraulica di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF0F	32 D 11	RI	ID0001 001	A	32 di 34

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	CONFLUENZA	Superfici confluenti			Superfici tratto						Volumi piccoli invasi specifici			Elementi del tratto								
				Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Vol. specifico piccoli invasi FERROVIA	Vol. specifico piccoli invasi STRADA	Vol. specifico piccoli invasi ESTERNO	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
				m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
43134	42940	dx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.136	0.000	0.388	0.136	0.000	0.388	50	30	50	0.524	26.19	194	0.0500	9.61	35.80	0.00683	
45860	45775	dx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.170	0.000	0.000	0.170	50	30	50	0.170	8.50	85	0.0200	2.54	11.04	0.00649	
45900	46235	sx	nv35	17.50	0.000	0.000	0.840	0.235	0.000	8.375	0.235	0.000	9.215	50	30	50	9.450	472.48	335	0.0200	167.36	657.34	0.00696	
46360	46250	sx		0.00	0.000	0.000	0.000	0.077	0.000	0.550	0.077	0.000	0.550	50	30	50	0.627	31.35	110	0.0200	8.45	39.80	0.00635	

TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche				
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude
			m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%	
39540	39090	sx	0.0498	0.49	167.7	1.940	F 80x80	2.30	0.60	75%	0.94
39545	39663	sx	0.0498	0.49	210.7	0.266	F 50x50	1.38	0.25	51%	0.87
39855	39663	sx	0.0498	0.49	202.1	0.221	F 50x50	1.69	0.19	38%	1.24
39860	40055	sx	0.0498	0.49	203.9	0.823	F 60x60	2.10	0.39	66%	1.07
40060	40230	sx	0.0498	0.49	206.6	0.551	F 50x50	1.90	0.34	69%	1.03
40240	40410	sx	0.0498	0.49	169.3	0.452	F 60x60	0.87	0.48	80%	0.40
40710	40410	sx	0.0498	0.49	146.3	0.689	F 80x80	0.97	0.53	67%	0.42
42210	42360	dx	0.0498	0.49	227.9	0.537	F 50x50	2.77	0.26	51%	1.75
42360	42455	dx	0.0498	0.49	215.7	0.830	DN1000	2.51	0.44	44%	1.21
42455	42525	dx	0.0498	0.49	223.3	1.058	F 60x60	2.24	0.45	75%	1.07
42210	42535	sx	0.0498	0.49	174.4	0.153	F 50x50	1.40	0.16	33%	1.10
42535	42700	sx	0.0498	0.49	194.5	1.156	F 60x60	2.61	0.43	72%	1.27
43134	42940	dx	0.0498	0.49	233.5	0.122	F 50x50	2.47	0.08	17%	2.71
45860	45775	dx	0.0498	0.49	212.9	0.036	F 50x50	1.21	0.05	11%	1.67
45900	46235	sx	0.0498	0.49	201.0	1.899	F 80x80	3.80	0.41	52%	1.89
46360	46250	sx	0.0498	0.49	233.8	0.147	F 50x50	1.91	0.12	25%	1.74

9. VERIFICA FOSSI DISPERDENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	ELEMENTO (base x altezza)	ALTEZZA CASSONETTO	LUNGHEZZA	AERA PAVIMENTATA	AERA SCARPATE	AERA RIDOTTA DI MONTE	AERA RIDOTTA TOTALE	VOLUME DA INVASARE	VOLUME VASATO	Portata ingresso	Portata infiltrata
			m	m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³ /s	m ³ /s
39050	40925	dx	1 x 0.5	1.0	1875.0	12750.00	37500.00	0.00	37725.00	449.07	1800.00	1.1480	0.5625
40710	40950	sx	2 x 0.5	2.0	240.0	1632.00	24000.00	0.00	18268.80	401.22	614.40	0.2939	0.1440
41210	41380	dx	2 x 0.5	2.0	170.0	1156.00	5100.00	7010.00	11620.40	230.14	435.20	0.2082	0.1020
41210	41400	sx	1 x 0.5	1.0	190.0	1292.00	3800.00	1750.00	5572.80	95.29	182.40	0.1163	0.0570
45860	46360	dx	1 x 0.5	1.0	500.0	3400.00	5000.00	0.00	6560.00	51.78	480.00	0.3061	0.1500