

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

VIABILITA'

NV08 – VIABILITA' DI ACCESSO RI55

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. Q.T. Thai Huynh

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

IF28	01	E	ZZ	RI	NV0800	001	B	-
------	----	---	----	----	--------	-----	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	F. Carraro	23/12/2019	E. Casotto	23/12/2019	T. Finocchietti	23/12/2019	Ing. T. Finocchietti
B	Recepimento istruttoria	F. Carraro	10/06/2020	E. Casotto	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 2 di 16

Indice

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	4
4	DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...	5
5	VERIFICHE IDRAULICHE	6
5.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	6
5.1.1	METODO DELL'INVASO	6
5.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	8
5.3	DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA	9
5.3.1	CALCOLO INTERASSE DEGLI EMBRICI	10
5.3.2	DIMENSIONAMENTO DELLE CUNETTE TRIANGOLARI.....	11
5.4	INVARIANZA IDRAULICA.....	12
6	APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE	12

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 3 di 16

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

La variante oggetto del presente Progetto Esecutivo interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Grottaminarda e Melito Irpino, Flumeri; per la provincia di Benevento: Apice, S. Arcangelo Trimonte e Paduli.

Il tracciato risulta in completa variante rispetto alla linea storica e si compone di:

- linea principale Apice - Hirpinia, mediante la realizzazione di una nuova tratta di linea a doppio binario di circa 19 km, la cui progressivazione parte ad Hirpinia km 0+000,000 e si conclude ad Apice km 18+713,205; l'inizio intervento si prevede al km 0+310,000;
- Galleria Grottaminarda (1990 m), Galleria Melito (4460m), Galleria Rocchetta (6500m);
- Viadotto VI01(605m), VI02 (180m), VI03 (400m), VI04 (680m);
- Nuova fermata di Apice;
- Nuova stazione di "Hirpinia", nel territorio comunale di Ariano Irpino, la cui posizione risulta baricentrica rispetto ai potenziali bacini di utenza, che verranno collegati tramite un nuovo asse viario connesso alla rete attuale.

In tale contesto progettuale nasce l'esigenza di realizzare nuove viabilità di collegamento della stazione di Hirpinia e della fermata di Apice.

Inoltre per consentire il raggiungimento da parte dei mezzi di soccorso dei piazzali di emergenza a servizio delle gallerie sono predisposti adeguamenti o nuovi collegamenti viari.

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale NV08 di accesso al piazzale RI55.

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. N.. 152/2006 - T.U. Ambiente
- RFI - Manuale di Progettazione.
- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – rischio idraulico (PSAI-Ri) dei territori dell'ex Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, Bacino Liri-Garigliano approvato D.P.C.M. del 12/12/2006. Pubblicato su Gazzetta Ufficiale del 28/05/2007 n. 122.
- Piano di Tutela delle Acque delle Acque della Regione Campania adottato nel 2007 con la D.G.R. n. 1220 del 6 luglio 2007.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 4 di 16
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma						

3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

In generale, gli elementi di cui si compone il drenaggio di piattaforma stradale di nuova realizzazione sono fossi trapezi in cls e canalette rettangolari anch'esse in calcestruzzo, al fine di massimizzare le prestazioni e la durabilità della rete, minimizzandone la manutenzione. Dove invece sono stati previsti adeguamenti del reticolo idrografico esistente, di norma si è preferito intervenire con rivestimenti del fondo con materiale di origine naturale, come il pietrame posato mediante la messa in opera di gabbioni e materassi di tipo Reno. Le sezioni tipologiche che compongono gli elementi del drenaggio utilizzate nel contesto di questo progetto esecutivo sono illustrate in Figura 3.1 e Figura 3.2

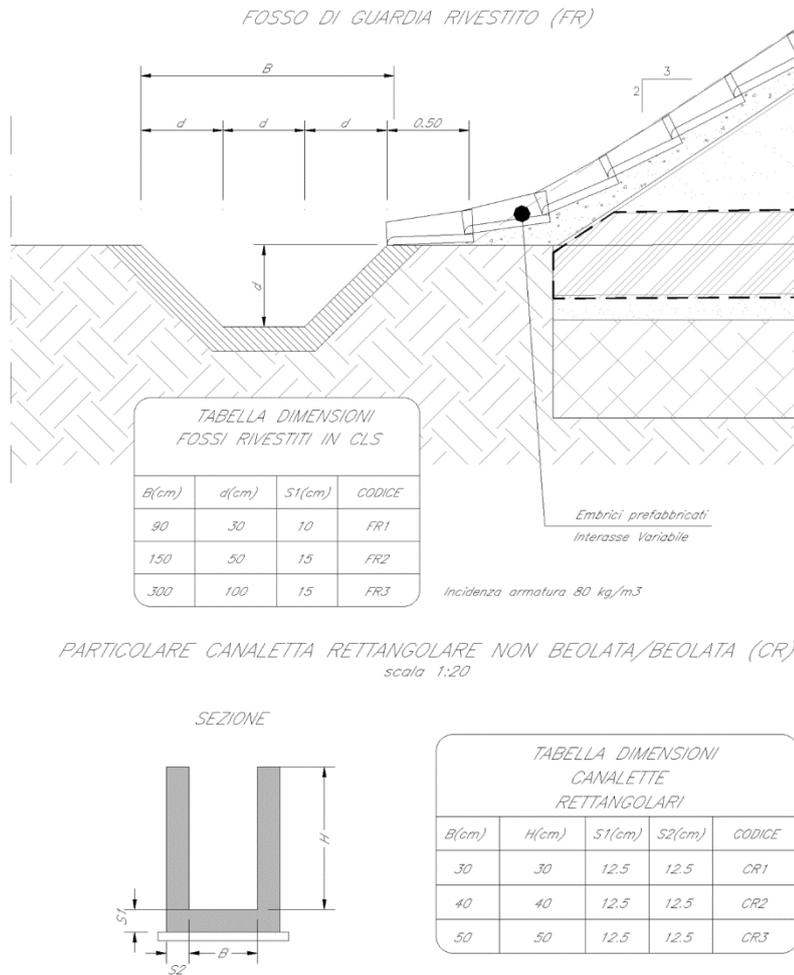


Figura 3.1: Sezione tipologica dei fossi e delle canalette in calcestruzzo utilizzati per realizzare la rete di drenaggio.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 5 di 16

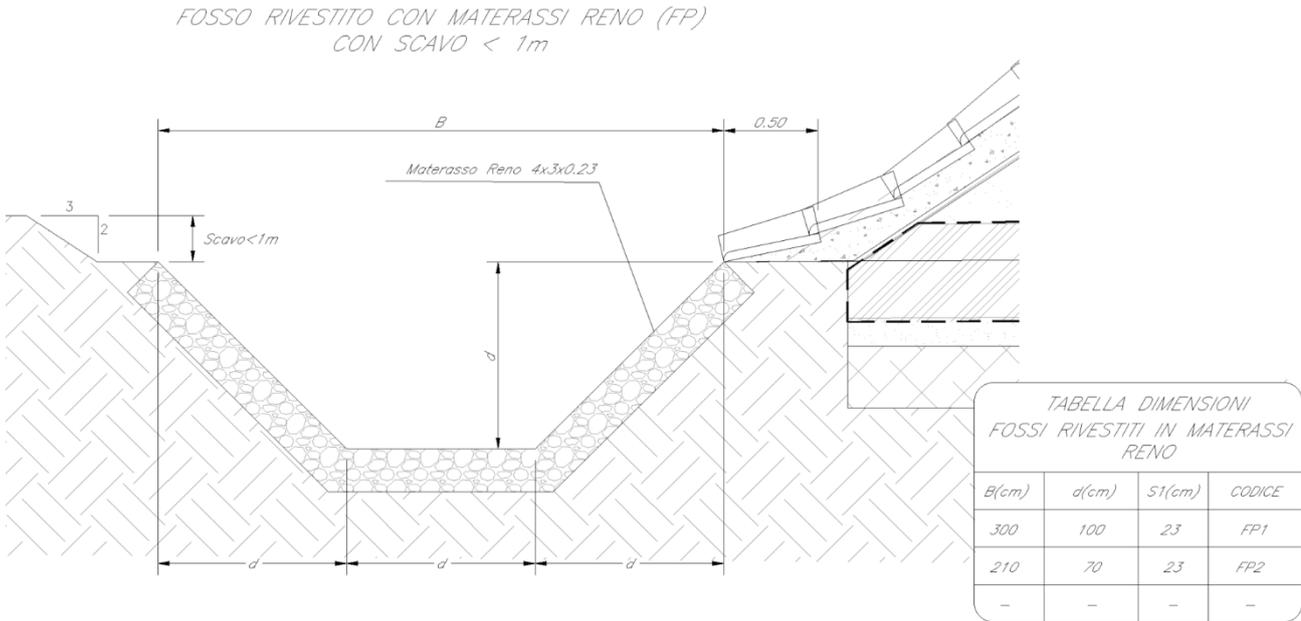


Figura 3.2: Sezione tipologica di una sistemazione idrografica esistente.

La viabilità si sviluppa prevalentemente in mezzacosta e pertanto il sistema di drenaggio è costituito da una cunetta alla francese larga un metro sulla banchina sinistra lato monte e da una serie di embrici con interasse pari a 25 m sul lato destro rispetto al tracciato di progetto.

Completa il sistema di drenaggio della viabilità il fosso di guardia in testa alla fila di gabbioni realizzato con una canaletta rettangolare.

Il sistema di drenaggio trova recapito in un fosso, anch'esso oggetto dell'intervento di riassetto idraulico dell'area limitrofa alla viabilità NV08. La sistemazione del fosso consiste nel rifacimento di un canale esistente che si sviluppa lungo la linea di massima pendenza del pendio a destra della viabilità di progetto. Dal punto di vista idrologico, per il fosso in esame è stato ricostruito geometricamente un bacino imbrifero chiuso all'imbocco del tombino esistente al termine dell'intervento stradale di progetto con estensione pari a circa 40 ha.

La sistemazione idraulica consiste nella riprofilazione del fosso tramite la realizzazione di una serie di n°4 briglie di altezza variabile ed il rivestito con materassi reno dell'alveo del fosso di progetto. I criteri utilizzati per la definizione del profilo di progetto sono: limitare la pendenza del canale cosicché la velocità massima non superi mai i 5 m/s; limitare il più possibile i movimenti terra assecondando il declivio naturale del pendio.

Le briglie, essendo caratterizzate da altezze contenute (la più alta consiste in un salto di fondo di 1,25 m circa), sono state progettate tramite la posa di gabbioni in pietrame naturale simili a quelli utilizzati per la stabilizzazione del pendio a monte della strada. I dettagli dei gabbioni utilizzati sono stati riportati nell'apposita tavola strutturale, come opportunamente riportato in planimetria.

4 DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

Per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica di progetto con tempo di ritorno 25 anni si rimanda alla relazione idrologica generale IF2801EZZRIID0001000.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 6 di 16

5 VERIFICHE IDRAULICHE

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

5.1 METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

L'impostazione idrologica ed i metodi di dimensionamento delle opere tengono conto delle prescrizioni del "Manuale di progettazione"; le relazioni proposte nel manuale di progettazione derivano dal metodo dell'invaso secondo l'impostazione data dal "Metodo italiano", nel quale si fa l'ipotesi che il funzionamento dei collettori sia autonomo e sincrono:

- autonomo, significa che ogni condotto si riempie e si svuota per effetto delle caratteristiche idrologiche del bacino drenato trascurando quindi eventuali rigurgiti indotti dai rami che seguono a valle,
- sincrono, significa che tutti i condotti si riempiono e si svuotano contemporaneamente.

Tali ipotesi di funzionamento non sono pienamente aderenti alla realtà, nella quale invece si ha una propagazione dell'onda di piena da monte verso valle e quindi il volume W effettivamente invasato è minore di quello intero complessivo della rete.

5.1.1 Metodo dell'invaso

La portata fluviale della rete è calcolata con il 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.

L'acqua di pioggia proveniente dall'atmosfera avrà una portata che indicheremo con " p ", mentre " 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.

$$p = \varphi \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Nel tempo dt il volume d'acqua affluito sarà $p \cdot dt$, 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 $p \cdot dt$ e quello che defluisce è $q \cdot dt$, 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:

$$p \cdot dt = q \cdot dt + dw \quad (2)$$

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 non sarebbe integrabile se non fissando q o w .

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 7 di 16

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 :

$$\frac{w}{\omega} = \frac{W}{\Omega} = \text{cost} \quad (3)$$

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:

$$\frac{q}{\omega} = \frac{Q}{\Omega} = \text{cost} \quad (4)$$

(Q portata a monte della sezione, Ω area della sezione a monte)

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:

$$\frac{dw}{W} = \frac{dq}{Q} \Rightarrow dw = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (5)$$

Sostituendo l'Eq. (5) nella (2), l'equazione di continuità diviene:

$$(p - q)dt = \frac{W}{Q} \cdot dq = \frac{dq}{Q} \cdot W \quad (6)$$

Ovvero:

$$p - q = \frac{dw}{dt} \quad (7)$$

L'integrazione dell'Eq. (7) consente di ottenere una relazione tra la portata e il tempo di riempimento di un canale, e quindi di stimare l'intervallo temporale tra un valore nullo di portata ed un valore massimo. Definendo T il tempo necessario per passare da $q = 0$ a $q = q_{max}$, e t_r il tempo di riempimento, si avrà:

- un canale adeguato se $T \leq t_r$,
- un canale insufficiente se $T > t_r$.

Il corretto dimensionamento del canale di drenaggio delle acque piovane si ottiene ponendo $T = t_r$, 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 $T = t_r$ si ottiene l'espressione analitica del coefficiente udometrico:

$$u = k \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad (8)$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 8 di 16

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in $l/s \cdot ha$, 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 probabilità pluviometrica per durate inferiori all'ora – vista l'estensione dei bacini – e per tempo di ritorno pari a 25 anni, k un coefficiente che assume il valore di $2168 \cdot n$ [Sistemi di Fognatura, Manuale di Progettazione, CSU Editore, Hoepli; Appunti di Costruzioni idrauliche, Girolamo Ippolito, Liguori Editore]

Per la determinazione dei parametri a ed n della curva di possibilità climatica si rimanda alla relazione idrologica. I parametri risultano:

- $a = 52.4 \text{ mm/h}$
- $n = 0.5$

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

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{w^{\frac{1}{n}-1}} \quad (9)$$

I coefficienti di afflusso adottati sono:

- $\varphi = 0.90$ per la piattaforma stradale ed i piazzali;
- $\varphi = 0.50$ per le scarpate di progetto;
- per i bacini esterni i valori di φ sono stati valutati sulla base della tipologia dei terreni circostanti (si riamnda agli elaborati IF2801EZZN6GE0102/001-013), con riferimento ai valori tipici riportati in letteratura (c.f.r., Tabella 1). In particolare, nei casi esaminati i valori di φ hanno assunto valori compresi tra 0.3 e 0.45.

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, W_1 ; del volume di invaso dei tratti confluenti depurato del termine dei piccoli invasi, W_2 ; del volume dei piccoli invasi considerando l'intera superficie del bacino drenata, W_3 .

In particolare il volume dei piccoli invasi è stato calcolato considerando un apporto unitario di $30 \text{ m}^3/ha$ per le superfici stradali [Manuale di Progettazione Italferr] e 50 per il bacino esterno e le scarpate.

Tabella 1: Valore dei coefficienti di deflusso φ da "Handbook of Applied Hydrology", Ven Te Chow

Values of φ for Use in Rational Formula

Soil type	Watershed cover Copertura bacino		
	Cultivated <i>coltivato</i>	Pasture <i>pascolo</i>	Woodlands <i>boschi</i>
With above-average infiltration rates; usually sandy or gravelly.....	0.20	0.15	0.10
With average infiltration rates; no clay pans; loams and similar soils.....	0.40	0.35	0.30
With below-average infiltration rates; heavy clay soils or soils with a clay pan near the surface; shallow soils above impervious rock.....	0.50	0.45	0.40

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 9 di 16

5.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Definiti i parametri pluviometrici, il metodo di trasformazione afflussi/deflussi si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica degli specchi in progetto, viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy:

$$V = K\sqrt{R \cdot i} \quad (10)$$

e l'equazione di continuità

$$Q = \sigma \cdot V \quad (11)$$

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

$$K = K_s \cdot R^{1/6} \quad (12)$$

ottenendo:

$$Q = K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot \sigma \quad (13)$$

Dove le variabili sono:

- Q , la portata in m^3/s
- R , il raggio idraulico in metri;
- σ , la sezione idraulica [m^2];
- i , la pendenza [m/m];
- K_s , il coefficiente di scabrezza in $m^{1/3}s^{-1}$, pari a 80 (tubazione in materiale plastico ed acciaio), 66.67 per le strutture in cls, 35 per le opere rivestite in materassi tipo Reno.

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0,5 m/s, ove possibile, al fine di evitare fenomeni di sedimentazione sul fondo che necessiti di una manutenzione più frequente dell'ordinaria;
- la velocità massima non deve essere maggiore di 5 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento deve essere non superiore al 70% per elementi chiusi per evitare che la condotta possa andare in pressione; per le condotte con diametro inferiore a 500 mm il grado di riempimento massimo consentito è del 50%. Per gli elementi idraulici aperti si impone un franco idraulico sulla sponda pari a 0.05m (5cm).

I risultati delle verifiche idrauliche sono riportati nelle tabelle in appendice. Le opere di drenaggio sono verificate considerando un franco minimo di 5 cm. Per la verifica dei tombini si rimanda alla relazione idraulica specifica.

5.3 DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA

Per il dimensionamento degli elementi di drenaggio di piattaforma è necessario confrontare la portata ricadente su un tratto unitario di sezione stradale con quella convogliata e scaricata da cunette, embrici e caditoie, definendo quindi l'interasse massimo ammissibile tra uno scarico e quello successivo.

Assumendo impermeabile ($\varphi = 0.9$) la superficie stradale e calcolando l'intensità di pioggia con il metodo cinematico, la portata meteorica generata da una superficie impermeabile è ricavabile dall'Eq.(1), esplicitando l'area afferente pari alla larghezza della piattaforma B_p avente pendenza trasversale i_t concorde in direzione della

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 10 di 16

banchina stradale. Assumendo un tempo di accesso alla rete pari a $t_a = 5$ minuti, l'intensità di pioggia da utilizzare nell'Eq. (1) per il calcolo della portata unitaria di piattaforma si può scrivere come:

$$I_p = a \cdot t_a^{n-1} \Rightarrow q_p = 0.9 \cdot B_p \cdot I_p \left[\frac{m^3}{s \cdot m} \right] \quad (14)$$

5.3.1 Calcolo interasse degli embrici

Nei tratti in cui la piattaforma stradale si trova in rilevato rispetto al piano campagna per assicurare lo scarico delle acque meteoriche nei fossi di guardia si prevede la posa di embrici in cls. Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo tale per cui l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato della sezione stradale, definito al massimo dall'arginello e pari alla larghezza B della banchina stradale. Nel caso delle viabilità minori o in assenza di banchina è stato assunto che la massima larghezza allagabile sia pari a $B_b = 75$ cm.

Per il calcolo della portata massima transitante a bordo strada si è utilizzata l'Eq. (13), ponendo come parametro di Strickler il valore di $K_s = 66.67 \text{ m}^{1/3}/s$. Assumendo quindi il deflusso in una sezione triangolare, definita i_t la pendenza trasversale, l'area e il perimetro bagnato possono essere calcolati rispettivamente come:

$$A_b = \frac{B_b^2 \cdot i_t}{2}; \quad C_b = B_b \left[i_t + \frac{1}{\cos(\arctan(i_t))} \right] \quad (15)$$

Sulla base dell'Eq. (15), indicando con i la pendenza longitudinale della strada, si può esprimere la portata che transita in banchina come:

$$Q_b = K_s \cdot A_b^{\frac{5}{3}} \cdot C_b^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \quad (16)$$

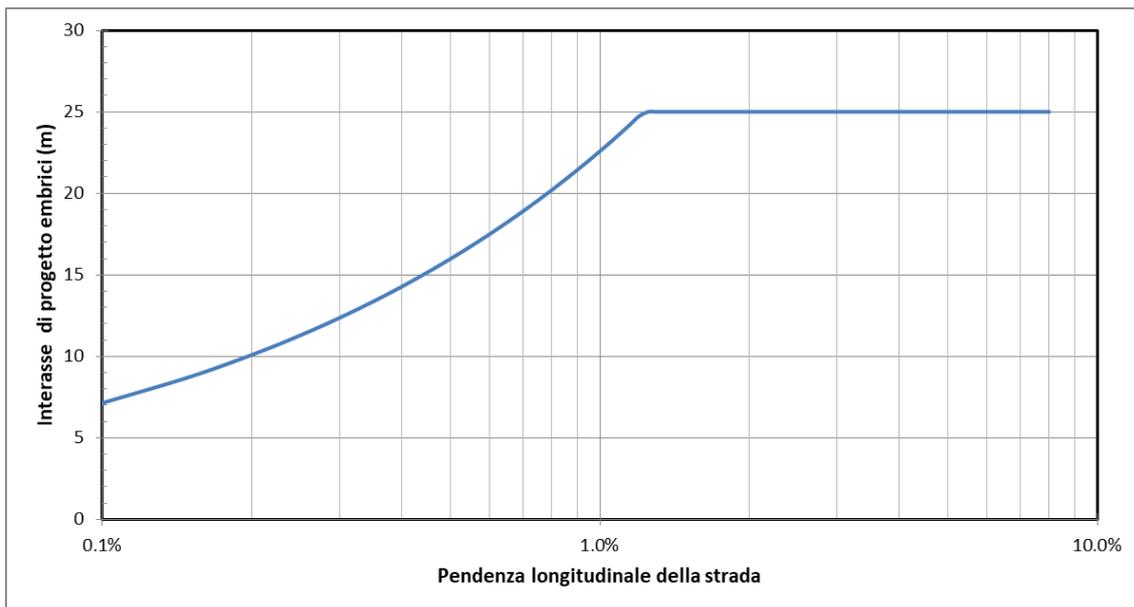


Figura 3: interasse massimo di scarico con embrice in rilevato.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 11 di 16

La portata transitante in banchina deve essere poi confrontata con quella scaricabile dal singolo embrice. Tale portata risulta dal calcolo della portata defluente da uno sfioro in parete grossa:

$$Q_{emb} = C_q \cdot Lh \cdot \sqrt{2gh} \quad (17)$$

in cui il coefficiente di deflusso C_q per gli stramazzi in parete grossa si approssima a 0.385, la lunghezza della soglia sfiorante $L = 30 \text{ cm}$ coincide con il collo dell'embrice e il carico idraulico h risulta pari al tirante presente sul ciglio della strada aumentato di 5 cm, ovvero dell'abbassamento del collo dell'embrice rispetto al ciglio stesso.

Sulla base delle relazioni appena definite l'interasse massimo di calcolo per gli embrici di scarico si esprime come il minimo i rapporti tra le portate convogliate/scaricate e la portata di pioggia unitaria e impone un massimo valore di 25m, ovvero:

$$\text{Int} = \min\left(\frac{Q_b}{q_p}, \frac{Q_{emb}}{q_p}, 25 \text{ m}\right) \quad (18)$$

L'interasse di scarico dipende quindi, oltre che dalla geometria della sezione stradale, anche dalla pendenza longitudinale della viabilità di progetto. In Figura 3 si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

5.3.2 Dimensionamento delle cunette triangolari

Nei tratti in cui la piattaforma stradale si trova in trincea l'acqua meteorica viene raccolta da una cunetta triangolare e convogliata a bordo carreggiata fino al pozzetto di scarico più vicino in direzione concorde alla pendenza della strada. Utilizzando una cunetta di forma triangolare e assumendo a favore di sicurezza un funzionamento a stramazzo delle caditoie di scarico, il calcolo dell'interasse massimo delle caditoie può essere definito ancora sulla base delle equazioni (15),(16)(17) sostituendo le grandezze relative a banchina allagabile ed embrice con quelle di cunetta e caditoia, rispettivamente. In questo caso si ha quindi che la larghezza allagata in cunetta è pari a 75 cm; la lunghezza di sfioro delle caditoie è ancora 75 cm, mentre il tirante di sfioro coincide con quello presente in

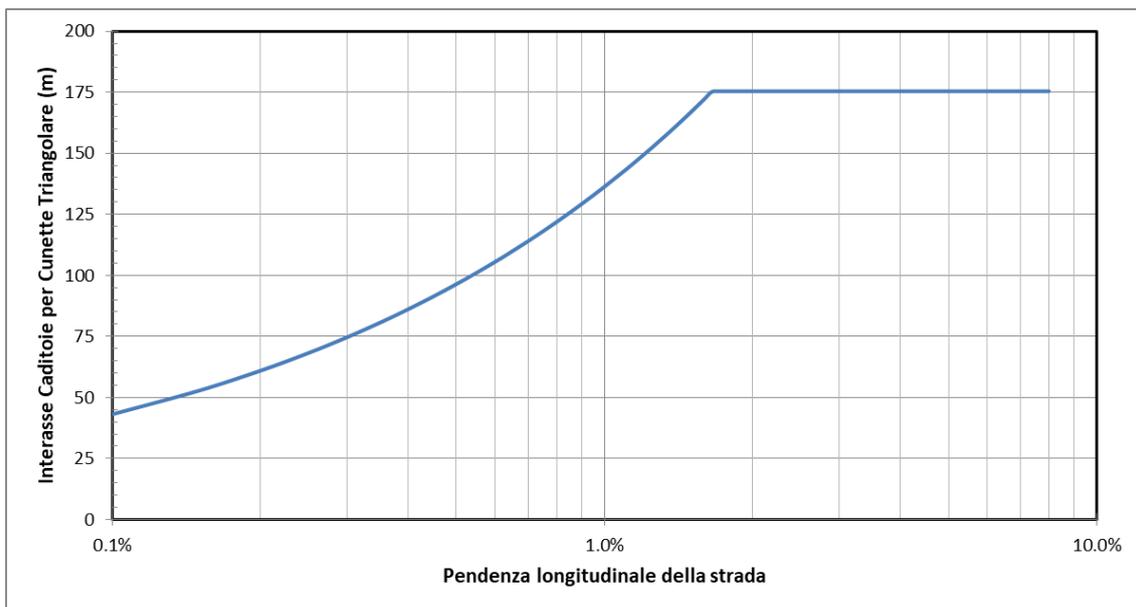


Figura 4: Interasse massimo per le caditoie di scricio delle cunette trinagolari

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 12 di 16

cunetta. Calcolando rispettivamente Q_c con l'Eq. (16) e Q_{cad} con la (17), l'espressione (18) si può riscrivere per il sistema cunetta/caditoia come segue:

$$Int = \min\left(\frac{Q_c}{q_p}, \frac{Q_{cad}}{q_p}\right) \quad (19)$$

In Figura 4. si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

5.4 INVARIANZA IDRAULICA

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale. L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi articolati, si spande in aree normalmente non interessate dal deflusso e in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto e una durata delle portate più lunga. Quando un bacino subisce un intervento antropico (artificializzazione), i deflussi vengono canalizzati e le superfici regolarizzate. Si ha quindi un'accelerazione del deflusso stesso con conseguente aumento dei picchi di piena e delle condizioni di rischio idraulico. L'impermeabilizzazione dei suoli determina un aumento dei volumi che scorrono in superficie.

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli e aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi d'invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla d'invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo.

L'invarianza idraulica dovrà essere garantita quindi per le aree soggette a nuova impermeabilizzazione per un tempo di ritorno pari a quello utilizzato per il dimensionamento della rete di smaltimento.

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato utilizzando il metodo dell'invaso con la garanzia di un grado di riempimento medio inferiore al 70%.

Il sistema è dimensionato realizzando un coefficiente udometrico in uscita simile all'ante operam.

La rete dovrà avere una configurazione in grado di realizzare un volume d'invaso proprio sufficiente a laminare la portata convogliata, mantenendo quindi dei coefficienti udometrici bassi.

Nel caso in esame, trattandosi di un rifacimento di una viabilità esistente non è presente un cambio di destinazione d'uso del suolo, pertanto le opere di progetto sono sufficienti a garantire l'invarianza idraulica senza ulteriori interventi dedicati, come testimoniato anche dal coefficiente udometrico molto contenuto all'uscita dal fosso rivestito in materassi reno.

6 APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

Nelle tabelle di seguito riportate, vengono indicate le seguenti grandezze per ogni elemento idraulico:

S=superficie afferente al singolo elemento di drenaggio [ha];

L=lunghezza della tubazione [m];

i=pendenza media del tratto di condotta [m];

Ks=coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [m^{1/3}s⁻¹];

φ_{medio}=coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

φ=coefficiente di afflusso (-);

r (y/D)_{max}=massimo riempimento consentito, in relazione alle dimensioni della condotta in progetto (-);

h= tirante [m]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 13 di 16

voc=volume dei piccoli invasi di monte [m³ha⁻¹];

u=coefficiente udometrico [l/s ha];

Q=portata generata dalla superficie [l/s];

D interno=diametro interno della tubazione [m] sufficiente a convogliare la portata Q;

GR=grado di riempimento di progetto (%);

v=velocità della corrente all'interno della tubazione [m/s];

t=tensione tangenziale al fondo nella tubazione [Pa];

S'=superficie afferente cumulata delle aree a monte [ha];

v0s=volume specifico dei piccoli invasi [m³ha⁻¹];

v0c'monte=volume dei piccoli invasi cumulato di monte [m³];

v0c collettore/fosso/canaletta=volume di invaso dei collettori [m³];

vo=somma del volume di invaso [m³];

De=diametro esterno della tubazione di progetto;

MATERIALE=materiale della tubazione di progetto (PVC, CLS, PRFV, GHISA, ...).

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 14 di 16

Dimensionamento post operam

Tabella 2: Verifica idraulica delle canalette rettangolari

DESCRIZIONE	Vin	Vfin	Simp	Sscar	Sest	Stot	L	i	ks	φmedio	r (y/D) max	v0s	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V0c' monte	V0	V0c canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m ^{1/3} s ⁻¹	-	-	m ³ ha ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l s ⁻¹	m	m	%	m s ⁻¹	Pa	ha	m ³	m ³	m ³	-
NV08-CR1.7	V25	V24	0.000	0.180	0.159	0.339	43.20	0.084	66.67	0.41	0.83	50.00	94.53	32.05	0.30	0.05	17	2.095	22.15	0.339	0	17.615	0.661	CLS
NV08-CR1.8	V27	V26	0.000	0.025	0.015	0.040	5.00	0.052	66.67	0.42	0.83	50.00	106.33	4.27	0.30	0.02	5	0.948	2.26	0.040	0	2.029	0.023	CLS
NV08-CR1.9	V29	V28	0.000	0.336	0.436	0.772	18.00	0.082	66.67	0.39	0.83	50.00	88.14	68.05	0.30	0.08	28	2.700	44.36	0.772	0	39.055	0.454	CLS
NV08-CR1.10	V31	V30	0.000	0.738	0.738	1.476	116.80	0.052	66.67	0.40	0.83	50.00	88.56	130.75	0.30	0.16	53	2.741	66.41	1.476	0	79.391	5.571	CLS
NV08-CR1.11	V33	V32	0.000	0.367	0.395	0.762	25.10	0.058	66.67	0.40	0.83	50.00	91.78	69.95	0.30	0.10	32	2.429	37.52	0.762	0	38.834	0.723	CLS
NV08-CR1.12	V35	V34	0.000	0.091	0.110	0.201	15.00	0.065	66.67	0.39	0.83	50.00	89.32	17.99	0.30	0.04	12	1.666	10.32	0.201	0	10.232	0.162	CLS

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 15 di 16

Tabella 3: Verifica Idraulica dei collettori

DESCRIZIONE	Vin	Vfin	Simp	Sscar	Sest	Stot	L	i	ks	φmedio	r (y/D) max	V0s	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V0c' monte	V0	V0c canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m ^{1/3} s ⁻¹	-	-	m ³ ha ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l s ⁻¹	m	cm	%	m s ⁻¹	Pa	ha	m ³	m ³	m ³	-
NV08-P10-P11	P10	P11	0.000	0.000	0.000	0.000	3.20	0.002	80	0.000	0.5	0.00	85.83	33.3	0.377	16.57	44	0.705	2.51	0.388	19.40	21.58	0.151	PVC
NV08-P12-P11	P12	P11	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.002	80	0.000	0.5	0.00	93.97	31.9	0.377	16.19	43	0.696	2.43	0.339	16.95	17.72	0.105	PVC
NV08-P11-R1	P11	R1	0.011	0.006	0.000	0.017	11.00	0.010	80	0.763	0.5	36.83	86.50	64.4	0.377	15.44	41	1.497	11.41	0.744	36.35	43.32	0.473	PVC
NV08-P13-P14	P13	P14	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.002	80	0.000	0.5	0.00	105.07	4.2	0.297	6.23	21	0.400	0.71	0.040	2.01	2.05	0.024	PVC
NV08-P14-R2	P14	R2	0.069	0.001	0.000	0.070	9.50	0.010	80	0.894	0.5	30.31	376.30	41.4	0.297	13.35	45	1.373	10.16	0.110	2.01	4.54	0.286	PVC
NV08-P15-P16	P15	P16	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.006	80	0.000	0.5	0.00	87.86	67.8	0.377	18.45	49	1.250	8.64	0.772	38.60	39.18	0.125	PVC
NV08-P16-R3	P16	R3	0.006	0.002	0.000	0.008	9.50	0.010	80	0.797	0.5	35.17	89.07	69.5	0.377	16.19	43	1.517	12.15	0.780	38.60	39.90	0.435	PVC
NV08-P17-P18	P17	P18	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.020	80	0.000	0.5	0.00	88.42	130.5	0.377	18.83	50	2.344	29.56	1.476	73.82	79.52	0.128	PVC
NV08-P18-R4	P18	R4	0.030	0.015	0.000	0.045	7.50	0.025	80	0.767	0.5	36.67	93.50	142.2	0.377	18.45	49	2.621	36.01	1.521	73.82	81.75	0.407	PVC
NV08-P19-P20	P19	P20	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.006	80	0.000	0.5	0.00	91.48	69.7	0.377	18.45	49	1.285	8.64	0.762	38.11	38.96	0.125	PVC
NV08-P20-R5	P20	R5	0.008	0.004	0.000	0.011	6.00	0.006	80	0.774	0.5	36.31	93.57	72.4	0.377	18.83	50	1.299	8.87	0.773	38.11	39.71	0.334	PVC
NV08-P21-P22	P21	P22	0.000	0.000	0.000	0.000	2.30	0.002	80	0.000	0.5	0.00	88.72	17.9	0.297	13.35	45	0.593	2.03	0.201	10.07	10.30	0.069	PVC
NV08-P22-R6	P22	R6	0.006	0.002	0.000	0.009	6.80	0.002	80	0.793	0.5	35.35	95.51	20.1	0.297	14.24	48	0.612	2.21	0.210	10.07	10.84	0.223	PVC

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO NV0800 001	REV. B	FOGLIO 16 di 16

Tabella 4: Verifica idraulica del fosso di recapito rivestito in materassi reno

DESCRIZIONE	Vin	Vfin	Simp	Sscar	Sest	Stot	L	i	ks	ϕ_{medio}	r (y/D) max	v _{0s}	u	Q	Larghezza interna	h	GR	v	τ	S'	V _{0c'} monte	V ₀	V _{0c} canaletta	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m ^{1/3} s ⁻¹	-	-	m ³ ha ⁻¹	l s ⁻¹ ha ⁻¹	l s ⁻¹	m	m	%	m s ⁻¹	Pa	ha	m ³	m ³	m ³	-
NV08-FP1.2	V1	V3	0.050	4.000	36.000	40.050	10.00	0.066	35	0.321	0.95	49.98	61.07	2445.9	1.000	0.44	44	3.860	218.21	40.050	0.00	2007.84	6.336	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V3	V6	0.008	0.000	0.000	0.008	30.00	0.067	35	0.900	0.95	30.00	58.19	2343.3	1.000	0.43	43	3.811	215.26	40.268	2011.87	2125.94	18.447	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V6	V7	0.005	0.005	0.000	0.009	30.00	0.045	35	0.700	0.95	40.00	56.57	2322.2	1.000	0.48	48	3.269	166.51	41.050	2050.62	2251.73	21.312	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V7	V8	0.005	0.010	0.000	0.015	20.00	0.066	35	0.633	0.95	43.33	56.30	2312.1	1.000	0.43	43	3.760	211.39	41.065	2050.98	2264.75	12.298	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V8	V10	0.005	0.010	0.000	0.015	30.00	0.093	35	0.633	0.95	43.33	55.94	2298.2	1.000	0.39	39	4.239	263.84	41.080	2051.63	2281.74	16.263	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V11	V13	0.011	0.041	0.000	0.052	30.00	0.082	35	0.587	0.95	45.64	52.86	2254.6	1.000	0.40	40	4.026	240.11	42.653	2127.75	2561.23	16.800	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V14	V15	0.005	0.023	0.000	0.028	20.00	0.083	35	0.577	0.95	46.16	51.95	2257.6	1.000	0.39	39	4.165	233.80	43.461	2169.00	2677.23	10.842	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V15	V16	0.005	0.023	0.000	0.028	10.00	0.115	35	0.577	0.95	46.16	49.18	2144.4	1.000	0.35	35	4.538	281.50	43.600	2174.42	2856.59	4.725	Materasso Reno
NV08-FP1.2	V17	V20	0.005	0.110	0.000	0.115	40.00	0.070	35	0.517	0.95	49.13	44.23	1966.2	1.000	0.38	38	3.749	191.56	44.458	2176.34	3276.23	20.976	Materasso Reno