

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

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

PIAZZALI

RI52 - SLARGO GA GROTTAMINARDA - FINESTRA 1

Relazione idraulica

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. T. Finocchietti

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

IF28    01    E    ZZ    RI    RI5203    001    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	G. Pernechele	21/02/2020	E. Casotto	21/02/2020	T. Finocchietti	21/02/2020	Ing. R. Zanon
B	Recepimento istruttoria	F. Carraro	10/06/2020	E. Casotto	10/06/2020	T. Finocchietti	10/06/2020	
								10/06/2020

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI5203 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 11</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	<b>PREMESSA.....</b>	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	3
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	3
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...</b>	4
<b>5</b>	<b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	4
5.1	<b>METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....</b>	4
5.1.1	<b>METODO DELL'INVASO .....</b>	5
5.2	<b>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....</b>	7
5.3	<b>INVARIANZA IDRAULICA.....</b>	8
<b>6</b>	<b>APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	10

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>RI5203 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>3 di 11</b>

## 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 del piazzale di emergenza RI52.

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- D.Lgs. N.. 152/2006 - T.U. Ambiente
- Italferr S.p.A. - 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.

## 3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

La viabilità in progetto ed il relativo piazzale di emergenza sono realizzati in corrispondenza dell'uscita di emergenza pedonale F1 GA07.

Il piazzale è realizzato a mezza-costa con un muro di sostegno lato Sud. Il sistema di drenaggio esterno al piazzale è pertanto costituito da canalette rettangolari testa muro in cui trovano recapito le acque di un bacino esterno e trovano continuità le canalette rettangolari realizzate sul becco di flauto della galleria pedonale.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>RI5203 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 11</b>

Le canalette testa muro poste sul lato Sud e il sistema di drenaggio della viabilità trovano recapito insieme al sistema di drenaggio interno al piazzale in un tombino circolare DN500 PVC con imbocco a pozzo che si sviluppa secondo la direzione sud-nord attraversando trasversalmente il piazzale.

Lo sbocco del tombino DN500 avviene in una inalveazione di scarico con recapito finale il fiume Ufita. Il recapito del sistema ed il relativo dimensionamento, comprendendo le canalette di guardia dell'imbocco e del piazzale sono compresi negli elaborati di idraulica relativi alla WBS NV04.

Il drenaggio interno al piazzale è realizzato con pozzetti dotati di caditoie a griglia e tubazioni interrato con recapito nel collettore DN500 che attraversa il piazzale secondo la direzione Sud-Nord. Le condotte sono realizzate in PVC e hanno ricoprimento minimo di 1,00 m, con pendenza costante pari al 3%.

I pozzetti con griglia sono posizionati ad interasse massimo pari a circa 10,00 metri: considerando l'intero bacino intercettato, l'areale di influenza medio di ogni caditoia è pari a circa 128 mq.

## 4 DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

I parametri *a* ed *n* della curva di possibilità climatica sono stati individuati nella relazione idrologica, al quale si rimanda per ulteriori dettagli. I parametri impiegati sono i seguenti:

- Per piogge con durata inferiore all'ora:
  - *a* = 45.80 mm/h
  - *n* = 0.49
- Per piogge con durata superiore all'ora:
  - *a* = 35.60 mm/h
  - *n* = 0.21

## 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.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI5203 001	REV. B	FOGLIO 5 di 11

### 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 " $\varphi$ " 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,  $\varphi$  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  $w$ .

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  $\omega$ :

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

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,  $\Omega$  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.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI5203 001	REV. B	FOGLIO 6 di 11

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:

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

Il coefficiente udometrico rappresenta la portata per unità di superficie del bacino, ed è espresso in  $l/s \cdot ha$ ,  $\varphi$  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]

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  $\varphi$  sono stati valutati sulla base della tipologia dei terreni circostanti (si rimanda 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  $\varphi$  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,  $W_3$ .

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI5203 001	REV. B	FOGLIO 7 di 11

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

### Values of $\phi$ for Use in Rational Formula

Soil type	Watershed cover <i>Copertura bacino</i>		
	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

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

Per quanto riguarda il volume di invaso della tubazione e dei tratti di rete a monte, è stato considerato un fattore cautelativo pari a 0,70 per tenere in considerazione di fattori quali pendenza e riempimento parziale delle condotte.

## 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 varibili sono:

- $Q$ , la portata in  $\text{m}^3/\text{s}$
- $R$ , il raggio idraulico in metri;
- $\sigma$ , la sezione idraulica [ $\text{m}^2$ ];
- $i$ , la pendenza [ $\text{m}/\text{m}$ ];

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI5203 001	REV. B	FOGLIO 8 di 11

- $K_s$ , 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..

### 5.3 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 ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed 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 una 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 ed 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 di 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 di 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.

Nel caso specifico, per ottimizzare le prestazioni del sistema di drenaggio e la durabilità dello stesso, è stato riscontrato essere conveniente verificare il rispetto del principio d'invarianza considerando globalmente la rete idraulica della viabilità di accesso al piazzale oggetto di questa relazione (NV04) e quella del piazzale stesso.

L'area afferente all'intero intervento di progetto, nella configurazione ante operam (A.O.) presenta le seguenti caratteristiche:

S tot A.O.	$\phi$ A.O.	$v_{0s}$	$v_0$	u A.O.	$Q_{max}$ A.O.
ha		$m^3 ha^{-1}$	$m^3$	$l s^{-1} ha^{-1}$	l/s
2.87	0.46	49	141.6425	101.3	290.7

Il dimensionamento della nuova rete di drenaggio è stato eseguito con l'obiettivo di minimizzare il coefficiente udometrico post operam, bilanciando la maggior impermeabilizzazione delle superfici con la realizzazione di maggiori volumi d'invaso. In particolare, per la conformazione molto ripida del terreno su cui si insedia la viabilità di progetto, è stato riscontrato che il volume che naturalmente occupa una porzione di quello disponibile nella nuova rete di drenaggio non è sufficiente alla laminazione del colmo di portata. Data la conformazione dell'intervento è stato individuato il tratto di fosso NV04-FR2.1 compreso tra i vertici V34 e V35 per andare ad incrementare i volumi invasati, ponendo al termine del tratto stesso un manufatto di regolazione a quinte. Questo manufatto consiste in due muretti a quinta, ortogonali alla direzione di deflusso, che impongono alla corrente un transito attraverso il



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>RI5203 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>9 di 11</b>

MANUFATTO DI REGOLAZIONE A QUINTE (MR)

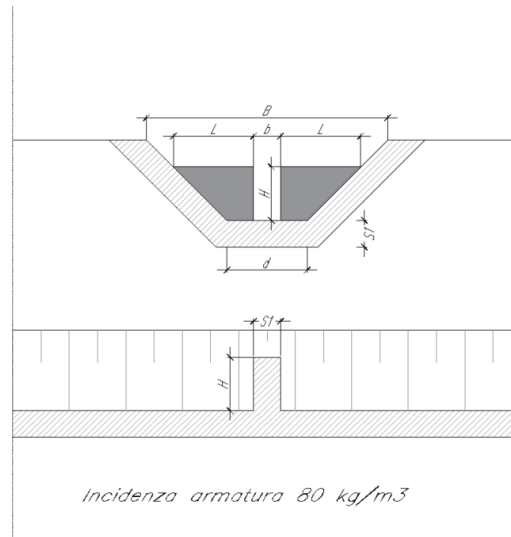


TABELLA DIMENSIONI FOSSI E QUINTE IN CLS						
<i>B(cm)</i>	<i>d (cm)</i>	<i>S1(cm)</i>	<i>H(cm)</i>	<i>b(cm)</i>	<i>L(cm)</i>	<i>ID</i>
90	30	10	20	–	–	MR1
150	50	15	40	35	47.5	MR2

Figura 5.1: Particolare tipologico di manufatto di regolazione a quinte

restringimento localizzato in condizioni critiche ( $F_r = 1$ ), forzando quindi un innalzamento dei livelli a tergo del restringimento. Tale manufatto di regolazione è stato posto poco più a valle dello scarico del piazzale, così da regimare le portate della totalità dell'intervento.

Imponendo un coefficiente uometrico all'uscita del manufatto pari a quello ricostruito per la situazione A.O.,  $u = 101.3 \text{ l/s/ha}$  e calcolata di conseguenza la portata di progetto  $q_p$  in uscita, data la larghezza del restringimento  $B$ , è possibile calcolare il tirante critico che si realizza in corrispondenza delle quinte di progetto:

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q_p^2 \cdot B^2}{g}} \quad (14)$$

Da cui deriva che l'innalzamento massimo del tirante che si può realizzare a monte delle quinte sarà pari all'energia specifica della corrente rispetto al fondo:

$$H_c = \frac{3}{2} \cdot y_c \quad (15)$$

Imponendo che il valore di  $H_c$  a tergo del manufatto sia al più pari al 70% del riempimento del fosso è possibile andare a determinare il volume extra effettivamente accumulato nel tratto di fosso e andare ad aggiungerlo al computo di  $w_{tot}$  del medesimo tratto di rete nei termini che concorrono alla definizione di  $u$  secondo l'equazione

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>SALINI IMPREGILO S.P.A.</b> <b>ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A.</b> <b>NET ENGINEERING S.P.A.</b> <b>ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idraulica</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>E ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>RI5203 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 di 11</b>

precedentemente riportata. Nella fattispecie il nel tratto di fosso considerato, lungo 38 m e avente un riempimento medio del 66% per effetto del manufatto a quinte, il volume extra invasato risulta pari a 9.78 m<sup>3</sup>, che per costruzione permette di rispettare il limite imposto sul coefficiente udometrico. Per ottenere questo risultato, le due quinte dovranno avere la larghezza libera  $B = 35 \text{ cm}$ ; in Figura 5.1 è illustrato un particolare del manufatto di regolazione a quinte così dimensionato.

## 6 APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE

Nelle tabelle di seguito riportate sono indicati i risultati del dimensionamento idraulico. Per quanto riguarda l'invarianza idraulica, sono riportate le seguenti grandezze:

$S_{TOT}$ =superficie totale del piazzale interessata dall'intervento in progetto [ha];

$\phi$  pre opera =coefficiente di afflusso pre opera dell'area di intervento [-];

$v_{OS}$ =volume specifico di invaso totale [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

$u$ =coefficiente udometrico [l/s ha];

$Q_{LIM}$ = portata massima uscente dal bacino [l/s];

$\theta_w$  = durata critica per l'invaso di laminazione [h];

$W_0$  = volume minimo di invaso [m<sup>3</sup>];

$W_{RETE}$  = volume della rete di drenaggio calcolato a sezione piena dell'elemento di drenaggio [m<sup>3</sup>];

Per quanto riguarda il deflusso degli elementi di drenaggio presenti, per ogni elemento idraulico sono riportate:

$S_{IMP}$ =superficie totale impermeabile afferente all'elemento di drenaggio [ha];

$S_{SCAR}$ =superficie totale delle scarpate di progetto afferente all'elemento di drenaggio [ha];

$S_{EST}$ =superficie totale esterna afferente all'elemento di drenaggio [ha];

$S_{TOT}$ =superficie totale afferente all'elemento di drenaggio [ha];

$L$ =lunghezza dell'elemento di drenaggio [m];

$i$ =pendenza minima dell'elemento di drenaggio [m];

$K_s$ =coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>];

$\phi_{medio}$ =coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti [-];

$r (y/D)_{max}$ =massimo riempimento consentito, in relazione alle dimensioni dell'elemento in progetto [-];

$v_{OS}$  = volume specifico di invaso totale [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

$u$ =coefficiente udometrico [l/s ha];

$Q_{MAX}$ =portata massima generata dalla superficie [l/s];

$Q_U$ =portata di moto uniforme dell'elemento di drenaggio [l/s];

$D_{interno}/B \times H$ =diametro interno della tubazione/dimensioni canaletta di progetto;

$h$ = tirante [m]

$GR$ =grado di riempimento di progetto (%);

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

**MATERIALE**=materiale della tubazione/canaletta in progetto (PVC, CLS, PRFV, GHISA, ...).

Si precisa che le lunghezze indicate nelle tabelle sono lunghezze idrauliche e non costruttive, considerate in asse alle condotte e nel centro del pozzetto di drenaggio.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV                      SALINI IMPREGILO S.P.A.    ASTALDI S.P.A.</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>												
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.    ALPINA S.P.A.</b>													
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idraulica</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td><b>IF28</b></td> <td><b>01</b></td> <td><b>E ZZ RI</b></td> <td><b>RI5203 001</b></td> <td><b>B</b></td> <td><b>11 di 11</b></td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	<b>IF28</b>	<b>01</b>	<b>E ZZ RI</b>	<b>RI5203 001</b>	<b>B</b>	<b>11 di 11</b>
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
<b>IF28</b>	<b>01</b>	<b>E ZZ RI</b>	<b>RI5203 001</b>	<b>B</b>	<b>11 di 11</b>								

### Piazzale RI52

<b>Dimensionamento Collettori RI52</b>																								
DESCRIZIONE	V <sub>in</sub>	V <sub>fin</sub>	S <sub>imp</sub>	S <sub>scar</sub>	S <sub>est</sub>	S <sub>tot</sub>	L	i	k <sub>s</sub>	Φ <sub>medio</sub>	r (y/D) max	v <sub>0s</sub>	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
<b>RI52-P05-RI52-P04</b>	P05	P04	0.021	0.000	0.000	0.021	16.00	0.003	80	0.900	0.5	30.00	467.57	9.6	0.297	8.30	29	0.605	1.68	0.021	0.00	0.87	0.266	PVC
<b>RI52-P01-RI52-P04</b>	P01	P04	0.044	0.000	0.000	0.044	28.00	0.003	80	0.900	0.5	30.00	419.88	18.5	0.297	12.16	41	0.693	2.70	0.044	0.00	2.07	0.747	PVC
<b>RI52-P04-NV04-P4</b>	P04	NV4-P4	0.000	0.000	0.000	0.000	6.20	0.003	80	0.000	0.5	0.00	403.13	26.0	0.377	13.18	35	0.748	2.77	0.065	1.94	3.15	0.215	PVC