

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

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

PIAZZALI

RI01 - AREA FSA - STAZIONE HIRPINIA

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. Q.T. Thai Huynh

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

IF28	01	E	ZZ	RI	RI0103	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 10/06/2020
B	Recepimento istruttoria	F. Carraro	10/06/2020	E. Casotto	10/06/2020	T. Finocchietti	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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione idraulica	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 2 di 12

Indice

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
3	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	3
4	DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...	4
5	VERIFICHE IDRAULICHE	4
5.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	4
5.1.1	METODO DELL'INVASO	4
5.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO.....	7
5.3	DIMENSIONAMENTO CADITOIE DI DRENAGGIO.....	8
5.4	INVARIANZA IDRAULICA.....	8
6	APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE	9

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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 3 di 12

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 ferroviario RI01.

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

Il piazzale in esame, essendo vincolato altimetricamente al profilo ferroviario è realizzato interamente in rilevato rispetto al piano campagna circostante, ma è posto al piede di un pendio naturale. Il sistema di drenaggio è costituito da tre file di caditoie grigliate che raccolgono le acque del piazzale e gli scarichi dei pluviali di un fabbricato di progetto. Le acque raccolte dal sistema di caditoie viene convogliata in collettori circolari di grande diametro, che hanno anche la funzione di scarico dei fossi di guardia posti lungo i lati del rilevato adiacenti al pendio naturale. Inoltre, si evidenzia che il sistema di convogliamento del piazzale è il recapito di una canaletta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario 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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 4 di 12

ferroviaria (drenaggio della semipiattaforma a sud del tronchino terminale del tratti TR01) e di un fosso di guardia in testa a un breve tratto di trincea ferroviaria. Le aree drenate da questi due elementi sono state quindi adeguatamente considerate e, conseguentemente, i volumi d'invaso e le portate risultanti in ingresso al pozzetto RI01-P1 sono stati opportunamente valutati nell'implementazione del metodo dell'invaso. Il recapito del sistema di progetto è un fosso di guardia rivestito appartenente al sistema di drenaggio della viabilità NV01.

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.

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.

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

APPALTATORE: <u>Conorzio</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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 5 di 12

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 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:

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria 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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 6 di 12

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 $l/s \cdot ha$, 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 100 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:

- $a = 57.9 \text{ mm/h}$
- $n = 0.46$

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;

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					
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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 7 di 12

- 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 $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ per le superfici stradali [Manuale di Progettazione Italferr] e 50 per il bacino esterno e le scarpate.

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 spechi 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 $\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, 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).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria 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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 8 di 12

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 CADITOIE DI DRENAGGIO

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 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:

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

5.4 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 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%.

La rete dovrà avere una configurazione in grado di realizzare un volume d'invaso proprio, sufficiente a laminare la portata convogliata, mantenendo coefficienti idrometrici simili a quelli nella configurazione ante operam.

Nel caso in esame, l'area interessata dall'intervento, comprensiva dell'area afferente al sistema di drenaggio esistente e modificato per la realizzazione del rilevato, ammonta a circa 5.4 ha ed è caratterizzata da un coefficiente di drenaggio medio pari a 0.35. Assumendo un volume di piccoli invasi pari a $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ per le aree rurali esistenti il volume d'invaso disponibile all'interno del bacino è 270 m^3 ed il metodo dell'invaso restituisce una portata uscente pari a 564.2 l/s con un coefficiente idrometrico complessivo pari a 104.5 l/s/ha .

S tot A.O.	φ A.O.	v_{0s}	v_0	u A.O.	Q_{max} A.O.
ha		$\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$	m^3	$\text{l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$	l/s
5.389	0.35	50	270	104.5	564.2

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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 9 di 12

Il dimensionamento della 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 volume d'invaso. Ciò è stato ottenuto minimizzando la pendenza dei collettori, utilizzando delle tubazioni in cls dotati di scabrezza maggiore di quelli in materiale plastico, ma verificando che anche con questa configurazione la velocità minima di progetto sia superiore ai 0.5 m/s. In particolare, considerando i risultati riportati in Tabella 2 della seguente Appendice, rispetto alla configurazione ante operam i volumi d'acqua invasati nel bacino aumentano di circa 305.4 m³; mentre la somma delle portate in uscita dalla rete di progetto in corrispondenza dei tre recapiti (R1, R2 ed R3), per un tempo di ritorno pari a 100 anni, risulta pari a 591.6 l/s corrispondente ad un coefficiente udometrico complessivo pari a 109.8 l/s/ha, simile a quello ricostruito per la situazione ante operam. Pertanto si assume che l'intervento di progetto sia compatibile idraulicamente allo stato attuale dell'area.

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]

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: Conorzio 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	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RI	DOCUMENTO RI0103 001	REV. B	FOGLIO 10 di 12

Dimensionamento post operam

Tabella 2: Verifica Idraulica dei collettori

Dimensionamento Collettori Circolari																								
DESCRIZIONE	P _{In}	P _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	K _s	φ _{medio}	r (y/D) max	V _{0s}	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} ¹ monte	V ₀	V _{0c} collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	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	-
RI01-P1 - P2	P1	P2	0,000	0,000	0,000	0,000	17,00	0,10%	66,670	0,00	0,70	0,0	62,495	160,937	0,800	0,376	47	0,693	2,900	2,575	127,702	209,840	3,946	CLS
RI01-P2 - P3	P2	P3	0,065	0,000	0,000	0,065	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	66,429	175,372	0,800	0,392	49	0,716	3,060	2,640	127,702	218,382	4,531	CLS
RI01-P3 - P4	P3	P4	0,065	0,000	0,000	0,065	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	70,122	189,707	0,800	0,416	52	0,718	3,300	2,705	129,646	227,428	4,886	CLS
RI01-P4 - P5	P4	P5	0,059	0,000	0,000	0,059	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	73,062	201,987	0,800	0,432	54	0,729	3,460	2,765	131,608	236,424	5,123	CLS
RI01-P5 - P6	P5	P6	0,050	0,000	0,000	0,050	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	75,086	211,321	0,800	0,440	55	0,746	3,539	2,814	133,384	245,014	5,241	CLS
RI01-P6 - P7	P6	P7	0,050	0,000	0,000	0,050	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	76,982	220,508	0,800	0,448	56	0,761	3,619	2,864	134,878	253,829	5,358	CLS
RI01-P7 - P8	P7	P8	0,050	0,000	0,000	0,050	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	78,722	229,452	0,800	0,464	58	0,759	3,777	2,915	136,378	262,994	5,593	CLS
RI01-P8 - P9	P8	P9	0,051	0,000	0,000	0,051	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	80,359	238,295	0,800	0,472	59	0,772	3,856	2,965	137,887	272,400	5,709	CLS
RI01-P9 - P10	P9	P10	0,051	0,000	0,000	0,051	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	81,828	246,801	0,800	0,488	61	0,768	4,013	3,016	139,408	282,136	5,941	CLS
RI01-P10 - P11	P10	P11	0,051	0,000	0,000	0,051	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	83,209	255,228	0,800	0,496	62	0,780	4,091	3,067	140,929	292,126	6,057	CLS
RI01-P11 - P12	P11	P12	0,052	0,000	0,000	0,052	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	84,507	263,577	0,800	0,504	63	0,790	4,168	3,119	142,465	302,371	6,171	CLS
RI01-P12 - P13	P12	P13	0,052	0,000	0,000	0,052	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	85,662	271,618	0,800	0,520	65	0,785	4,322	3,171	144,016	312,953	6,399	CLS
RI01-P13 - P14	P13	P14	0,051	0,000	0,000	0,051	13,00	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	87,290	281,248	0,800	0,528	66	0,799	4,398	3,222	145,570	321,767	4,575	CLS
RI01-P14 - R1	P14	R1	0,032	0,000	0,000	0,032	21,00	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	86,787	282,361	0,800	0,536	67	0,789	4,473	3,254	147,106	331,938	7,518	CLS
RI01-P17 - P18	P17	P18	0,078	0,000	0,000	0,078	21,20	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	682,379	53,430	0,800	0,208	26	0,515	1,297	0,078	0,000	4,551	2,202	CLS
RI01-P15 - P16	P15	P16	0,000	0,000	0,000	0,000	10,10	0,10%	66,670	0,00	0,70	0,0	82,993	86,420	0,800	0,264	33	0,597	1,807	1,041	52,065	63,348	1,461	CLS
RI01-P16 - P18	P16	P18	0,027	0,000	0,000	0,027	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	86,732	92,639	0,800	0,272	34	0,615	1,882	1,068	52,065	67,230	2,788	CLS
RI01-P18 - P19	P18	P19	0,067	0,000	0,000	0,067	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	79,940	96,976	0,800	0,280	35	0,619	1,958	1,213	55,218	110,540	2,901	CLS
RI01-P19 - P20	P19	P20	0,072	0,000	0,000	0,072	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	89,092	114,448	0,800	0,312	39	0,631	2,267	1,285	57,219	119,185	3,358	CLS

APPALTATORE: <u>Conorzio</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	<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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>RI0103 001</td> <td>B</td> <td>11 di 12</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	RI0103 001	B	11 di 12
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RI	RI0103 001	B	11 di 12								

Dimensionamento Collettori Circolari																								
DESCRIZIONE	P _{in}	P _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	k _s	φ _{medio}	r (y/D) max	V _{0s}	u	Q	D interno	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} monte	V ₀	V _{0c} collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha															m		%	
RI01-P20 - P21	P20	P21	0,066	0,000	0,000	0,066	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	96,305	130,031	0,800	0,328	41	0,670	2,424	1,350	59,364	127,798	3,590	CLS
RI01-P21 - P22	P21	P22	0,054	0,000	0,000	0,054	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	100,883	141,609	0,800	0,344	43	0,685	2,582	1,404	61,332	135,860	3,823	CLS
RI01-P22 - P23	P22	P23	0,120	0,000	0,000	0,120	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	113,325	172,719	0,800	0,392	49	0,705	3,060	1,524	62,937	150,258	4,531	CLS
RI01-P23 - P24	P23	P24	0,067	0,000	0,000	0,067	19,20	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	117,308	186,613	0,800	0,408	51	0,724	3,220	1,591	66,549	160,870	4,948	CLS
RI01-P24 - P25	P24	P25	0,059	0,000	0,000	0,059	23,10	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	118,977	196,264	0,800	0,416	52	0,743	3,300	1,650	68,550	172,148	6,101	CLS
RI01-P25 - R2	P25	R2	0,044	0,000	0,000	0,044	22,70	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	118,776	201,111	0,800	0,424	53	0,743	3,380	1,693	70,314	182,288	6,141	CLS
RI01-P26 - P27	P26	P27	0,049	0,000	0,000	0,049	19,00	0,15%	66,670	0,90	0,70	30,0	713,617	34,753	0,800	0,152	19	0,523	1,244	0,049	0,000	2,724	1,263	CLS
RI01-P27 - P28	P27	P28	0,080	0,000	0,000	0,080	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	519,456	66,906	0,800	0,232	29	0,553	1,511	0,129	1,461	9,444	2,238	CLS
RI01-P28 - P29	P28	P29	0,028	0,000	0,000	0,028	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	421,300	65,849	0,800	0,232	29	0,544	1,511	0,156	3,864	13,698	2,238	CLS
RI01-P29 - P30	P29	P30	0,026	0,000	0,000	0,026	18,50	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	361,229	65,888	0,800	0,232	29	0,545	1,511	0,182	4,689	18,224	2,238	CLS
RI01-P30 - P31	P30	P31	0,030	0,000	0,000	0,030	20,60	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	317,080	67,348	0,800	0,232	29	0,557	1,511	0,212	5,472	23,714	2,492	CLS
RI01-P31 - P32	P31	P32	0,086	0,000	0,000	0,086	16,40	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	292,458	87,182	0,800	0,264	33	0,603	1,807	0,298	6,372	35,655	2,372	CLS
RI01-P32 - P33	P32	P33	0,037	0,000	0,000	0,037	13,20	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	276,269	92,439	0,800	0,272	34	0,613	1,882	0,335	8,943	42,010	1,989	CLS
RI01-P33 - P34	P33	P34	0,056	0,000	0,000	0,056	21,00	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	255,256	99,780	0,800	0,288	36	0,612	2,035	0,391	10,038	52,499	3,421	CLS
RI01-P34 - R3	P34	R3	0,051	0,000	0,000	0,051	18,80	0,10%	66,670	0,90	0,70	30,0	240,092	106,097	0,800	0,296	37	0,628	2,112	0,442	11,727	62,527	3,179	CLS

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	<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>IF28</td> <td>01</td> <td>E ZZ RI</td> <td>RI0103 001</td> <td>B</td> <td>12 di 12</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF28	01	E ZZ RI	RI0103 001	B	12 di 12
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF28	01	E ZZ RI	RI0103 001	B	12 di 12								

Tabella 3: Verifica idraulica dei fossi di guardia

Dimensionamento Fossi sezione trapezia																								
DESCRIZIONE	V _{in}	V _{fin}	S _{imp}	S _{scar}	S _{est}	S _{tot}	L	i	k _s	φ _{medio}	r (y/D) max	V _{0s}	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V _{0c} ' monte	V ₀	V _{0c} collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha																		
RI01-FR2.1	V2	V1	0,000	0,037	0,259	0,297	29,000	1,03%	66,670	0,325	0,900	50,000	83,205	24,679	0,500	0,055	10,000	0,808	2,104	0,297	0,000	15,715	0,798	CLS
RI01-FR2.2	V3	V4	0,000	0,059	0,178	0,237	35,100	5,95%	66,670	0,350	0,900	50,000	98,980	23,429	0,500	0,030	6,000	1,474	5,669	0,237	0,000	12,393	0,558	CLS
RI01-FR2.3	V6	V5	0,000	0,201	0,603	0,805	69,500	0,39%	66,670	0,350	0,900	50,000	89,449	71,970	0,500	0,130	26,000	0,879	3,148	0,805	0,000	45,922	5,692	CLS