

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

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

NV10 – VIABILITA' SOSTITUTIVA AL KM 9+400

VARIANTE 28 – Opere di mitigazione dei movimenti franosi – Tratta all'aperto Castel del Fiego – da pk 9+550 a pk 10+090

Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. A. Busillo 31/07/2023	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	V	ZZ	RI	NV1000	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 16.00 - Emissione	M. Faccioli	30/11/2022	Q.T. Thai Huynh	30/11/2022	A. Callerio	30/11/2022	Ing. R. Zanon
B	C 16.02 - A valle del contraddittorio	M. Faccioli	31/07/2023	Q.T. Thai Huynh	31/07/2023	A. Callerio	31/07/2023	
								31/07/2023

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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>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>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>2 di 17</b>

## Indice

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	PREMESSA.....	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>4</b>
3.1	DEVIAZIONE PROVVISORIA.....	5
3.2	RIPRISTINO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE .....	6
<b>4</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO ...</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>6</b>
5.1	METODI DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI.....	7
5.1.1	METODO DELL'INVASO .....	7
5.2	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	9
5.3	DIMENSIONAMENTO DRENAGGIO PIATTAFORMA .....	10
5.3.1	CALCOLO INTERASSE DEGLI EMBRICI .....	10
5.3.2	DIMENSIONAMENTO DELLE CUNETTE TRIANGOLARI .....	12
5.4	INVARIANZA IDRAULICA.....	12
5.4.1	METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	14
<b>6</b>	<b>APPENDICE A – RISULTATI VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>15</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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>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>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>3 di 17</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

Il presente elaborato descrive gli interventi di drenaggio di piattaforma stradale e ripristino dell'idrografia secondaria locale, nell'ambito delle nuove viabilità previste dal Progetto Esecutivo di Variante del Raddoppio in Variante Apice-Orsara.

Il progetto si riferisce al 1^ lotto funzionale Apice-Hirpinia della tratta Apice - Orsara di Puglia. Il nuovo tracciato ferroviario, procedendo da Foggia in direzione Napoli, prevede nel tratto in esame, la realizzazione della nuova Stazione Hirpinia, la realizzazione dei piazzali di emergenza e la fermata di Apice in accordo con il "Manuale di progettazione delle opere civili" redatto da RFI. Obiettivo dell'intervento è la riqualificazione dell'itinerario Napoli – Benevento – Foggia – Bari finalizzati al miglioramento del collegamento dell'asse ferroviario fra il Tirreno e l'Adriatico.

Tale obiettivo ha reso necessari una serie di interventi volti a connettere la viabilità esistente con la nuova rete ferroviaria. In proposito è possibile individuare tre macrointerventi:

- L'accesso alla stazione di Hirpinia
- L'accesso ai piazzali di sicurezza
- L'accesso alla fermata di Apice

L'accesso alla stazione di Hirpinia comprende gli interventi NV01, di connessione con la viabilità esistente (in particolare la SS90), e NV02 di servizio alla stazione (aree parcheggi e aree di servizio RFI).

Mentre gli interventi NV03, NV04, NV05, NV07, NV08, NV09, NV10 e NV11, NV12, NV13, NV14, NV15 individuano la nuova viabilità di accesso ai piazzali.

Il collegamento tra la viabilità esistente (SP163) e la fermata di Apice è inserito nell'intervento NV16.

La presente relazione descrive e riporta i risultati del dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale che dovrà essere adeguata per permettere le fasi di realizzazione dell'imbocco della Galleria Melito lato Napoli.

## 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.

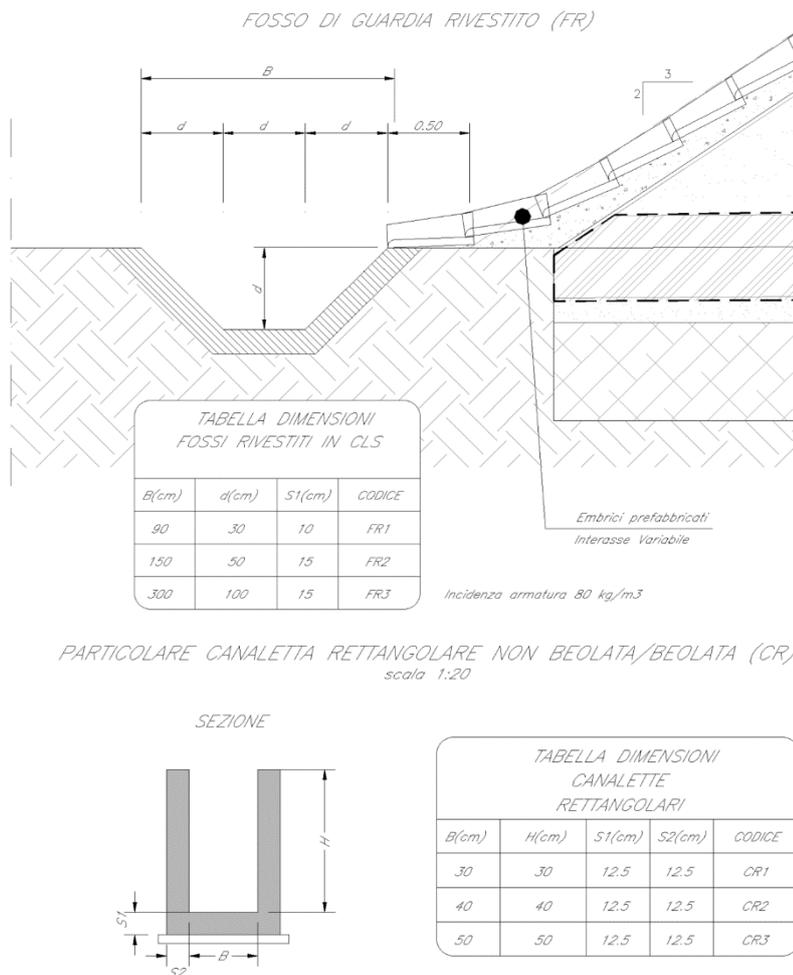
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                  Soci <b>HIRPINIA AV                  WEBUILD S.P.A.                  ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                  Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                  NET ENGINEERING S.P.A.                  ALPINA S.P.A.</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>4 di 17</b>

### 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.

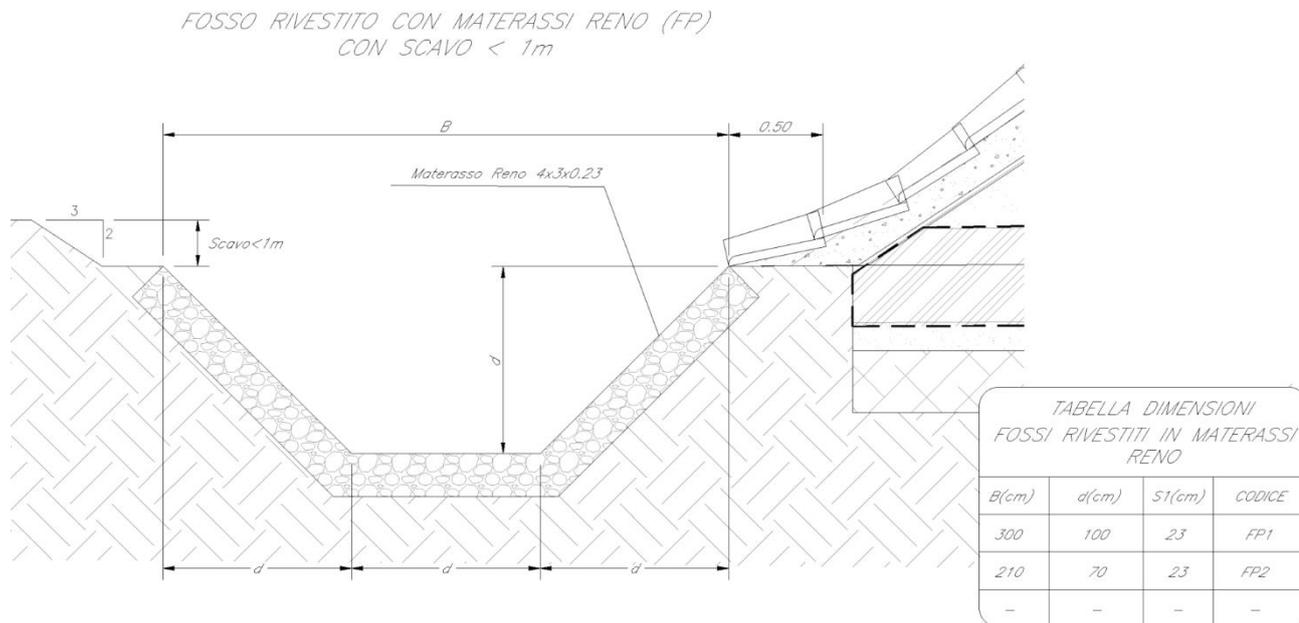
Per la NV10 si prevede un duplice intervento in quanto il nuovo imbocco della Galleria Melito lato Napoli crea una importante interferenza con la viabilità esistente, rendendo impossibile mantenere continuativo l'esercizio. Pertanto si prevede inizialmente la realizzazione di una strada provvisoria adiacente l'esistente, su cui spostare temporaneamente il traffico veicolare, e successivamente il ricollocamento della strada in sede attuale. Un tratto della viabilità provvisoria verrà conservato per dare accesso al pozzo qui collocato.

La viabilità esistente è caratterizzata da forti pendenze e si sviluppa prevalentemente in mezzacosta e rilevato. Allo stato attuale, nel tratto iniziale il drenaggio viene garantito da un mezzotubo posto in testa ad una fila di gabbioni



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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD 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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>5 di 17</b>



**Figura 3.2: Sezione tipologica di una sistemazione idrografica esistente.**

con scarico in un tombino esistente; da tombino esistente in poi è invece presente solamente una cunetta alla francese nell'interno curva.

### 3.1 DEVIAZIONE PROVVISORIA

Nella prima fase, data la natura temporanea dell'intervento, le opere di drenaggio idraulico prevedono:

- la posa di un collettore che dia continuità al mezzotubo tra l'inizio della deviazione planimetrica ed il tombino esistente. Tale collettore avrà diametro nominale pari a 500 mm, così da garantire la continuità di sezione idrica con il collettore esistente.
- un fosso rivestito sul lato di monte per creare un punto di discontinuità tra la campagna circostante e la piattaforma stradale provvisoria. In tale fosso verranno veicolate le acque provenienti dalla piattaforma stradale provvisoria di progetto tramite canalette ad embrice.
- un fosso sul lato di valle con la funzione di presidio di sicurezza della viabilità a raso, che non dovrebbe in ogni caso raccogliere acque di versante essendo esso parallelo alla linea di massima pendenza del versante stesso.
- una cunetta trapezia in corrispondenza dei tratti stradali in trincea, con recapito nella cunetta esistente in corrispondenza della viabilità a valle.

Tali fossi e cunette scaricano le acque all'interno di un collettore diretto al sistema di raccolta del piazzale RI57. Tale collettore, gradonato per ridurre la profondità degli scavi, sarà intervallato da pozzetti dotati di manufatto di regolazione della portata di scarico ai fini dell'invarianza idraulica dell'opera. A questo riguardo, trattandosi di una viabilità provvisoria in sostituzione di un tratto impermeabilizzato esistente e avente superfici equivalenti, non si rendono necessari specifici interventi per il rispetto dell'invarianza idraulica. Verrà considerato nei calcoli dell'invarianza idraulica il solo tratto di NV10 provvisorio che verrà mantenuto in esercizio come accesso di manutenzione al pozzo qui presente.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD 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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGGIO <b>6 di 17</b>

Come ultima nota, a causa delle basse permeabilità del terreno superficiale ( $10^{-7} \div 10^{-9}$  m/s, come da elaborato IF2801EZZF6GE0302003A) e poiché trattasi di una viabilità temporanea che mantiene al punto più a valle il sistema di raccolta esistente, si è ritenuto giustificabile non prevedere sistemi di infiltrazione specifici: un eventuale fosso, infatti, dovrebbe avere una larghezza di fondo di 2.50m e altezza 1.00 metri, senza contare le pendenza del terreno che avrebbe in ogni caso reso inefficiente il sistema di invaso.

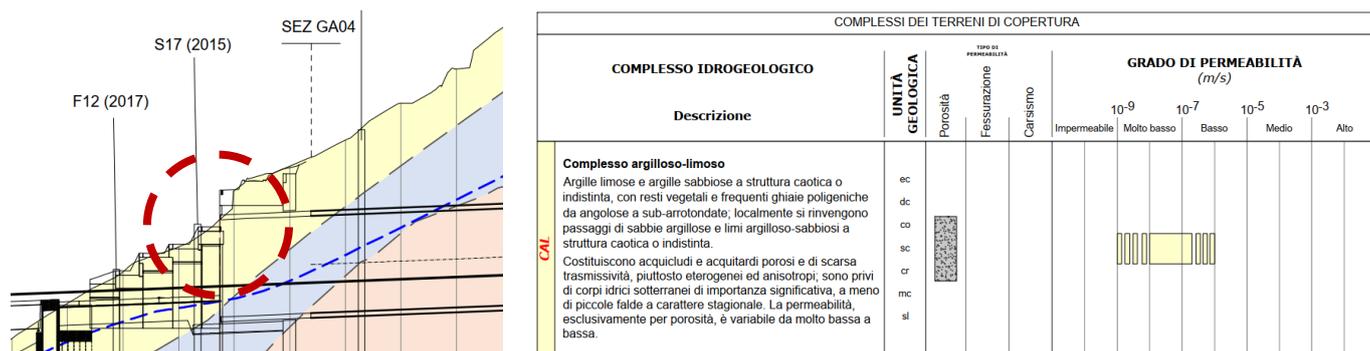


Figura 3.3: Permeabilità del terreno (elaborato IF2801EZZF6GE0302003A).

### 3.2 RIPRISTINO DELLA VIABILITÀ ESISTENTE

In configurazione finale, la viabilità verrà ripristinata come si presenta attualmente e allo stesso modo si opererà per il sistema di drenaggio. In particolare, nei tratti in rilevato e sul lato di valle dei tratti in mezzacosta si prevede la posa di embrici: nel tratto iniziale questi scaricano sul mezzotubo DN500 ripristinato in testa ai gabbioni esistenti; nel tratto finale lo scarico degli embrici avverrà su una nuova canaletta posta al piede della scarpata di progetto che avrà recapito nella nuova rete di drenaggio del piazzale e delle opere ferroviarie. Lungo il lato destro del tratto finale, verso il lato di monte della sezione in mezzacosta, è viene ripristinato il drenaggio esistente con il getto di una cunetta alla francese in cls.

Trattandosi di un ripristino di una viabilità esistente, non si rendono necessari specifici interventi per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Come già riportato, verrà mantenuto in fase definitiva un tratto della viabilità provvisoria utilizzato per l'accesso al pozzo.

## 4 DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ' 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 IF2801EZZR1ID0001000.

## 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);

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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>					
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>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>7 di 17</b>

- 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 " $\varphi$ " 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  $\omega$ :

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

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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>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>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 17</b>

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.

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]

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

- $a = 49.9 \text{ mm/h}$
- $n = 0.49$

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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD 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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RI	DOCUMENTO NV1000 001	REV. B	FOGLIO 9 di 17

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

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 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  $\varphi$  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,  $W_3$ .

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 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:

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

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

Soil type	Watershed cover Copertura bacino		
	Cultivated coltivato	Pasture pascolo	Woodlands boschi
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> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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>					
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>						
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 di 17</b>

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

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;
- $\sigma$ , 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.

### 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 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.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD 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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>			COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>11 di 17</b>

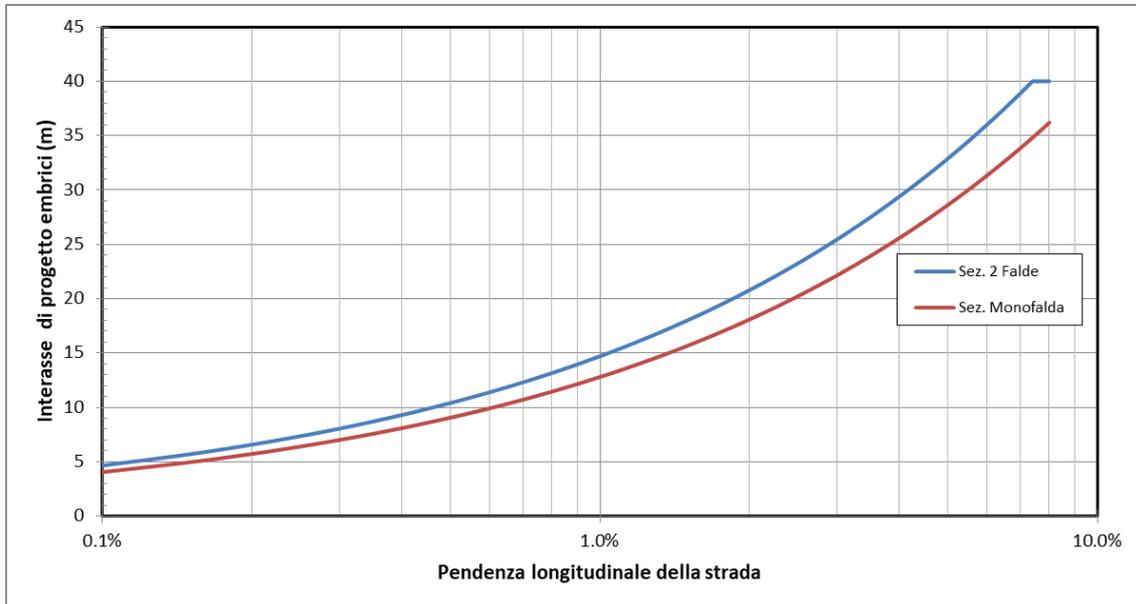


Figura 4: interesse massimo di scarico con embrice in rilevato.

Per il calcolo della portata massima transitante a bordo strada si è utilizzata l'Eq. (13), ponendo come parametro di Strickler il valore di  $K_s = 66.67 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ . 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:

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

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'interesse 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, ovvero:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA AV WEBUILD 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 DI VARIANTE Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RI	DOCUMENTO NV1000 001	REV. B	FOGLIO 12 di 17



Figura 5: Interasse massimo per le caditoie di scarico delle cunette triangolari

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

L'interasse di scarico dipende quindi, oltre che dalla geometria della sezione stradale, anche dalla pendenza longitudinale della viabilità di progetto. In Figura 4 si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto. Nel caso in esame, date le pendenze in gioco che porterebbero a interassi eccessivi, viene adottato un interasse di 12 metri.

### 5.3.2 Dimensionamento delle cunette triangolari

Utilizzando una cunetta di forma triangolare la lunghezza massima di piattaforma che può essere drenata si può definire ancora sulla base delle equazioni (15) e (16), sostituendo la grandezza della banchina allagabile con quella della cunetta. In questo caso si ha quindi che la larghezza allagata in cunetta è pari a 75 cm. Calcolando  $Q_c$  con l'Eq. (16) l'espressione (18) si può riscrivere per la cunetta come segue:

$$L_{max} = \frac{Q_c}{q_p} \quad (19)$$

In Figura 5. si riporta il valore di progetto risultante in funzione della pendenza longitudinale di progetto.

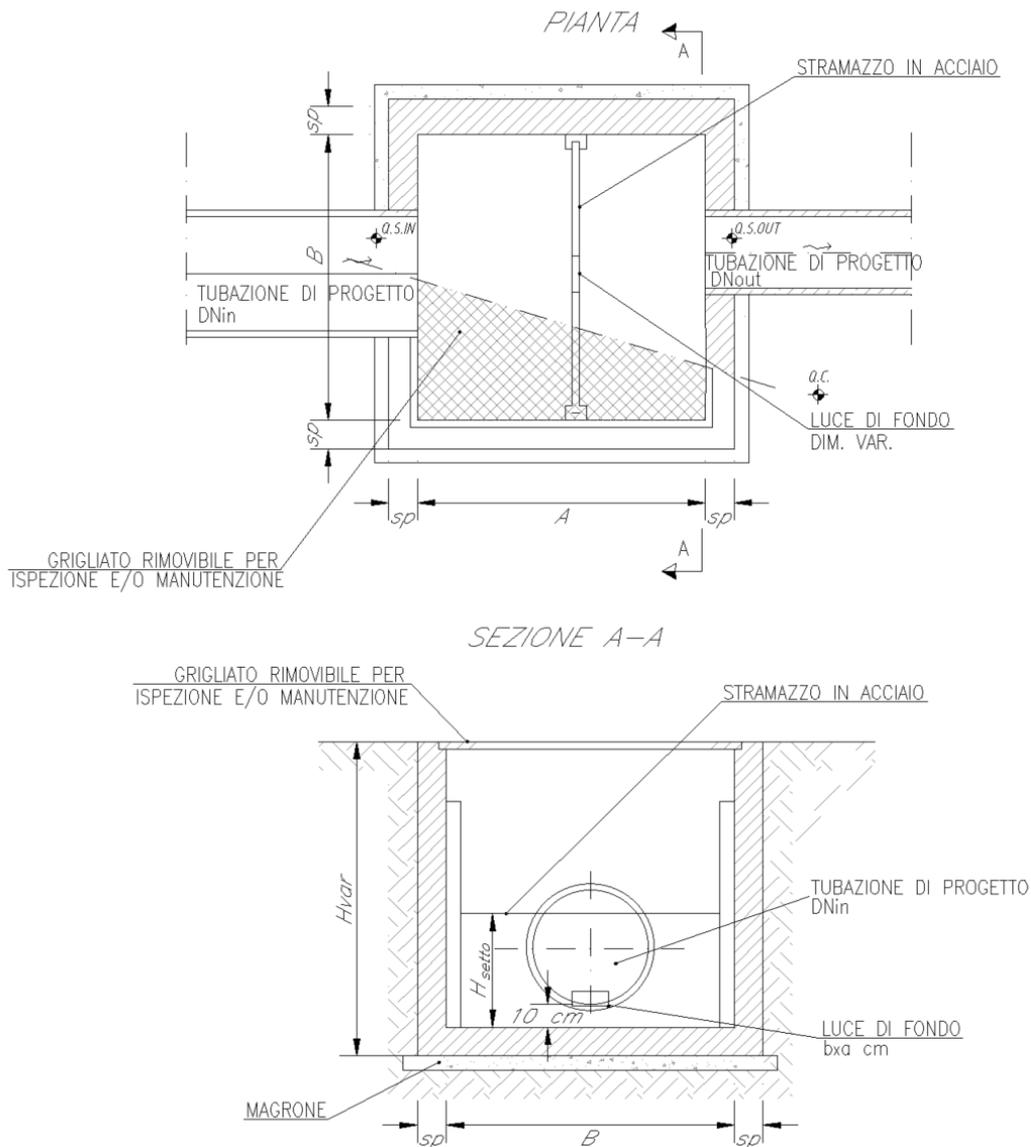
## 5.4 INVARIANZA IDRAULICA

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 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

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD S.P.A.                      ASTALDI S.P.A.</b>			<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A.                      NET ENGINEERING S.P.A.                      ALPINA S.P.A.</b>			<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA</b> <b>I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>			COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>13 di 17</b>

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.

PARTICOLARE POZZETTO DI REGOLAZIONE DI PORTATA



**Figura 5.3: particolare tipologico di pozzetto dotato di setto metallico con bocca tarata**

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.

Il sistema è progettato per ottenere un coefficiente udometrico in uscita simile all'ante operam. Per individuare la portata massima scaricabile dalla rete in progetto è stato utilizzato il metodo dell'invaso applicato all'area occupata dalla strada che viene impermeabilizzata, considerando un volume dei piccoli invasi pari a 50 m<sup>3</sup>/ha e un

APPALTATORE: Conorzio                      Soci <b>HIRPINIA AV                      WEBUILD S.P.A.                      ASTALDI S.P.A</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING S.P.A.                      ALPINA S.P.A.</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	COMMESSA <b>IF28</b>	LOTTO <b>01</b>	CODIFICA <b>V ZZ RI</b>	DOCUMENTO <b>NV1000 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>14 di 17</b>

coefficiente di afflusso  $\varphi$  pari a 0.50 stimati in base alle caratteristiche dei terreni circostanti (si rimanda agli elaborati IF2801EZZN6GE0102/001-013).

Per assicurare un rilascio di una portata in rete non superiore a quella massima scaricabile, in linea generale si predispose nell'ultimo pozzetto della rete interna un setto in acciaio dotato di una bocca tarata in modo da regimare le portate in uscita. Il setto appositamente dimensionato sarà tracimabile, così da permettere il transito di portate tipiche di eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiore a quello di progetto; inoltre, tale setto sarà rimovibile e/o sostituibile in caso particolari necessità o interventi di manutenzione straordinaria. Il dimensionamento del setto è stato effettuato quindi verificando che la portata massima di progetto sia in grado di superare lo stramazzo con una quota della superficie libera inferiore al cielo delle condotte in arrivo per evitare che la rete possa andare in pressione. Mentre la bocca tarata è stata dimensionata per garantire il non superamento della massima portata compatibile con il principio dell'invarianza idraulica con un funzionamento a battente, avendo imposto il livello di monte pari alla quota di sommità del setto metallico. In Figura 5.3 è illustrato il particolare del dispositivo di regolazione adottato.

Il volume necessario per invasare e laminare gli afflussi meteorici è stato determinato tramite il metodo delle sole piogge. La rete di drenaggio dovrà quindi avere una configurazione tale da realizzare un volume di invaso proprio sufficiente a laminare la portata convogliata, mantenendo quindi dei coefficienti idrometrici bassi.

In linea generale, per assicurare questo volume, l'approccio è quello di impiegare tubazioni aventi sezione maggiorata rispetto a quella strettamente necessaria per il deflusso delle acque meteoriche, in modo da poter invasare gli afflussi in eccesso.

La rete di drenaggio dovrà quindi avere un volume uguale o maggiore rispetto a quello ottenuto dal metodo delle sole piogge, descritto di seguito. Nel caso in cui la rete non fosse in grado di laminare tutta la portata in eccesso, dovuta alla configurazione di progetto, sarà necessario l'inserimento di quinte o manufatti particolari che garantiscano la laminazione.

#### 5.4.1 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle piogge fornisce una stima cautelativa del volume  $W_0$  di laminazione e si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla sua rete drenante. Con queste considerazioni, applicando un ietogramma netto di pioggia a intensità costante, si ottengono i seguenti volumi di afflussi meteorici entranti  $W_E$  e uscenti  $W_U$  dal bacino:

$$W_E = A \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot \theta^n \quad (20)$$

$$W_U = Q_{LIM} \cdot \theta \quad (21)$$

Dove  $A$  è la superficie del bacino e  $Q_{LIM}$  è la portata massima uscente dal bacino, considerata costante, determinata con il metodo dell'invaso applicata all'area  $A$ .

Il volume di invaso del bacino risulta pari alla massima differenza tra queste due quantità e può essere individuata graficamente ma anche matematicamente imponendo la condizione di massimo per la quantità  $\Delta W = W_E - W_U$ .

Questo permette di ricavare la durata critica  $\theta_W$  per l'invaso di laminazione e di conseguenza il volume  $W_0$ , riportate nelle seguenti formule:

$$\theta_W = \left( \frac{Q_{LIM}}{2,78 \cdot A \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (22)$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot \theta_W^n \quad (23)$$

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA AV</b> <b>WEBUILD 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 DI VARIANTE</b> <b>Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF28</b>	<b>LOTTO</b> <b>01</b>	<b>CODIFICA</b> <b>V ZZ RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>NV1000 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>15 di 17</b>

Il volume massimo è stato ottenuto confrontando i risultati del calcolo per precipitazioni di breve durata con i parametri pluviometrici degli scrosci e quelli ottenuti per precipitazioni di durata superiore all'ora con gli opportuni parametri.

Nel caso in esame, sono stati posizionati tre pozzetti di regimazione in corrispondenza dei tre salti di fondo delle tubazioni previsti in progetto, di cui l'ultimo è il pozzetto di testa della rete di drenaggio del piazzale RI57. Il setto ha altezza tale da garantire un riempimento della tubazione non superiore al 70%.

## 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<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>];

φ<sub>medio</sub>=coefficiente di afflusso mediato sulle superfici afferenti(-);

φ=coefficiente di afflusso (-);

r (y/D)<sub>max</sub>=massimo riempimento consentito, in relazione alle dimensioni della condotta in progetto (-);

h= tirante [m]

voc=volume dei piccoli invasi di monte [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

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 [m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>];

v0c'monte=volume dei piccoli invasi cumulato di monte [m<sup>3</sup>];

v0c collettore/fosso/canaletta=volume di invaso dei collettori [m<sup>3</sup>];

vo=somma del volume di invaso [m<sup>3</sup>];

De=diametro esterno della tubazione di progetto;

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

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV WEBUILD 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 DI VARIANTE Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RI	DOCUMENTO NV1000 001	REV. B	FOGLIO 16 di 17

### Dimensionamento post operam

**Tabella 2: Verifica idraulica dei tubi e mezzi tubi in cls**

Dimensionamento Tubi e Mezzi Tubi																								
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) <sub>max</sub>	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	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	cm	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-V1-V2	V1	V2	0.061	0.040	0.000	0.101	55.40	0.103	67	0.741	0.5	37.93	366.44	37.0	0.471	6.59	28	2.496	32.16	0.101	0.00	4.65	0.821	CLS
NV10-V4-V5	V4	V5	0.030	0.000	0.000	0.030	122.00	0.066	67	0.900	0.5	30.00	405.55	12.2	0.471	4.24	18	1.568	10.75	0.030	0.00	1.85	0.947	CLS
NV10-P1-P2	P1	P2	0.069	0.056	0.000	0.124	64.00	0.062	80	0.721	0.5	38.96	337.27	41.9	0.471	7.06	15	2.556	21.62	0.124	0.00	5.88	1.048	PVC
NV10-P03/NV11-P01	P03	P01	0.112	0.067	0.000	0.178	32.20	0.023	80	0.750	0.7	37.49	282.78	336.1	0.593	24.32	41	3.150	41.34	1.189	18.82	37.19	3.435	PVC
NV11-P01/RI57-P01	P01	P01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	0.000	80	0.000	0.7	0.00	239.47	284.6	0.763	35.11	46	1.385	8.07	1.189	25.50	44.22	7.027	PVC

**Tabella 3: Verifica idraulica dei fossi trapezi**

Dimensionamento Fossi Trapezi																								
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) <sub>max</sub>	v <sub>0s</sub>	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> ' monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-FI1.1	V2	V3	0.000	0.000	0.000	0.000	6.50	0.031	30	0.000	0.83	0.00	347.99	35.1	0.300	0.10	33	0.889	20.85	0.101	3.83	4.90	0.257	Terra
NV10-FR2.1	V3P	V4P	0.108	0.015	0.297	0.420	104.00	0.017	67	0.603	0.90	44.86	195.69	82.1	0.500	0.09	18	1.546	8.15	0.420	0.00	24.34	5.522	CLS
NV10-FR2.2	V4P	V5P	0.000	0.000	0.591	0.591	59.00	0.115	67	0.500	0.90	50.00	164.63	166.3	0.500	0.08	16	3.585	46.53	1.010	18.82	56.62	2.738	CLS
NV10-FR2.3	V5P	V8P	0.000	0.000	0.093	0.093	29.00	0.115	67	0.500	0.90	50.00	147.24	13.7	0.500	0.02	4	1.314	5.94	0.093	0.00	4.94	0.302	CLS

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV WEBUILD 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 DI VARIANTE Relazione idraulica smaltimento acque di piattaforma	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA V ZZ RI	DOCUMENTO NV1000 001	REV. B	FOGLIO 17 di 17

Tabella 4: Verifica idraulica delle cunette trapezie

Dimensionamento Cunette Trapezie																								
DESCRIZIONE	V <sub>in</sub>	V <sub>rin</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) <sub>max</sub>	V <sub>0s</sub>	u	Q	B	h	GR	v	τ	S'	V <sub>0c</sub> <sup>1</sup> monte	V <sub>0</sub>	V <sub>0c</sub> collettore	MATERIALE
			ha	ha	ha	ha	m	m/m	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	-	-	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	m	m	%	m s <sup>-1</sup>	Pa	ha	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	-
NV10-CT1.1	-	-	0.043	0.043	0.000	0.086	107.00	0.1070	66.67	0.700	0.75	57.14	282.97	24.4	0.000	0.20	36	2.225	5.43	0.086	0.00	4.63	1.176	CLS
NV10-CT1.2	-	-	0.068	0.024	0.000	0.092	106.00	0.1100	66.67	0.798	0.75	56.27	329.67	30.3	0.000	0.20	39	2.360	6.27	0.092	0.00	5.48	1.359	CLS

### Risultati relativi all'invarianza idraulica

“H calcolo” in Tab. 4 è l'altezza di calcolo, mentre “H setto” è l'altezza netta per avere il grado di riempimento medio delle tubazioni indicate nella Tab. 2.

Tab. 1: Risultato applicazione metodo delle sole piogge

Stot	φ A.O.	u	Q <sub>LIM</sub>	φ P.O.	V min
ha	-	l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup>	l s <sup>-1</sup>	-	m <sup>3</sup>
0.1534	0.50	208	31.9	0.68	6.68

Tab. 3: Dimensionamento Sfiatore in parete sottile

L	Cq	Q max	h
M	-	l/s	M
1.0	0.42	284.6	0.29

Tab. 2: Calcolo volume rete di drenaggio

DN	Lunghezza	h/D max	V (max)	Fattore Sicurezza
Mm	m	%	m <sup>3</sup>	
800	28.2	70%	9.65	1.4

Tab. 4: Dimensionamento bocca tarata

H calcolo	H setto	Cc	Q max	a	b
m	m	-	l/s	cm	cm
0.64	0.64	0.66	31.9	12	12