

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO ESECUTIVO

RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
Ottemperanza alle prescrizioni Delibera CIPE n.1 del 28/01/2015

OPERE DI VIABILITA': VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

SCALA:

--

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

IA1U 02 E 11 RI ID0002 101 B

Revis	Descrizione	Redatto	Data	Verificat	Data	Approvato	Data	Autorizzato/ Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	E. ABBASCIANO	Agosto 2015	F CABAS	Agosto 2015	F. GERNONE	Agosto 2015	10/08/2015
B	EMISSIONE ESECUTIVA	E. ABBASCIANO	Novembre 2015	F CABAS	Novembre 2015		Novembre 2015	10/11/2015

ITALFERR
U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA
Dot. Ing. F. GERNONE
Origine degli Ingegneri nella Provincia di Roma

File IA1U02E11RIID0002101B

n. Elab

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO DELL'OPERA	5
3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	6
4	MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA DELLE PIOGGE	8
4.1	IL MODELLO PROBABILISTICO DI GUMBEL	8
4.2	IL MODELLO PROBABILISTICO TCEV	10
4.3	APPROCCIO GERARCHICO ALLA STIMA REGIONALE DEI PARAMETRI	11
5	ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI	14
5.1	METODO DI GUMBEL	14
5.2	METODO VAPI.....	15
5.3	RISULTATI DELLE ANALISI IDROLOGICHE.....	19
5.4	ALTEZZE DI PIOGGIA DI DURATA INFERIORE ALL'ORA	20
6	SISTEMI DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	22
6.1	REQUISITI PRESTAZIONALI	22
6.2	SCHEMA DI DRENAGGIO	22
6.1	COMPONENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO.....	23
6.1	DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE IN RETTIFILO ED IN CURVA.....	26
7	METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO	27
7.1	IL METODO CINEMATICO	27
7.2	DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI RACCOLTA.....	29
7.3	DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: COLLETTORI.....	32
7.1	DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO: FOSSI DI GUARDIA.....	35
8	PRESIDI IDRAULICI.....	36
8.1	ELEMENTI DI PRESIDIO.....	36
9	COMPATIBILITÀ IDRAULICA	39

**RIASSETTO NODO DI BARI****TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE
E BARI TORRE A MARE****VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI****IDRAULICA DI PIATTAFORMA**

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	3 di 50

10	RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ DEFINITIVA FASE FINALE	42
11	RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ DEFINITIVA FASE INTERMEDIA	45
12	RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ PROVVISORIA	48

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati inerenti gli aspetti idraulici ed idrologici di supporto al progetto esecutivo della variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare, per il riassetto del Nodo di Bari – Tratta a Sud di Bari.

Il progetto definitivo “Riassetto Nodo di Bari - Tratta a Sud di Bari: variante di tracciato tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare”- è relativo alla realizzazione di alcune opere incluse nel complesso progettuale relativo alla variante di tracciato lungo la linea Bari – Lecce nella tratta compresa tra Bari C.le e Bari Torre a Mare (sviluppo 10,130 km) che prevede la variante della tratta ferroviaria Bari C.le – Bari Torre a Mare, la realizzazione della nuova Fermata Campus, la realizzazione della nuova Stazione Executive, la realizzazione della nuova Fermata Triggiano, la soppressione di 1 passaggio a livello delle Ferrovie Sud Est, la dismissione della linea ferroviaria esistente, le opere di mitigazione ambientale e di riambientalizzazione.

Il progetto qui esposto, quindi, è parte di un più vasto complesso progettuale relativo all’evoluzione del Nodo ferroviario di Bari volto alla razionalizzazione, riorganizzazione e miglioramento in generale del trasporto ferroviario, al miglior inserimento delle reti ferroviarie nel territorio urbano della città di Bari e alla riqualificazione urbanistica delle aree che saranno dismesse.

Gli obiettivi, che il complesso progettuale vuole perseguire, sono i seguenti:

- la riduzione delle interferenze tra le linee ferroviarie ed il territorio comunale;
- la realizzazione di un sistema infrastrutturale ferroviario al fine di poter predisporre un sistema di trasporto integrato, intermodale ed intramodale ad elevata frequenza, con l’integrazione dei “piani del ferro” delle diverse aziende ferroviarie nei punti di confluenza (o terminali) delle linee;
- migliorare la qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza e l’aumento dei punti di accesso alla modalità ferroviaria;
- eliminare i passaggi a livello ancora presenti a sud di Bari;
- recuperare, riqualificare e valorizzare le aree ferroviarie esistenti e che saranno da dismettere;
- abbattere i livelli di inquinamento acustico ed atmosferico nelle aree della città di Bari.

Scopo della presente relazione è la verifica idraulica, nella fase provvisoria e definitiva, dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma delle nuove viabilità in progetto.

2 INQUADRAMENTO DELL'OPERA

Nella figura successiva sono evidenziati gli interventi relativi al riassetto del nodo di Bari: il tracciato esistente (in blu), il tracciato RFI in variante (in marrone scuro), il tracciato FSE in variante (in marrone chiaro) e la deviazione della statale S.S. 16 oggetto della presente relazione (in verde).



Figura 1 - Planimetria di inquadramento

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Le opere oggetto del presente progetto sono relative alla variante altimetrica della tangenziale di Bari (SS 16) compresa nelle progressive stradali Km 805+300 e Pk stradale Km 806+700 nel del tratto interferito dalle opere ferroviarie.

Il progetto della variante di tracciato della linea ferroviaria tra Bari Centrale e Bari Torre a Mare, nell'ambito del Riassetto del Nodo di Bari Tratta a Sud di Bari, è caratterizzato da un tracciato, in variante alla linea esistente, che interferisce con la Tangenziale di Bari (SS16).

Per la risoluzione dell'interferenza tra la linea ferroviaria di progetto e l'esistente SS16 è previsto un progetto di variante alla SS16.

Gli interventi previsti in progetto riguardano il Progetto Esecutivo della variante alla SS16 la cui descrizione è riportata nel seguito.

Allo scopo di garantire l'esercizio del traffico sulla viabilità interferita durante la realizzazione della linea ferroviaria, si è reso necessario introdurre una **viabilità provvisoria**, avente carattere temporaneo, in funzione dei tempi di realizzazione del tratto di nuova ferrovia interessato dall'interferenza, la quale si sviluppa attraverso un tracciato plano-altimetrico che consente il normale deflusso veicolare durante le fasi di esecutive della linea ferroviaria connesse con la realizzazione delle opere ferroviarie. Dopo l'ultimazione di tali opere, si prevede il ripristino della viabilità attraverso una **deviazione definitiva**.

La variante provvisoria, di sviluppo pari a 1409.06 m, riguarda una variazione all'andamento plano-altimetrico dell'infrastruttura esistente ed è stato sviluppato in conformità alla soluzione progettuale approvata da ANAS (con parere di massima favorevole con prescrizioni), a partire degli elaborati grafici in rev. B e recependo le prescrizioni di carattere tecnico di cui alla nota ANAS prot. CBA-0019835-P del 29/06/2012.

Dopo l'ultimazione delle opere connesse alla realizzazione della linea ferroviaria è previsto il ripristino della viabilità attraverso una deviazione definitiva alla SS16. La deviazione definitiva, di sviluppo pari a 1420,60 m, riguarda una variazione all'andamento altimetrico dell'infrastruttura esistente. Nell'ambito di tale variante, sono stati mantenuti inalterati rispetto all'infrastruttura attuale, l'andamento planimetrico, la sezione trasversale e l'ingombro planimetrico del corpo stradale.

Il Progetto Esecutivo della deviazione definitiva è stato sviluppato in conformità alla soluzione progettuale approvata da ANAS (con parere di massima favorevole con prescrizioni), a partire degli elaborati grafici in rev. B e recependo le prescrizioni di carattere tecnico di cui alla nota ANAS prot. CBA-0019835-P del 29/06/2012.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

Sulla base di tale soluzione, il Progetto Esecutivo sviluppato prevede il mantenimento del ponte di attraversamento esistente sulla linea FSE (progr. 0+260 circa) ed il rispetto dei franchi in corrispondenza di nuovi attraversamenti di progetto costituiti da:

- sottovia esistente da ricostruire (progr. 0+425 circa);
- opera di scavalco della linea ferroviaria (progr. 0+680 circa);
- opera di attraversamento della Lama San Marco (progr. 0+770 circa).

Si precisa che nell'ambito del Progetto Esecutivo è stata prevista la suddivisione nei seguenti appalti:

1. Appalto A: appalto relativo alla realizzazione della variante altimetrica della tangenziale;
2. Appalto B: appalto relativo alla realizzazione del canale idraulico e delle strade di ricucitura urbane;
3. Appalto C: appalto relativo alla realizzazione del nuovo sedime della linea ferroviaria

A partire da tale suddivisione, sono state prese in considerazione due configurazioni di progetto:

Fase definitiva intermedia: tale configurazione prevede la realizzazione della variante altimetrica della tangenziale (Appalto A).

Fase definitiva finale: tale configurazione prevede i seguenti interventi:

- a. realizzazione della variante altimetrica della tangenziale (Appalto A);
- b. realizzazione del canale idraulico e delle strade di ricucitura urbane (Appalto B);
- c. realizzazione del nuovo sedime della linea ferroviaria (Appalto C).

Il sistema di smaltimento progettato è stato dimensionato e verificato affinché garantisca, con ampio margine di sicurezza, la possibilità di smaltire le acque meteoriche provenienti dalla nuova sede stradale. Per il dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema fognario di smaltimento, il calcolo delle portate massime di progetto è stato effettuato secondo i metodi illustrati nei paragrafi successivi, mentre le superfici attribuite sono state suddivise in base alla natura ed alla sua permeabilità: manto stradale e terreni limitrofi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

4 MODELLI PROBABILISTICI PER L'ANALISI STATISTICA DELLE PIOGGE

In questo capitolo vengono esposti i richiami fondamentali teorici relativamente all'analisi probabilistica degli estremi idrologici. Vengono descritte brevemente le due leggi teoriche utilizzate in questo studio (Gumbel e TCEV) con indicazioni sulle modalità di stima dei parametri.

4.1 Il modello probabilistico di Gumbel

Il primo metodo che verrà utilizzato per l'analisi dei dati di precipitazione è quello di Gumbel, il quale prevede l'applicazione della distribuzione doppio-esponenziale (o di Gumbel, appunto) al campione di dati di precipitazione intesi come variabili indipendenti.

La funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$

Introducendo la variabile ridotta y :

$$y = \alpha(x - u)$$

si ha la forma canonica:

$$F(y) = e^{-e^{-y}}$$

I parametri α e u sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Sfruttando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Si otterranno parametri diversi per ogni durata di precipitazione.

Per una data durata di precipitazione, si ordinano le N altezze di precipitazione in ordine crescente e si numerano da 1 ad N . Ad ogni altezza di precipitazione si associa la relativa frequenza cumulata di non superamento, calcolata con la formula di Weibull:

$$F_i = \frac{i}{N+1}$$

A denominatore si ha $N+1$ in luogo di N per evitare che il più grande evento verificatosi sia caratterizzato da una frequenza cumulata di non superamento pari a 1: valore che rappresenta l'evento impossibile da superare.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

Il metodo di Gumbel per la stima dei parametri della distribuzione si fonda sull'ipotesi di confondere la probabilità di non superamento di una certa altezza di precipitazione (relativa ad una popolazione) con la sua frequenza cumulata di non superamento (che si riferisce, invece ad un campione della popolazione suddetta), cioè

$$F(h_i) \cong F_i$$

La variabile ridotta da associare ad ogni altezza di precipitazione viene quindi calcolata come:

$$F(h_i) = F_i = F(y) = e^{-e^{-y}} \quad \text{e} \quad F_i = \frac{i}{N+1} \Rightarrow y_i = -\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{N+1} \right) \right]$$

Con questa assunzione, la variabile ridotta y dipende solamente da h con la relazione lineare:

$$y = \alpha(h - u)$$

La stima dei parametri α e u si ottiene sfruttando il metodo dei momenti, in base al quale i parametri della distribuzione vengono ottenuti eguagliando la media campionaria alla media della distribuzione della popolazione. Otteniamo quindi per α e u le espressioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{S_h} \quad u = m_h - \frac{0.577}{\alpha}$$

Introducendo ora il concetto di tempo di ritorno, T_r , cioè il tempo che mediamente trascorre tra la realizzazione di un evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che esprime le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

$$T_r(h) = \frac{1}{1 - F(h)} \Rightarrow F(h) = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

$$e^{-e^{-\alpha(h-u)}} = \frac{T_r - 1}{T_r} \Rightarrow h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[-\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right]$$

Grazie al metodo di Gumbel è stata ricavata un'espressione analitica della funzione $h(T_r, t)$ che fornisce il valore di h in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione. Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

A questo scopo, si assegna alla funzione $h(T_r, \tau)$ la seguente forma:

$$h(T_r, \tau) = a(T_r) \tau^n$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica).

L'intensità di precipitazione è definita come l'altezza di precipitazione per unità di tempo ed ha la forma:

$$j(T_r, \tau) = \frac{h(T_r, \tau)}{\tau} = a \tau^{n-1}$$

Passando alla notazione logaritmica, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica assume la forma lineare, e viene ottenuta interpolando i valori per regressione lineare ai minimi quadrati. Gli scarti da minimizzare sono quelli verticali, in quanto la misura di h soffre di maggiori incertezze rispetto a quella del tempo di precipitazione.

$$\log h = \log a + n \log \tau$$

4.2 Il modello probabilistico TCEV

Il modello a doppia componente denominato TCEV (Rossi et al., 1984) ipotizza che i massimi annuali delle precipitazioni non provengano tutti dalla stessa popolazione ma da due popolazioni distinte legate a differenti fenomeni meteorologici. Tale ipotesi è peraltro giustificata dalla presenza in quasi tutte le serie storiche di piogge di uno o più valori (outliers) nettamente maggiori degli altri al punto da sembrare non provenienti dalla stessa popolazione dei rimanenti dati.

La funzione di probabilità cumulata del modello TCEV può essere espressa nella forma:

$$F_X(x) = \exp \left\{ - \Lambda_1 \exp \left(- \frac{x}{\Theta_1} \right) - \Lambda_2 \exp \left(- \frac{x}{\Theta_2} \right) \right\}$$

La funzione ha quattro parametri, Λ_1 , Θ_1 , Λ_2 e Θ_2 . I parametri contraddistinti dal pedice 1 sono relativi agli eventi più frequenti (componente base) mentre quelli con pedice 2 si riferiscono ad eventi più gravosi e rari (componente straordinaria). Ognuna delle due componenti è, a tutti gli effetti, una legge di Gumbel.

I parametri Λ_1 e Λ_2 esprimono, rispettivamente per le due componenti, il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori ad una soglia. I parametri Θ_1 e Θ_2 esprimono invece la media di tali eventi.

Spesso è utile fare riferimento, anziché alla X , alla variabile standardizzata

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

$$Y = \frac{X}{\Theta_1} - \ln \Lambda_1 ,$$

caratterizzata dalla funzione di probabilità cumulata:

$$F_Y(y) = \exp\left\{- \exp(-y) - \Lambda_* \exp\left(-\frac{y}{\Theta_*}\right)\right\}$$

nella quale risulta:

$$\Theta_* = \Theta_2 / \Theta_1 \quad \text{e} \quad \Lambda_* = \Lambda_2 / \Lambda_1^{1/\Theta_*}$$

L'espressione completa della funzione di probabilità cumulata della TCEV può essere ulteriormente semplificata facendo riferimento alla variabile adimensionale $Kt, Tr = Xt, Tr / \mu(Xt)$ dove con $\mu(Xt)$ si è indicato il valore indice (la media della variabile). La funzione di probabilità cumulata di questa nuova variabile Kt, Tr è la cosiddetta curva di crescita la quale dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 , l'ultimo dei quali è rappresentabile analiticamente in funzione della media.

Tale curva risulta avere validità nell'ambito di sottozone omogenee, per cui rappresenta uno strumento di uso particolarmente comodo. Infatti, nell'ambito delle suddette sottozone, è sufficiente determinare la media della variabile ($\mu(Xt)$) per avere, a partire dalla Kt, Tr , la distribuzione di probabilità finale.

$$F_X(x) = \mu(X_t) K_{t,Tr}$$

4.3 Approccio gerarchico alla stima regionale dei parametri

Si sono già evidenziate le relazioni che intercorrono tra momenti teorici e parametri della distribuzione TCEV. Su queste relazioni si basa la strutturazione regionale della stima dei parametri del modello TCEV, in particolare con riferimento ai momenti del secondo e del terzo ordine.

Va innanzitutto detto che mediante l'espressione dei momenti teorici del modello TCEV, si dimostra che il coefficiente di variazione teorico dipende da Λ^* , Θ^* e Λ_1 ed è quindi indipendente da Θ_1 , mentre il coefficiente di asimmetria teorico dipende da Λ^* e Θ^* ed è quindi indipendente da Λ_1 e Θ_1 .

La stima su base regionale di parametri dipendenti da momenti di ordine elevato si rende necessaria in quanto i coefficienti di asimmetria e di variazione campionari, espressi rispettivamente dalle relazioni

$$C_A = \sqrt{N} \cdot \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^3}{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \right]^{3/2}} \quad C_V = \frac{N}{\sqrt{N-1}} \cdot \frac{\left[\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2 \right]^{3/2}}{\sum_{i=1}^N x_i}$$

stimati dalle serie storiche dei massimi annuali delle portate istantanee, o delle piogge di fissata durata, presentano una variabilità spaziale che nell'ambito di vaste aree non è superiore alla variabilità campionaria. In altri termini, presentano variabilità campionaria molto elevata, ma bassa variabilità spaziale.

Ciò consente di ipotizzare l'esistenza di regioni nelle quali si può ammettere che i valori teorici di tali momenti siano costanti. Per le relazioni di cui si è detto in precedenza si ha come conseguenza la costanza dei parametri del modello TCEV direttamente legati ai suddetti momenti campionari.

La procedura di regionalizzazione adottata nello studio regionale è di tipo gerarchico strutturata su tre livelli:

I° Livello di regionalizzazione:

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia (l'intera Italia Appenninica ed insulare ad eccezione della Sardegna). Ciò implica, per quanto detto in precedenza, la costanza dei parametri Λ^* e Θ^* del modello TCEV nella medesima zona.

Inoltre in una regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* , risulta unica la funzione di probabilità cumulata della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque Λ^* e Θ^* assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

II° Livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a Λ^* e Θ^* possa suddividersi in sottozone in cui il coefficiente di variazione CV risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra.

Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro Λ_1 , nella sottozona omogenea, oltre che di Λ^* e Θ^* . Il valore di Λ_1 relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

zona.

Se si individua una sottozona omogenea rispetto a $\Delta 1$ la variabile $K_{t,Tr} = X_{t,Tr} / \mu(X_t)$ risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di crescita unica per l'intera sottozona.

III° Livello di regionalizzazione

Il terzo livello di regionalizzazione consiste nell'individuazione di aree omogenee nelle quali sia possibile determinare le relazioni che legano la media $\mu(X_t)$ (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Infatti la variabilità della pioggia indice $\mu(X_t)$ con le caratteristiche morfologiche (es. quota) e climatiche è tale che l'ipotesi basata sulla ricerca di aree con $\mu(X_t)$ costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

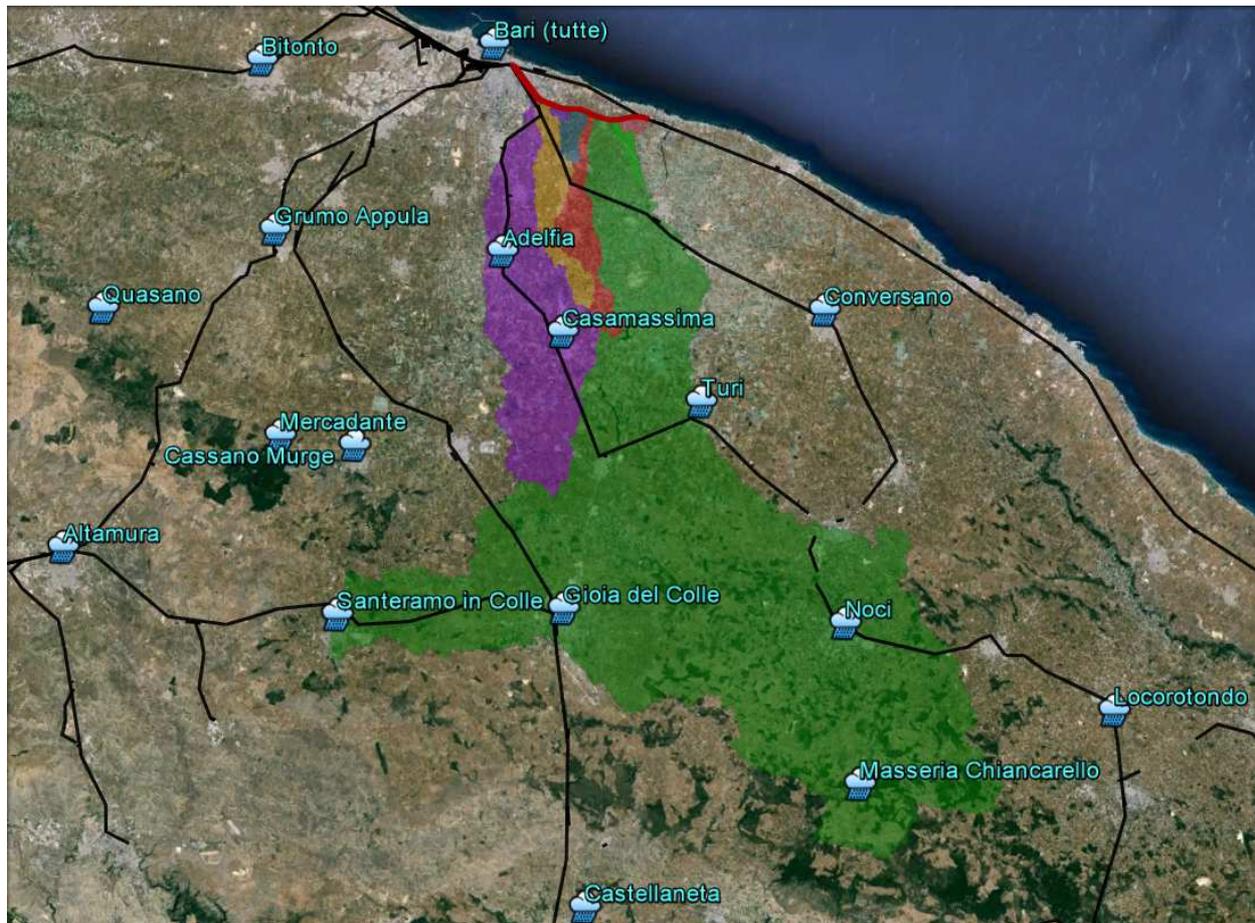
Nell'analisi delle piogge orarie per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la curva di probabilità pluviometrica:

$$\mu(X_t) = a t^n$$

5 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

5.1 Metodo di Gumbel

Nel calcolo del drenaggio di piattaforma, la stazione di riferimento per il calcolo delle portate di drenaggio di piattaforma risulta essere Bari in quanto la sua area di pertinenza copre l'estensione della linea in progetto.



Stazioni di misura vicine alla zona di studio.

I dati idrologici disponibili per l'analisi pluviometrica sono stati estratti dagli Annali Idrologici (Parte I) dell'Ufficio Idrografico di Bari. I dati di interesse sono i valori storici del massimo annuo giornaliero della

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

pioggia per le durate di precipitazione di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Nella stazione Bari sono reperibili 64 anni di osservazione, dal 1932 al 2004, senza gli anni 1946, 1948-49, 1958, 1960, 1964, 1966, 1968 e 1995.

Di seguito si riportano le tabelle dei risultati delle analisi statistiche eseguite con il metodo di Gumbel per la stazione di Bari. La tabella contiene le altezze di precipitazione relative alle durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, per i tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200, 300 e 500 anni ed i corrispondenti parametri delle curve di possibilità pluviometrica a ed n .

Bari							
Durata (ore)	Altezza di precipitazione $h(Tr)$ (mm)						
	10	25	50	100	200	300	500
1	41.65	50.11	56.38	62.62	68.82	72.45	77.01
3	54.36	65.83	74.33	82.78	91.19	96.11	102.29
6	60.25	72.09	80.87	89.59	98.27	103.34	109.73
12	66.91	79.11	88.16	97.15	106.10	111.33	117.91
24	81.15	96.10	107.19	118.19	129.16	135.56	143.63
n	0.200	0.193	0.190	0.187	0.184	0.183	0.181
a	42.193	51.027	57.582	64.089	70.574	74.361	79.130

Stazione di Bari: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo di Gumbel.

5.2 Metodo VAPI

In questo paragrafo si illustreranno i risultati del Progetto VAPI per la stima delle precipitazioni di assegnato tempo di ritorno per il territorio di interesse in questo studio. Questa sintesi è stata articolata con riferimento a indagini effettuate nella modellazione dei dati pluviometrici ed idrometrici della regione, contenute nel Rapporto Regionale pubblicato, *Valutazione delle Piene in Puglia [Copertino e Fiorentino, 1994]*, a cui si rimanda per ogni ulteriore approfondimento. In particolare, si farà riferimento alla *Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale*.

I risultati dello studio citato hanno evidenziato per la regione Puglia la consistenza di una zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia (dove è posizionata la nostra area di studio) e la

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

Penisola Salentina. L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione di due sotto zone e delle rispettive curve di possibilità climatica.

I dati pluviometrici utilizzati nell'Analisi sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N.: le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. L'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale ha utilizzato serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

I° e II° Livello di regionalizzazione

Nell'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale condotta sulle piogge giornaliere, è stata accolta l'ipotesi secondo la quale le 66 stazioni appartengano ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possano ritenere costanti i valori teorici dei parametri Λ_* e Θ_* .

Anche nella procedura operata al secondo livello di regionalizzazione, la verifica dell'ipotesi di unica zona omogenea ha condotto ad un risultato positivo con valore costante di Λ_1 .

Puglia Centro-meridionale		
Λ_*	Θ_*	Λ_1
0.35	2.12	17.55

Parametri del VAPI per il I e II livello di regionalizzazione per la zona in esame ricavata dall'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione ha consentito dunque, conoscendo Λ_1 , Λ_* e Θ_* , la determinazione delle curve regionali di crescita della precipitazione. La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile, infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria, C_a , e dei coefficienti di variazione, C_v , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. Il valore di K_{Tr} può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

$$K_{Tr} = a + b \ln(T)$$

In cui:

$$a = (\Theta_* \ln \Lambda_* + \ln \Lambda_1) / \eta \quad b = \Theta_* / \eta \quad \eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

$$T_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \Lambda_*^i}{i!} \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right) \quad C = 0.5772 \text{ (costante di Eulero)}$$

Nella seguente tabella sono riportati i parametri che si riferiscono alla zona della Puglia Centro-meridionale.

Puglia Centro-meridionale			
a	b	T ₀	η
0.16	0.52	-0.66	4.11

Parametri del VAPI per la determinazione del fattore di crescita per la zona in esame ricavata dall'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.

Si sottolinea che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T_r < 50$ anni e superiori al 5% per $T_r < 100$ anni.

Nella tabella seguente sono riportati, i valori di K_T relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

Tr	5	10	20	30	40	50	100	200	500	1000
Kt	0.99	1.35	1.71	1.92	2.07	2.18	2.54	2.90	3.37	3.73

Valori del fattore di crescita per la zona in esame ricavati dall'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.

III° Livello di regionalizzazione

Lo studio svolto nell'Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale nell'area centro-meridionale della Puglia, ha condotto alla individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.m.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

La relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito (h), per le due aree in esame, viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = a t^{(Ch+D+\log \alpha - \log a)/\log 24}$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_t)$ relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea; $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Per la zona 5, entro la quale è interamente situata la nostra area di studio, i valori dei parametri sono riportati nella tabella precedente.

Puglia Centro-meridionale			
α	a	C	D
0.89	28.20	0.0002	4.0837

Parametri del VAPI per il III livello di regionalizzazione per la zona in esame ricavata dall' Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

I risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo VAPI per la stazione di Bari (40 m s.m.m) sono contenuti nella tabella seguente

Bari							
Durata (ore)	Altezza di precipitazione h(Tr) (mm)						
	10	20	50	100	200	300	500
1	38.06	48.16	61.50	71.60	81.70	87.61	95.05
3	47.41	59.99	76.62	89.21	101.79	109.15	118.42
6	54.46	68.92	88.02	102.48	116.93	125.38	136.03
12	62.57	79.17	101.12	117.72	134.32	144.03	156.27
24	71.87	90.95	116.16	135.23	154.30	165.46	179.52
n	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
a	38.057	48.155	61.505	71.604	81.702	87.610	95.052

Tabella 1- Stazione di Bari: risultati dell'analisi delle precipitazioni con il metodo VAPI.

Volendo effettuare un confronto con le piogge determinate con il metodo di Gumbel, per quanto riguarda la stazione di Bari, emerge come le precipitazioni ottenute con il metodo VAPI siano superiori a partire da tempi di ritorno pari a 50 anni in su

5.3 Risultati delle analisi idrologiche

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo cinematico, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 25 anni in accordo con le prescrizioni ferroviarie e pari a 10 anni per gli elementi provvisionali.

Sulla base dell'analisi svolta, sono stati definiti i coefficienti a ed n delle leggi di possibilità pluviometrica mediante l'analisi statistica secondo Gumbel. Per individuare la stazione pluviometrica maggiormente rappresentativa della zona in cui si prevede l'intervento si è utilizzato il metodo dei poligoni di Thiessen. Tale approccio ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Bari.

Secondo tale criterio l'equazione di possibilità pluviometrica risulta essere:

$$h(t) = a \cdot t^n \text{ [mm]}$$

Con:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

Tr = 10 anni	Tr = 25 anni
$h = 42.19 \cdot t^{0.200}$	$h = 51.03 \cdot t^{0.187}$

5.4 Altezze di pioggia di durata inferiore all'ora

Gli eventi di pioggia lunghi ($1-2 \text{ h} < t < 24 \text{ h}$) e quelli brevi ($t < 1-2 \text{ h}$) seguono differenti dinamiche meteorologiche. Di conseguenza dalle misure delle altezze di pioggia h_t con durata $1-2 < t < 24$ non può essere tratta alcuna informazione inerente gli eventi brevi. In altri termini, la curva di possibilità pluviometrica costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore non può essere estrapolata per valori di durata t inferiore all'ora.

E' stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti e l'altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata 60 minuti a parità di tempo di ritorno T , è dipendente sola dalla durata t espressa in minuti (Bell, 1969, Generalized rainfall-duration-frequency relationships. Journal of Hydraulic Division, A.S.C.E. 95, 311-327.):

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = f(t)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Si dimostra come tale legame funzionale possa essere espresso nella semplice forma:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60} \right)^s$$

in cui s è un coefficiente che assume un diverso valore in funzione della regione in esame. Per quanto riguarda la regione Puglia, tale parametro assume valore pari a 0,227 ed il legame funzionale risulta, quindi:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60} \right)^s = \left(\frac{t}{60} \right)^{0.227} \quad \text{per la Puglia}$$



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	21 di 50

da cui si ottiene la curva di possibilità pluviometrica per piogge brevi:

$$h(t) = a \cdot t^n \text{ [mm]}$$

Con:

Tr = 10 anni	Tr = 25 anni
$h = 42.19 \cdot t^{0.227}$	$h = 51.03 \cdot t^{0.227}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

6 SISTEMI DI DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

6.1 Requisiti prestazionali

Le soluzioni per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla pavimentazione stradale dipendono dalle diverse situazioni ed esigenze che si incontrano nello studio della rete drenante e devono soddisfare due requisiti fondamentali:

- garantire, ai fini della sicurezza degli utenti in caso di forti precipitazioni, un immediato smaltimento delle acque meteoriche evitando il formarsi di ristagni sulla pavimentazione stradale; questo si ottiene assegnando alla pavimentazione un'ideale pendenza trasversale e predisponendo un adeguato sistema di raccolta integrato negli elementi marginali e centrali rispetto alle carreggiate;
- convogliare, ove necessario, tutte le acque raccolte dalla piattaforma ai punti di recapito presidiati, separandole dalle acque esterne che possono essere portate a recapito senza nessun tipo di trattamento.

6.2 Schema di drenaggio

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito; quest'ultimo è costituito da rami di qualsivoglia ordine della rete idrografica naturale o artificiale, purché compatibili quantitativamente e qualitativamente. Prima dello smaltimento nei recapiti naturali può essere necessario convogliare l'acqua nei punti di controllo, ossia nei presidi idraulici.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Funzione	Componente	Tipologia	T _R progetto
Raccolta	elementi idraulici marginali	<ul style="list-style-type: none"> • embrici • caditoie grigliate • Canalette rettangolari 	25 anni
Convogliamento	canalizzazioni	<ul style="list-style-type: none"> • Fossi di guardia • Collettori longitudinali e trasversali • Collettori entranti e di scarico dei manufatti di disoleazione/desabbiatura 	25 anni

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

Nello scenario in cui il traffico viene deviato sulla sede provvisoria si accetta di adottare, nelle verifiche idrauliche, un tempo di ritorno pari a 10 anni.

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto.

Un'importante componente del sistema di drenaggio delle acque meteoriche è costituita dal controllo quantitativo e qualitativo. In funzione delle caratteristiche dell'idrografia interferita e della sensibilità del ricettore, per lo smaltimento potranno essere impiegati presidi atti a modulare le portate scaricate e/o controllare i parametri qualitativi. In particolare per la tutela dei corpi idrici superficiali sono stati previsti dei manufatti di sedimentazione e disoleazione a monte dello scarico in lama S. Marco; nei casi in cui i ricettori finale sono costituiti da collettori dove ad oggi la strada esistente sversa le acque non sono previsti trattamenti.

Nei paragrafi seguenti sono descritti gli aspetti legati alle tipologie previste sia per la fase di raccolta/trasferimento che per i presidi idraulici di controllo qualitativo.

6.1 Componenti del sistema di drenaggio

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre fasi, la fase provvisoria, la fase definitiva nello scenario intermedio e la fase finale, di seguito si riporta la descrizione del sistema di drenaggio così come meglio dettagliato nelle planimetrie idrauliche.

FASE PROVVISORIA

Durante la fase provvisoria il drenaggio della variante provvisoria è costituito da fossi di guardia in terra di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5. Il recapito per tali fossi di guardia è la fogna esistente in prossimità del tombino circolare DN800 alla progressiva 0+862.

In particolare, a partire dalle progressive 0+280 circa in destra è previsto un fosso di guardia trapezio 50x50 che dalla progressiva 0+410 diventa un fosso da 80x80 sempre in terra che prosegue verso monte fino a recapitare le acque nell'attraversamento alla progressiva 0+862. Le aree afferenti ai fossi sopra citati sono quelle della carreggiata stradale di destra e del rilevato stradale.

In sinistra stradale, a partire dalla progressiva 0+415, è presente un fosso in terra di dimensioni 50x50 che recapita le acque nel pozzetto C alla progressiva 0+862. Le aree sottese al fosso sono quelle stradali della carreggiata di sinistra e quelle del rilevato stradale. Sempre nel pozzetto C recapita le acque il fosso in sinistra stradale che parte dalla progressiva 1+030. In destra stradale il convogliamento è affidato ai fossi di guardia che partono dalla progressiva 1+295 con una sezione 50x50 per poi diventare 80x80 a partire dalla progressiva 1+110 e che recapitano nell'attraversamento a 0+862.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

L'intero sistema, quindi, recapita le acque nel collettore esistente alla progressiva 0+862 ricalcando l'attuale sistema di drenaggio.

FASE DEFINITIVA SCENARIO INTERMEDIO

Il sistema di drenaggio dello scenario definitivo nella fase intermedia è costituito da canalette rettangolari in cls di dimensioni 0.6x0.6, 0.8x0.8 e 1.0x1.0 m; da fossi di guardia in cls di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5 m; da collettori circolari di dimensioni DN800 e DN1000.

Il recapito è la fogna esistente in prossimità del tombino circolare DN1000 alla progressiva 0+890 e uno scarico esistente alla progressiva 1+035 circa.

In particolare, a partire dalle progressive 0+280 circa sia in destra che in sinistra stradale sono previste dei fossi di guardia trapezi 50x50 che convogliano le acque nel pozzetto rispettivamente N ed B. Tali fossi di guardia ricevono le acque della piattaforma stradale e quelle del rilevato stradale. Da questi pozzetti partono dei collettori DN800 sia in destra che in sinistra stradale che convogliano le acque dei fossi di guardia di monte e quelle provenienti dalle rispettive carreggiate stradali, il collettore in sinistra inoltre riceve le acque della scarpata adiacente a monte dell'opera di sostegno. Il collettore in destra stradale (DN800) tra le progressive 0+550 e 0+675 circa recapita le acque della carreggiata destra sottesa, nell'attraversamento alla progressiva 0+550. Il collettore di attraversamento da destra a sinistra stradale è un DN1000 che prosegue nel senso delle progressive crescenti recapitando, oltre alle acque di monte, quelle provenienti dalla carreggiata sinistra, fino al pozzetto H (progressiva 0+722 circa).

In destra stradale è presente un collettore DN800 (tra le progressive 0+775 e 0+722) che raccoglie le acque di piattaforma stradale della carreggiata destra e le convoglia nell'attraversamento DN1000 alla progressiva 0+722, da qui parte un ultimo tratto che recapita la totalità delle acque proveniente dalle aree precedentemente descritte nel fosso di guardia trapezio (tratto R-S). Il fosso di guardia trapezio corre parallelamente all'opera di sostegno e recapita le acque della carreggiata sinistra del tratto sotteso e quelle provenienti dal tratto H-R nel pozzetto S di collegamento con il collettore fognario comunale.

In sinistra stradale, al partire dalla progressiva 1+220 fino alla progressiva 1+040 sono previste una serie di canalette rettangolari di dimensioni 60x60 e 80x80 che recapitano le acque della piattaforma stradale della carreggiata sinistra nel pozzetto U di collegamento con il collettore fognario comunale. Sempre in sinistra dalla progressiva 1+035 circa e fino alla progressiva 0+890 sono presenti una serie di canalette rettangolari 60x60 e 80x80.

In destra stradale è prevista una canaletta rettangolare che, partendo dalla progressiva 1+220 circa recapita le acque della carreggiata destra e quelle provenienti dalla canaletta esistente a monte dell'intervento nel collettore di attraversamento DN1000 alla progressiva 0+888. Il recapito di tale collettore è la fogna comunale che parte dal pozzetto S.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

In tale scenario sono state prese in considerazione le acque provenienti da monte che con il canale esistente scaricano dell'elemento destro posto alla progressiva 1+220. Tale contributo si è calcolato considerando le aree ed il tempo di corrivazione del canale esistente desunto da un precedente studio idraulico. Resta inteso che la quota di scorrimento del fosso alla progressiva 1+220 in destra dovrà essere congruente con i canali presenti.

FASE DEFINITIVA SCENARIO FINALE

Il sistema di drenaggio dello scenario finale è costituito da canalette rettangolari in cls di dimensioni 0.6x0.6, 0.8x0.8 e 1.0x1.0 m; da fossi di guardia in cls di sezione trapezia con sponde a pendenza 1 su 1 e dimensioni 0.8x0.8 e 0.5x0.5 m; da collettori circolari di dimensioni DN800 e DN1000.

Nello scenario finale si è cercato di rispecchiare e salvaguardare il più possibile gli elementi utilizzati nello scenario definitivo che pertanto rimane valido a tutti gli effetti salvo quanto esposto di seguito.

I recapiti finali sono:

- per le acque provenienti da sud e dal tratto S-R il realizzato canale idraulico lama S. Marco – lama Valenzano;
- la fogna esistente in prossimità del tombino circolare DN1000 alla progressiva 0+888
- lo scarico esistente alla progressiva 1+040.

Le uniche differenze con lo scenario intermedio sono costituite dal tratto H-R in sinistra stradale che è stato eliminato, ora il pozzetto H recapita le acque nell'impianto di trattamento e successivamente a recapito in lama S. Marco; ed il tratto S-R che nello scenario attuale recapita le acque in lama S. Marco anch'esse previo transito in apposito impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia. La progettazione di dettaglio delle opere di restituzione all'interno della Lama S.Marco a valle dei presidi idraulici per il trattamento delle acque di prima pioggia e degli impianti di prima pioggia stessi è parte integrante del progetto del Canale idraulico di collegamento tra la lama San Marco e la lama Valenzano e strade di ricucitura urbana dei fondi interclusi e sarà oggetto di differente appalto (Appalto B).

In relazione a quanto richiesto nel corso delle interlocuzioni con gli uffici competenti del gestore stradale, il recapito finale delle acque di drenaggio di prima pioggia, nello scenario finale, non è possibile totalmente nel realizzando canale idraulico di collegamento lama San Marco - lama Valenzano, per insufficienza delle quote di fondo del canale. Pertanto le pendenze e le quote necessarie non possono essere garantite per lo scarico a gravità verso gli impianti di depurazione previsti. L'alternativa, allo scarico di parte delle acque di drenaggio di prima pioggia nella rete fognaria comunale, sarebbe la realizzazione di una stazione di sollevamento, che permetterebbe lo scarico verso il recapito canale.

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

La realizzazione di una opportuna pompa di sollevamento comporterebbe problematiche di gestione manutentiva.

6.1 Drenaggio della piattaforma stradale in rettilineo ed in curva

La raccolta delle acque che ricadono sulla pavimentazione stradale avviene nei margini esterni quando questa si sviluppa con andamento rettilineo. In rettilineo, se ci troviamo in rilevato, l'allontanamento delle acque avviene tramite elementi ad embrice che le convogliano nell'apposito fosso posto ai piedi del rilevato.

In caso di presenza di un'opera di sostegno la raccolta avviene tramite pozzetti prefabbricati grigliati che scaricano le acque della piattaforma in tubazioni in PEAD DN315 che recapitano attraverso discendenti sub-verticali nelle tubazioni poste al piede dell'opera di sostegno.

In curva, quando la pendenza trasversale convoglia le acque della piattaforma in corrispondenza dello spartitraffico, queste sono raccolte da pozzetti prefabbricati grigliati; da questi parte un collettore in PEAD DN315 che attraversa trasversalmente la piattaforma stradale, una volta al di fuori dell'opera di sostegno è previsto un discendente sub-verticale che recapita nelle tubazioni poste al piede dell'opera di sostegno. Nel caso in cui il collettore sbocchi nel rilevato stradale a monte di un'opera di sottoscarpa sono previsti degli embrici che convogliano le acque nella canaletta rettangolare 50x50 posta in testa all'opera di sostegno. La canaletta scarica in pozzetti prefabbricati che attraverso discendenti sub-verticali in PEAD DN315 recapitano le acque nell'elemento a piede dell'opera di sostegno.

I pozzetti per la raccolta delle acque previsti in piattaforma sono prefabbricati in CLS con dimensioni interne pari a 80x80 con griglia 50x50 in ghisa sferoidale carrabile classe D400 UNI EN124. La griglia è amovibile e permette la pulizia e l'ispezione degli elementi.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

7 METODOLOGIA DI DIMENSIONAMENTO

La metodologia di dimensionamento idraulico si differenzia se stiamo considerando gli elementi di raccolta o quelli di convogliamento. Per determinare la portata di piena relativa al bacino a monte della componente analizzata si usa il metodo cinematico.

7.1 Il metodo cinematico

La schematizzazione alla base del metodo si basa su tre ipotesi fondamentali:

1. la pioggia critica ha durata pari al tempo di corrivazione;
2. la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
3. il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica.

La portata di piena, in funzione del tempo di ritorno, è pari a:

$$Q = 278 \frac{\varphi S h}{\tau_c} = 278 \varphi S i$$

in cui:

- Q = portata di piena [m³/sec];
- φ = coefficiente di deflusso, assunto pari a 0.90 per le superfici pavimentate e 0.70 per le superfici a verde;
- h = altezza di pioggia [m] per una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione;
- i = intensità di pioggia [m/ore];
- S = area del bacino km²;
- τ_c = tempo di corrivazione [ore], da individuare.

Il valore di h rappresenta l'altezza di precipitazione che cade in un dato sito in un tempo uguale al tempo di corrivazione τ_c : infatti se la durata della precipitazione è inferiore al tempo τ_c solo una parte del bacino S contribuirà alla formazione della portata, che risulterà pertanto di minore entità. Viceversa se la durata dell'evento è maggiore, l'intensità della pioggia sarà minore e quindi meno intenso il colmo di piena. Nella Figura è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre precipitazioni di diversa durata (minore, uguale e maggiore rispetto al tempo di corrivazione).

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quella di corrivazione l'idrogramma di piena assume la forma triangolare.

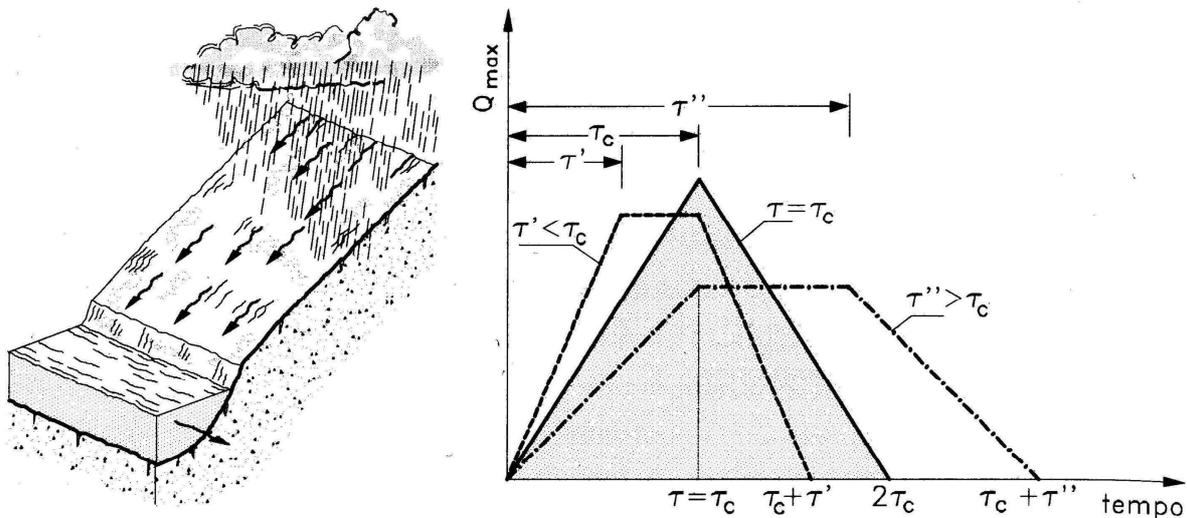


Figura 2 - Metodo cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazione

Il tempo di corrivazione, parametro chiave quando si fa riferimento a metodi analitici di tipo semplificato, è definito come il tempo impiegato dalla particella d'acqua idraulicamente più lontana a percorrere l'intero bacino fino alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione τ_c può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura considerata. In particolare, dopo aver individuato la rete di drenaggio sottesa dalla sezione di chiusura ed aver delimitato i sottobacini contribuenti in ogni ramo della rete, per determinare il tempo di concentrazione τ_c si fa riferimento alla somma:

$$\tau_c = \tau_a + \tau_r$$

ove τ_a è il tempo d'accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dalla condotta posta all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo, e τ_r è il tempo di rete.

Il tempo di residenza in rete τ_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Pertanto il tempo di rete sarà dato dall'espressione:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{V_i}$$

7.2 Dimensionamento degli elementi di raccolta

Una volta valutata la situazione locale (rilevato, trincea,...) si definisce l'elemento di raccolta idoneo. Il dimensionamento consiste allora nello stabilire l'interasse delle caditoie (pozzetti di scarico con caditoie grigliate, embrici, ecc.).

Si dimensionano gli interassi degli elementi di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie stradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula razionale, applicata ad un'area di estensione longitudinale unitaria:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1} \text{ [m}^2\text{/s]}$$

con q_0 contributo di portata, b larghezza della falda [m], φ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia [m/s].

Il coefficiente di deflusso è stato posto pari a 0.9 per le superfici pavimentate, 0.7 per le trincee ed i rilevati.

In base al modello cinematico lineare, con l'ipotesi di sollecitazione di intensità costante, si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26 (1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}} \text{ [min]}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ [m/m] pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ [m] lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Si è assunto in ogni caso un valore minimo per il tempo di corrivazione pari a 10 minuti.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo (vedi figura), e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

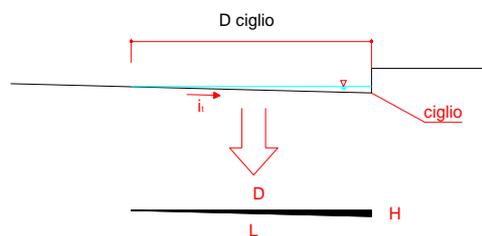


Figura 3 – Cunetta tipo

Dove D ciglio è pari a 1.6 m per i tratti in rettilo e 0.70 m per i tratti in curva e L ed H variano in funzione della pendenza trasversale della piattaforma stradale.

Il dimensionamento di questi elementi consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello.

Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si è utilizzata la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Si ha:

$$A = \frac{D_{ciglio}^2 j_t}{2}$$

$$C = D_{ciglio} \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Per valutare caditoia è in grado di intercettare le acque provenienti da monte si procede determinando le dimensioni di ingombro da assegnare alla griglia e le relative aperture.

L'efficienza frontale di una caditoia con grata di larghezza l posta in una cunetta triangolare di larghezza complessiva b è data da:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{\frac{8}{3}}$$

L'efficienza frontale misura la capacità della caditoia di captare il deflusso frontalmente, nel caso in cui la portata Q_1 venga captata integralmente.

Nell'ipotesi che la portata Q_1 sia tutta intercettata dalla griglia si ha che la portata di verifica della caditoia è pari a $Q \times E$. Questa ipotesi è verificata ha quando la velocità di afflusso alla griglia sia minore del valore limite v_0 . Il valore di v_0 , considerando a favore di sicurezza delle barre normali alla direzione della corrente è dato dalla: $v_0 = 1.86 L^{0.79}$ che per una griglia con $L=50\text{cm}$ si ha $v_0=1.075$ m/s.

Il problema relativo al calcolo della lunghezza "L" da assegnare alla caditoia per poter assicurare il drenaggio della portata "Q" è stato affrontato nell'ipotesi di moto gradualmente vario con portata decrescente e con energia specifica costante lungo il percorso sulla grata, ipotizzando inoltre che la stessa abbia aperture orizzontali rispetto al senso del moto nella cunetta stradale. In tali ipotesi, assumendo una grata piana di larghezza "l" con un carico "y", l'equazione del moto può scriversi nella forma:

$$H = y + \frac{v^2}{2g} = y + \frac{Q^2}{2gA^2} = \text{cost.}$$

dalla quale, posto $q = Q / l$ e sapendo che:

$$Q = y \sqrt{2g(H - y)y}$$

si deduce l'espressione che consente di determinare, per $y = 0$, la lunghezza "L" da assegnare alla grata:

$$\frac{L}{H} = \frac{1}{2Cp} \left[\sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H}} + 3 \sqrt{\frac{y_0}{H} \left(1 - \frac{y_0}{H}\right)} \right]$$

in cui:

L lunghezza della caditoia

H = energia specifica sulla grata;

y_0 = battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata;

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

C = coeff. di contrazione (assunto pari a 0,60);

p = frazione efficace dell'area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata (assunto pari a 0,50).

Le caditoie previste in progetto hanno una luce pari a 50 cm, superiore alle luci di calcolo riportate nelle tabelle in calce. Al di sotto delle caditoie grigliate sono previsti dei pozzetti prefabbricati in CLS di dimensioni interne 80x80 cm, da queste parte un collettore secondario in PEAD DN315.

7.3 Dimensionamento degli elementi di convogliamento: collettori

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento è fatto facendo il confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i-esimo [m];

v_i = velocità nel tronco i-esimo [m/s].

In ogni caso si adotta un tempo di corrivazione minimo pari a 3.0 minuti.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme. In particolare si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R} j = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

Q portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

k = coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

A area bagnata (m²);

C contorno bagnato (m);

j pendenza media della condotta (m/m);

$\mathfrak{R} = \frac{A}{C}$ raggio idraulico (m).

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A.

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Sono previsti collettori in PEAD DN315 SN8 per gli scarichi trasversali, mentre collettori in CLS prefabbricato per gli attraversamenti trasversali.

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si è considerato un riempimento massimo del 70% per diametri maggiori a 500 mm e 50% per i diametri inferiori con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 25 anni.

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato oltre al riempimento massimo ammissibile, una velocità sempre inferiore a 3.0m/sec. Il coefficiente di scabrezza utilizzato è $80 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$.

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato, come indicato precedentemente, in condizioni di moto uniforme e facendo riferimento alla curva di probabilità pluviometrica indicata nella sezione idrologica.

Poiché la determinazione della portata al colmo prevede l'individuazione di un tempo di corrivazione del singolo elemento in fase di dimensionamento, e tale tempo di corrivazione è a sua volta dipendente dalla velocità (e quindi dalla portata), il metodo risulta intrinsecamente iterativo.

Lo schema di calcolo, che necessita rigorosamente prima l'analisi degli elementi a monte e successivamente l'analisi di quelli più a valle, prevede i seguenti passi :

- 1) si determina la sezione di calcolo
- 2) si individua l'area contribuente effettivamente drenata dalla sezione di calcolo
- 3) si stabilisce una velocità di prima approssimazione
- 4) si determina così un tempo di concentrazione (di prima approssimazione) del singolo elemento
- 5) si utilizza la formula razionale per il calcolo della portata
- 6) si determina la velocità che risulta nelle condizioni di moto uniforme

7) se la velocità ottenuta è poco dissimile dalla velocità di progetto, il dimensionamento è effettuato; in caso contrario, si riparte dal punto 3 con la nuova velocità ottenuta.

Il metodo converge rapidamente.

Per i collettori secondari di collegamento tra i pozzetti in piattaforma e gli elementi di convogliamento principali la verifica è stata fatta prendendo in considerazione il tratto più sollecitato e verificando che il grado di riempimento sia inferiore al 50%.

Il tratto dell'elemento di raccolta più sollecitato è quello con interasse delle caditoie pari a 20m dove la portata relativa all'area sottesa è pari a 16.31 l/s. Per tale portata il riempimento del collettore DN315 con pendenza longitudinale pari all'1% risulta essere pari al 25% così come di seguito specificato.

Per la canaletta rettangolare in cls 50x50 in testa alle opere di sostegno dove scaricano o collettori di piattaforma la verifica è stata fatta prendendo in considerazione il tratto più sollecitato e verificando che il grado di riempimento sia inferiore al 80%. A tale canaletta, oltre alle acque di piattaforma afferiscono le acque che interessano le scarpate di monte. La canaletta, nel tratto più sollecitato, dove quindi le scarpate sono più ampie e la portata afferente è pari a 0.357 m³/sec soddisfa le verifiche idrauliche per tratti di lunghezza massima di a 120 m..

Verifica collettore secondario

D	Ks	A	C	R	i	Q	v	riemp
(m)	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m ²)	(m)	(m)	(m/m)	(m ³ /s)	(m/s)	%
0.315	80	0.016	0.33	0.05	0.0100	0.016	1.039	25%

Verifica canaletta secondaria

Elemento	Ks	A	C	R	i	Q	v	riemp
	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(m ²)	(m)	(m)	(m/m)	(m ³ /s)	(m/s)	%
can rett. 50x50	70	0.199	1.30	0.15	0.0080	0.357	1.795	80%

Con:

D diametro del collettore

Ks coefficiente di scabrezza

A area bagnata

C contorno bagnato

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B	FOGLIO 35 di 50

R raggio idraulico

i pendenza del collettore

Q portata smaltita

V velocità all'interno del collettore

Riemp riempimento del collettore

7.1 Dimensionamento degli elementi di convogliamento: fossi di guardia

I fossi di guardia sono di forma trapezia e posti al piede del rilevato, serve a raccogliere le acque che scendono dal rilevato stesso e a convogliarle verso il recapito finale più vicino. Questi fossi sono sia in terra che rivestiti

Per quanto riguarda il dimensionamento si è considerato un franco idraulico di 10 cm. I coefficienti di scabrezza utilizzati sono 40 per i fossi in terra e 70 per i fossi rivestiti.

Il dimensionamento avviene con la stessa procedura adottata per i collettori circolari

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

8 PRESIDI IDRAULICI

Il problema del carico inquinante delle acque meteoriche in particolare nella fase di prima pioggia si pone in tutti i contesti urbanizzati, sia di tipo civile sia di tipo industriale, sia nel caso della realizzazione di infrastrutture a rete.

E' noto infatti che durante lunghi periodi di tempo asciutto si accumulano sulle superfici delle strade, dei piazzali e delle aree industriali sostanze inquinanti (cosiddetto build-up) che si riversano poi, all'atto delle piogge, nelle acque di drenaggio, e confluiscono di conseguenza nei ricettori naturali. La concentrazione di inquinanti è particolarmente elevata nella prima fase della precipitazione (fase di wash-off), mentre decade per precipitazioni particolarmente intense o particolarmente durature che coinvolgono grandi volumi di acqua.

Nelle strade la presenza pressoché costante di oli ed idrocarburi è la causa dei fenomeni più vistosi di inquinamento di questo tipo, dovuti alla fuoriuscita accidentale di liquido dalle eventuali rotture e da altri fenomeni che sia istantaneamente sia nel lungo periodo possono avere un'incidenza rilevante.

Con acque di prima pioggia si intendono, nel caso specifico, le acque che defluiscono per il ruscellamento delle prime piogge di temporale e che dilavano le superfici dei parcheggi e delle superfici pavimentate in genere.

In termini amministrativi, la legislazione (152/99 ex Legge Merli) prevede unicamente la quantità di inquinamento che non deve defluire direttamente nelle acque di falda o di fognatura, non descrivendo però, con norma specifica, il modo di separazione o le direttive per arrivare a questo risultato.

Nella regione Puglia è in vigore il Regolamento Regionale n. 26 del 9/12/2013 "Disciplina delle meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" che disciplina ed attua quanto previsto all'art. 113 del D.Lgs. 152/06 e smi.

In essa è prevista la regolamentazione degli scarichi dei piazzali da acque meteoriche di prima pioggia, corrispondente a 5 millimetri di precipitazione caduta in 15 minuti primi. Tale definizione è quindi quella che meglio rispecchia i criteri oggettivi e tecnici sugli attuali orientamenti delle autorità in materia. In particolare si otterrà una precipitazione media paria a: $[m] 0,005 \times [m^2] 10.000 = 50 [m^3] / [ha] / [15 \text{ minuti} = (900 \text{ sec.})]$, corrispondenti a: 55,56 [l/s/ha].

8.1 Elementi di presidio

Per quanto riguarda i tratti presidiati il presente progetto convoglia parte delle acque di precipitazione raccolte sulla piattaforma stradale verso lama S Marco, presso i quali è stata previsto un trattamento

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

preventivo. Si precisa che la progettazione di dettaglio delle vasche di prima pioggia sarà oggetto di differente appalto (Appalto B: canale idraulico e strade di ricucitura). Il conferimento al ricettore avviene a gravità.

Dal ruscellamento delle acque di prima pioggia nei canali di scolo avremo una raccolta di tutti i fanghi e oli depositati nel tempo sui piazzali e sulle superfici pavimentate. Il tipologico impiegato prevede la sedimentazione dei fanghi e la separazione degli oli; il tipo di sedimentatore-disoleatore è *in continuo*.

Esso è costituito da

- un pozzetto di ingresso che riceve le acque dal sistema di drenaggio
- da un deviatore che opera la partizione della portate in eccesso, dimensionato sulla base dell'evento meteorico più gravoso che può essere convogliato dalla rete dei collettori (tempo di ritorno di 25 anni); le portate in eccesso vengono smaltite direttamente al ricettore;
- di un sedimentatore a pacchi lamellari;
- di un separatore a coalescenza.

Tutte le sezioni sono inoltre dotate di pozzetto di ispezione.

Di seguito si riporta l'elenco delle vasche previste. L'ubicazione esatta delle vasche può essere letta nelle tavole di planimetria idraulica.

Vengono indicate per ciascuna vasca:

- La posizione dell'impianto, espressa tramite l'indicazione della progressiva di riferimento
- La posizione (carreggiata Nord-Sud)
- L'estensione della superficie impermeabile totale il cui drenaggio è raccolto dalla vasca (espresso in m²)
- La stima del tempo di concentrazione (in min), inteso come il tempo di pioggia per cui si raggiunge la completa concentrazione dei deflussi da tutta l'area scolante
- L'intensità di precipitazione corrispondente al tempo di concentrazione, in accordo con la curva di probabilità pluviometrica (in mm/h)
- La portata corrispondente ad una intensità di 20 mm/h (pioggia corrispondente ai primi 5 mm di pioggia, durante un tempo di 15 minuti)
- La portata in ingresso allo scolmatore con tempo di ritorno di 25 anni (calcolata in accordo con la curva di probabilità pluviometrica relativa al progetto in esame)

- La tipologia costruttiva adottata per la vasca stessa

Il sistema risulta nel complesso formato dai seguenti impianti:

Disoleatore	Progressiva	Posizione	Area contribuente	tempo di concentrazione	intensità di progetto	portata di progetto	volume 5 mm	Q trattata	Q deviata
N°			[m ²]	[min]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m ³]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
1	0+720	SX	12672	5.0	348	0.697	63.4	0.071	1.536
2	0+740	SX	1944	5.0	348	0.188	9.7	0.011	0.285

Caratteristiche della vasca di trattamento n.1

Diametro interno vasca	Portata a trattamento	Lunghezza impianto	Volume complessivo	Accumulo Sabbie	Accumulo oli
mm	l/s	m	l	l	l
2000	75	12.15	35840	7500	1125

Caratteristiche della vasca di trattamento n.2

Diametro interno vasca	Portata a trattamento	Lunghezza impianto	Volume complessivo	Accumulo sabbie	Accumulo oli
mm	l/s	m	l	l	l
2x1710	15	5.4	6201	1500	225

	RIASSETTO NODO DI BARI TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI					
	IDRAULICA DI PIATTAFORMA Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma	COMMESSA IA1U	LOTTO 02	CODIFICA E 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 101	REV. B

9 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

L'analisi condotta nel presente studio ha preso in considerazione anche gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare si è tenuto in considerazione il P.A.I., Piano di Assetto Idrogeologico che individua le aree di rischio idraulico e le aree a pericolosità idraulica di seguito riportate.

Nella Relazione di Piano vengono individuate le aree soggette a pericolosità idraulica attraverso l'inquadramento e la caratterizzazione degli eventi alluvionali responsabili di conseguenze negative sul territorio, in particolare danni a persone o cose, o, semplicemente, abbiano creato condizioni di disagio o allarme. Tale individuazione è un importante strumento che ha condotto alla delimitazione delle aree a potenziale rischio inondazione.

Di seguito si riportano gli stralci planimetrici per l'area in esame delle perimetrazioni definitiva delle aree a rischio idrogeologico e delle aree di pericolosità critiche redatta dall'Autorità di Bacino.

L'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate in data 15/06/2015 su cartografia ufficiale consultabile in maniera interattiva tramite il WebGIS dell'AdB Puglia sul sito, non ricade in nessuna delle tre zone classificate ad alta, media, bassa pericolosità idraulica, come definita di cui agli artt. 7, 8 e 9 delle Norme Tecniche di Attuazione (Novembre 2005) del Piano d'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Si può quindi concludere che tutte le opere previste sono idraulicamente compatibili con quanto riportato negli strumenti di pianificazione idraulica del territorio esaminati.

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA1U

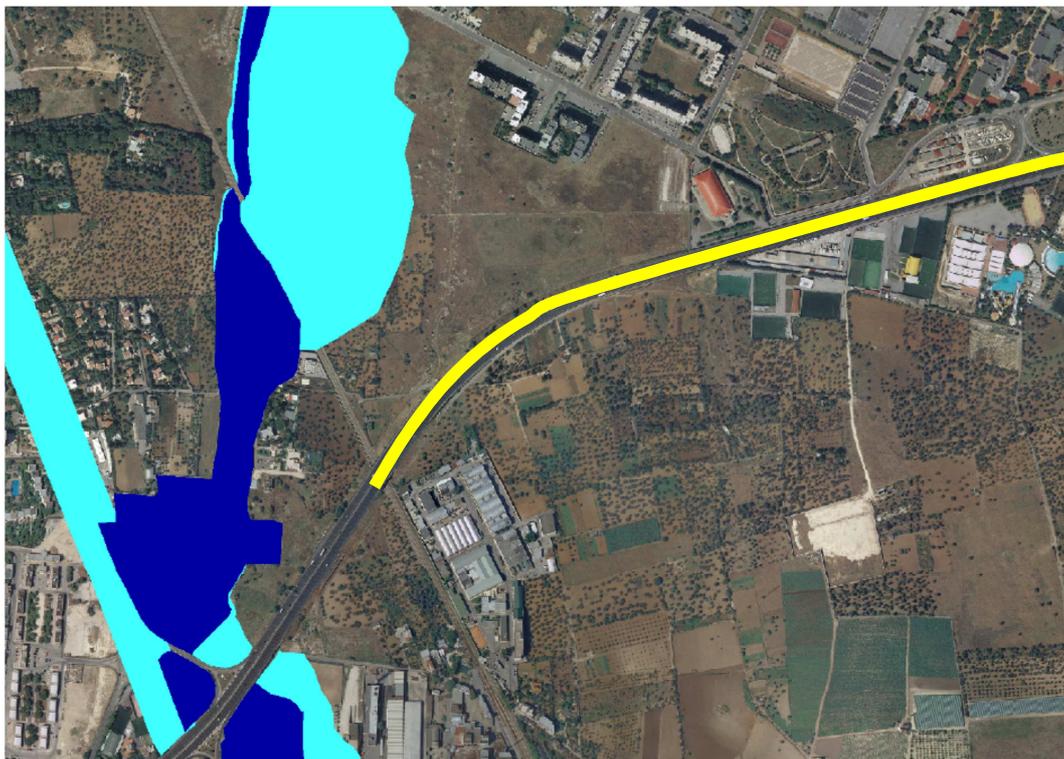
02

E 11 RI

ID 00 02 101

B

40 di 50



Peric. Idraulica

 bassa (BP)

 alta (AP)

 media (MP)

Figura 4 – Aree a Pericolosità idraulica e viabilità in progetto (linea gialla)

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IA1U

02

E 11 RI

ID 00 02 101

B

41 di 50



Rischio

 R1

 R3

 R2

 R4

Figura 5 – Aree a rischio idraulico e viabilità in progetto (linea gialla)

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RIASSETTO NODO DI BARI</p> <p>TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE</p> <p>VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI</p>					
	<p>OPERA DI SCAVALCO CANALE</p> <p>Relazione di calcolo galleria artificiale</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IA1U</p>	<p>LOTTO</p> <p>02</p>	<p>CODIFICA</p> <p>E 26 CL</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>GA 02 00 101</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>

10 RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ DEFINITIVA FASE FINALE

ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Carreggiata	Tratta	Elemento	PK in.	PK fine	Lungh. (m)	Pendenza longitudinale (%)	Area pavimentata (m ²)	Area scarpate (m ²)	Area rid. monte (m ²)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	Ks	v (m/s)	Riempimento (%)
sx	A-B	50x50	0+300	0+410	126.7	0.40	2027.20	950.25	0.00	2489.66	3.00	517.04	0.3576	70	1.42	62
sx	B-C	DN800	0+410	0+440	25.0	0.80	0.00	0.00	2489.66	2489.66	3.00	517.04	0.3576	80	2.12	37
sx	C-D	DN800	0+410	0+550	115.3	0.43	1844.80	864.75	2489.66	4755.30	3.00	517.04	0.6830	80	1.97	65
dx	M-N	50x50	0+280	0+415	138.9	0.79	2221.60	833.10	0.00	2582.61	3.00	517.04	0.3709	70	1.85	53
dx	N-O	DN800	0+415	0+430	11.5	0.87	0.00	0.00	2582.61	2582.61	3.00	517.04	0.3709	80	2.21	37
dx	O-P	DN800	0+430	0+550	116.2	0.43	1859.20	0.00	2582.61	4255.89	3.00	517.04	0.6112	80	1.93	60
dx	Q-P	DN800	0+670	0+550	115.6	0.26	1849.60	0.00	0.00	1664.64	3.00	517.04	0.2391	80	1.26	40
attraversamento dx-sx	P-D	DN1000	0+550	0+550	42.0	0.24	0.00	0.00	5920.53	5920.53	3.07	507.67	0.8349	80	1.67	61
sx	D-H	DN1000	0+550	0+720	187.7	0.53	3002.40	938.25	10675.83	14034.77	4.28	392.95	1.5319	80	2.59	70
dx	L-I	DN800	0+770	0+720	47.9	1.04	766.40	0.00	0.00	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.61	18
attraversamento dx-sx	I-H	DN1000	0+720	0+720	39.0	0.64	0.00	0.00	689.76	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.32	15
sx	S-R	80x80	0+890	0+745	143.1	0.42	2289.60	0.00	0.00	2060.64	3.00	517.04	0.2960	70	1.32	27
sx	W-V	RETT. 60x60	1+180	1+130	59.2	0.18	947.20	0.00	0.00	852.48	3.00	517.04	0.1224	70	0.79	43
sx	V-U	RETT. 80x80	1+130	1+040	92.2	0.18	1475.20	0.00	852.48	2180.16	3.00	517.04	0.3131	70	1.01	49
sx	U-T	RETT. 60x60	1+040	0+980	58.5	0.18	936.00	0.00	0.00	842.40	3.00	517.04	0.1210	70	0.79	42
sx	T-S	RETT. 80x80	0+980	0+890	86.5	0.18	1384.00	0.00	842.40	2088.00	3.00	517.04	0.2999	70	1.00	47
dx + contributo monte *	X-Y	RETT. 100x100	1+190	0+890	330.0	0.18	5280.00	0.00	27300.00	32052.00	28.32	91.16	0.8117	70	1.27	64
dx	Z-Y	50x50	0+810	0+890	79.9	0.63	1278.40	0.00	0.00	1150.56	3.00	517.04	0.1652	70	1.36	36
attraversamento dx-sx	Y-S	DN1000	0+890	0+890	32.0	1.00	0.00	0.00	33202.56	33202.56	28.51	90.70	0.8365	80	2.86	40



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE
E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	43 di 50

ELEMENTI DI RACCOLTA

Sezione tipo	PK in.	PK fine	t_a (min)	q_{lin} ($m^3/s \cdot m$)	D (m)	L (m)	H (m)	A (m^2)	C (m)	Ks	Q_{max} (m^3/s)	Int. elemento (m)	L caditoia (m)
rettifilo	0+000	0+240	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0084	10.00	0.15
curva	0+240	0+600	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0092	10.00	0.23
curva	0+600	0+880	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0137	15.00	0.30
rettifilo	0+880	1+110	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0281	20.00	0.21
rettifilo	1+110	1+200	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0162	15.00	0.18
rettifilo	1+200	1+260	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0051	5.00	0.13



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE
E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	44 di 50

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

Legenda Tabelle

Carreggiata	Carreggiata Stradale (destra/sinistra)
Tratta	Tratta di riferimento nella planimetrie idrauliche
Elemento	tipo di elemento considerato
PK in.	progressiva iniziale
PK fine	progressiva finale
Lungh. (m)	lunghezza elemento
Pendenza longitudinale (%)	pendenza longitudinale dell'elemento
Area pavimentata (m³)	area pavimentata afferente
Area scarpate (m³)	area a verde afferente
Area rid. monte (m²)	area ridotta di monte afferente
Area rid. (m²)	Area ridotta totale (=Area pavimentata*0.9+Area scarpate*0.7+Area rid. Monte)
t_a (min)	Tempo di corrivazione
i (mm/h)	Intensità di pioggia
Q (m³/s)	Portata transitante
Ks	Coefficiente di scabrezza
v (m/s)	Velocità
Riempimento (%)	Riempimento elemento
Sezione tipo	Sezine stradale tipo (rettifilo/curva)
q_{lin} (m³/s*m)	Portata per unità di lunghezza
D (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
L (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
H (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
A (m²)	Area bagnata
C (m)	Contorno Bagnato
Ks	Coefficiente di scabrezza
Q_{max} (m³/s)	Portata massima dle tratto considerato
Int. elemento (m)	Interasse elementi di raccolta
L caditoia (m)	Lunghezza di calcolo della caditoia grigliata



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	45 di 50

11 RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ DEFINITIVA FASE INTERMEDIA

ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Carreggiata	Tratta	Elemento	PK in.	PK fine	Lungh. (m)	Pendenza longitudinale (%)	Area pavimentata (m ³)	Area scarpate (m ³)	Area rid. monte (m ²)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	Ks	v (m/s)	Riempimento (%)
sx	A-B	50x50	0+300	0+410	126.7	0.40	2027.20	950.25	0.00	2489.66	3.00	517.04	0.3576	70	1.42	62
sx	B-C	DN800	0+410	0+440	25.0	0.80	0.00	0.00	2489.66	2489.66	3.00	517.04	0.3576	80	2.12	37
sx	C-D	DN800	0+410	0+550	115.3	0.43	1844.80	864.75	2489.66	4755.30	3.00	517.04	0.6830	80	1.97	65
dx	M-N	50x50	0+280	0+415	138.9	0.79	2221.60	833.10	0.00	2582.61	3.00	517.04	0.3709	70	1.85	53
dx	N-O	DN800	0+415	0+430	11.5	0.87	0.00	0.00	2582.61	2582.61	3.00	517.04	0.3709	80	2.21	37
dx	O-P	DN800	0+430	0+550	116.2	0.43	1859.20	0.00	2582.61	4255.89	3.00	517.04	0.6112	80	1.93	60
dx	Q-P	DN800	0+670	0+550	115.6	0.26	1849.60	0.00	0.00	1664.64	3.00	517.04	0.2391	80	1.26	40
attraversamento dx-sx	P-D	DN1000	0+550	0+550	42.0	0.24	0.00	0.00	5920.53	5920.53	3.07	507.67	0.8349	80	1.67	61
sx	D-H	DN1000	0+550	0+720	187.7	0.53	3002.40	938.25	10675.83	14034.77	4.28	392.95	1.5319	80	2.59	70
dx	L-I	DN800	0+770	0+720	47.9	1.04	766.40	0.00	0.00	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.61	18
attraversamento dx-sx	I-H	DN1000	0+720	0+720	39.0	0.64	0.00	0.00	689.76	689.76	3.00	517.04	0.0991	80	1.32	15
sx	H-R	DN1000	0+720	0+745	23.7	0.70	0.00	0.00	14724.53	14724.53	4.41	383.60	1.5690	80	2.92	65
sx	R-S	80x80	0+745	0+890	143.2	0.31	2291.20	0.00	14724.53	16786.61	5.71	314.57	1.4668	70	1.85	72
sx	W-V	RETT. 60x60	1+180	1+130	59.2	0.18	947.20	0.00	0.00	852.48	3.00	517.04	0.1224	70	0.79	43
sx	V-U	RETT. 80x80	1+130	1+040	92.2	0.18	1475.20	0.00	852.48	2180.16	3.00	517.04	0.3131	70	1.01	49
	0	0.0					0.00	0.00	0.00					0	0.00	0
sx	U-T	RETT. 60x60	1+040	0+980	58.5	0.18	936.00	0.00	0.00	842.40	3.00	517.04	0.1210	70	0.79	42
sx	T-S	RETT. 80x80	0+980	0+890	86.5	0.18	1384.00	0.00	842.40	2088.00	3.00	517.04	0.2999	70	1.00	47
dx + contributo monte *	X-Y	RETT. 100x100	1+190	0+890	330.0	0.18	5280.00	0.00	27300.00	32052.00	28.32	91.16	0.8117	70	1.27	64
dx	Z-Y	50x50	0+810	0+890	79.9	0.63	1278.40	0.00	0.00	1150.56	3.00	517.04	0.1652	70	1.36	36
attraversamento dx-sx	Y-S	DN1000	0+890	0+890	32.0	1.00	0.00	0.00	33202.56	33202.56	28.51	90.70	0.8365	80	2.86	40



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE
E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	46 di 50

ELEMENTI DI RACCOLTA

Sezione tipo	PK in.	PK fine	t_a (min)	q_{lin} ($m^3/s \cdot m$)	D (m)	L (m)	H (m)	A (m^2)	C (m)	Ks	Q_{max} (m^3/s)	Int. elemento (m)	L caditoia (m)
rettifilo	0+000	0+240	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0084	10.00	0.15
curva	0+240	0+600	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0092	10.00	0.23
curva	0+600	0+880	10	0.000815448	0.70	0.70	0.049	0.017	0.751	70	0.0137	15.00	0.30
rettifilo	0+880	1+110	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0281	20.00	0.21
rettifilo	1+110	1+200	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0162	15.00	0.18
rettifilo	1+200	1+260	10	0.000815448	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0051	5.00	0.13



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	47 di 50

Legenda Tabelle

Carreggiata	Carreggiata Stradale (destra/sinistra)
Tratta	Tratta di riferimento nella planimetrie idrauliche
Elemento	tipo di elemento considerato
PK in.	progressiva iniziale
PK fine	progressiva finale
Lungh. (m)	lunghezza elemento
Pendenza longitudinale (%)	pendenza longitudinale dell'elemento
Area pavimentata (m³)	area pavimentata afferente
Area scarpate (m³)	area a verde afferente
Area rid. monte (m²)	area ridotta di monte afferente
Area rid. (m²)	Area ridotta totale (=Area pavimentata*0.9+Area scarpate*0.7+Area rid. Monte)
t_a (min)	Tempo di corrivazione
i (mm/h)	Intensità di pioggia
Q (m³/s)	Portata transitante
Ks	Coefficiente di scabrezza
v (m/s)	Velocità
Riempimento (%)	Riempimento elemento
Sezione tipo	Sezine stradale tipo (rettifilo/curva)
q_{lin} (m³/s*m)	Portata per unità di lunghezza
D (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
L (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
H (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
A (m²)	Area bagnata
C (m)	Contorno Bagnato
Ks	Coefficiente di scabrezza
Q_{max} (m³/s)	Portata massima dle tratto considerato
Int. elemento (m)	Interasse elementi di raccolta
L caditoia (m)	Lunghezza di calcolo della caditoia grigliata



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	48 di 50

12 RISULTATI DELLE VERIFICHE VIABILITÀ PROVVISORIA

ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO

Carreggiata	Tratta	Elemento	PK in.	PK fine	Lungh. (m)	Pendenza longitudinale (%)	Area pavimentata (m ³)	Area scarpate (m ³)	Area rid. monte (m ²)	Area rid. (m ²)	t _a (min)	i (mm/h)	Q (m ³ /s)	Ks	v (m/s)	Riempimento (%)
dx	F-G	50x50	0+280	0+410	121.0	1.04	1694.00	1210.00	0.00	2371.60	1.60	427.47	0.2816	40	1.26	57
dx	G-H	80x80	0+410	0+770	355.0	0.31	4970.00	710.00	2371.60	7341.60	8.47	191.67	0.3909	40	0.86	48
dx	H-L	80x80	0+770	0+862	91.0	1.25	1274.00	182.00	7341.60	8615.60	9.51	175.17	0.4192	40	1.45	34
dx	N-M	50x50	1+295	1+110	185.8	0.10	2601.20	371.60	0.00	2601.20	6.71	229.46	0.1658	40	0.46	80
dx	M-L	80x80	1+110	0+862	244.2	0.10	3418.80	488.40	2601.20	6020.00	15.22	121.80	0.2037	40	0.48	46
							0.00	0.00	0.00							
attraversamento dx-sx	L-C	DN800	0+862	0+862	37.3	0.50	0.00	0.00	14635.60	14635.60	15.54	119.85	0.4872	80	1.94	50
sx	A-B	50x50	0+415	0+625	206.2	0.20	2886.80	824.80	0.00	3175.48	5.20	279.53	0.2466	40	0.66	82
sx	B-C	50x50	0+530	0+862	237.5	0.52	3325.00	712.50	3175.48	6666.73	9.07	181.71	0.3365	40	1.02	75
0	0	0.0	0	0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	427.47	0.0000	0	0.00	0
sx	E-D	50x50	1+030	0+940	84.0	0.05	1176.00	252.00	0.00	1234.80	4.36	320.01	0.1098	40	0.32	77
sx	D-C	50x50	0+940	0+862	82.9	0.10	1159.90	248.55	1234.80	2452.70	7.47	211.26	0.1439	40	0.45	74



RIASSETTO NODO DI BARI
TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE
E BARI TORRE A MARE
VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	49 di 50

ELEMENTI DI RACCOLTA

Sezione tipo	PK in.	PK fine	t_a (min)	q_{lin} ($m^3/s \cdot m$)	D (m)	L (m)	H (m)	A (m^2)	C (m)	Ks	Q_{max} (m^3/s)	Int. elemento (m)	L caditoia (m)
curva	0+220	0+280	0	0.000589914	0.70	0.70	0.035	0.012	0.736	70	0.0031	5.00	0.13
rettifilo	0+280	0+600	0	0.000589914	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0325	20.00	0.18
curva	0+600	0+800	0	0.000589914	0.70	0.70	0.0175	0.006	0.718	70	0.0006	5.00	0.12
rettifilo	0+800	1+250	0	0.000589914	1.60	1.60	0.04	0.032	1.640	70	0.0103	15.00	0.16



RIASSETTO NODO DI BARI

TRATTA A SUD DI BARI: VARIANTE DI TRACCIATO TRA BARI CENTRALE E BARI TORRE A MARE

VARIANTE ALTIMETRICA TANGENZIALE DI BARI

IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Relazione idrologico-idraulica drenaggio di piattaforma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IA1U	02	E 11 RI	ID 00 02 101	B	50 di 50

Legenda Tabelle

Carreggiata	Carreggiata Stradale (destra/sinistra)
Tratta	Tratta di riferimento nella planimetrie idrauliche
Elemento	tipo di elemento considerato
PK in.	progressiva iniziale
PK fine	progressiva finale
Lungh. (m)	lunghezza elemento
Pendenza longitudinale (%)	pendenza longitudinale dell'elemento
Area pavimentata (m³)	area pavimentata afferente
Area scarpate (m³)	area a verde afferente
Area rid. monte (m²)	area ridotta di monte afferente
Area rid. (m²)	Area ridotta totale (=Area pavimentata*0.9+Area scarpate*0.7+Area rid. Monte)
t_a (min)	Tempo di corrivazione
i (mm/h)	Intensità di pioggia
Q (m³/s)	Portata transitante
Ks	Coefficiente di scabrezza
v (m/s)	Velocità
Riempimento (%)	Riempimento elemento
Sezione tipo	Sezine stradale tipo (rettifilo/curva)
q_{lin} (m³/s*m)	Portata per unità di lunghezza
D (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
L (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
H (m)	Dimensione cunetta tipo (vedi fig. 3)
A (m²)	Area bagnata
C (m)	Contorno Bagnato
Ks	Coefficiente di scabrezza
Q_{max} (m³/s)	Portata massima dle tratto considerato
Int. elemento (m)	Interasse elementi di raccolta
L caditoia (m)	Lunghezza di calcolo della caditoia grigliata