

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO–CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA DITTAINO – CATENANUOVA

RELAZIONE IDRAULICA

SCALA:

-

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

RS3E 50 D 78 RI NV2300 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	E. Abbasciano	12.2019		12.2019		12.2019	D. Tiberti 12.2019

ITALFERR S.p.A.
Direzione Regionale
UO Infrastrutture Sud
Dipartimento Palermo
Dipartimento Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	2 di 24

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	Elenco elaborati annessi	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	ANALISI IDROLOGICA	7
4	STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	7
4.1	Il metodo dell'invaso	7
4.2	Sezioni chiuse	10
4.3	Sezioni aperte	12
4.4	Dimensionamento idraulico	14
5	ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE	16
5.1	Fossi di guardia	17
5.2	Embrici	17
6	MANUFATTI MINORI DI CONTINUITÀ E DI TRASPARENZA	18
7	VERIFICA ELEMENTI NV23	20



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	3 di 24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – schema per il calcolo delle portate con il metodo dell’invaso	8
Figura 2 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta.....	10
Figura 3 – Particolare smaltimento acque di piattaforma in rilevato – NV23	16
Figura 4 – Dettaglio degli embrici in pianta e in sezione	18

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.....	4
Tabella 2 – Valori di $\zeta_{\alpha}(z)$ in funzione di α	13

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	4 di 24

1 PREMESSA

Il presente documento viene emesso nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo relativo alla tratta a semplice binario Dittaino – Catenanuova del Nuovo Collegamento Palermo – Catania. L'intera tratta Dittaino – Catenanuova ha uno sviluppo complessivo di circa 22,8 km.

Scopo della presente relazione è il dimensionamento idraulico dei manufatti atti al collettamento ed allo smaltimento delle acque di drenaggio di piattaforma della viabilità NV23 in progetto.

La fase di progettazione è stata svolta sulla base delle prescrizioni del Manuale di progettazione RFI/Italferr.

In riferimento alla portata di progetto sono stati considerati eventi con i seguenti tempi di ritorno:

- 25 anni per il drenaggio di piattaforma stradale.

1.1 Elenco elaborati annessi

ELABORATO	SCALA	CODIFICA
Planimetria di smaltimento acque – NV23	1:500	RS3E50D78P8NV2300001A

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.

	NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione idraulica	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	5 di 24

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Sono state prese in considerazione le disposizioni legislative di seguito elencate.

NORMATIVA

- R.D. 25/07/1904, n. 523 - “Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- R.D. 27/07/1934, n. 1265 - “Testo unico delle leggi sanitarie”;
- Circolare 07/01/1974, n. 11633 – “Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”;
- D.M. 12/12/1985 - “Normativa tecnica per le tubazioni”;
- Circolare 20/03/1986, n. 27291 – “Istruzioni relative alla normativa tecnica per le tubazioni”;
- L.R. 15/05/1986, n. 27 – “Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla L.R. 18/06/1977, n. 39 e s.m.i.”.
- L. 18/05/1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana – 2004;
- D.lgs. 03/04/ 2006, n. 152 - “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- D.lgs. 16/01/2008, n. 4 - “Codice dell’Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- D.M. 16/06/2008, n. 131 – “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- D.M. 04/04/2014 - “Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”;
- Delibera G.R. 06/08/2014. N. 231 “Direttiva 2007/60/CE. Linee di indirizzo strategico per l’elaborazione del Piano di gestione del rischio alluvioni e programma delle attività conoscitive”;
- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Regione Siciliana, 2015;

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	6 di 24

- Piano di Gestione del Distretto Idrografico (P.G.D.I.) della Sicilia – 2016;
- D.M. 17/01/2018 - “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;
- Manuale di Progettazione RFI – Edizione dicembre/2018;
- Circolare 21/01/2019, n.7 – “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 17/01/2018”;

LETTERATURA TECNICA DI RIFERIMENTO

- V.T. Chow – “Open-Channel Hydraulics – McGraw-Hill – 1959;
- G. Supino – “Le reti idrauliche” - Ed. Patron - Bologna – 1965;
- D. S. Miller – “Internal Flow Systems” – BHR Group Limited – 1978;
- D. Tonini – “Elementi di idrografia ed idrologia” – Vol. 2 – Ed. Cortina – 1983;
- U.S. Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Service – “Urban hydrology for small watersheds” – 1986;
- A. Lencastre – “Manuel d’hydraulique générale – Eyrolles” – 1986;
- D. Citrini, G. Nosedà – “Idraulica” – Casa Editrice Ambrosiana Milano – 1987;
- F. Arredi – “Costruzioni Idrauliche” – Utet – 1987;
- R. H. McCuen – “Hydrologic Analysis and Design” – Pearson Education – 1989;
- G. Ippolito – “Appunti di costruzioni idrauliche” – Liguori – 1993;
- M. Cannarozzo, F. D’Asaro, V. Ferro – “Valutazione delle Piene in Sicilia”, C.N.R. GNDCI, Previsione e prevenzione degli eventi idrologico estremi e loro controllo – 1993;
- L. Da Deppo, C. Datei – “Fognature” – Edizioni Progetto Padova – 1997;
- S. Artina et al. – “Sistemi di Fognatura” – Centro Studi Deflussi Urbani – Hoepli – 1997;
- V. Ferro – “La sistemazione dei bacini idrografici” - McGraw-Hill – 2002;
- C. Ciaponi, S. Papiri, U. Sanfilippo, S. Todeschini – “Acque di prima Pioggia – Manuale di Progettazione” – CSDU/ Hoepli – 2014;
- VAPI – “Progetto Speciale per la Valutazione delle Piene in Italia”;
- “Annali idrologici” pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN).

3 ANALISI IDROLOGICA

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio si utilizza il metodo dell'invaso, a partire dalla curva di possibilità pluviometrica relativa ad un tempo di ritorno pari a 25 anni per le viabilità (come da prescrizioni del manuale RFI/Italferr).

I parametri caratteristici di tale curva sono ottenuti partendo dall'analisi idrologica riportata nella relativa relazione idrologica, di seguito si riportano le conclusioni dello studio idrologico.

Si utilizza la legge di pioggia nella sua espressione monomia del tipo $h = a \cdot t^n$ e $i = a \cdot t^{n-1}$. Per tempi di ritorno pari a 25 anni i valori assunti per a ed n sono pari a:

$$a = 45.90$$

$$n = 0.386$$

4 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

4.1 Il metodo dell'invaso

Tale metodo tratta il problema del moto vario in maniera semplificata: assegna all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme ed assume come equazione di continuità quella detta "dei serbatoi" per simulare, concettualmente, l'effetto d'invaso (Figura 1).

Tale metodologia sfrutta per il calcolo delle portate le capacità d'invaso della rete.

Le ipotesi alla base del metodo sono stazionarietà e linearità, che comportano l'invarianza nel tempo delle trasformazioni che il bacino compie sugli input (afflussi) e la validità del principio di sovrapposizione degli effetti. In fase di calcolo si ipotizza che il riempimento delle condotte avvenga in modo sincrono e che nessun canale determini fenomeni di rigurgito in tratti di canale a monte. Il metodo si fonda sull'equazione di continuità.

La superficie scolante S sia solcata da un collettore avente sezione d'area A e pendenza i.

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	8 di 24

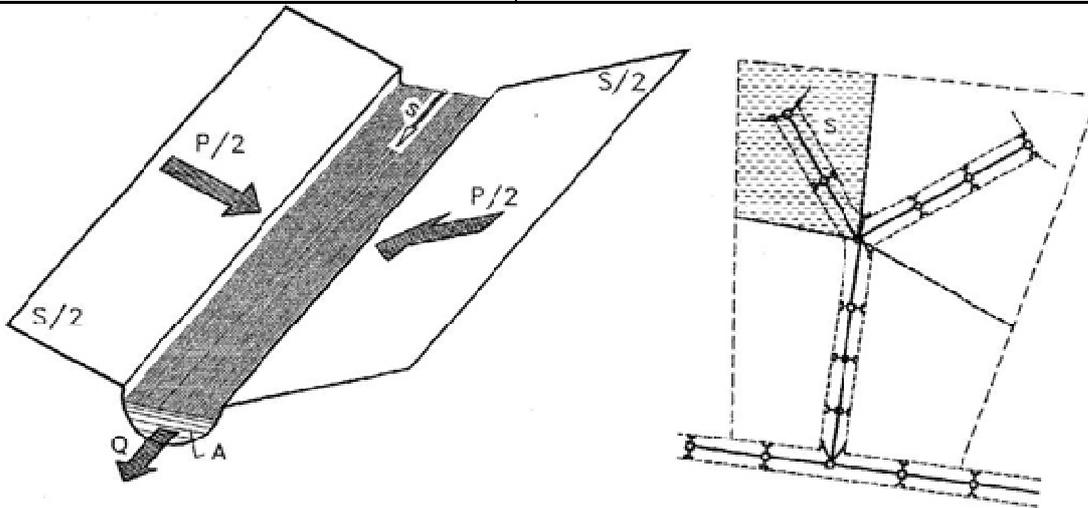


Figura 1 – schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso

La condizione di continuità si esprime scrivendo:

$$p - Q = \frac{dV}{dt}$$

dove:

$p = \varphi j S$, con $j = a\tau n^{-1}$ intensità di pioggia costante sulla durata τ della precipitazione;

V = volume invasato a monte della sezione di chiusura;

Q = portata transitante nella sezione di chiusura.

L'integrazione dell'equazione di continuità e del moto fornisce una relazione tra Q e t ed in particolare permette di calcolare il tempo di riempimento t_r del collettore, cioè il tempo necessario per passare da $Q = 0$ a $Q = Q_0$, essendo Q_0 il valore della portata massima che il canale può smaltire. Sulla base del confronto tra τ e t_r si può fare una verifica delle dimensioni del canale, risultando:

- insufficiente se $t_r < \tau$;
- corretto se $t_r \geq \tau$.

Se si assume che il fenomeno di trasformazione di piogge in portate possa considerarsi in lenta evoluzione nel tempo e nello spazio, il moto vario può essere descritto da una successione di stati di moto uniforme. L'equazione del moto è data, allora, dalla nota espressione di Gauckler-Strickler:

$$v = K_s R_H^{\frac{2}{3}} \sqrt{i}$$

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	9 di 24

dove: K_s = coefficiente di attrito di Gauckler-Strickler;

R_H = raggio idraulico;

i = pendenza del canale.

Dall'identità $Q = Av$ si ottiene poi la scala delle portate:

$$Q = cA^\alpha$$

Tale equazione insieme con quella di continuità descrive il processo di riempimento e di svuotamento di un serbatoio ideale controllato da una speciale luce di scarico che trae dal moto uniforme la sua legge di deflusso.

Per poter procedere all'integrazione, occorre esprimere il volume V in funzione della variabile Q . Il problema è trattato assumendo che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione bagnata, come d'altronde impone l'ipotesi del moto uniforme. Si assume cioè, con un certo errore nel confronto con la realtà, che il volume d'invaso sia concentrato unicamente nel collettore e non sulla superficie scolante.

In queste ipotesi, detti V_0 e A_0 rispettivamente il volume massimo e la massima area, si può scrivere:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Inoltre, dalla scala delle portate ottenuta, si ha:

$$\frac{Q}{Q_0} = \left(\frac{A}{A_0} \right)^\alpha$$

Da cui si ottiene:

$$V = V_0 \left(\frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Andando ad inserire quest'espressione nell'equazione di continuità si ottiene l'espressione integrabile:

$$dt = \frac{V_0}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \frac{Q^{(1-\alpha)/\alpha}}{p-Q} dQ$$

4.2 Sezioni chiuse

Per le sezioni chiuse è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.0$ (Figura 2).

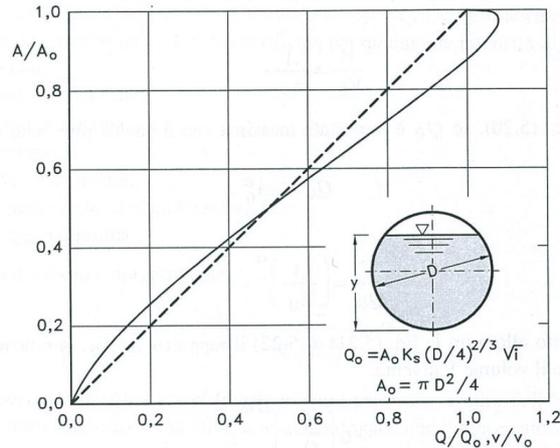


Figura 2 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$dt = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \frac{dQ}{p - Q}$$

Posto p costante, l'equazione integrata nell'intervallo $t_2 - t_1$ dà:

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p - Q_1}{p - Q_2}$$

Per $t_1=0$ e $Q_1=0$, si ha il tempo di riempimento t_r necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q_0 :

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_0} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione $h = a \tau^n$, per una prefissata intensità $j = a \tau^{n-1}$, si ha:

$$\varepsilon = \frac{p}{Q_0} = \frac{\varphi j S}{Q_0} = \varphi \frac{S a \tau^{n-1}}{Q_0} \Rightarrow \tau = \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)}$$

La condizione $t_r = \tau$ dà modo di ottenere:

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	11 di 24

$$V_0 = Q_0 \left(\frac{\varepsilon Q_0}{\varphi S a} \right)^{1/(n-1)} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{-1}$$

Ed anche, ricordando che $u = Q_0 / S$,

$$V_0 = \frac{S}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \cdot u \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot u}{\varphi \cdot a} \right)^{1/(n-1)}$$

dalla quale, definito $v_0 = V_0 / S$ come volume specifico si ha:

$$u = \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

La condizione $du / d\varepsilon = 0$ consente di calcolare il valore di $\varepsilon = p / Q_0$ relativo all'evento che sollecita, noto l'esponente n , in maggior misura la rete. Si ottiene:

$$n = 1 + (\varepsilon - 1) \cdot \ln \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}$$

da cui può dedursi, con un'approssimazione sufficiente nell'intervallo 0.25 – 0.50 dei valori di n , il desiderato valore di ε :

$$\varepsilon = 3.94 - 8.21n + 6.23n^2 + \dots$$

Esprimendo v_0 in m^3/ha , S in ha , a in mm/ora e u in l/s ha si ha:

$$u = 10^{1/n} \cdot 0.278 \varepsilon^{-1/n} \cdot \left(\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \right)^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

Raggruppando con la posizione:

$$K_c = \left(\frac{10 \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3.6^n} \right)^{1/(1-n)} \cdot \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

le grandezze legate al carattere climatico del luogo (a e n), direttamente e nel parametro ε , e allo stato della superficie scolante (φ), l'equazione diventa:

$$u = \left(\frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n}$$

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	12 di 24

L'equazione, per l'evidenza accordata al volume specifico v_0 , si presta principalmente allo svolgimento pratico del calcolo.

4.3 Sezioni aperte

Per le sezioni aperte è ammissibile una relazione lineare fra volume e portata, assumendo $\alpha=1.5$.

Quindi l'equazione precedente, avendo fatto la classica definizione:

$$z = \frac{Q}{p}$$

integrata tra t_1 e q_1 , effettuando uno sviluppo in serie della funzione z (variabile tra 0 e 0,98):

$$t_2 - t_1 = \frac{V_0 \cdot p^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \cdot \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 p^{(1-\alpha)/\alpha}}{Q_0^{1/\alpha}} \cdot [z_2^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_2) - z_1^{1/\alpha} \zeta_\alpha(z_1)]$$

avendo posto:

$$\zeta_\alpha(z) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1}$$

serie sicuramente convergente per $z < 1$.

In particolare, per $t_1 = 0$, $z_1 = 0$ (cioè $Q_1 = 0$) e $z_2 = Q_0/p$, si ottiene il tempo di riempimento t_r :

$$t_r = \frac{V_0}{p} \left(\frac{p}{Q_0} \right)^{1/\alpha} \cdot z^{1/\alpha} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{p} \cdot \zeta_\alpha(z) = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \zeta_\alpha(z)$$

I valori della funzione $\zeta_\alpha(z)$ sono stati riassunti in al variare di α nella tabella seguente.

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	13 di 24

z	$\xi_1(z)$	$\xi_{1,25}(z)$	$\xi_{1,5}(z)$	$\xi_{1,75}(z)$	$\xi_2(z)$
0	1	1	1	1	1
0,10	1,0536	1,0475	1,0427	1,0388	1,0355
0,20	1,1157	1,1023	1,0917	1,0831	1,0760
0,30	1,1889	1,1665	1,1489	1,1347	1,1230
0,40	1,2770	1,2435	1,2171	1,1960	1,1787
0,50	1,3862	1,3379	1,3006	1,2708	1,2464
0,60	1,5271	1,4589	1,4068	1,3655	1,3318
0,70	1,7198	1,6231	1,5499	1,4924	1,4460
0,75	1,8482	1,7317	1,6440	1,5756	1,5205
0,80	2,0116	1,8690	1,7627	1,6800	1,6138
0,84	2,1814	2,0109	1,8847	1,7871	1,7093
0,87	2,3447	2,1468	2,0011	1,8889	1,7998
0,90	2,5579	2,3231	2,1516	2,0203	1,9164
0,92	2,7447	2,4769	2,2824	2,1342	2,0172
0,94	2,9922	2,6798	2,4545	2,2836	2,1493
0,96	3,3518	2,9733	2,7024	2,4983	2,3387
0,98	3,9895	3,4903	3,1375	2,8738	2,6691

Tabella 2 – Valori di $\xi_\alpha(z)$ in funzione di α .

Dall'equazione sopra ricavata, imponendo la condizione critica per cui il tempo di pioggia sia uguale al tempo di riempimento ($\tau = t_r$), si deduce, con semplici passaggi, l'espressione del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\xi_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

avendo assunto come volume specifico $v_0 = V_0 / S$ cioè il volume d'invaso dell'intero sistema, pari alla somma del volume contenuto nei collettori e diffuso sulla superficie scolante (fossi minori, avvallamenti, ecc.), immaginato distribuito sull'intera superficie del bacino.

Si può allora determinare, con la condizione $du/dz = 0$ (essendo z l'unica variabile), quale sia il valore di z (dipendente dall'intensità di precipitazione j) che rende massimo il coefficiente udometrico u . Lo svolgimento dei passaggi porta ad una espressione implicita di z di non agevole manipolazione. Alcuni calcoli offrono la possibilità di dare, con un'approssimazione più che soddisfacente, la seguente forma alla funzione di z :

$$z [\xi_\alpha(z)]^{(n-1)/n} = (\lambda_1 \alpha + \lambda_2) n$$

e di fornire, quindi, un'espressione semplificata dell'equazione che definisce il coefficiente

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	14 di 24

udometrico.

Esprimendo $[a]$ = metri · giorni- n e $[v_0]$ = metri, e il coefficiente udometrico $[u]$ = litri · secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

$$u = (26\alpha + 66)n \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

4.4 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico dei collettori di drenaggio e dei fossi di guardia per la raccolta delle acque di piattaforma stradale è stato eseguito mediante il metodo del volume d'invaso precedentemente esposto.

La determinazione delle portate all'interno di ciascun tratto è stata eseguita imponendo per il coefficiente udometrico, in favore di sicurezza, un tempo di riempimento della singola canaletta pari al tempo di pioggia ($t_r = t_p$).

Note la pendenza e le dimensioni dei fossi di guardia e dei collettori, è stato calcolato il tirante idrico che si instaura all'interno dell'elemento in condizioni di moto uniforme.

Il dimensionamento idraulico è soddisfatto se le configurazioni geometriche scelte sono tali da consentire lo smaltimento delle portate afferenti con un grado di riempimento massimo del 70 % per i fossi di guardia mentre la verifica dei collettori risultano verificati se il loro riempimento è inferiore al 70% del diametro per diametri maggiori o uguali a DN500 e se il riempimento è inferiore al 50% del diametro per diametri inferiori a DN500.

Nell'applicazione del metodo dell'invaso viene definito il coefficiente udometrico

$$u = \frac{Q_0}{S} = z [\zeta_\alpha(z)]^{(n-1)/n} \cdot \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}}$$

per il quale vengono utilizzati i seguenti parametri:

Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma $W_p = 0.005$ m;

Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne $W_{ae} = 0.005$ m;

Coefficiente di afflusso per la piattaforma $\varphi_p = 0.9$;

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	15 di 24

Coefficiente di afflusso per le aree esterne $\phi_{ae} = 0.5$;

Coefficiente di scabrezza di Manning del calcestruzzo $n_M = 0.015 \text{ s /m}^{1/3}$;

Coefficiente di scabrezza di Manning delle tubazioni plastiche $n_P = 0.0133 \text{ s /m}^{1/3}$;

Larghezza piattaforma in trincea/rilevato L = variabile;

Larghezza area del rilevato L = variabile;

Lunghezza area esterna a monte della viabilità L=variabile.

La portata lungo l'elemento viene quindi calcolata moltiplicando il coefficiente udometrico per la superficie del bacino afferente alle varie sezioni prese in esame.

Determinata la portata defluente, il tirante idrico che s'instaura all'interno dell'elemento è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo *Gauckler-Strickler*:

$$Q_d = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

dove: n – coefficiente di scabrezza secondo Manning [s /m^{1/3}];

A – area bagnata [m²];

R_h – raggio idraulico [m];

i – pendenza del fondo.

Nota il tirante idrico si può verificare il grado di riempimento ed il franco di sicurezza.

Mediante un rilievo topografico sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Nella tabella seguente si riportano i risultati delle verifiche del sistema di drenaggio in progetto per le varie viabilità.

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	16 di 24

5 ACQUE METEORICHE RICADENTI SULLA PIATTAFORMA STRADALE

Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale, nei tratti in rilevato e in trincea, ed assicurare il loro recapito all'esterno, si sono adottate generalmente le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

Sezioni in rilevato

La soluzione adottata consiste nello scarico dei deflussi meteorici provenienti dalla piattaforma, attraverso caditoie e tubazioni seguite da embrici, in fossi di guardia collocati al piede dei rilevati. La geometria del fosso è di tipo trapezoidale, con larghezza di base ed altezza variabili a seconda delle necessità e sponde aventi pendenza pari a 1/1. Gli embrici vengono sistemati lungo le scarpate.

PARTICOLARE CADITOIA + TUBAZIONE

Scala 1:20

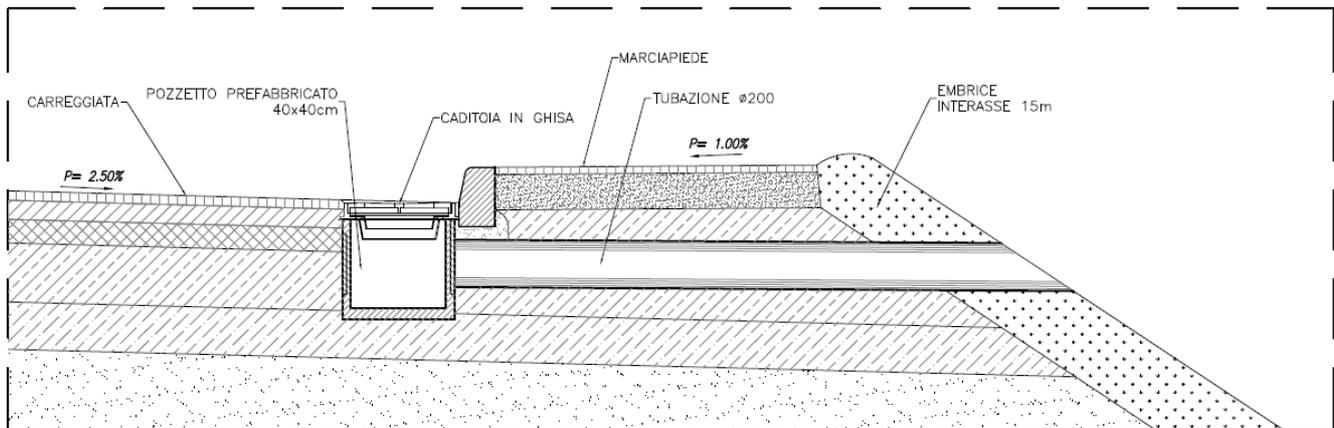


Figura 3 – Particolare smaltimento acque di piattaforma in rilevato – NV23

Sezioni in trincea

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza idonea, con sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse massimo di 15 m, protette da griglie carrabili in ghisa D400 sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in PVC.

5.1 Fossi di guardia

I fossi di guardia, posti ai piedi del rilevato o a monte della trincea, hanno funzione di intercettare le acque meteoriche provenienti dalla piattaforma e dal rilevato stradale e, eventualmente, dalle aree esterne naturalmente scolanti verso la viabilità in progetto, impedendo che queste raggiungano la pavimentazione.

Le acque intercettate dai fossi di guardia scaricano in un'incisione della rete idrografica naturale attraverso dei fossi di recapito.

E' prevista un'unica tipologia di fosso di guardia a sezione trapezoidale 0.5x0.50m (1.50) rivestito in cls

5.2 Embrici

La capacità di smaltimento degli embrici può essere stimata ipotizzando un funzionamento a soglia sfiorante di larghezza **L** e tirante sopra la soglia **h** secondo la relazione:

$$Q = c_q \cdot (L \cdot h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

$g = 9.81$ – [m/s²] (Accelerazione di gravità);

$c_q = 0.385$ – [-] (Coefficiente di efflusso);

$L = 0.3$ – [m] (Larghezza della vena sfiorante);

$h = 0.04$ – [m] (Altezza della lama d'acqua contenuta nel cordolino bituminoso);

Si ottiene una capacità di smaltimento paria a $Q = 12.85$ [l/s].

La forzante idraulica dell'elemento di progetto, ovvero la portata in arrivo dalla sede stradale all'embrice può essere calcolata con la formula razionale, modificata nella forma:

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

Nella quale:

Q = Portata – [m³/s];



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	19 di 24

dei fossi di guardia, consentendo il normale deflusso delle acque. Tali opere d'arte sono funzionali sia per il recapito certo delle acque meteoriche provenienti dai fossi di guardia dei rilevati sia per garantire lo smaltimento saltuario delle portate in caso di eventi meteorici rilevanti.

I manufatti minori sono tombini circolari in calcestruzzo se di diametro maggiore di 1.0 m oppure in PVC se inferiore o uguale al metro che attraversano i rilevati.

La pendenza longitudinale con la quale essi sono verificati sarà maggiore di quella minima definita dai criteri di progettazione di tali manufatti ed è pari allo 0.5 %, al fine di impedire la sedimentazione di eventuale materiale solido trasportato.

La sezione di deflusso complessiva del tombino deve consentire lo smaltimento della portata di progetto con un grado di riempimento non superiore al 70 % della sezione totale.

Stante le ridotte dimensioni dei compluvi, i quali sottendono bacini di estensione limitata, questi attraversamenti secondari vengono, di conseguenza, verificati per tempi di ritorno pari a 25 anni, congruentemente con il tempo di ritorno degli elementi afferenti (fossi e canalette).

Le verifiche dei manufatti sono riportate nelle medesime tabelle di verifica dei fossi di guardia.



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	20 di 24

7 VERIFICA ELEMENTI NV23



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	21 di 24

TABELLA ELEMENTI TRATTI AFFERENTI

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto							
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico	
			m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
20	90	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.105	0.000	0.042	0.105	0.147	6.51	70	0.0621	186.20	181.85	0.00545	
220	90	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.130	0.000	0.078	0.130	0.208	8.84	130	0.0227	184.80	181.85	0.00683	
220	600	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.228	0.380	0.000	0.228	0.380	0.608	25.84	380	0.0134	184.80	179.70	0.00880	
640	820	sx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.180	0.000	0.108	0.180	0.288	12.24	180	0.0300	0.00	0.00	0.00645	
640	820	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.180	0.000	0.108	0.180	0.288	12.24	180	0.0300	0.00	0.00	0.00645	
820	820	dx-sx	12.68	0.000	0.216	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.216	0.360	0.576	24.48	130	0.0050	0.00	0.00	0.00876	
640	600	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.020	0.000	0.024	0.020	0.044	1.72	40	0.0025	179.80	179.70	0.00693	
10	90	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.800	0.000	0.048	0.800	0.848	41.44	80	0.0275	186.70	184.50	0.00596	

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	22 di 24

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Superfici confluenti				Superfici tratto						Elementi del tratto						
			Vol. INVASO PROPRIO CONFLUENTE	Sup FERROVIA	Sup STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA	Superficie STRADA	Superficie ESTERNA	Sup FERROVIA - TOTALE	Superficie STRADA - TOTALE	Superficie ESTERNA - TOTALE	Superficie TOTALE	Volumi piccoli invasi TOTALE	Lunghezza	Pendenza	Volume proprio d'invaso	Volume totale d'invaso	Invaso specifico
			m ³	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	m ³	m	m/m	m ³	m ³	m ³ /m ²
180	90	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.900	0.000	0.054	0.900	0.954	46.62	90	0.0133	185.70	184.50	0.00547
90	90	dx	14.67	0.000	0.102	1.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	1.700	1.802	88.06	25	0.0100	0.00	0.00	0.00591
180	600	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.252	2.100	0.000	0.252	2.100	2.352	112.56	420	0.0214	186.70	177.70	0.00755
750	600	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.090	0.450	0.000	0.090	0.450	0.540	25.20	150	0.0120	179.50	177.70	0.00614
600	600	dx	73.07	0.000	0.342	2.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.342	2.550	2.892	137.76	25	0.0100	0.00	0.00	0.00742
750	820	dx	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.210	0.000	0.042	0.210	0.252	11.76	70	0.0786	179.50	174.00	0.00547



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	23 di 24

TABELLA DI VERIFICA DELLE PORTATE

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
20	90	sx	0.0459	0.39	321.9	0.047	F 50x50	2.20	0.04	8%	3.57	CLS
220	90	sx	0.0459	0.39	260.4	0.054	F 50x50	1.31	0.07	14%	1.60	CLS
220	600	sx	0.0459	0.39	174.2	0.106	F 50x50	1.46	0.11	22%	1.41	CLS
640	820	sx	0.0459	0.39	285.3	0.082	DN400	2.33	0.13	32%	2.07	PVC SN8
640	820	dx	0.0459	0.39	285.3	0.082	DN400	2.33	0.13	32%	2.07	PVC SN8
820	820	dx-sx	0.0459	0.39	175.3	0.101	DN1500	0.99	0.16	11%	0.78	CLS
640	600	dx	0.0459	0.39	329.8	0.015	F 50x50	0.44	0.06	11%	0.59	CLS
10	90	dx	0.0459	0.39	183.8	0.156	F 50x50	1.37	0.16	31%	1.11	CLS
180	90	dx	0.0459	0.39	210.9	0.201	F 50x50	3.26	0.10	19%	3.36	CLS
90	90	dx-sx	0.0459	0.39	186.6	0.336	DN1000	2.26	0.24	24%	1.46	PVC



NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA DITTAINO - CATENANUOVA
 PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3E	50	D 78 RI	NV 23 00 001	A	24 di 24

Progressiva iniziale	Progressiva finale	POSIZIONE	Calcolo della portata				Caratteristiche idriche					Materiale
			a	n	U	Portata Pluviale	Tipo CANALETTA / COLLETTORE	Velocità	Tirante idrico	Percentuale di riempimento	Numero di Froude	
			m/h ⁿ		lt/s/ha	m ³ /s		m/s	m	%		
												SN8
180	600	dx	0.0459	0.39	139.2	0.327	F 50x50	2.11	0.20	39%	1.53	CLS
750	600	dx	0.0459	0.39	216.3	0.117	F 50x50	2.20	0.08	17%	2.41	CLS
600	600	dx-sx	0.0459	0.39	146.3	0.423	DN1000	2.85	0.24	24%	1.84	PVC SN8
750	820	dx	0.0459	0.39	260.3	0.066	F 50x50	2.28	0.05	10%	3.25	CLS