

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

PROGETTO DEFINITIVO

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA

TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE (Lotto 1+2) Nuova Viabilità NV02

Relazione idraulica drenaggio piattaforma stradale

SCALA:

-

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

RS90	00	Y	78	RI	ID0002	001	A
------	----	---	----	----	--------	-----	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V.Colamesta	Giu.2023	A.Toftora	Giu.2023	A.Barreca	Giu.2023	F.Sacchi Giu.2023

ITALFERR S.p.A.
 Gruppo Ferrovie dello Stato
 Direzione Tecnica
 S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering
 Dott. Ing. Francesco Sacchi
 Ordine degli Ingegneri Stab. di Roma n. 23172 Srz. A

File: RS9000Y78RIID0002001A

VIABILITÀ Relazione idraulica drenaggio piattaforma stradale	CODIFICA RS90 00 Y 78 RI ID00 02 001 A	REV A	FOGLIO 2 DI 14
--	--	-----------------	--------------------------

Indice

1. PREMESSA	3
2. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI	3
2.1 Scelta dei tempi di ritorno	3
2.2 Analisi idrologica piogge intense	3
3. METODOLOGIA DI CALCOLO	4
3.1 Metodo dell'invaso	4
3.2 Dimensionamento idraulico	11
4. DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE	13
5. TABELLE VERIFICHE IDRAULICHE	14

1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione definitiva dell'intervento di raddoppio della DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO per il nuovo collegamento Palermo-Catania-Raddoppio tratta Fiumetorto-Lercara diramazione.

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

La protezione della viabilità di progetto dalle acque meteoriche e da quelle che nel naturale deflusso superficiale vengono ad interessare il corpo stradale richiede la realizzazione sistematica di manufatti di raccolta e convogliamento posizionati ai lati della viabilità.

2. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI

2.1 Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle opere di drenaggio della viabilità è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI.

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2018 e relativa circolare applicativa
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<i>Piattaforma ferroviaria TR 100 anni Deviazioni stradali Tr=25 anni</i>	-

2.2 Analisi idrologica piogge intense

Per la definizione delle portate transitanti nei sistemi di drenaggio in progetto sono stati assunti i parametri pluviometrici ottenuti seguendo l'analisi riportata nella relazione idrologica generale (RS9000Y09RIID0001001A), facente parte degli elaborati allegati al presente progetto.

In tale relazione vengono definiti i coefficienti a ed n delle leggi di possibilità pluviometrica maggiormente rappresentativi dell'area in progetto, validi per durate di pioggia inferiori l'ora.

Si riportano di seguito le equazioni monomie di probabilità pluviometrica per i tempi di ritorno considerati:

TR=25 anni

$$h_{t,25} = a \cdot K_T \cdot \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386} = 51.93 \cdot \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

TR=100 anni

$$h_{t,100} = a \cdot K_T \cdot \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386} = 64.15 \cdot \left(\frac{t}{60}\right)^{0.386}$$

3. METODOLOGIA DI CALCOLO

3.1 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).

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.

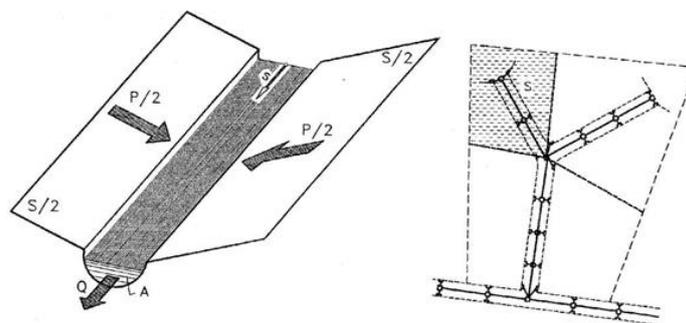


Figura 1 - Schema per il calcolo delle portate con il metodo dell'invaso

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:

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

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:

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

Sezioni chiuse

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

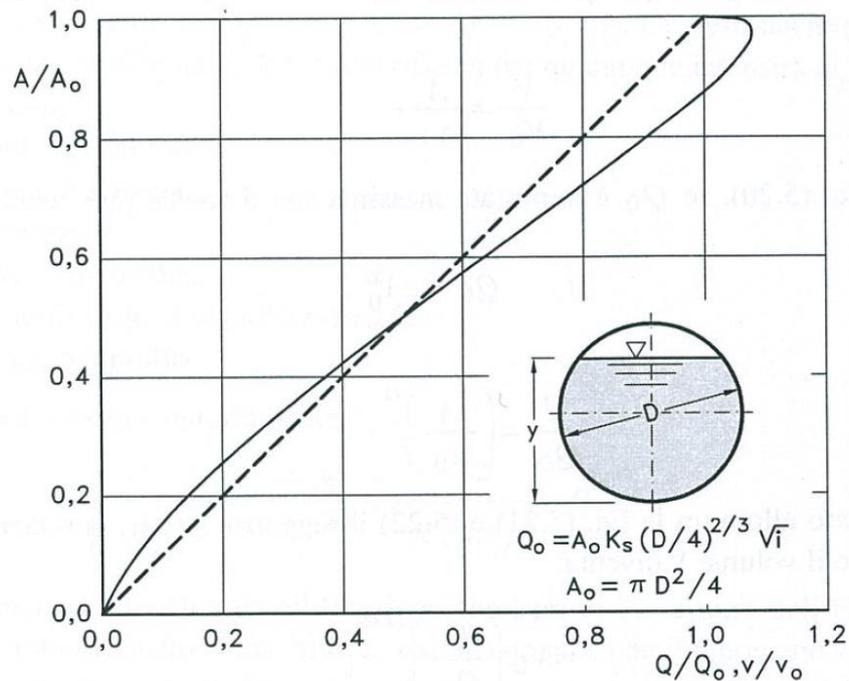


Figura 2 – Andamento della portata in funzione della sezione liquida della condotta

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 t2 - t1 dà:

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

Per t1=0 e Q1=0, si ha il tempo di riempimento tr necessario, a partire dalle condizioni di condotta vuota, per raggiungere il valore massimo Q0:

$$t_r = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{p}{p - Q_2} = \frac{V_0}{Q_0} \cdot \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \quad \text{con} \quad \varepsilon = \frac{p}{Q_0}$$

Nota la relazione h = a tn, per una prefissata intensità j = a tn-1, si ha:

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

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

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

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

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

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

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

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 m³/ha, S in ha, a in mm/oran e u in l/s ha si ha:

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

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:

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

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

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 tr:

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

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

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 1 – Valori di $\zeta_\alpha(z)$ 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:

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

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:

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

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

Esprimendo [a]= metri · giorni-n e [v0]= metri, e il coefficiente udometrico [u]= litri · secondo · ettaro, l'equazione che definisce il coefficiente udometrico diventa:

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

3.2 Dimensionamento idraulico

Il dimensionamento idraulico degli elementi di drenaggio 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 (tr = tp).

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 80 % per gli elementi a sezione aperta ovvero per i fossi di guardia e per le canalette. I collettori invece 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. I valori limite per le velocità sono 0,4 m/s e 5 m/s.

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 ferroviaria $W_p = 0.005 \text{ m}$;
- Volume specifico piccoli invasi per la piattaforma stradale $W_p = 0.003 \text{ m}$;

- Volume specifico piccoli invasi per le aree esterne $W_{ae} = 0.003$ m;
- Coefficiente di afflusso per la piattaforma e il rilevato ferroviario $\phi_p = 0.9$;
- Coefficiente di afflusso per le aree esterne $\phi_{ae} = 0.4$;
- Coefficiente di scabrezza per il CLS $K_s=67$ m^{1/3}/s.;
- Coefficiente di scabrezza per le tubazioni in PVC $K_s=90$ m^{1/3}/s.;
- Larghezza piattaforma in trincea/rilevato $L =$ variabile;
- Larghezza area del rilevato $L =$ variabile;
- Lunghezza area esterna a monte $L=$ variabile.

La portata lungo l'elemento di drenaggio 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 delle canalette è calcolato mediante l'equazione del moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2}$$

Q è la portata;

A è la sezione liquida;

KS è il coefficiente di scabrezza di Strickler;

RH è il raggio idraulico;

i è la pendenza longitudinale.

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

Dall'analisi della cartografia alla base del progetto (cartografia in scala 1:2000) sono state definite le aree sottese ai vari punti di chiusura, quantificate le relative aree e calcolati i valori delle portate massime.

Per le verifiche del grado di riempimento si rimanda alle tabelle allegate.

4. DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE

Per lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalla viabilità di progetto, sono stati previsti fossi trapezi in CLS al piede del rilevato stradale che raccolgono le acque provenienti dagli embrici (previsti con interasse pari a 15 m). Per il tratto in viadotto sono stati inseriti dei collettori (DN400 e DN315), al di sotto dell'impalcato, che scaricheranno nei fossi posti al piede dello stesso.

Al fine di intercettare e proteggere la viabilità dalle acque provenienti dal versante, si è previsto l'inserimento di un canale di gronda in CLS a sezione trapezia, immediatamente a valle dell'intervento di stabilizzazione della frana. Il suddetto canale raccoglierà anche parte delle acque sotterranee intercettate dai dreni per poi scaricarle sia nell'opere idraulica NI01 che nel tombino NI02, previsto in rifacimento al di sotto della viabilità esistente.

Il sistema di drenaggio relativo al piazzale della stazione di Cerda e del tratto di linea ferroviaria è stato riadattato alla luce della nuova configurazione della NV02, senza subire modifiche rilevanti.

5. TABELLE VERIFICHE IDRAULICHE

Fossi	area	lunghezza tratto	q.s. inizio	q.s. fine	pendenza tratto	base fosso/canaletta	altezza fosso/canaletta	tirante idrico	perimetro bagnato	area bagnata	raggio idraulico	velocità	volume piccoli invasi	volume invaso proprio	volume totale	volume specifico	coefficiente idometrico	portata	portata	grado di riempimento	sezione	materiale
ID	A [ha]	L [m]	[m]	[m]	i [-]	b [m]	h [m]	hi [m]	P [m]	σ [m ²]	R [m]	V [m/s]	w_{pi} [m ³]	w_{ip} [m ³]	W_{TOT} [m ³]	w [m]	u [l/s*ha]	Q [l/s]	Q [m ³ /s]	G.R. [%]		
FE3	1.93	73	24.80	20.10	0.064	0.70	0.70	0.10	0.98	0.08	0.08	3.18	58.01	54.71	112.72	0.0058	131.2	253.7	0.254	14	TR	CLS
FE2	6.98	127	33.00	24.80	0.040	0.70	0.70	0.36	1.72	0.38	0.22	4.91	209.50	48.87	258.37	0.0037	270.4	1888.3	1.888	52	TR	CLS
FE1	3.74	87	33.00	29.44	0.041	0.70	0.70	0.26	1.44	0.25	0.17	4.22	112.22	21.93	134.15	0.0036	284.2	1063.0	1.063	37	TR	CLS
F10	6.46	64	23.50	21.30	0.034	0.70	0.70	0.36	1.71	0.38	0.22	4.52	193.89	48.47	242.36	0.0037	264.7	1710.6	1.711	51	TR	CLS
F11	0.19	44	24.91	23.50	0.032	0.50	0.50	0.09	0.75	0.05	0.07	2.02	5.65	2.32	7.97	0.0042	624.1	117.5	0.117	18	TR	CLS
F13	0.60	170	24.91	19.25	0.033	0.50	0.50	0.14	0.90	0.09	0.10	2.64	17.93	15.46	33.39	0.0056	401.2	239.7	0.240	28	TR	CLS
F12	1.21	134	20.00	19.20	0.006	0.50	0.50	0.36	1.51	0.31	0.20	1.78	36.33	40.89	77.22	0.0064	447.2	541.6	0.542	71	TR	CLS
F14	0.11	38	20.10	19.25	0.022	0.50	0.50	0.07	0.71	0.04	0.06	1.53	3.38	1.62	4.99	0.0044	578.6	65.1	0.065	15	TR	CLS
F15	0.20	46	19.25	18.96	0.006	0.50	0.50	0.14	0.89	0.09	0.10	1.13	6.12	4.02	10.14	0.0050	483.3	98.6	0.099	27	TR	CLS
FE	1.75	271	21.17	19.60	0.006	1.00	1.00	0.25	1.70	0.31	0.18	1.62	52.61	83.18	135.79	0.0077	284.1	498.2	0.498	25	TR	CLS
F07	0.15	45	29.25	29.16	0.002	0.50	0.50	0.14	0.89	0.09	0.10	0.64	4.40	3.99	8.39	0.0057	386.5	56.7	0.057	28	TR	CLS
F08	2.83	377	27.91	20.40	0.020	0.50	0.50	0.35	1.50	0.30	0.20	3.22	84.96	140.07	225.03	0.0079	341.7	967.6	0.968	70	TR	CLS
F06	0.87	58	31.31	29.16	0.037	0.50	0.50	0.23	1.14	0.17	0.14	3.54	26.14	15.39	41.53	0.0048	671.5	585.2	0.585	45	TR	CLS
F05	0.03	22	32.05	31.26	0.036	0.50	0.50	0.05	0.65	0.03	0.05	1.60	1.01	0.65	1.66	0.0049	1402.9	47.3	0.047	11	TR	CLS
F04	0.48	69	34.07	31.71	0.034	0.50	0.50	0.12	0.84	0.07	0.09	2.46	14.33	5.17	19.50	0.0041	384.2	183.5	0.184	24	TR	CLS
F02	0.84	53	27.82	26.67	0.022	0.50	0.50	0.32	1.39	0.26	0.19	3.19	25.14	26.47	51.61	0.0062	982.6	823.4	0.823	63	TR	CLS
F03	0.11	74	27.91	27.82	0.001	0.50	0.50	0.16	0.94	0.10	0.11	0.53	3.39	7.56	10.95	0.0097	478.1	54.0	0.054	31	TR	CLS
F01	0.65	58	31.06	28.80	0.039	0.50	0.50	0.28	1.30	0.22	0.17	4.04	19.38	12.79	32.17	0.0050	1377.8	890.1	0.890	56	TR	CLS

Tombini/Tubazioni	lunghezza tratto	dimensioni	tirante idrico	perimetro bagnato	area fosso	raggio idraulico	velocità	portata	portata	grado di riempimento
ID	L [m]		[m]	P [m]	σ [m ²]	R [m]	V [m/s]	Q [l/s]	Q [m ³ /s]	G.R. [%]
Tomb.1	24	DN800	0.35	1.15	0.21	0.18	4.25	887.28	0.89	43
Tomb.2	17	DN800	0.18	0.78	0.08	0.10	2.25	183.45	0.18	22
Tomb.3	33	DN800	0.28	1.02	0.16	0.16	3.71	584.98	0.58	35
Tomb.5	32	DN1500	0.36	1.54	0.33	0.21	0.93	305.02	0.31	24
Tomb.4	28	DN1501	0.59	2.04	0.65	0.32	1.30	846.56	0.85	40
COLLETTORE VIADOTTO (più critico)	170	DN400	0.12	0.45	0.03	0.07	2.60	80.00	0.08	32
COLLETTORE VALLE CANALE GRONDA	25	DN800	0.39	1.24	0.25	0.20	4.32	1063.02	1.06	49