

INDICE

1. PREMESSA	3
2. ELENCO ELABORATI ANNESSI	4
3. QUADRO NORMATIVO	5
3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto	5
4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI	7
4.1. Scelta dei tempi di ritorno	7
4.2. Pluviometria	7
4.2.1. <i>CPP per eventi con durata inferiore all'ora</i>	9
5. RETE DI SCARICO DEI FABBRICATI	11
6. ADDUZIONE IDRICA	13
7. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI	16

1. PREMESSA

Il presente documento è parte della progettazione definitiva del Lotto 2 dell'intervento di interrimento della linea in corrispondenza della pista dell'aeroporto di Fontanarossa. Il lotto 2 prevede la realizzazione dell'interrimento della linea CT-PA, la realizzazione della bretella CT-SR e fascio A/P di prima fase, il collegamento fascio A/P-Interporto ed infine la prima fase di interventi nel terminal merci. La presente relazione è dedicata, in particolare, alle opere di smaltimento fognario e di adduzione idrica a servizio dei fabbricati previsti nel nuovo layout del terminal.

2. ELENCO ELABORATI ANNESSI

Codice elaborato	Argomento
RS3H03D78BZID0002001A	Tipologico drenaggio di piazzale- Tav. 1/2
RS3H03D78BZID0002002A	Tipologico drenaggio di piazzale- Tav. 2/2
RS3H03D78PZID0002003A	Reta adduzione idrica e smaltimento acque

Tabella 1 – Elenco elaborati annessi.

3. QUADRO NORMATIVO

- Italferr S.p.A. - Manuale di Progettazione
- Regolamento Edilizio (adeguato al Decreto 2 dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n°54 del 24.12.2014) – Comune di Catania
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) e relativa circolare applicativa

3.1. Regolamento Edilizio comune di Catania e interventi di progetto

Il progetto del sistema di drenaggio è stato sviluppato in accordo al *Regolamento Edilizio adeguato al Decreto 2 Dicembre 2014 pubblicato sulla G.U.R.S. n.54 del 24.12.2014* del comune di Catania.

Il regolamento contempla il principio di invarianza idraulica che impone che qualsiasi modificazione della superficie del suolo non possa, anche indirettamente, determinare un incremento delle portate di piena al colmo sversate dalla superficie del suolo nella rete fognaria, nella rete idrografica naturale e artificiale o sulle sedi stradali.

Nallo stesso documento, all'art. 80 "Invarianza Idraulica", sono individuati i tipi di interventi da prevedere al fine di garantire l'invarianza idraulica delle portate di piena al colmo:

temporaneo accumulo delle acque meteoriche in idonee vasche di laminazione e scarico graduale nella rete fognaria pluviale, mista o nella rete idrografica naturale o artificiale;

dispersione nel suolo con soluzioni tecniche idonee di tipo diffuso (superfici permeabili) o concentrato (trincee d'infiltrazione, vasche di infiltrazione, ecc).

Gli interventi di progetto, per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma ferroviaria nei tratti in rilevato e in quelli in scavo, prevedono le seguenti soluzioni ed opere idrauliche:

- per garantire l'immediato smaltimento delle acque meteoriche dalla pavimentazione ferroviaria è stata assegnata alla pavimentazione una pendenza trasversale del 3.0 %;
- nei tratti in rilevato le acque meteoriche defluiscono quindi al cordolo di delimitazione del ciglio ferroviario e da questo al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente tramite embrici;

- nei tratti in trincea, i flussi d'acqua sono recapitati direttamente nella cunetta rettangolare di piattaforma sottopassando il manufatto della canaletta portacavi. Nel passaggio rilevato-trincea la cunetta rettangolare è recapitata esternamente direttamente al canale di laminazione in linea e/o fosso disperdente;
- canali di laminazione e/o fossi disperdenti a sezione trapezoidale e rettangolare al piede del rilevato quando il corpo ferroviario è più elevato rispetto al piano campagna;
- canali di laminazione a sezione trapezoidale e rettangolare in testa alla trincea quando il corpo ferroviario è più basso del piano campagna;
- vasche di laminazione puntuali in luogo e/o in aggiunta ai manufatti di laminazione in linea.

4. PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI

4.1. Scelta dei tempi di ritorno

La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008). La tabella seguente sintetizza la scelta effettuata per tipologia di opere:

	Manuale di progettazione ferroviaria	NTC 2008 e relativa circolare applicativa
Drenaggio di piattaforma (cunette, tubazioni, etc)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Piattaforma ferroviaria TR 100 anni</i> • <i>Deviazioni stradali Tr=25 anni</i> 	-
Manufatti di attraversamento (ponti e tombini)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>linea ferroviaria Tr= 300 anni per S > 10 km²</i> • <i>linea ferroviaria Tr= 200 anni per S < 10 km²</i> • <i>deviazioni stradali Tr=200 anni</i> 	<i>Tr = 200 anni</i>

Tabella 2-Tempi di ritorno

4.2. Pluviometria

La rappresentazione di un evento pluviometrico di una certa durata τ , è effettuata mediante una curva, detta curva segnalatrice di possibilità pluviometrica o climatica, caratterizzata generalmente dalla seguente espressione:

$$h = a\tau^n$$

nella quale h rappresenta l'altezza di precipitazione caduta nell'intervallo di tempo τ , a ed n sono dei coefficienti determinati statisticamente al fine di ottenere le curve di possibilità pluviometrica associate a diversi tempi di ritorno TR.

Facendo riferimento ai valori di Tabella 2, nel presente studio idraulico è stata valutata la funzionalità del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma in risposta a eventi di precipitazione caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 100 anni per la piattaforma ferroviaria. Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica utilizzati per il dimensionamento delle opere:

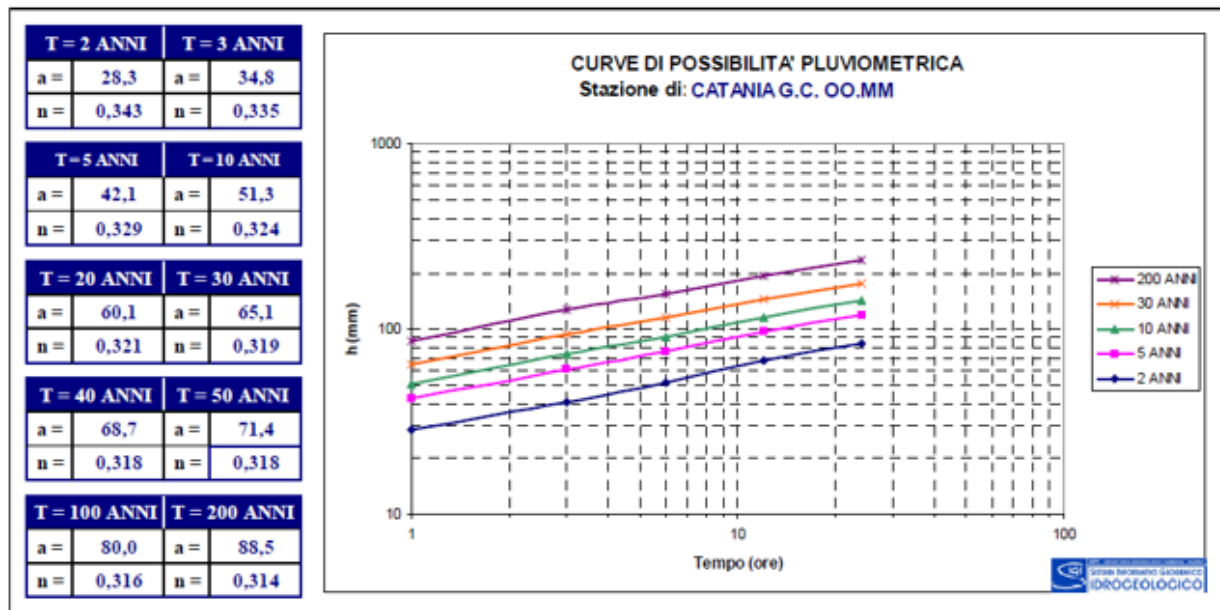


Tabella 3 - Parametri a e n per determinati tempi di pioggia t [ore] e tempi di ritorno T [anni]

La frazione di precipitazione che viene raccolta dal sistema di drenaggio è individuata da un coefficiente di deflusso ϕ , che esprime il rapporto tra il volume d'acqua afferente ad una sezione di verifica, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo medesimo.

In relazione alle caratteristiche morfologiche del terreno, per il calcolo dei drenaggi di piattaforma, si è ipotizzato, in via cautelativa, che anche la fascia esterna contermina al fosso di guardia possa drenare all'interno dello stesso. L'estensione della fascia drenante è stata assunta, nelle aree esterne al terminal pari a:

- 100 metri lato monte
- 25 metri lato mare

tenendo conto, laddove possibile, degli ostacoli e della reale conformazione del terreno, mentre nel piazzale, indipendentemente dalla presenza di un sistema di drenaggio esistente, è stata considerata un'area contribuente esterna alla piattaforma, larga almeno 2 metri, per tutta la lunghezza d'asse dei binari.

I tipi di superficie presi in considerazione nel presente progetto ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati in Tabella 4.

Descrizione	Coefficiente di deflusso φ
Infrastruttura (rilevato piattaforma + scarpate)	0.80
Infrastruttura (piazzale terminal)	0.75
Superfici esterne	0.30

Tabella 4 – Coefficiente di deflusso per varie tipologie di superficie.

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico. Per il piazzale del terminal è stato assunto un coefficiente pari a 0,75 relativo ad un strato super-compattato ad elevata permeabilità.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori φ si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

4.2.1. CPP per eventi con durata inferiore all'ora

Lo studio del drenaggio di piattaforma è stato condotto considerando anche eventi di pioggia con durata inferiore all'ora. Gli eventi di pioggia aventi durata inferiore all'ora vengono denominati eventi brevi; gli eventi brevi e quelli lunghi, precedentemente esposti, seguono differenti dinamiche meteorologiche e non possono essere trattati in egual modo. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia h , con t minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia h di durata 60 minuti, a parità di tempo di ritorno T , è dipendente solo dalla durata t espressa in minuti:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = f(t) \quad (1)$$

avendo indicato con f un simbolo funzionale.

Studi successivi hanno dimostrato che il legame funzionale della (1) può essere espresso nella semplice forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^s \quad (2)$$

In cui t è la durata dell'evento meteorico di durata inferiore all'ora, espressa in minuti, s è un coefficiente che assume un diverso valore numerico in dipendenza della regione in esame. Nel caso in oggetto, per la Sicilia il coefficiente assume il valore di 0.386 (Ferreri e Ferro, 1989).

L'equazione precedente assume quindi la forma:

$$h_{t,T} / h_{60,T} = (t / 60)^{0.386} \quad (3)$$

Fissati i vari tempi di ritorno T, i parametri delle rispettive curve di possibilità pluviometrica sono desumibili dalla tabella precedente.

5. RETE DI SCARICO DEI FABBRICATI

Le acque di scarico dei fabbricati di servizio previsti nell'ambito dei lavori di adeguamento del terminal vengono convogliate sul collettore fognario pubblico di tipo misto.

Il calcolo dei contributi dovuto ai nuovi fabbricati del terminal è stato condotto definendo il contributo delle acque meteoriche ed il contributo delle acque nere provenienti dai servizi igienici dei fabbricati. Il dimensionamento dei condotti fognari è eseguito considerando la contemporaneità della portata zenitale, ottenuta dalle curve di pioggia, con la massima portata d'acque nere attesa.

Per il calcolo delle portate zenitali è stata adottata la formula:

$$Q=i*r*\varphi*A$$

In cui Q rappresenta la portata delle acque pluviali, i indica l'afflusso meteorico, r rappresenta il coefficiente di ritardo, φ il coefficiente di deflusso ed A, l'area della superficie. L'afflusso meteorico è stato definito con una formulazione a 2 parametri del tipo $(a*t^n)/T$ utilizzando i valori di a ed n già adottati per il dimensionamento del drenaggio di piattaforma avendo assunto un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni, essendo la nuova rete integrata ad una rete fognaria già esistente. Il tempo di corrivazione è stato assunto pari a 15 minuti. Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,9.

La portata domestica, corrispondente all'aliquota della dotazione idrica che, attraverso le utenze, è convogliata in fogna, è stata determinata secondo la formula:

$$Q_n=(1-f)+(P*d)/86400$$

In cui Q_n rappresenta la portata nera, d è la dotazione idrica, assunta pari a 350 l/ab*gg, f indica il fattore di dispersione, che considera gli usi diversi da quelli domestici, assunto pari a 0,7 e P rappresenta la popolazione servita, espressa in termini di abitanti equivalenti. Il numero di abitanti equivalenti previsti, in funzione del numero di dipendenti atteso nei singoli fabbricati, ed assumendo:

$$1 \text{ AE} = 2 \text{ dipendenti}$$

Come portata di progetto si è adottata una portata di punta:

$$Q_{\max} = Q_n * C_p$$

In cui C_p rappresenta il fattore di punta.

I singoli tratti di condotta sono stati quindi verificati applicando la formula razionale sul tratto in esame, verificando che la velocità di scorrimento in fogna fosse maggiore di 0,5 m/s per evitare fenomeni di sedimentazione.

FASE 1					
Tratto	<i>P1 - P2</i>	<i>P2 - P5</i>	<i>P3 - P4</i>	<i>P4 - P5</i>	<i>P5 - P6</i>
Contributo meteorico					
Strade [mq]	1078,25	1078,25	0,00	0,00	1078,25
Edifici [mq]	74,47	324,95	350,33	1045,66	1370,61
TOTALE	1152,72	1403,2	350,33	1045,66	2448,86
Qmax [l/s]	19,80	24,10	6,02	17,96	42,06
Calcolo nere					
Abitanti equivalenti	1,5	3	1,5	6	9
Q media [l/s]	0,004	0,009	0,00	0,02	0,03
Q max [l/s]	0,06	0,04	0,02	0,09	0,13
Q progetto [l/s]	19,86	24,14	6,04	18,04	42,19

*il tratto P4-P5 è stato dimensionato prevedendo il contributo del fabbricato FA13 da realizzarsi in fase 2

FASE 2				
Tratto	<i>P23 - P25</i>	<i>P24 - P25</i>	<i>P25 - P26</i>	<i>P26 - P11</i>
Contributo meteorico				
Strade [mq]	1500,00	615,36	2215,36	2301,00
Edifici [mq]	4109,00	86,10	4195,10	4542,60
TOTALE	5609,00	701,46	6410,46	6843,60
Qmax [l/s]	96,34	12,05	110,10	117,54
Calcolo nere				
Abitanti equivalenti	50	2	52	54
Q media [l/s]	0,142	0,006	0,15	0,15
Q max [l/s]	0,71	0,03	0,74	0,77
Q progetto [l/s]	97,04	12,08	110,84	118,31

I risultati delle verifiche degli specchi sono riportati in appendice.

6. ADDUZIONE IDRICA

La rete di adduzione idrica a servizio dei fabbricati è stata dimensionata in accordo alla norma PrEN 806.

La dotazione idrica di ciascun fabbricato è stata definita in funzione della tipologia dei punti di erogazione previsti, secondo la seguente tabella che esplicita le portate nominali dei singoli apparecchi.

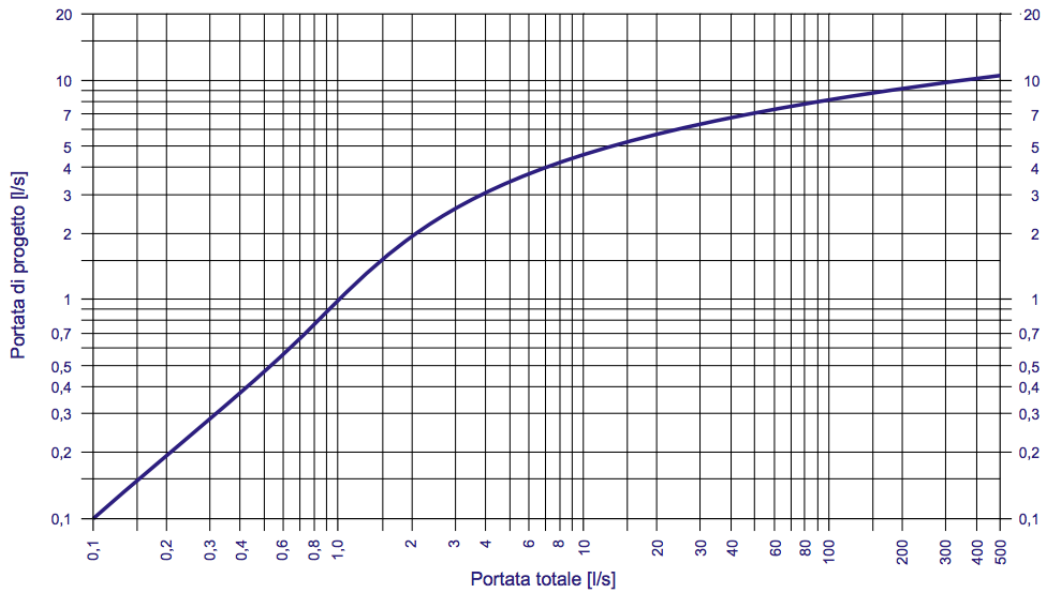
Erogazione	Portata	U.M.
lavabo	0,1	[l/s]
wc	0,1	[l/s]
doccia	0,15	[l/s]

Per la condotta a servizio della vasca di accumulo antincendio si è assunta una portata pari a 6 l/s. In relazione alla numerosità dei punti di erogazione presenti nei singoli fabbricati, è stata determinata la portata nominale richiesta per ciascun fabbricato, riassunta nella tabella seguente.

FASE 1				
Fabbricato	Lavabi	WC	Docce	Q [l/s]
FA08	1	1	0	0,2
FA10	2	2	0	0,4
FA12	1	1	0	0,2
FA14	Alimentazione Vasca VVFF			6
FASE 2				
Fabbricato	Lavabi	WC	Docce	Q [l/s]
FA11	2	2	0	0,4
FA15	2	2	0	0,4
FA13	12	11	6	3,2

Le portate di progetto, che tengono conto della contemporaneità di uso, sono state ricavate dal diagramma seguente.

Fig. 8 - UFFICI E SIMILI
Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali



La pressione di progetto è stata calcolata utilizzando il metodo del carico lineare unitario (J), cioè col metodo delle pressioni lineari unitarie disponibili per vincere i dislivelli e le resistenze idrauliche della rete. Tale metodo applica la formula seguente:

$$J = \frac{(P_{PR} - \Delta H - P_{MIN} - \Delta P_{APP})}{L} \cdot 700$$

in cui:

J = carico lineare unitario [mm c.a. / m]

P PR = pressione di progetto disponibile all'attacco dell'acquedotto [m c.a.]

ΔH = dislivello fra l'origine della rete e il rubinetto più sfavorito [m c.a.]

P MIN = pressione minima richiesta dal rubinetto più sfavorito [m c.a.]

ΔP APP = perdite di carico dei principali componenti dell'impianto [m c.a.]

L = lunghezza tubi che collegano l'origine della rete al rubinetto più sfavorito [m]

La formula può essere ricombinata per definire la pressione di progetto prevista per ciascun fabbricato.

$$P_{PR} = \Delta H + P_{MIN} + \Delta P_{APP} + \frac{J \cdot L}{700}$$

**RELAZIONE IDRAULICA DRENAGGIO DI
 PIATTAFORMA TERMINAL**

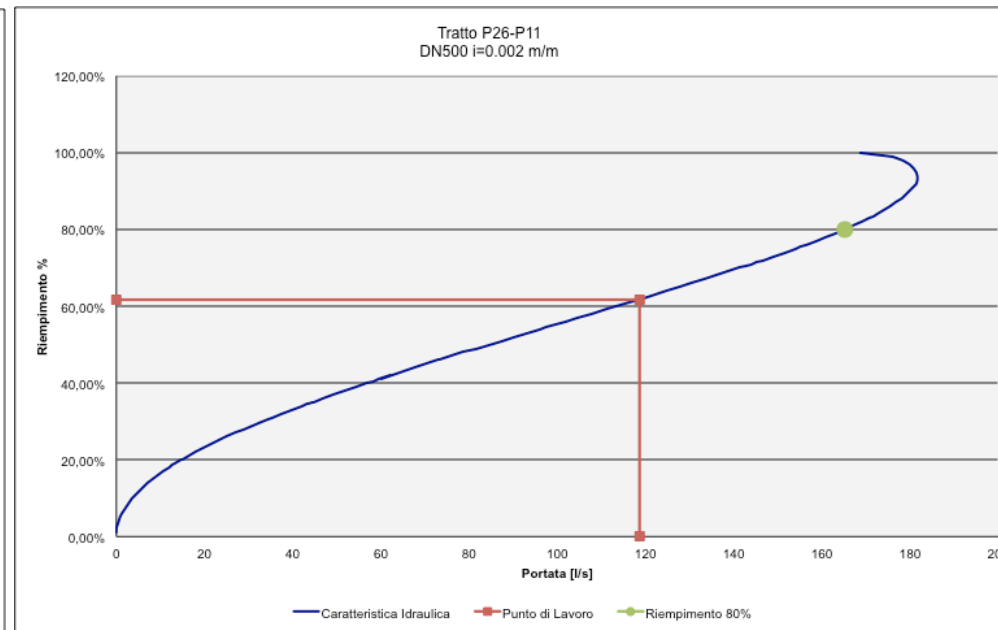
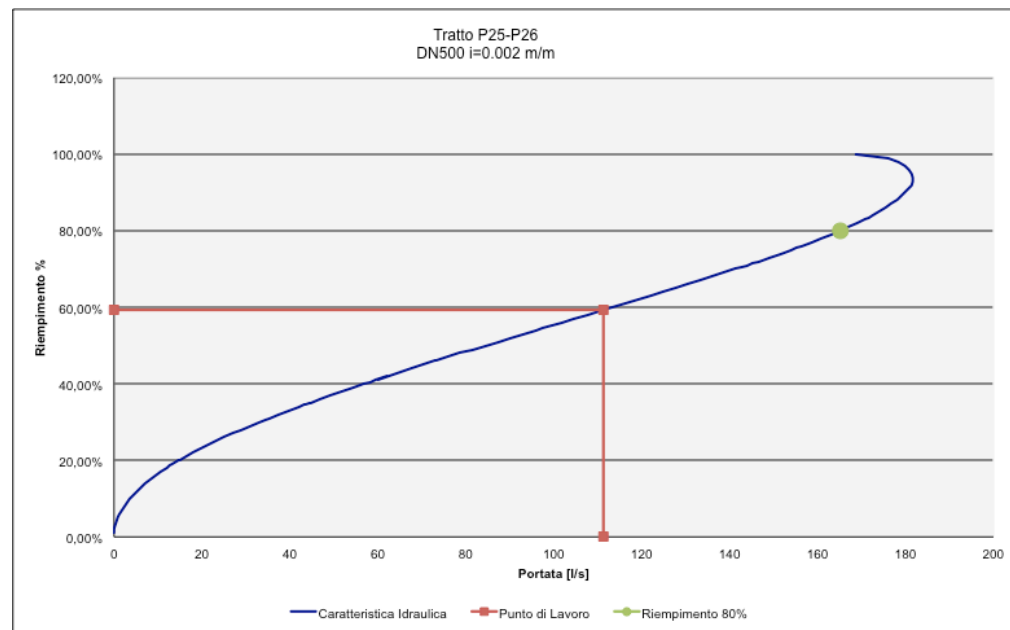
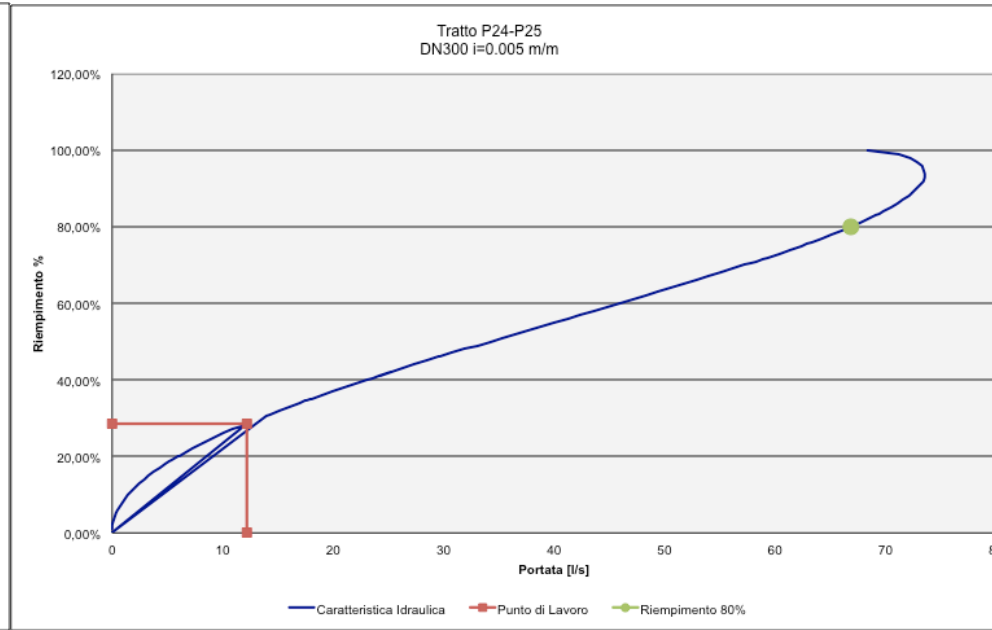
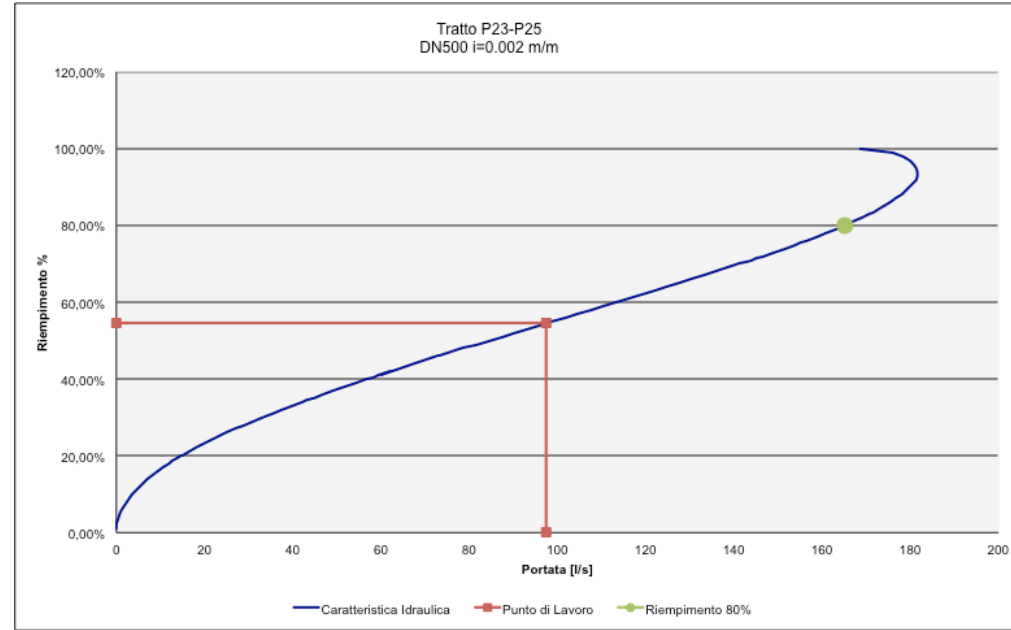
PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D.78.RI	ID.00.02.004	A	15 di 19

Assumendo un valore di pressione di erogazione dell'acquedotto pari a 45 mca, perdite di carico per apparecchiature pari a 7 mca, ed un valore del carico lineare pari a 20 mm/m, volendo erogare una pressione minima di 10 mca sul punto di erogazione più sfavorevole, risultano le seguenti grandezze per i singoli tratti di rete.

<i>FASE 1</i>				
<i>Tratto</i>	<i>Qpr [l/s]</i>	<i>L [m]</i>	<i>Ppr [mca]</i>	<i>D [mm]</i>
A-B	6	49,5	18,41	3"
B-H	0,2	15	17,43	1'
B-C	5,8	166	21,74	3"
A-F	3,5	667	36,06	2 1/2"
E-L	0,4	10	17,29	1"
F-G	0,2	63	18,80	3/4"
<i>FASE 2</i>				
<i>Tratto</i>	<i>Qpr [l/s]</i>	<i>L [m]</i>	<i>Ppr [mca]</i>	<i>D [mm]</i>
F-M	0,4	377	27,77	1"
M-N	0,4	10	17,29	1"
D-I	3,2	10	17,29	2 1/2"

7. ALLEGATO 1 – TABELLE RISULTATI

FASE 2: Verifica degli specchi fognari



BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.
- Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V., *Valutazione delle piene in Sicilia*, Istituto di Idraulica dell'Università di Palermo e GNDCI (Gruppo Nazionale per la difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), Palermo, 1993.
- Caroni E., D'Alpaos L., Fattorelli S., Rossi F., Ubertini L., Versace P., Marchi E., *Valutazione delle piene*, C.N.R. °165, 1982.
- Da Deppo L., Datei C., Salandin P., *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2004.
- CSDU, *Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione*, Hoepli 1997
- G. Ferreri, V. Ferro, Una espressione monomia della curva di probabilità pluviometrica, per durate inferiori all'ora, valida nel territorio siciliano. Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo, 1-2, 1989
- Ferro V., *La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, Milano, 2006.
- Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.
- Lo Bosco D., Leonardi G., Scopelliti F., *Il dimensionamento delle opere idrauliche a difesa del corpo stradale*, Quaderno di Dipartimento - Serie Didattica, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, 2002.
- Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977
- Marani M., *Processi e modelli dell'Idrometeorologia*, Dispense, 2005.
- Prescrizioni generali per la progettazione di RFI (PTP).
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) – Bacino Idrografico del Fiume Simeto, Area Territoriale tra il bacino del Fiume Simeto e il bacino del Fiume San Leonardo, Lago di Pergusa, Lago di Maletto – Relazione*, 2005.
- Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, *Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana – Relazione Generale*, 2004.
- Regione Siciliana, Osservatorio delle Acque dell'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque (ARRA), *Annali Idrologici*, disponibili presso www.osservatorioacque.it.
- Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.
- Ven Te Chow, *Open-channel hydraulics*, McGraw-Hill Book Company, USA, 1959.
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per*

le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

DM 14 gennaio 2008, *Nuove norme tecniche per le costruzioni*, Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30.