



UNIONE EUROPEA



REGIONE CAMPANIA



REPUBBLICA ITALIANA



COMUNE DI NAPOLI



P.O.R. CAMPANIA
2007-2013

FESR

Fondo Europeo Sviluppo Regionale

La tua
Campania
cresce in
Europa

COMUNE DI NAPOLI

Direzione centrale Infrastrutture, lavori pubblici e mobilità

Servizio Sistema delle infrastrutture di trasporto, delle opere pubbliche a rete e dei parcheggi



Grande progetto Riqualficazione urbana Napoli est

Riqualficazione urbanistica e ambientale via Miraglia e sottopasso esistente

PROGETTO DEFINITIVO

CdP Immobiliare*: COORDINAMENTO arch. Francesco Maione
arch. Antonella Pazzanese

Gruppo di progettazione

Infrastrutture e impianti: IN.CO.SE.T. S.r.l. - a socio unico - ing. Claudio Troisi
Società di Ingegneria Consulenze e Servizi per l'Ambiente e il Territorio

Paesaggio: LAND Milano S.r.l. - arch. Andreas Kipar

TImbr



* Attività prevista nell'ambito della convenzione urbanistica stipulata con il Comune di Napoli il 28 dicembre 2012, relativa all'intervento di reindustrializzazione dell'area ex Icmi di via Ferrante Imparato n. 501 - responsabile attuazione convenzione: arch. Giovanni Lanzuise

Progettazione sicurezza: Comune di Napoli - arch. Francesca Spera

Redazione atti amministrativi: Comune di Napoli - arch. Anna Rita Affortunato

Responsabile del procedimento

arch. Giuseppe Pulli

Relazione idraulica

DATA
dicembre 2014
SCALA

Ri02

REVISIONE

DESCRIZIONE

DATA

01

02

03

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

INFRASTRUTTURE E IMPIANTI

In.Co.Se.T. a socio unico

84013 CAVA DE'TIRRENI SA

Progettista: Ing. Claudio Troisi

Gruppo di lavoro: geom. G. Avagliano, ing.jr. F. Casaburi, ing. V. D'Amato, ing. L. De Pasquale, ing. T. Marinelli,
ing. L. Pelliccia

Consulente pubblica illuminazione: ARETHUSA s.r.l.

Consulente strutture: Ing. V. Esposito

Consulente aspetti geologici: Dott. G. Palumbo

Consulente rilievi topografici: Geom. G. Baldi

PROGETTO DI PAESAGGIO

LAND Milano S.r.l.

Via Varese, 16 – 20121 MILANO

Progettista: arch. Andreas Kipar

Team: arch. V. Pagliaro, arch. G. Tettamanzi, dott. agr. E. Frappi

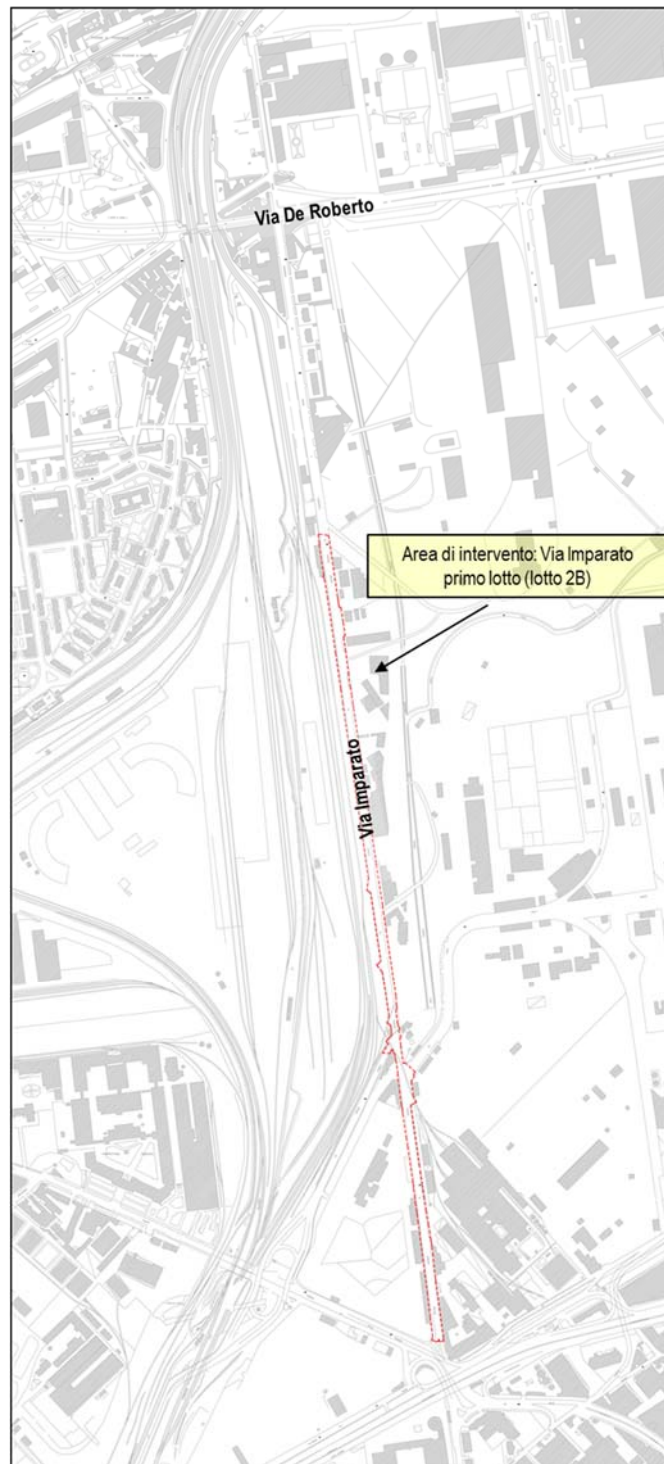
Sommario

1	PREMESSA	4
2	Aspetti idrologici	5
3	Interventi di progetto.....	6
3.1	Via Parisi	6
3.2	Via Miraglia.....	7
3.3	Via Tarantini	8
3.4	Via del Pascone.....	9
4	CARATTERISTICHE DELLA RETE DI SMALTIMENTO.....	12
4.1	Dimensionamento della rete di smaltimento.....	12
4.1.1	Rete di smaltimento acque bianche	13
4.2	Calcolo della portata massima delle acque meteoriche.....	13
4.3	Metodo dell'invaso	17
4.4	Convogliamento e raccolta delle acque meteoriche	23
4.4.1	Rete di smaltimento acque nere.....	23
4.4.2	Classi di resistenza delle griglie	23

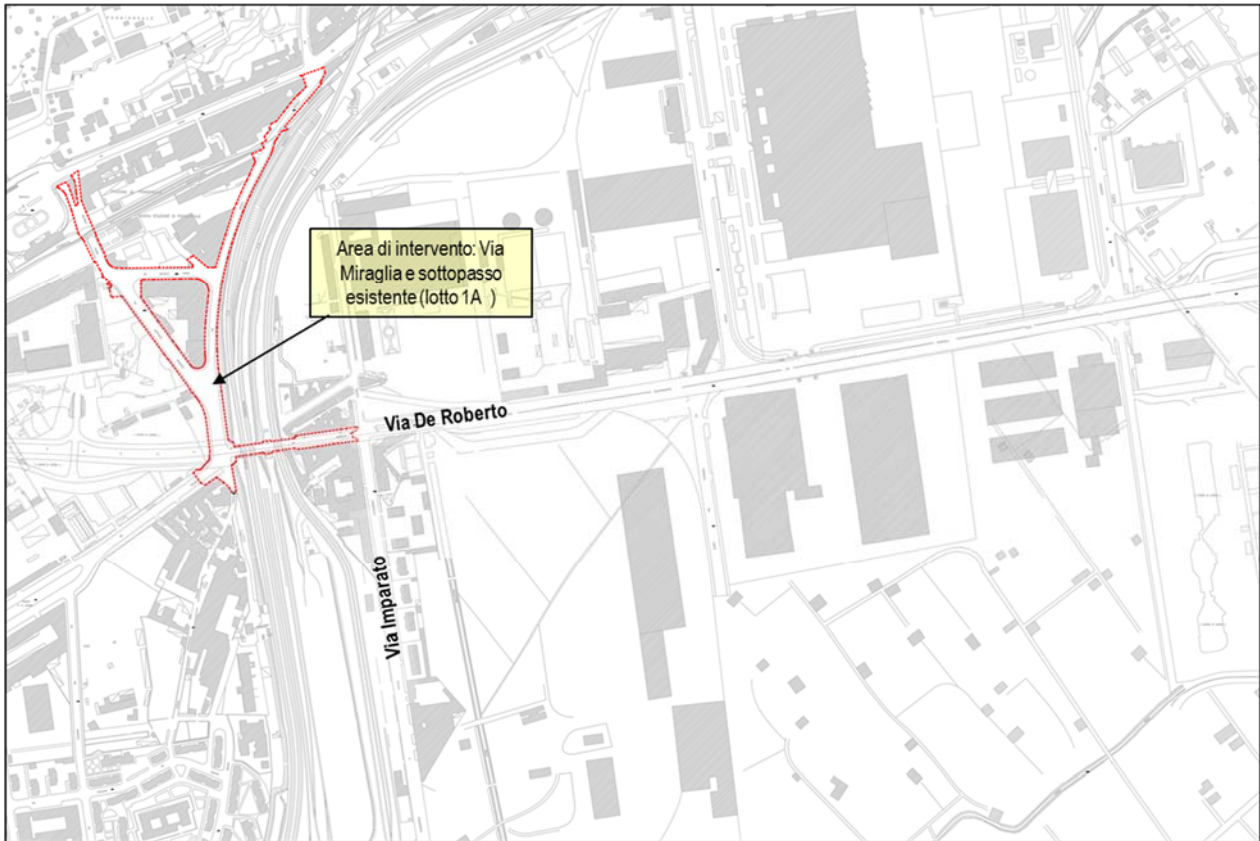
LETTURA DEGLI ELABORATI

Per una facile comprensione degli elaborati si precisa che:

- L'area di intervento denominata "*Riqualificazione urbanistica e ambientale di Via Imparato – primo lotto*" coincide con il perimetro indicato con la dicitura "lotto 2B" nella figura seguente.



- L'area di intervento denominata "*Riqualificazione urbanistica e ambientale di Via Miraglia e sottopasso esistente*" coincide con il perimetro indicato dalla dicitura lotto 1A nella figura seguente.



Di seguito, pertanto, ed in tutti gli elaborati si intenderà:

Lotto 2B = Intervento Via Imparato – primo lotto

Lotto 1A = Intervento Via Miraglia e sottopasso esistente

1 PREMESSA

La presente relazione idraulica affronta la progettazione definitiva del sistema di smaltimento delle acque meteoriche ricadenti nell'area di intervento delle Opere infrastrutturali integrativa dell'area ex I.C.M.I. di via Ferrante Imparato n. 501, nel comune di Napoli relativamente al lotto di intervento 1A comprendente via Miraglia, via Tarantini, via Parisi, via del Pascone e via del Macello.

Il progetto definitivo, sulla scorta delle soluzioni progettuali contenute nel progetto preliminare e delle prescrizioni del Servizio Integrato delle Acque del comune di Napoli con prot. PG/2013/745693 del 08/10/2013 (allegate alla presente), attua gli interventi necessari al potenziamento della rete di captazione delle acque di ruscellamento superficiale e mira alla risoluzione delle problematiche inerenti i frequenti fenomeni di allagamento che si verificano sulle strade oggetto di intervento. Inoltre gli elaborati grafici e descrittivi ottemperano alle prescrizione formulate dal Servizio Ciclo Integrato delle Acque, con prot. 2014.0900163 del 17/11/2014, in merito a:

- evitare la realizzazione di caditoie in serie;
- estendere la fogna su via Parisi fino all'intersezione con via Nuova Poggioreale;
- elaborare una verifica statica puntuale sulla deformabilità delle condotte soggette a carichi statici e dinamici.

Si è prestata particolare attenzione alla *scelta dei materiali* utilizzati in funzione della localizzazione delle condotte e in congruenza alle prescrizioni prima enunciate e allegate alla presente. In particolare si evidenzia l'utilizzo di chiusini e griglie in materiale composito (in alternativa alla ghisa sferoidale) sia per il sistema di regimentazione delle acque che per l'impianto di pubblica illuminazione.

Per il convogliamento delle acque si utilizzeranno tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) corrugate e strutturate, con coefficiente di rigidità circonferenziale variabile tra SN8 con diametro variabile, mentre le tubazioni di collegamento tra caditoie e pozzetto avranno diametro 200 mm sempre dello stesso materiale. Al fine di considerare le deformazioni agenti sulle condotte per effetto dei carichi statici e dinamici, si sono utilizzate varie tipologie di rinfianco, riportate nell'elaborato grafico lif03.1A "Particolari costruttivi rete di smaltimento acque bianche-LOTTO 1A"; si allega alla presente la verifica statica eseguita.

I pozzetti di linea, di ispezione e di confluenza saranno prefabbricati in Polietilene (PE), con evidenti vantaggi in ordine alla posa in opera, alla manutenzione e alla resistenza sotto carico. I chiusini saranno della tipologia in materiale composito tipo "KIO" con classi di resistenza variabili tra B125, C250 e D400 in funzione della destinazione d'uso e localizzazione degli stessi, inoltre le caditoie saranno sempre in materiale composito della dimensione 50 cm x 50 cm di classe C250.

In tutti i tratti stradali oggetto di intervento si è prestata particolare attenzione al potenziamento del sistema minore di intercettazione, convogliamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici stradali, tramite il posizionamento delle caditoie con interdistanza massima pari a 25 m.

Per tutte le superfici ricadenti nell'area di intervento sono stati definiti i ricettori finali, come di seguito esposti:

- *Via del Pascone*: nel tratto compreso tra le due rotatorie di progetto si prevede la realizzazione di un nuovo sistema di smaltimento delle acque con immissione nel collettore esistente. La condotta principale sarà localizzata in corrispondenza dello spartitraffico di progetto (vedi elaborati grafici di dettaglio).
- *via Parisi*: così come prescritto dal Servizio Ciclo Integrato delle Acque con prot. 2014.0900163 del 17/11/2014, la fogna di progetto avrà inizio in corrispondenza dell'incrocio con Via Nuova Poggioreale, al limite dell'area di intervento al fine di raccogliere il nuovo sistema di captazione superficiale, per poi recapitare, tramite una condotta in PEad DN 400 SN8, nel collettore esistente rettangolare 90 cm x 180 cm, situato su via Parise (vedi elaborato grafico di dettaglio lif01.1A "Planimetria Rete Fognaria – LOTTO 1°").
- *Via del Macello, via traccia a Poggioreale, via Miraglia, via Tarantini*: per tutte le restanti strade rientranti nell'area di intervento si prevede il potenziamento della rete esistente con il rifacimento integrale di nuovi pozzetti, griglie e condotte di raccordo in sostituzione a quelle esistenti, ormai obsolete e non funzionanti.

2 Aspetti idrologici

Come riportato nella relazione idrogeologica, a cui si rimanda, l'area in esame, si inserisce nello schema idrologico dell'area flegrea s.l. e dell'area napoletana, il cui inviluppo è legato alle complesse condizioni stratigrafiche venutesi a determinare dal susseguirsi di numerosi eventi esplosivi. La falda idrica è superficiale, ed è situata a -2 mt dal p.c. , pertanto potrebbe interessare il piano di posa delle opere previste, attraverso la possibile risalita per capillarità, modificandosi in tal modo, le condizioni idrologiche locali.

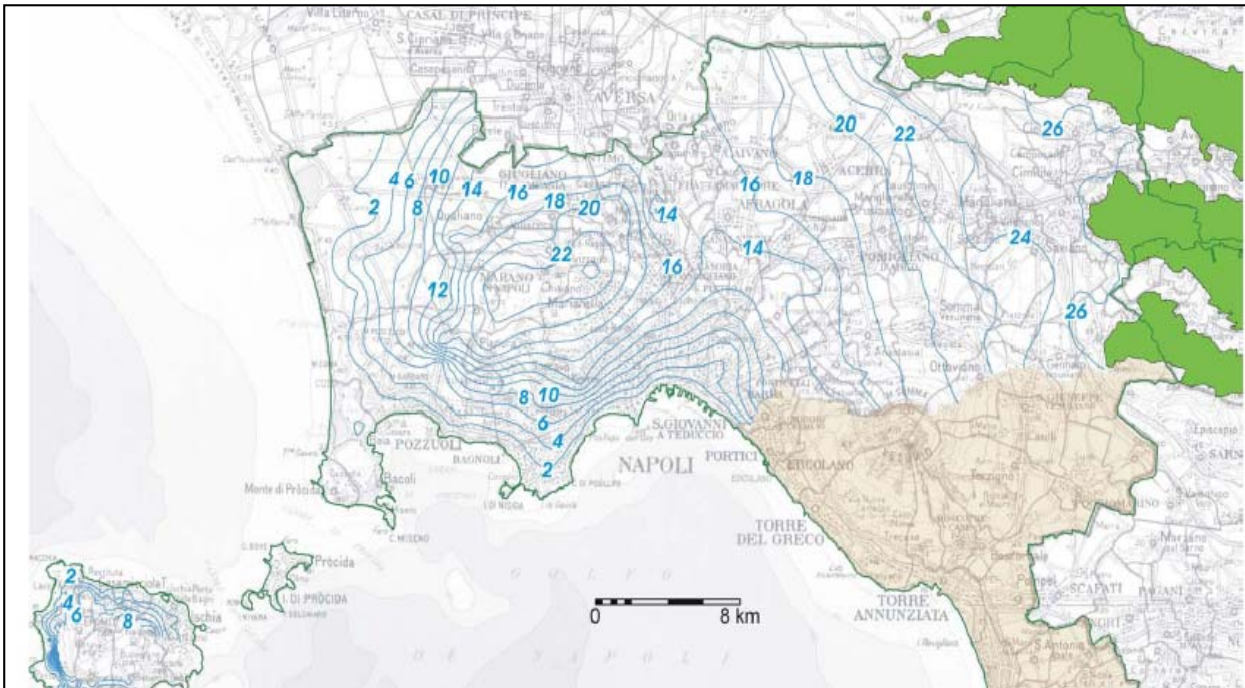


Figura 2.1 - Andamento delle isopiezometriche per l'area di studio

La definizione delle opere puntuali da realizzare per ovviare ai problemi di galleggiamento delle condotte e rimandata alla successiva fase progettuale, nella quale si prevede la definizione e localizzazione puntuale delle reti e, quindi, un approfondimento anche idrologico di dettaglio.

3 Interventi di progetto

Il progetto definitivo della rete di smaltimento delle acque bianche, così come già accennato in precedenza, comprende la sostituzione delle collettori obsoleti e il potenziamento della rete di captazione e intercettazione delle acque. In particolare si ottemperano le prescrizioni del Servizio Ciclo Integrato delle acque (prot. n. PG/2013/745693 del 08/10/2013 e con prot. 2014.0900163 del 17/11/2014).

3.1 Via Parisi

Il progetto definitivo prevede la completa sostituzione e l'infittimento (a 25 m) del sistema minore costituito da griglie di intercettazione acque e dalle condotte di raccordo alla rete esistente. In particolare per il tratto di collegamento con via Tarantini fino alle due intersezioni con via Nuova Poggioreale, si prevede la realizzazione di una nuova condotta centrale per la regimentazione delle acque in una zona altrimenti priva di capacità di intercettazione (vedi Figura 3.1), tale condotta sarà in Pead strutturato con diametro interno 400 mm e SN8.



Figura 3.1 - Via Parisi - Rete di smaltimento acque bianche di progetto

3.2 Via Miraglia

Su via Miraglia è presente un collettore centrale di dimensioni 80 cm x 85 cm, che non presenta particolari criticità. Si è scelto quindi di intervenire solo sulla completa sostituzione del sistema minore, ormai obsoleto e in talune aree praticamente assente (vedi Figura 3.2). Le caratteristiche dei materiali sono state già precedentemente richiamate.



Figura 3.2 - Via Miraglia - Potenziamento rete di smaltimento acque bianche

3.3 Via Tarantini

Il progetto definitivo prevede la risagomatura della sede stradale con un nuovo posizionamento delle zanelle in pietraresa, da cui deriva una sostanziale rimodulazione del sistema minore con l'utilizzo dell'esistente collettore centrale. Il sistema minore, in omogeneità rispetto a tutto l'intervento di progetto, sarà realizzato sempre con l'utilizzo di griglie e chiusini in materiale composito tipo "KIO" con condotte di raccordo in Pead strutturato di dimensioni interne 200 mm. Si prevede, altresì, la realizzazione di nuovi pozzetti di immissione sulla condotta esistente (vedi Figura 3.3).



Figura 3.3 - Via Miraglia - Rete di smaltimento acque bianche

3.4 Via del Pascone

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di due rotatorie in corrispondenza dell'intersezione con via Miraglia e via Tarantini e dell'intersezione con il sottopasso esistente e via del Macello. Tali intersezioni a raso saranno collegate da una viabilità costituita da 2 corsie per senso di marcia e da uno spartitraffico centrale.

La prima rotatoria è costituita da 4 rami ed è caratterizzata da pendenza trasversale verso l'esterno della carreggiata stradale; la nuova rete di captazione comprende caditoie (talune volte raddoppiate) posizionate sulla zanella laterale e convoglianti nella rete esistente (vedi Figura 3.4). Su via del Pascone, nel tratto compreso tra le due rotatorie di progetto, si prevede la realizzazione di una rete di smaltimento acque bianche ex novo, con condotta centrale in Pead del diametro interno 400 mm (SN8) recapitante nell'esistente collettore su marciapiede lato est (vedi Figura 3.5).

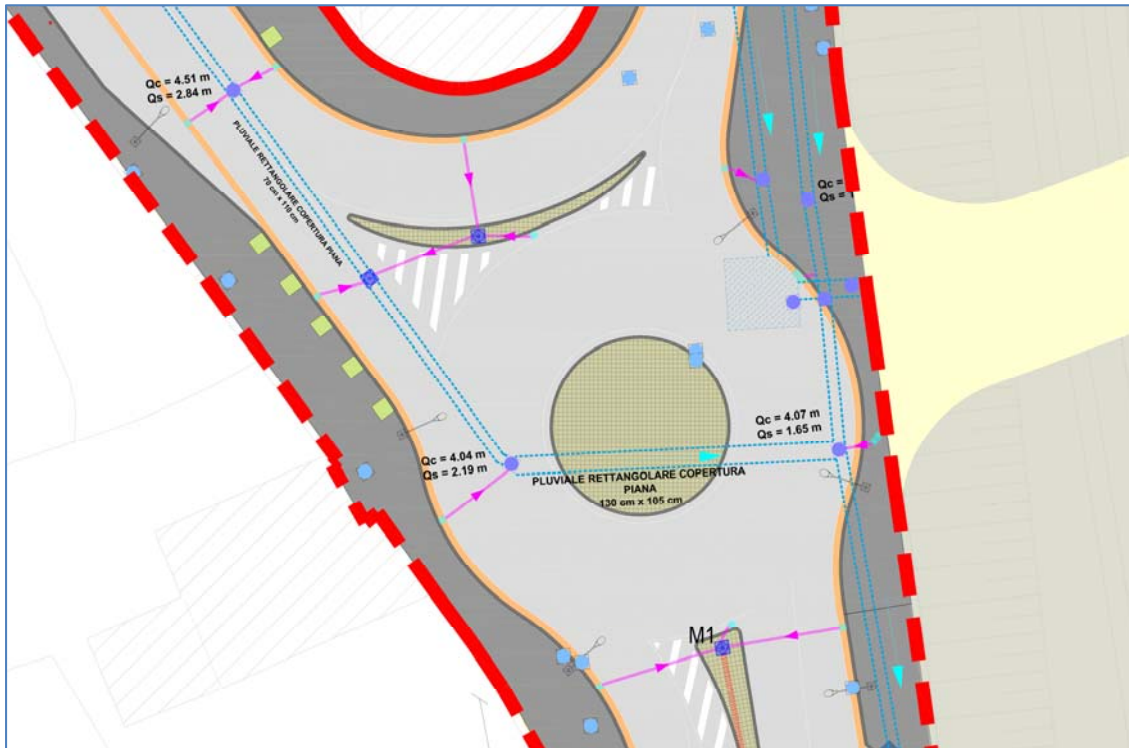


Figura 3.4 - Rotatoria su via del Pascone in corrispondenza dell'intersezione con via Miraglia e via Tarantini – Rete di smaltimento acque bianche

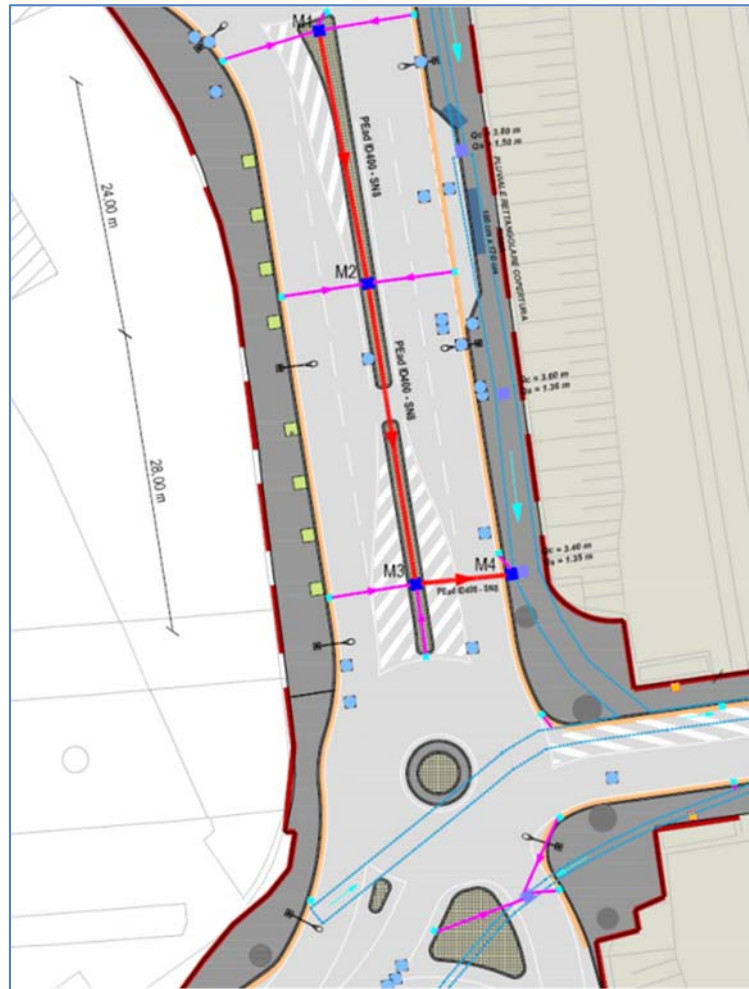


Figura 3.5 - Via del Pascone - Rete di smaltimento acque bianche

4 CARATTERISTICHE DELLA RETE DI SMALTIMENTO

Per quanto concerne la regimazione delle acque meteoriche che direttamente o indirettamente interessano le aree di progetto, si precisa che sono dati di input tutte quelle di dilavamento della piattaforma stradale includendo le aree a contorno delle stesse e che per loro natura producono aumenti di portata dovuti principalmente al deflusso superficiale verso la piattaforma stradale. Per questo motivo sono state prese in considerazione, per la previsione delle portate di immissione in fognatura, tutte le aree anche non asfaltate (aree boschive e coltivate, aree erbose, aree pavimentate in ciottoli e ghiaia, etc); in considerazione di ciò si sono utilizzati vari coefficienti di deflusso che identificano il rapporto tra le acque che scorrono sulla superficie e le precipitazioni. In allegato si riportano le aree scolanti utilizzate per il calcolo idraulico.

Nella posa in opera dei collettori sono previste tre tipologie di rinterro in funzione della distanza della quota dell'estradosso della tubazione dal piano stradale di progetto. La prima tipologia per altezze dall'estradosso maggiori di 0.80 m, prevede un rinfianco con sabbia vagliata, min 30 cm – max 120 cm, un rinterro in misto granulometrico stabilizzato, min 20 cm – max 100 cm, con letto di sabbia compattata e livellata. La seconda tipologia per altezze dall'estradosso compreso tra 0.80 m e 0.50 m, prevede un rinfianco con sabbia vagliata, min 30 cm – max 120 cm, un rinterro in misto granulometrico stabilizzato, min 20 cm – max 100 cm, interdistanziati con una soletta in c.a. spessore 15 cm con r.e.s. 6 mm 20cm x 20 cm, con letto di sabbia compattata e livellata. La terza tipologia per altezze dall'estradosso inferiori 0.50 m, prevede un rinfianco in c.a. con r.e.s. 6 mm 20cm x 20 cm, con letto di sabbia compattata e livellata.

I pozzetti di linea e di confluenza saranno realizzati con elementi prefabbricati in PE (polietilene) che garantiscono comunque una qualità del manufatto finito mediamente più alta di quella ottenibile con quello gettato in opera in cls, mentre in riferimento ai pozzetti delle caditoie si prevedono in cls di dimensioni interne 40 cm x 40 cm. I pozzetti sono stati ubicati in corrispondenza di ogni angolo ed incroci di condotta, inoltre i pozzetti di ispezione sono stati inseriti con una interdistanza di circa 25 m per le tubazioni, così come si evince dagli elaborati lif01.1A, lif02.1A "Impianto fognario".

4.1 Dimensionamento della rete di smaltimento

Per dimensionare la rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio delle aree di progetto, è indispensabile valutare la massima portata di piena, corrispondente ad un assegnato periodo di ritorno T, che può defluire nella rete di drenaggio in questione.

Il tracciato stradale, di tutti i tratti di progetto, è caratterizzato da pendenze minime (circa il 2 per mille) che non garantiscono l'allontanamento rapido delle acque meteoriche, come illustrato dai profili longitudinali delle tavole lif02.1A "Profilo longitudinale rete di smaltimento acque bianche – LOTTO 1A".

4.1.1 Rete di smaltimento acque bianche

L'area di influenza con cui caratterizzare il calcolo della portata acque bianche risulta essere suddivisa nelle varie zone, così come illustrato dagli elaborati allegati alla presente relazione.

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso C (coefficiente di impermeabilità) esso misura il rapporto tra le acque che scorrono sulla superficie e le precipitazioni e quindi è pari alla percentuale di piogge che si trasformano in deflussi; esso dipende da numerosi fattori, di seguito vengono riportati, in maniera sintetica i valori del coefficiente di deflusso utilizzati (American Federal Highway Administration):

Tabella 4-1 Valori medi del coefficiente di deflusso

TIPO DI SUPERFICIE	COEFF. DI DEFLUSSO
Aree pavimentate in asfalto o cls	0.7 – 0.9
Aree pavimentate in pietra	0.7 – 0.8
Aree pavimentate in ciottoli e ghiaia	0.4 – 0.6
Aree erbose	0.1 – 0.6
Aree abitative molto edificate	0.7 – 0.9
Aree abitative periferiche	0.5 – 0.7
Aree residenziali estensive	0.2 – 0.5
Aree boschive	0.1 – 0.3
Aree coltivate	0.2 – 0.6

4.2 Calcolo della portata massima delle acque meteoriche

Per la valutazione delle portate di pioggia si rende necessario utilizzare metodi probabilistici che presuppongono la scelta di un periodo di ritorno T. Nel nostro caso è stato adottato un periodo di ritorno di 30 anni in riferimento allo smaltimento in fognatura di acque bianche.

In pratica, la determinazione della portata di pioggia massima, in una sezione della rete di drenaggio, presuppone la conoscenza di dati meteoroidrologici che opportunamente utilizzati consentono di determinare la curva di possibilità pluviometrica di quella zona per quel periodo di ritorno.

Di seguito viene riportata l'elaborazione dei dati pluviometrici con il metodo di Gumbel. Il Pluviometro considerato è quello di Napoli e Sebeto riportato negli annali idrologici della Regione Campania, dal quale sono state considerate 31 serie di osservazioni.

ANNI	T=1 ORA	T=3 ORE	T=6 ORE	T=12 ORE	T=24 ORE
	mm	mm	mm	mm	mm
1967	37.00	45.80	52.00	52.00	52.00
1968					
1969	71.60	80.80	86.40	86.60	86.60
1970	25.40	35.20	41.20	48.60	48.60
1971	34.00	51.00	58.00	58.40	75.40
1972	26.00	27.80	27.80	34.40	39.80
1973	23.80	39.20	40.80	48.20	94.40
1974	20.00	23.00	33.00	42.00	68.00
1975	45.00	53.80	54.00	54.00	54.00
1976	43.00	43.00	43.00	49.80	69.60
1977	24.60	27.60	27.60	31.80	31.80
1978	36.20	44.40	44.40	58.60	88.20
1979	28.00	49.00	87.00	113.00	133.00
1980	35.00	43.00	44.00	66.00	81.00
1981	43.00	43.00	92.60	93.00	108.20
1982	70.00	72.60	72.60	72.60	72.60
1983	27.00	28.00	33.00	42.00	47.20
1984	33.00	42.60	44.00	45.00	55.20
1985	33.40	81.80	110.80	139.80	168.40
1986	22.00	37.00	38.20	44.00	65.80
1987	42.00	53.80	66.20	113.20	135.80
1988					
1989	38.80	41.40	48.40	53.80	70.40
1990	25.40	34.20	42.80	53.40	81.80
1991	28.40	33.80	35.60	35.60	35.80
1992	38.00	49.00	57.40	62.60	63.00
1993	51.60	51.60	51.60	51.60	60.20
1994	24.80	29.40	29.60	29.60	35.00
1995	28.00	31.20	37.40	52.00	81.00
1996	29.60	32.20	75.00	80.00	86.00
1997	26.00	34.00	34.00	53.20	74.80
1998	35.80	35.80	37.40	47.60	57.40
1999	30.80	39.40	40.80	41.60	42.60

Tabella 4-2 - Dati pluviografo Napoli e Sebeto*

*Regione Campania – Settore Programmazione Interventi di Protezione Civile sul territorio – Annali Ideologici e altre pubblicazioni del compartimento di Napoli del S.I.M.N

Nella tabella 4.3 sono riportati i risultati delle elaborazioni statistiche sui dati della tabella 4.2. Si vuole notare che dei dati disponibili sul pluviografo sono stati utilizzati quelli inerenti le piogge negli intervalli di 1, 3, 6 12 24 ore.

La relazione che esprime la dipendenza dell'altezza di pioggia massima annuale dalla durata prende il nome di *curva di possibilità pluviometrica* o, più semplicemente, *legge di pioggia*.

Per quanto detto sulla aleatorietà dell'altezza di pioggia, ad ogni tempo di ritorno si può associare una diversa legge di pioggia.

La tipica espressione funzionale per la legge di pioggia è quella monomia $h = a \times d^n$, dove l'altezza di pioggia caduta in un punto del terreno è espressa in funzione della durata dell'evento meteorico e di alcuni parametri di calcolo a ed n.

Il massimo annuale assunto dall'altezza di precipitazione in un intervallo di assegnata durata è un esempio di *valore estremo* di una variabile aleatoria. Tra le distribuzioni di probabilità dei valori estremi, si rivela molto adatta a descrivere la frequenza di osservazione dei valori di altezza di pioggia massima annuale la distribuzione di Gumbel:

$$p(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left(-\frac{x-\varepsilon}{\alpha}\right) \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\varepsilon}{\alpha}\right)\right]$$

$$P(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-\varepsilon}{\alpha}\right)\right]$$

Media $\mu = \varepsilon + 0.5772 \alpha$
 Deviazione standard $\sigma = \frac{\pi}{\sqrt{6}} \alpha$

	<u>T=1 ORAT=3 ORET=6 ORET=12 ORET=24 ORE</u>				
$M = \frac{\sum h_i}{N}$	34.7483943	0.0451651	1.18065	59.80645	73.01935
$\sum X^2$	4482.5576219	33713064.03	19736.2	28675.47	
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N-1}}$	12.2236914	3983120.86786	25.64904	30.91681	
Media della variabile ridotta	0.5371	0.5371	0.5371	0.5371	0.5371
Scarto quadratico medio variabile ridotta	1.1344	1.1344	1.1344	1.1344	1.1344
Moda	28.9608836	2280541.30042	47.6625	58.38129	
Alpha	10.7754712	69244	18.3955	22.61023	27.25388

Tabella 4-3 - Elaborazioni statistiche metodo di Gumbel

Nella tabella 4.4 sono riportati i risultati delle elaborazioni delle Leggi di Pioggia per periodi di ritorno T da 5 a 100 anni.

Tr anni	T=1 ORE	T=3 ORE	T=6 ORE	T=12 ORE	T=24 ORE	legge di pioggia
	hmax(mm)	hmax(mm)	hmax(mm)	hmax(mm)	hmax(mm)	
5	45.12344	55.26595	68.89257	81.57648	99.26048	$h=43.82 \cdot t^{0.25}$
10	53.20964	64.79071	82.69706	98.54381	119.7125	$h=51.45 \cdot t^{0.2611}$
20	60.96612	73.92708	95.93866	114.8193	139.3307	$h=58.77 \cdot t^{0.2676}$
30	65.42824	79.18301	103.5562	124.1822	150.6165	$h=62.99 \cdot t^{0.2706}$
50	71.00609	85.75318	113.0786	135.8862	164.7243	$h=68.25 \cdot t^{0.2738}$
100	78.52964	94.61518	125.9225	151.6729	183.7532	$h=75.36 \cdot t^{0.2774}$
200	86.02573	103.4448	138.7196	167.402	202.7127	$h=82.44 \cdot t^{0.2804}$
500	95.9154	115.0939	155.6029	188.1536	227.7262	$h=91.78 \cdot t^{0.2835}$
1000	103.3898	123.898	168.3629	203.8371	246.6308	$h=98.84 \cdot t^{0.2855}$
200	86.02573	103.4448	138.7196	167.402	202.7127	$h=82.44 \cdot t^{0.2804}$

Tabella 4-4 - Precipitazioni regolarizzate metodo di Gumbel

Nel nostro caso la legge di possibilità pluviometrica risulta, considerando un Tempo di ritorno di 30 anni:

$$h = 62.99 \times t^{0.2706}$$

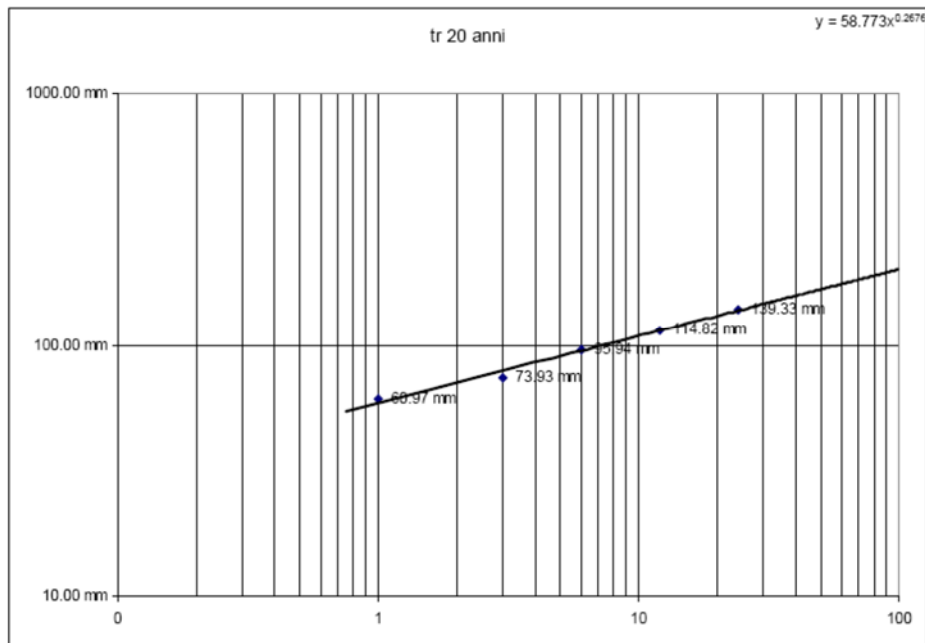


Figura 4.1 - Legge di pioggia con T = 20 anni

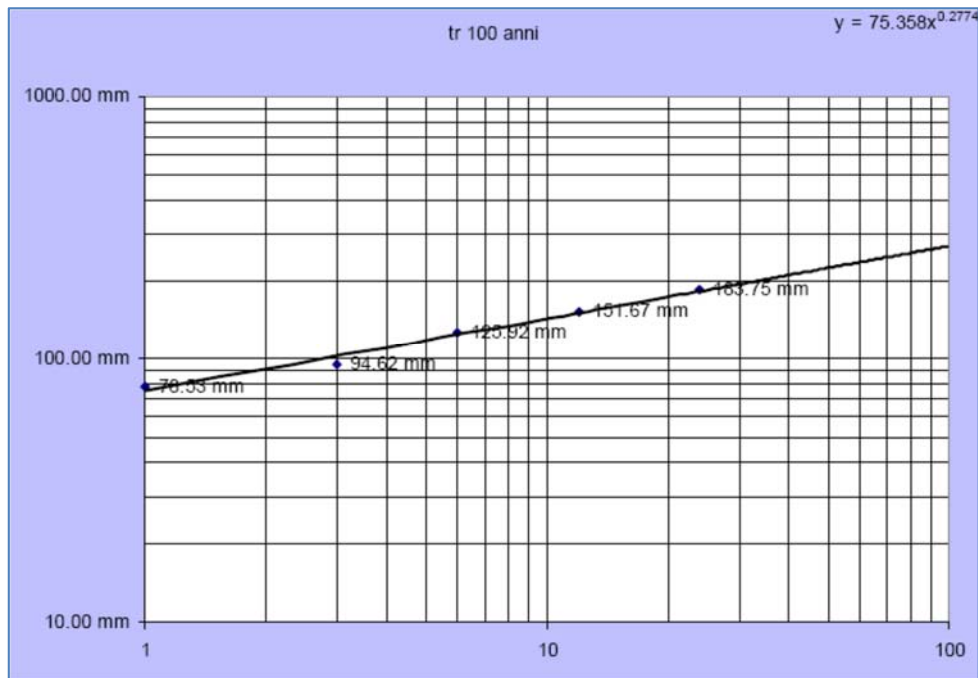


Figura 4.2 - Legge di pioggia con T = 100 anni

Per il calcolo delle portate afferenti la fognatura delle acque meteoriche si è utilizzato il metodo dell'invaso.

4.3 Metodo dell'invaso

Di seguito si riportano alcune specifiche del metodo utilizzato per il calcolo delle portate meteoriche affluenti alla fognatura.

Si consideri una sezione di un collettore che sottende un'area A; si vuole stabilire se tale sezione sia in grado di smaltire (con una portata Q) la massima portata affluente (P) in conseguenza della pioggia che cade sul bacino afferente A.

Il problema è legato a veri fattori: il volume d'invaso, cioè il volume d'acqua che si accumula nelle tubazioni durante la pioggia, la portata meteorica affluente alla rete che dipende dal coefficiente di assorbimento del terreno, la scala delle portate del collettore dipendente dalla sezione bagnata.

Si definisce *durata compatibile* (T) la durata che dovrebbe avere una pioggia di intensità costante affinché si arrivi al riempimento massimo del collettore nel momento in cui la pioggia cessa.

Ma la pioggia di una determinata intensità corrisponde ad una sola durata (τ) definita dalla curva di possibilità climatica assunta per la verifica; tale durata viene definita come *durata possibile* per quella intensità di pioggia.

Per ogni sezione la pioggia per la quale si verifica $T = \tau$ è detta *pioggia critica* di quella sezione e la sua durata è conosciuta come *durata critica*.

Il giusto valore della portata Q è quello per il quale la corrispondente curva T_p delle durate compatibili, definita dalla:

$$T = \frac{V}{Q} \ln \frac{P}{P-Q} = \frac{V}{Q} \ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}$$

(con V = volume invasato), risulta tangente a quella $\tau_{(p)}$ delle durate possibili (definita dalle caratteristiche pluviometriche del comprensorio): in tal caso la rete sarebbe esuberante per tutte le piogge possibili ad eccezione di quella corrispondente al punto di contatto, per la quale sarebbe utilizzata in modo completo; la durata T_0 (ascissa del punto di contatto) di tale pioggia è la durata critica relativa alla sezione in esame.

Al termine della pioggia P_0 , che corrisponde nel diagramma di riempimento alla pioggia critica di durata T_0 , la portata nella sezione finale raggiunge il valore optimum (questo valore appare come il massimo fra tutti quelli per i quali si ha uguaglianza fra durata compatibile e durata possibile).

Per questa ragione si definisce Q_{\max} questa portata e V_{\max} il corrispondente valore d'invaso che è anch'esso il massimo fra tutti quelli che si realizzano nella rete al termine delle diverse piogge possibili.

Si tratta dunque, matematicamente, di ricercare il massimo valore della portata Q di completo riempimento sotto la condizione che il valore della durata compatibile sia uguale a quello della durata possibile, e cioè:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \text{massimo} \\ T = \tau = T_0 \end{array} \right\}$$

Ai fini pratici conviene che si faccia comparire il coefficiente uometrico $u = \frac{Q_{\max}}{A}$, che rappresenta la massima portata di piena della sezione finale per unità d'area del comprensorio; conviene introdurre poi il rapporto $w = \frac{V_{\max}}{A}$ che in altezza d'acqua rappresenta l'invaso massimo disponibile per unità d'area colante.

Dopo vari passaggi matematici si ricava l'espressione della portata di massima piena del condotto, che sinteticamente si scriverà:

$$Q_{\max} = C \cdot \frac{(\psi_1 \cdot a' \cdot A)^{\frac{1}{n'_0}}}{V^{\frac{1}{n'_0}-1}}$$

Si ricava allora:

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione idraulica – LOTTO 1A

$$u = \frac{Q_{\max}}{A} = C \cdot \frac{(\psi_1 \cdot a')^{\frac{1}{n'_0}}}{w^{\frac{1}{n'_0}-1}}$$

espressione molto semplice che consente il calcolo diretto del coefficiente uometrico una volta che sia stato assegnato w e siano noti a' ed n' .

Di norma nelle fognature si adotta:

- u espresso in $\frac{l}{s \cdot ha}$;
- a' espresso in $\frac{m}{ora^{n'_0}}$;
- w espresso in metri;
- T_0 espresso in ore.

In definitiva, per scala lineare delle portate, le formule da adottare nei calcoli pratici sono:

$$\left\{ \begin{array}{l} u = 2168 \cdot n'_0 \cdot \frac{(\psi_1 \cdot a')^{\frac{1}{n'_0}}}{w^{\frac{1}{n'_0}-1}} \\ T_0 = (2.60 + n'_0) \cdot \left(\frac{w}{\psi_1 \cdot a'} \right)^{\frac{1}{n'_0}} \end{array} \right\}$$

La formula precedente del coefficiente uometrico unitamente alla relazione $Q = u \cdot A$ permette di calcolare la portata di massima piena dei vari elementi di una rete ipotizzando un funzionamento autonomo e sincrono.

Ai calcoli si procede iniziando dagli elementi più piccoli della rete per passare man mano ai tronchi di valle ai quali confluiscono via via gli elementi più piccoli. Per tali calcoli è da tener presente che la rete risulta formata da tronchi, ognuno di dimensioni e pendenza costanti per tutta la sua lunghezza; che agli effetti del calcolo della portata di massima piena si considera la sezione terminale di valle di ogni tronco cosicché anche l'invaso del tronco stesso concorre alla formazione dell'invaso che compare nella formula del coefficiente uometrico.

Sono di calcolo immediato la lunghezza del tronco espressa in metri L , l'area dell'intero bacino colante della sezione A , la coppia di valori a' e n' che definisce l'espressione monomia dell'equazione delle piogge ragguagliate all'area A , il

coefficiente di assorbimento orario medio ponderato Ψ_1 all'area A , e possono essere introdotti nella formula del coefficiente udometrico u per la cui applicazione manca però ancora la valutazione dell'invaso specifico $w = \frac{V}{A}$.

Il volume d'acqua invasato V è la somma di:

- V_1 , capacità di tutti gli specchi a monte della sezione di calcolo, considerati pieni fino al livello corrispondente alla portata massima competente a ciascuno di loro;
- V_2 , capacità dei piccoli condotti domestici e stradali (pluviali, tombinatura, ecc.) e dagli invasi superficiali (cunette, grondaie, velo d'acqua sulle superfici investite dalla pioggia). Questa parte della capacità è quella di più difficile valutazione perché essa varia molto con la natura della superficie. Per le superfici più levigate si può ammettere che il velo sul terreno corrisponda a 0,5 – 1 mm (ossia 5 – 10 m³/ha), mentre il terreno coltivato a prato, oppure a giardino, si può adottare il valore di 3 – 5 mm (pari a 30 – 50 m³/ha). I più forti valori sono relativi alle superfici meno sistemate, con forti rilievi e disuguaglianze altimetriche e con più deboli pendenze. In complesso, il valore di $V_2 = w_2 \cdot A$ si può valutare sulla base di un vaso specifico w_2 globale di 30 – 50 m³/ha, a seconda della natura delle superfici e della loro pendenza: il valore inferiore corrisponde alle aree più densamente fabbricate;
- della capacità $V_3 = \omega L$ del collettore che si deve ancora dimensionare, essendo ω l'area della sezione bagnata corrispondente alla portata massima.

Se i tre volumi d'invaso parziali V_1 , V_2 , V_3 sono espressi in m³ e l'area A è espressa in ha, l'invaso specifico che deve essere espresso in metri assume l'espressione:

$$w = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{10000 \cdot A}$$

Mentre V_1 e V_2 sono considerati come noti a priori, ciò non è per il valore del volume V_3 , non essendo nota l'area ω , alla cui definizione si può giungere soltanto dopo aver terminato il calcolo in questione.

Per la soluzione del problema è pertanto necessario ricorrere a successive approssimazioni, introducendo inizialmente un valore w' di prima approssimazione dell'invaso specifico. Un sistema semplice e utile consiste nell'assumere inizialmente:

$$w' = \frac{V_1 + V_2}{10000 \cdot (A - A')}$$

essendo A' l'area colante parziale del comprensorio che direttamente afferrisce al condotto in esame.

Introdotta tale valore w' nella formula del coefficiente udometrico, si calcola un primo valore approssimato u' , in base al quale si determina in prima approssimazione la dimensione del condotto in progetto e quindi il valore ω' dell'area della sezione bagnata. Con il valore ω' si ricava un nuovo valore u'' del coefficiente udometrico. Se si verifica $u''=u'$ il problema è risolto; diversamente si ripete il calcolo finché i due ultimi valori di u sono sufficientemente prossimi fra loro ritenendo che differenze dell'ordine di qualche percento siano del tutto ammissibili.

Poiché la somma $V_1 + V_2$ è di norma assai maggiore di V_3 , questa approssimazione si ottiene generalmente con due o tre tentativi.

Adottando questo procedimento per i successivi tronchi della rete, da monte verso valle, si realizza facilmente il dimensionamento dei diversi tronchi che la compongono. Di pari passo con il calcolo della portata di massima piena, occorre procedere al calcolo della durata T_0 , al fine di compiere l'accertamento che i valori di a e di n adottati siano corrispondenti all'evento pluviometrico che dà luogo al valore di u calcolato.

Questa verifica è necessaria perché la curva delle piogge intense non può essere rappresentata da un'unica espressione monomia, bensì da diverse espressioni monomie ciascuna delle quali è valida solamente entro un limitato campo delle durate.

Metodo del volume d'invaso semplificato

Il metodo del volume d'invaso applicato alle fognature pluviali necessita di un procedimento iterativo che rende laboriosa la sua applicazione. La letteratura idraulica ha prodotto una notevole fioritura di metodi semplificati che, con sistemi differenti (tabellazione, abachi, ecc.), consentono un'elaborazione più spedita dei calcoli.

Si deve a Iannelli lo sviluppo del metodo di calcolo del volume d'invaso semplificato, basato sulla tolleranza degli errori che si possono commettere semplificando l'espressione del coefficiente udometrico.

Il procedimento non richiede l'uso di abachi o di tabelle numeriche che, generalmente, finiscono col costituire anch'esse una difficoltà per lo sviluppo delle elaborazioni. Il metodo del volume d'invaso presenta numerose incertezze nella valutazione dei termini che definiscono il coefficiente udometrico, perciò è apparso possibile cercare una semplificazione del termine che costringe allo sviluppo iterativo della formula.

Con tale metodo la portata defluente in fognatura a seguito di una pioggia è definita dall'espressione:

$$Q_b = u \cdot a$$

in cui:

A = area del bacino sversante in ha;

u = portata per unità di superficie (coeff. udometrico) in $\frac{l}{s \cdot Ha}$;

Q_b = portata defluente in l/s.

La valutazione del coefficiente udometrico è data dall'espressione precedente in cui compaiono n_0 e a' che definiscono la pioggia che deve essere esprimibile nella forma $h = a' \cdot T^{n_0}$, il coefficiente di afflusso alla fogna φ , il volume d'acqua invasata riferito all'unità di bacino w .

Poiché il volume d'invaso specifico w risulta funzione oltre che del cosiddetto volume dei piccoli invasi (fissati a priori sulla base delle caratteristiche del bacino) anche dell'invaso proprio della fogna, è evidente che esso non potrà essere noto se non dopo aver definito la portata defluente e lo speco relativo. D'altronde per conoscere la portata dovrà inversamente essere definito il coefficiente udometrico che dipende da w . Nasce così la necessità di un calcolo per tentativi che diviene un calcolo iterativo normalmente a rapida convergenza.

Per semplificare tale metodo operativo che costringe a ripetere i calcoli ad ogni cambiamento del tipo di speco adottato, si è condotta una verifica sull'entità dell'errore causato nel coefficiente udometrico da un errato calcolo del volume invasato.

4.4 Convogliamento e raccolta delle acque meteoriche

Per quanto riguarda il dimensionamento della condotta principale di allontanamento delle acque pluviali (lif01.1A “Planimetria rete fognaria – LOTTO 1A”), i parametri progettuali ricavati sono illustrati di seguito in schema riassuntivo, in particolare si riportano solo gli ultimi tratti di ogni area considerata (si allegano i valori progettuali di verifica di tutti i tratti di progetto). In corrispondenza dell’intersezione dei due rami di via Parise con via Nuova Poggioreale, al fine di considerare contributi integrativi di afflussi meteorici derivanti dalla regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale esterne, si sono considerati rispettivamente apporti aggiuntivi di 30 l/s (stimati come condizione di massima).

Il materiale utilizzato per le condotte è il polietilene ad alta densità corrugato e strutturato (PEad) con classe di rigidezza circonferenziale pari a SN 8.

Tabella 4.5 - Parametri progettuali dimensionamento condotta principale allontanamento acque

Area di influenza	Tratto	Portata (mc/s)	Diametro (mm)	Pendenza (m/m)	G.d.R. (%)	Velocità (m/s)
Via del Pascone	M3 – M4	0.019	400	0.0057	23	1.02
Via Parisi	P8 – P9	0.082	400	0.0206	32	2.46

La velocità minima assunta per il calcolo è 0.50 m/s mentre quella massima 5.00 m/s; tutti i tratti risultano verificati (come schematizzato in allegato). Il gradi di riempimento massimo previsto è del 70 %.

4.4.1 Rete di smaltimento acque nere

Il progetto definitivo non prevede modifiche all’attuale rete di smaltimento delle acque nere presente nelle strade ricadenti nell’area di intervento.

4.4.2 Classi di resistenza delle griglie

Una utile notazione è quella riguardante le classi di resistenza delle griglie, in riferimento alla normativa europea EN124, variabile secondo le zone d’impiego, come si può vedere dalla tabella 4.6.

Su tutte le griglie deve essere leggibile una marcatura che riporta, oltre alla classe di resistenza, il nome del fabbricante, l’eventuale riferimento a un marchio di conformità e la sigla EN124.

Tabella 4.6 - Zone di impiego delle griglie a seconda della classe di resistenza

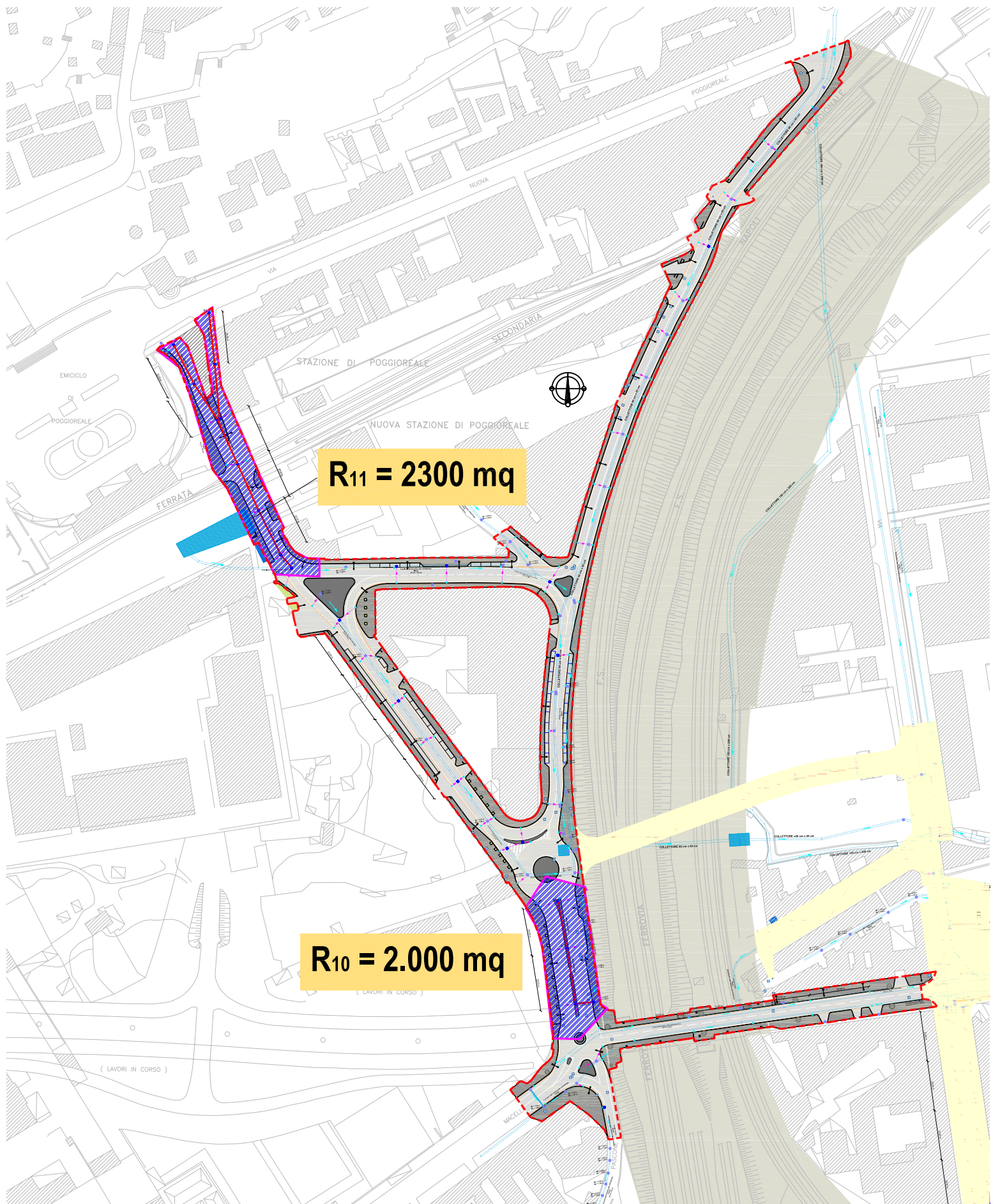
CLASSE A 15	(carico rottura 15kN). Zone esclusivamente pedonali e ciclabili, superficie paragonabili a spazi verdi.
CLASSE B 125	(carico rottura 125kN). Marciapiedi, zone pedonali aperte occasionalmente al traffico, aree di parcheggio per autoveicoli.
CLASSE C 250	(carico rottura 250kN). Dispositivi posti nelle cunette ai bordi delle strade estesi al massimo fino a 0,5 m sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 m sui marciapiedi.
CLASSE D 400	(carico rottura 400kN). Carreggiate, banchine stradali, aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli.
CLASSE E 600	(carico rottura 600kN). Aree con carichi particolarmente elevati (porti, officine, aeroporti, ecc.).
CLASSE F 900	(carico rottura 900kN). Aree soggette a carichi particolarmente elevato (pavimentazioni di aeroporti, ecc.).

Nel nostro caso sono stati utilizzati i chiusini in materiale composito con classe di resistenza D 400 in riferimento a tutta la rete di drenaggio di progetto, mentre per quanto riguarda le caditoie in materiale composito la classe di resistenza scelta è la C250.

ALLEGATI

- Aree scolanti;
- Verifiche idrauliche rete di smaltimento acque;
- Verifiche statiche condotte.

PLANIMETRIA DELLE AREE SCOLANTI VIA PARISI - VIA DEL PASCONE



VERIFICA IDRAULICA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

TRATTO DI RIFERIMENTO	Num	TRATTO	POZZETTO		LUNGHEZZA m	MATERIALE	DIAMETRO mm	PENDEZZA n/m	Altezza d'acqua cm	PORTATA		VELOCITA'		IDONEITA'		GRADO DI RIEMPIMENTO %
			partenza	arrivo						TEORICA l/sec	MASSIMA l/sec	TEORICA cm/sec	MASSIMA cm/sec	PORTATA	LAVAGGIO	
VIA DEL PASCONE	13	M1-M2	M1	M2	23,72	PEad	400	0,0084	8	19,00	257,46	116,53	216,63	idoneo	idoneo	20,00
	16	M2-M3	M2	M3	28,20	PEad	400	0,0053	9	19,00	204,47	99,52	172,05	idoneo	idoneo	22,50
	25	M3-M4	M3	M4	8,84	PEad	400	0,0057	9	19,00	210,81	102,61	177,38	idoneo	idoneo	22,50
VIA PARISI	14	P1-P2	P1	P2	22,06	PEad	400	0,0431	7	32,00	581,80	241,78	489,54	idoneo	idoneo	17,50
	15	P3-P4	P3	P4	25,80	PEad	400	0,0341	7	32,00	517,79	224,97	435,68	idoneo	idoneo	17,50
	16	P4-P5	P4	P5	27,91	PEad	400	0,0287	8	34,00	474,69	214,85	399,42	idoneo	idoneo	20,00
	26	P2-P5	P2	P5	21,42	PEad	400	0,0303	8	34,00	488,42	221,06	410,97	idoneo	idoneo	20,00
	33	P5-P6	P5	P6	24,50	PEad	400	0,0245	12	71,00	438,72	252,36	369,15	idoneo	idoneo	30,00
	38	P6-P7	P6	P7	25,20	PEad	400	0,0429	10	75,00	580,45	309,58	488,40	idoneo	idoneo	25,00
	42	P7-P8	P7	P8	25,01	PEad	400	0,0580	10	79,00	675,13	349,97	568,07	idoneo	idoneo	25,00
45	P8-P9	P8	P9	8,25	PEad	400	0,0206	13	82,00	402,41	246,67	338,60	idoneo	idoneo	32,50	

VERIFICA STATICA METODO ATV

CONDOTTE VIA PASCONE CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA N.2

hp. rigidezza a lungo termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PASCONE

h ricoperto 0,70 m

ATV

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Diametro interno	400,000 (mm)
Momento di inerzia di parete	1,867 (cm ³ /cm)
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	0,700 (m)
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,000 (m)
Angolo di appoggio a fondo scavo	90,000 (°)
Tipo di automezzo	HGV60
Modulo di elasticità	200,000 (N/mm ²)
Carico uniformemente distribuito sopra il tubo	0,000 (kN/m ²)
Gruppo terreno di fondamenta (E4)	G4
Gruppo terreno di fondamenta (E3)	G4
Gruppo terreno di riemp. sopra il tubo (E2)	G2
Gruppo terreno di riempimento (E1)	G1
Condizione del terreno di fondamenta	B1
Condizione del terreno di riempimento	A1
Rigidezza	a lungo termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Acqua di falda: Altezza massima riferita all'asse del tubo	1,000 (m)

Dati di uscita

Carico verticale	92,120 (kN/m ²)
Pressione laterale	103,230 (kN/m ²)
Deformazione lineare	25,610 (mm)
Deform. % rispetto a diametro originale	5,920 (%)
Pressione di imbozzamento critica del terreno	0,470 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (terreno)	5,150

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.
CONDOTTE VIA PASCONE

h ricoperto 0,70 m

Pressione idrostatica dell'acqua	0,010 (N/m ²)
Pressione di imbozzamento critica dell'acqua	0,440 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (acqua)	44,240
Fattore di sicurezza contro imbozzamento > 2.5	4,610

VERIFICA STATICA METODO ATV

CONDOTTE VIA PASCONE CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA IN OPERA N.2

hp. rigidità a breve termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PASCONE

h ricoprimento 0,70 m

ATV

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Diametro interno	400,000 (mm)
Momento di inerzia di parete	1,867 (cm ³ /cm) ■
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	0,700 (m)
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,000 (m)
Angolo di appoggio a fondo scavo	90,000 (°)
Tipo di automezzo	HGV60
Modulo di elasticità	800,000 (N/mm ²)
Carico uniformemente distribuito sopra il tubo	0,000 (kN/m ²)
Gruppo terreno di fondamenta (E4)	G4
Gruppo terreno di fondamenta (E3)	G4
Gruppo terreno di riemp. sopra il tubo (E2)	G2
Gruppo terreno di riempimento (E1)	G1
Condizione del terreno di fondamenta	B1
Condizione del terreno di riempimento	A1
Rigidità	a breve termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Acqua di falda: Altezza massima riferita all'asse del tubo	1,000 (m)
Dati di uscita	
Carico verticale	92,930 (kN/m ²)
Pressione laterale	63,790 (kN/m ²)
Deformazione lineare	14,030 (mm)
Deform. % rispetto a diametro originale	3,240 (%)
Pressione di imbozzamento critica del terreno	0,950 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (terreno)	10,210

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PASCONE

h ricoperto 0,70 m

Pressione idrostatica dell'acqua	0,010 (N/m ²)
Pressione di imbozzamento critica dell'acqua	1,020 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (acqua)	101,740
Fattore di sicurezza contro imbozzamento > 2.5	9,280

VERIFICA STATICA METODO ATV

CONDOTTE SU VIA PARISI CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA IN OPERA N.1

hp. rigidità a lungo termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

ATV

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Diametro interno	400,000 (mm)
Momento di inerzia di parete	1,867 (cm ⁴ /cm) ■
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	1,000 (m)
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,000 (m)
Angolo di appoggio a fondo scavo	90,000 (°)
Tipo di automezzo	HGV60
Modulo di elasticità	200,000 (N/mm ²)
Carico uniformemente distribuito sopra il tubo	0,000 (kN/m ²)
Gruppo terreno di fondamenta (E4)	G4
Gruppo terreno di fondamenta (E3)	G4
Gruppo terreno di riemp. sopra il tubo (E2)	G2
Gruppo terreno di riempimento (E1)	G1
Condizione del terreno di fondamenta	B1
Condizione del terreno di riempimento	A1
Rigidità	a lungo termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Acqua di falda: Altezza massima riferita all'asse del tubo	1,000 (m)
Dati di uscita	
Carico verticale	68,030 (kN/m ²)
Pressione laterale	76,300 (kN/m ²)
Deformazione lineare	18,210 (mm)
Deform. % rispetto a diametro originale	4,210 (%)
Pressione di imbozzamento critica del terreno	0,470 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (terreno)	6,970

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

Pressione idrostatica dell'acqua	0,010 (N/m ²)
Pressione di imbozzamento critica dell'acqua	0,440 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (acqua)	44,240
Fattore di sicurezza contro imbozzamento > 2.5	6,020

VERIFICA STATICA METODO ATV

CONDOTTE SU VIA PARISI CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA IN OPERA N.1

hp. rigidità a breve termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

ATV

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Diametro interno	400,000 (mm)
Momento di inerzia di parete	1,867 (cm ⁴ /cm) ■
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	1,000 (m)
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,000 (m)
Angolo di appoggio a fondo scavo	90,000 (°)
Tipo di automezzo	HGV60
Modulo di elasticità	800,000 (N/mm ²)
Carico uniformemente distribuito sopra il tubo	0,000 (kN/m ²)
Gruppo terreno di fondamenta (E4)	G4
Gruppo terreno di fondamenta (E3)	G4
Gruppo terreno di riemp. sopra il tubo (E2)	G2
Gruppo terreno di riempimento (E1)	G1
Condizione del terreno di fondamenta	B1
Condizione del terreno di riempimento	A1
Rigidità	a breve termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Acqua di falda: Altezza massima riferita all'asse del tubo	1,000 (m)
Dati di uscita	
Carico verticale	69,120 (kN/m ²)
Pressione laterale	48,600 (kN/m ²)
Deformazione lineare	10,070 (mm)
Deform. % rispetto a diametro originale	2,330 (%)
Pressione di imbozzamento critica del terreno	0,950 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (terreno)	13,730

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

Pressione idrostatica dell'acqua	0,010 (N/m ²)
Pressione di imbozzamento critica dell'acqua	1,020 (N/m ²)
Fattore di sicurezza contro imbozzamento (acqua)	101,740
Fattore di sicurezza contro imbozzamento > 2.5	12,090

VERIFICA STATICA METODO SPANGLER

CONDOTTE SU VIA PASCONI CON TIPOLOGIA DI POSA IN OPERA N.2

hp. rigidità a lungo termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PASCONI

h ricoprimento 0,70 m

Spangler

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Rigidità circonfer. del tubo	3,200 (kN/m ²)
Costante di flessione del tubo	1,500
Peso specifico del terreno	17.200,000 (N/m ³)
Angolo di attrito del terreno di riempimento	33,000 (°)
Coeff. di attrito tra riporto e trincea	0,650
Modulo secante del terreno (E')	2,760 (N/mm ²)
Costante di fondo	0,096
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,200 (m)
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	0,700 (m)
Carico per ruota prodotto dal traffico	100,000 (kN)
Distanza orizzontale dal carico	0,000 (m)
Rigidità	a lungo termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Tipo di trincea	Stretta

Dati di uscita

Carico calcolato	45.365,000 (N/m)
Deformazione lineare	21,360 (mm)
Deformazione % rispetto a diametro originale	4,850 (%)

VERIFICA STATICA METODO SPANGLER

CONDOTTE SU VIA PASCONE CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA N.2

hp. rigidità a breve termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PASCONE

h ricoprimento 0,70 m

Spangler

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Rigidità circonfer. del tubo	8,000 (kN/m ²)
Costante di flessione del tubo	1,500
Peso specifico del terreno	17.200,000 (N/m ³)
Angolo di attrito del terreno di riempimento	33,000 (°)
Coeff. di attrito tra riporto e trincea	0,650
Modulo secante del terreno (E')	2,760 (N/mm ²)
Costante di fondo	0,096
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,200 (m)
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	0,700 (m)
Carico per ruota prodotto dal traffico	100,000 (kN)
Distanza orizzontale dal carico	0,000 (m)
Rigidità	a breve termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Tipo di trincea	Stretta

Dati di uscita

Carico calcolato	45.365,000 (N/m)
Deformazione lineare	17,830 (mm)
Deformazione % rispetto a diametro originale	4,06 (%)

VERIFICA STATICA METODO SPANGLER

CONDOTTE SU VIA PARISI CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA IN OPERA N.1

hp. rigidezza a breve termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

Spangler

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Rigidezza circonfer. del tubo	8,000 (kN/m ²)
Costante di flessione del tubo	1,500
Peso specifico del terreno	17.200,000 (N/m ³)
Angolo di attrito del terreno di riempimento	33,000 (°)
Coeff. di attrito tra riporto e trincea	0,650
Modulo secante del terreno (E')	2,760 (N/mm ²)
Costante di fondo	0,096
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,200 (m)
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	1,000 (m)
Carico per ruota prodotto dal traffico	100,000 (kN)
Distanza orizzontale dal carico	0,000 (m)
Rigidezza	a breve termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Tipo di trincea	Stretta

Dati di uscita

Carico calcolato	29.049,000 (N/m)
Deformazione lineare	13,420 (mm)
Deformazione % rispetto a diametro originale	2,890 (%)

VERIFICA STATICA METODO SPANGLER

CONDOTTE SU VIA PARISI CON IPOTESI TIPOLOGIA DI POSA N.1

hp. rigidezza a lungo termine

OPERE INFRASTRUTTURALI INTEGRATIVE - AREA EX I.C.M.I.

CONDOTTE VIA PARISI

h ricoprimento 1,00 m

Spangler

Dati di ingresso

Diametro esterno del tubo	465,000 (mm)
Rigidezza circonfer. del tubo	3,200 (kN/m ²)
Costante di flessione del tubo	1,500
Peso specifico del terreno	17.200,000 (N/m ³)
Angolo di attrito del terreno di riempimento	33,000 (°)
Coeff. di attrito tra riporto e trincea	0,650
Modulo secante del terreno (E')	2,760 (N/mm ²)
Costante di fondo	0,096
Larghezza di trincea su generatrice superiore	1,200 (m)
Altezza di ricopertura del tubo su estradosso	1,000 (m)
Carico per ruota prodotto dal traffico	100,000 (kN)
Distanza orizzontale dal carico	0,000 (m)
Rigidezza	a lungo termine
Carichi esterni	Terreno + Traffico
Tipo di trincea	Stretta

Dati di uscita

Carico calcolato	29.049,000 (N/m)
Deformazione lineare	16,070 (mm)
Deformazione % rispetto a diametro originale	3,460 (%)