

Committente:

CITTA' DI TORINO

Divisione Infrastrutture
Servizio Ponti, Vie d'Acqua e Infrastrutture
Piazza San Giovanni, 5
10122 Torino

Dir. di Divisione: Arch. Alberto Cecca

RUP: Ing. Amerigo Strozzi

samep mondo engineering srl



Ing. Piero Mondo
Ing. Ernesto Mondo
Ing. Paola Mondo

Via Cosseria, 4
10131 Torino
tel: 011 597540
email: mondo@samep.it
web: www.samep.it



CITTA' DI TORINO



Elaborato n.

10

PROGRAMMA NAZIONALE "METRO PLUS E CITTÀ MEDIE SUD 2021-2027"

**RIASSETTO DELLA VIABILITA' DI
PIAZZA BALDISSERA E RIPRISTINO
DELLA LINEA TRANVIARIA**

PROGETTO ESECUTIVO

CUP: C11B23000140005

Relazione idraulica

Luglio 2024

I N D I C E

	PREMESSA.....	pag. 1
1.	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	pag. 2
2.	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI SUPERFICIE	pag. 5
3.	AREE CONSIDERATE NEL CALCOLO DELLE PORTATE DELLE ACQUE SUPERFICIALI.....	pag. 15
4.	DIMENSIONAMENTO DELLE NUOVE CONDOTTE FOGNARIE	pag. 17
5.	CONCLUSIONI.....	pag. 24

Premessa

*Il presente documento, redatto dalla società **samep mondo engineering s.r.l.**, costituisce la Verifica idraulica del **"Progetto Esecutivo"** redatto ai sensi dell'**All. I.7 del D.Lgs 36/2023, sezione II** della nuova rete di fognatura bianca per la raccolta delle acque meteoriche nell'ambito del **"Riassetto della viabilità di Piazza Baldissera in Torino e ripristino della linea tranviaria"**.*

1. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto è finalizzato al totale riassetto della viabilità del nodo di Piazza Baldissera, con sua trasformazione da intersezione regolata con rotatoria ad intersezione a regolazione semaforica del traffico in cui è prevista anche la realizzazione dell'infrastruttura tranviaria che ha come finalità il ripristino del percorso originario della linea tranviaria 10, dal capolinea di via Settembrini a quello di via Massari e viceversa.

Fig. 1 – Le opere in progetto



Più specificatamente gli obiettivi che sono stati posti alla base del progetto al fine di arrivare ad una proposta di soluzione, sono così sintetizzabili:

- Fornire garanzie di un funzionamento regolare, ciò escludendo rischi di congestioni autoindotte dal sistema stesso.
- Mantenere il più inalterata possibile l'accessibilità del sistema viario.
- Riquilibrare l'area anche da un punto di vista paesaggistico e funzionale, in luogo dell'attuale presenza di una distesa di prato inutilizzata di circa 7.000 mq.
- Sfruttare, nel limite del possibile, la presenza del transito della Linea Tram 10 con transiti ad elevata frequenza, rendendola compatibile ed integrata con il sistema di regolamentazione dell'intersezione.
- Garantire un attraversamento pedonale e ciclabile sicuro ed interconnesso.
- Ottenere un funzionamento ottimizzato sui flussi di traffico reali.

Le *opere in progetto* comprendono la realizzazione di una serie di opere infrastrutturali, articolabili nelle seguenti categorie di lavorazioni:

- la sistemazione e riorganizzazione della viabilità;
- la realizzazione di una nuova rete semaforica esistente;
- il nuovo impianto di illuminazione sulla viabilità pubblica;
- la sistemazione delle piazze ad uso pubblico;
- le opere a verde;
- la rete fognaria;
- la rete di acquedotto pubblico;
- i sottoservizi in generale.

La configurazione della proposta progettuale mira a coniugare il duplice obiettivo di "riqualificare la Piazza" attribuendole un nuovo segno distintivo che richiami comunque al concetto della "vecchia rotonda" e, contestualmente, ad individuare un "sistema di regolamentazione" che sia in grado di offrire "garanzie di funzionamento" e "massima accessibilità" anche nelle ore critiche della giornata.

Ciò nel limite del fatto di dover comunque gestire una intersezione a raso su cui convergono oltre 5.000 auto all'ora a cui si aggiungerà una linea tranviaria ad elevata frequenza di transito.

La soluzione progettuale proposta nel febbraio 2023 e qui sviluppata a livello progettuale di Progetto Esecutivo, si fonda sulla creazione di una "piazza centrale circolare" del diametro di circa 60 metri, contornata da isole laterali pavimentate e rialzate a delimitazione delle aree non transitabili. La scelta di mantenere una Piazza circolare, anche se di più ridotte dimensioni è una scelta progettuale voluta al fine di caratterizzare la piazza lasciando un segno a memoria della vecchia rotonda.

La piazza centrale appena descritta risulta poi contornata da una serie di “piazze pedonali”, poste a perimetro delle diverse strade convergenti nell’intersezione, realizzate con pavimentazione filtrante (elevata permeabilità), attrezzate con illuminazione pubblica, con aree verdi, panchine, aree di sosta per le bici e, eventualmente, con spazi da adibire con piccoli chioschi.

La linea 10 del tram si integrerà nella Piazza senza diventare necessariamente elemento di spaccatura della piazza medesima, così come sarebbe accaduto con il mantenimento della rotonda.

Infine, ogni ramo sarà dotato di una “diretta destra”, che consente di effettuare la manovra di svolta a destra, verso il ramo adiacente, a monte dell’intersezione semaforizzata, non dovendo quindi impegnare l’incrocio alleggerendone il carico.

Fig. 2 – Le opere in progetto (rendering)



2. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI SUPERFICIE

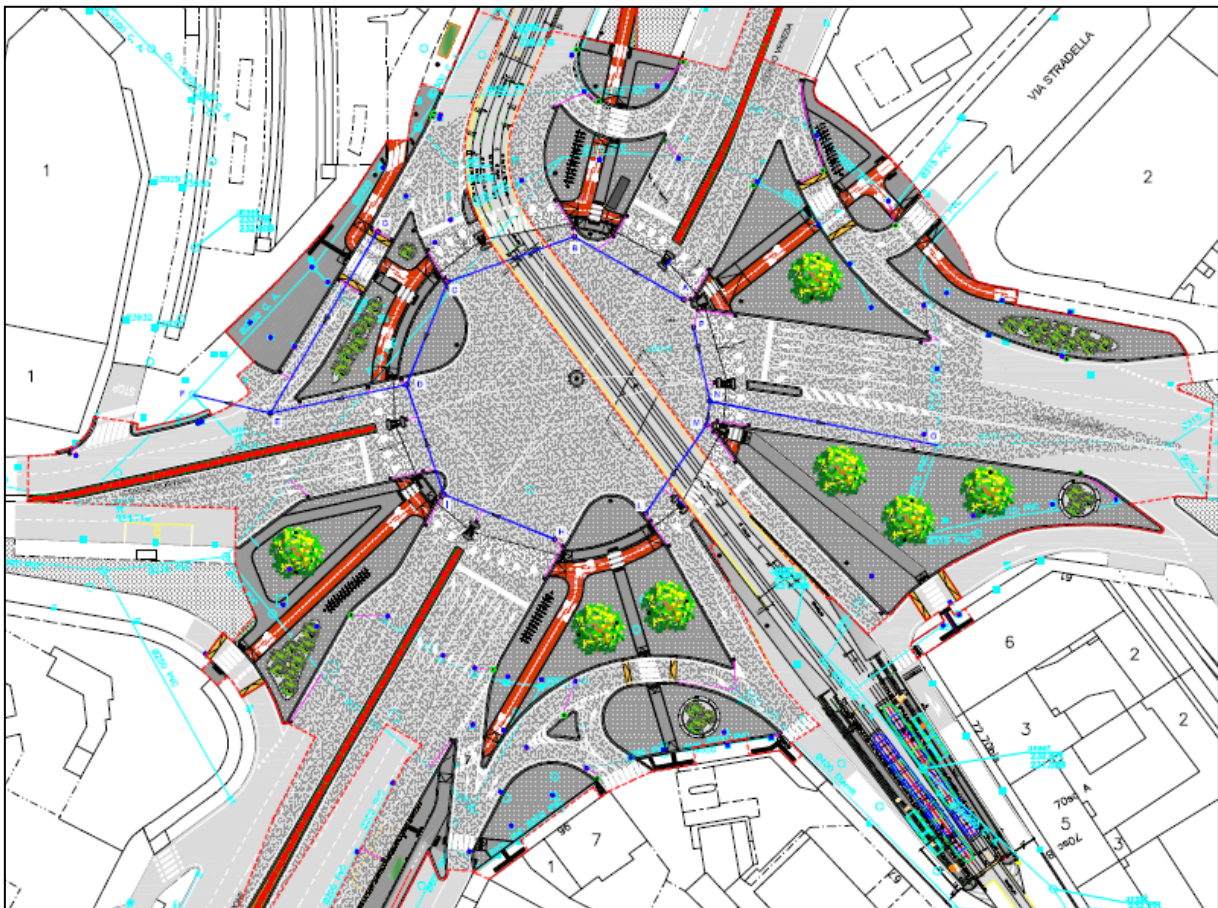
La rete di smaltimento delle acque meteoriche sfrutta la fitta rete di fognatura bianca esistente allo stato attuale su quasi tutte le direttrici di traffico a cui è previsto di collegare direttamente le caditoie ricollocate e/o quelle nuove che ricadono direttamente sugli assi viari, fatte poche eccezioni.

È stata poi progettata una nuova rete principale di fognatura bianca disposta in modo circolare attorno alla parte centrale della Piazza a servizio del sistema di smaltimento delle acque di superficie della medesima area centrale dell'intersezione.

La nuova rete è stata realizzata con *tubazioni multistrato in plastica riciclata in polietilene alta densità (PEAD) SN16* come richiesto da SMAT, del diametro di 315 mm, ovvero un diametro che consente di gestire il deflusso delle acque.

La rete "circolare" di fognatura è in realtà caratterizzata da due semicerchi, di cui uno ad est che raccoglie l'acqua di sole poche caditoie ed uno ad ovest più grande a servizio di tutte le altre caditoie.

Fig. 3 – Rete raccolta acque superficiali in progetto)



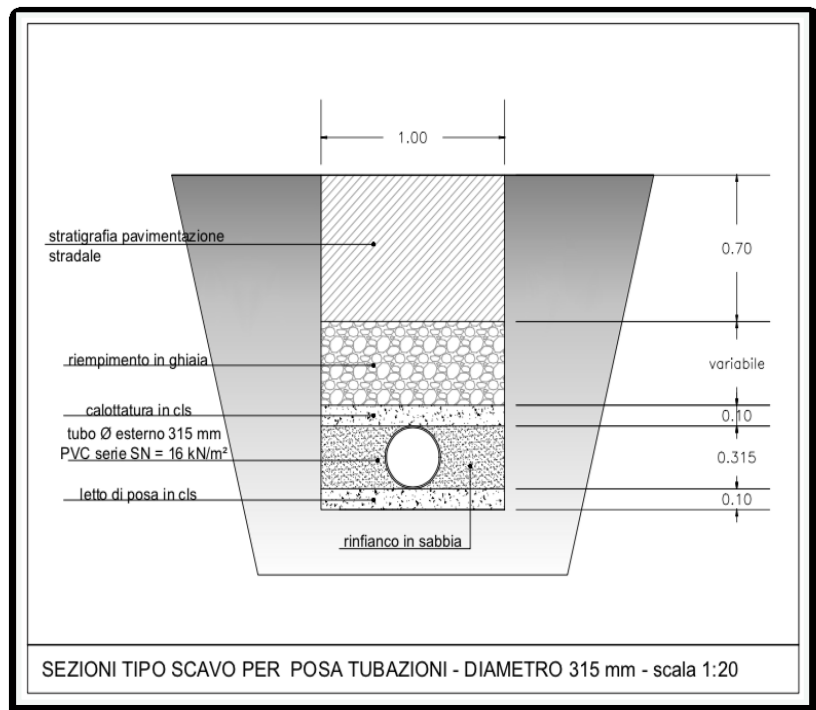
Il motivo che ha consigliato di spezzare la rete circolare è legato alla presenza del cavo Terna di alta tensione (quota -1,30/-1,50 m) che di fatto in questo modo non viene mai attraversata dal nuovo sistema di fognatura.

Di fatto il cavo Terna rappresenta lo spartiacque tra le acque che vengono scaricate verso C.so Vigevano e quelle che vengono scaricate verso C.so Mortara.

Alla porzione di semicerchio est è previsto l'allaccio alla fognatura esistente su C.so Vigevano con una tubazione in PEAD SN 16 da 315 mm mediante la creazione di un nuovo pozzo.

Alla porzione di semicerchio ovest, cui sono collegate la maggior parte delle caditoie dell'anello centrale è previsto l'allaccio alla fognatura esistente su C.so Mortara (di grande dimensione Cls 2500 mm) con una tubazione in PEAD SN 16 da 315 mm in prossimità di un pozzo esistente.

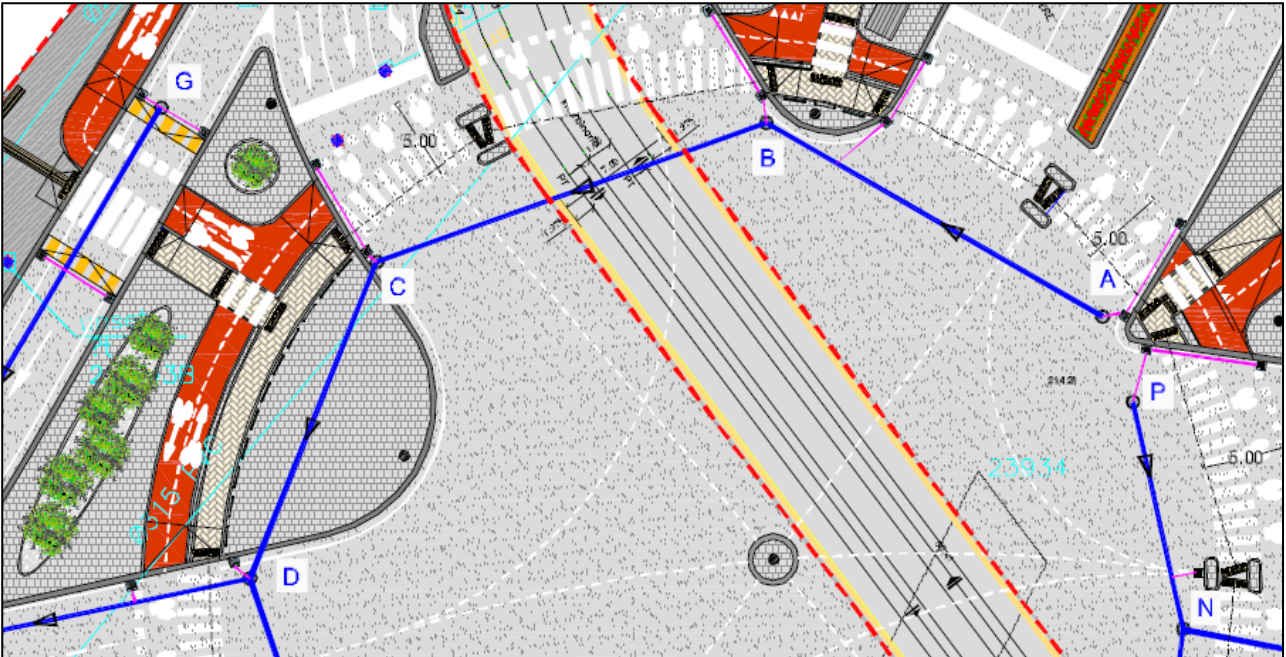
Di fatto tutta la rete di fognatura principale sarà realizzata con tubi multistrato in plastica riciclata in polietilene alta densità (PEAD) SN16 da 315 mm, posati su letto di cls di 10 cm, rinfiancati con sabbia e capottati con altra soletta in cls da 10 cm.



Le caditoie saranno invece collegate alla rete, nuova ed esistente, mediante tubi multistrato in plastica riciclata in polietilene alta densità (PEAD) SN16 da 200 mm, anch'essi calottati.

Tutta la rete, come si evince anche dai profili altimetrici della tavola di progetto delle acque, risulta compresa in un range di profondità con quote che vanno approssimativamente da 1,00 m a 1,40 m di profondità fondo tubo.

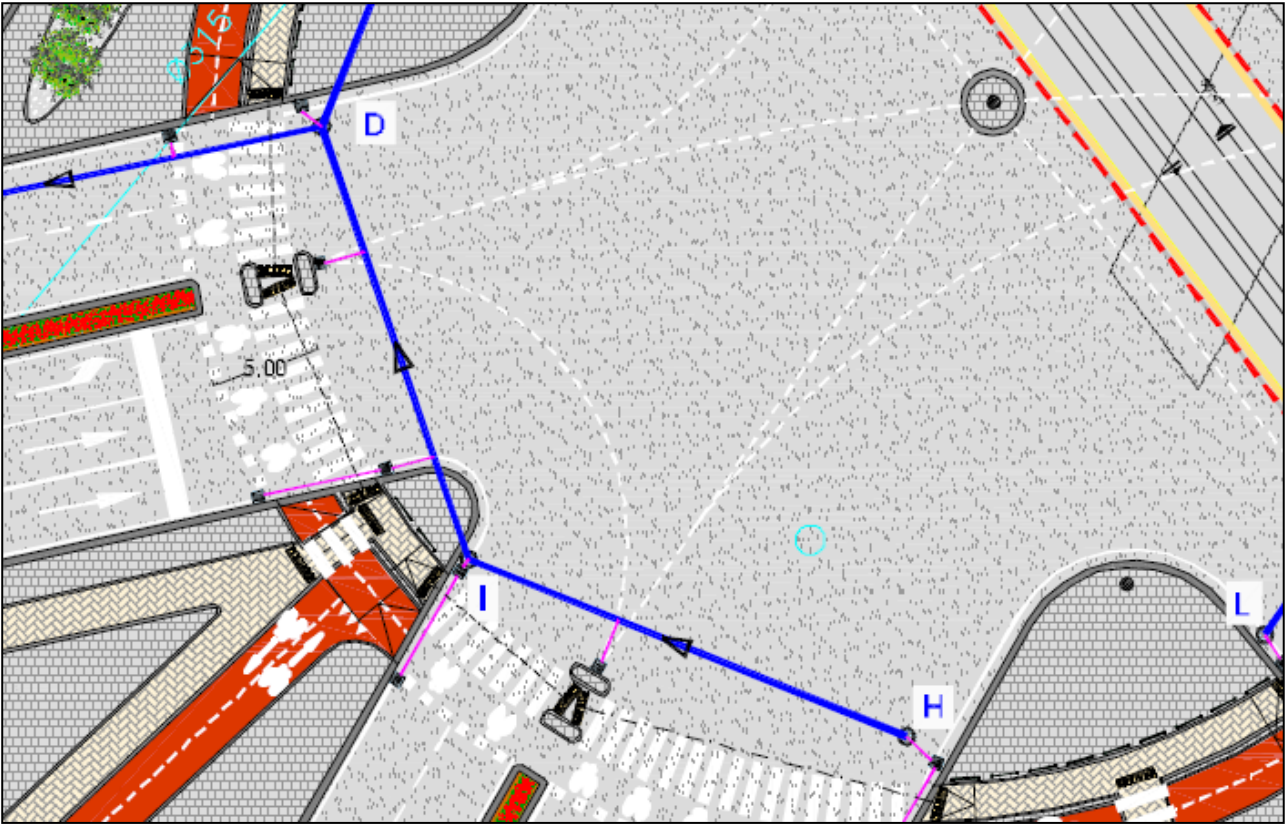
Si individuano diverse tratte di fognatura, in seguito descritte.

Tratta A → B → C → D

La tratta, individuata in prossimità dell'area nord-ovest della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 66,50 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 4 pozzi di ispezione realizzati in cls e dotati di chiusino in ghisa;
- n. 9 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

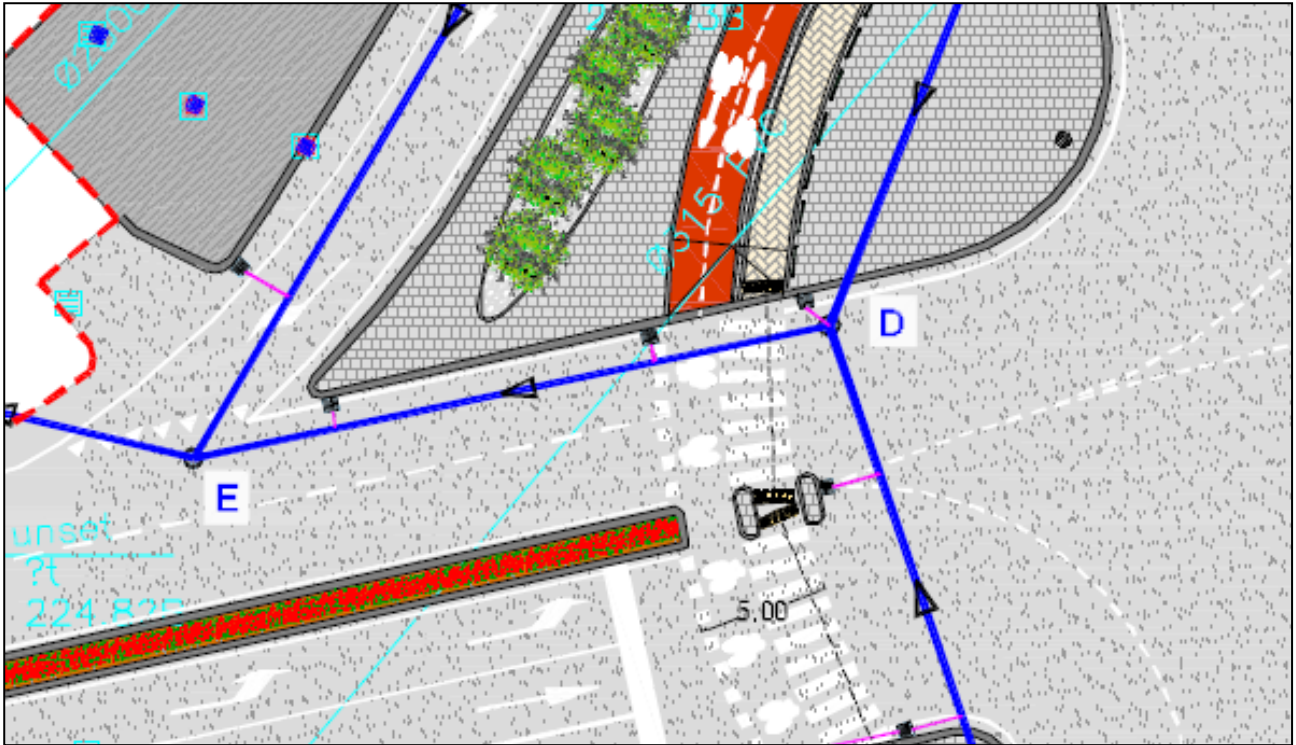
La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 0,80 m a 0,85 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto A verso il punto D.

Tratta H → I → D

La tratta, individuata in prossimità dell'area sud-ovest della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 42,15 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 2 pozzi di ispezione realizzati in cls e dotati di chiusino in ghisa;
- n. 8 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

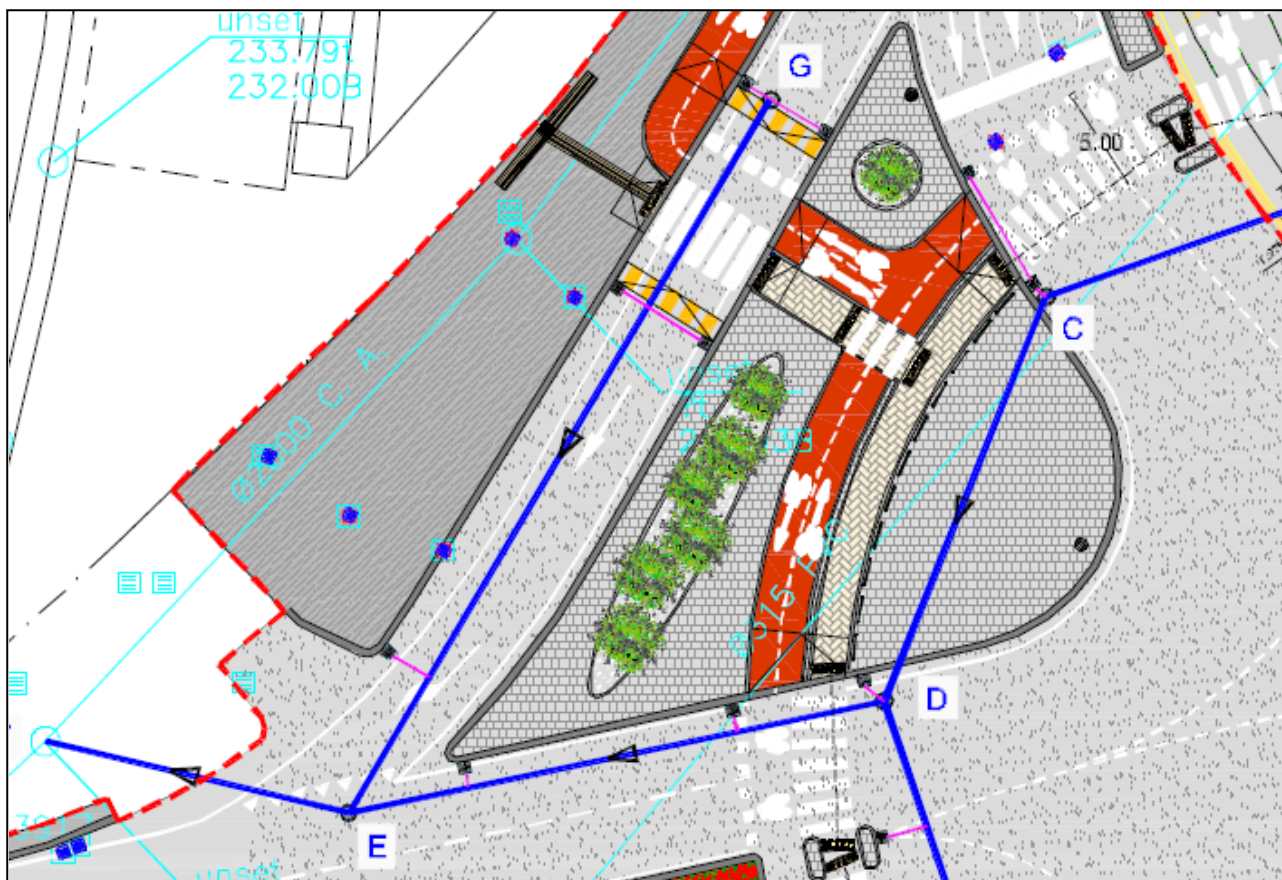
La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 0,75 m a 1,30 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto H verso il punto D.

Tratta D → E

La tratta, individuata in prossimità dell'area ovest della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 24,95 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 1 pozzo di ispezione realizzato in cls e dotato di chiusino in ghisa;
- n. 3 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

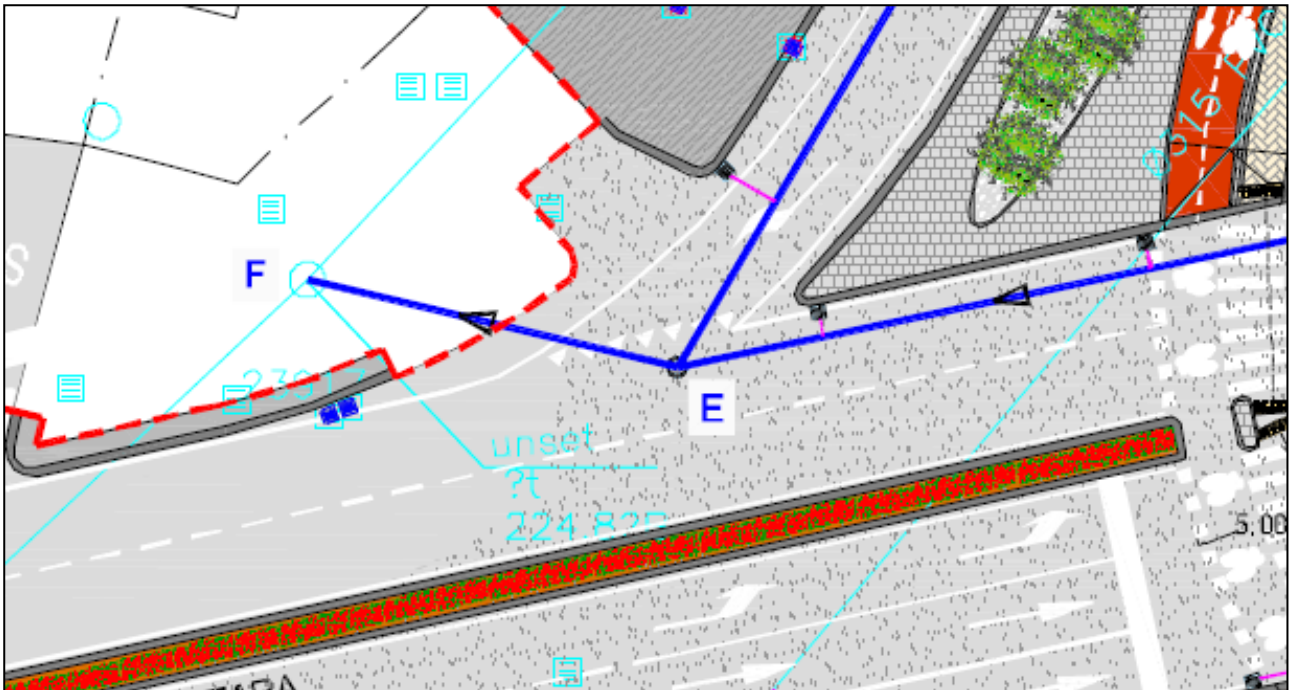
La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 1,40 m a 1,30 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto D verso il punto E.

Tratta G → E

La tratta, individuata in prossimità dell'area ovest della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 37,75 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 1 pozzo di ispezione realizzato in cls e dotato di chiusino in ghisa;
- n. 5 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

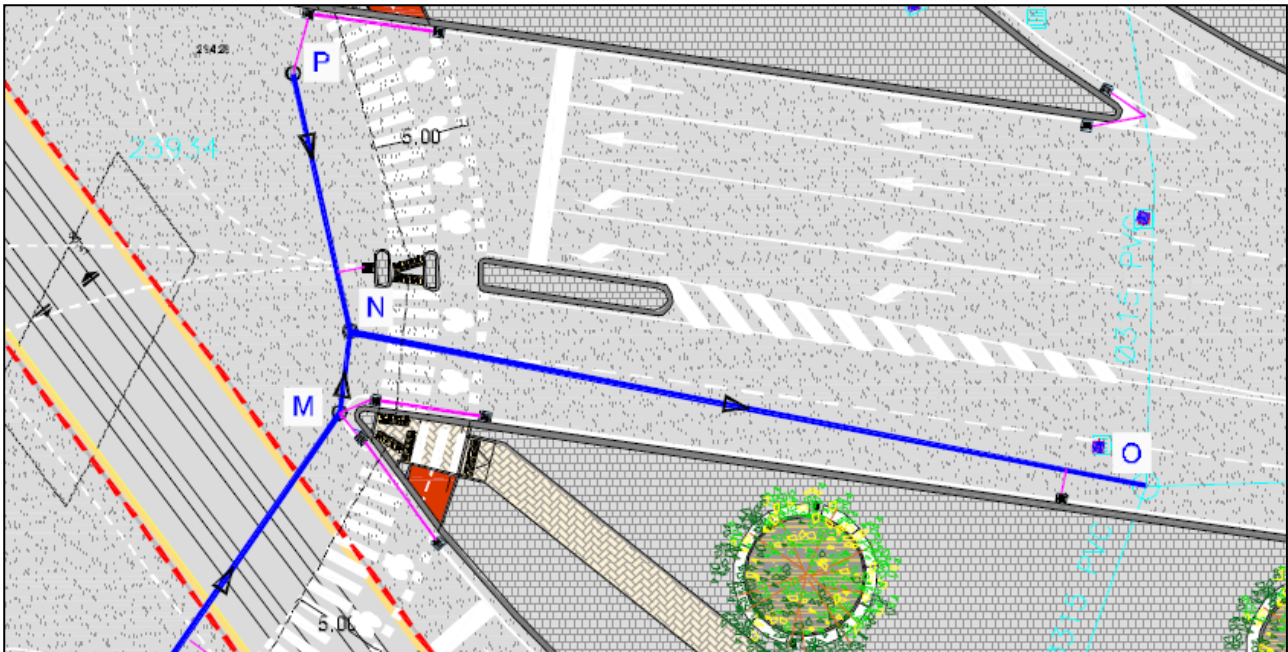
La tubazione principale sarà collocata ad una profondità di 0,80 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto G verso il punto E.

Tratta E → F

La tratta, individuata in prossimità dell'area ovest della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 14,20 m, prevede l'inserimento di un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;

La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 1,30 m a 1,20 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto E verso il punto F (pozzo esistente).

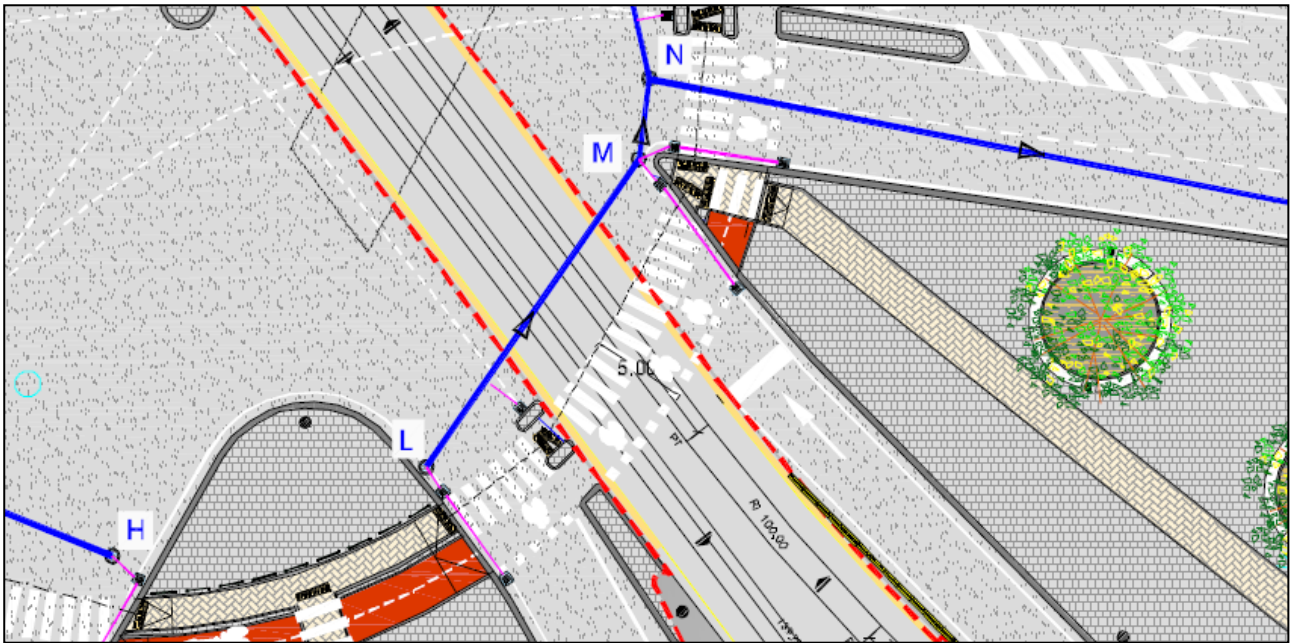
In prossimità del punto F (pozzo esistente), si realizza il collegamento alla rete di smaltimento delle acque esistente (tubo c.a. ϕ 2500 mm).

Tratta P → N

La tratta, individuata in prossimità dell'area nord-est della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 13,50 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 1 pozzo di ispezione realizzato in cls e dotato di chiusino in ghisa;
- n. 2 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

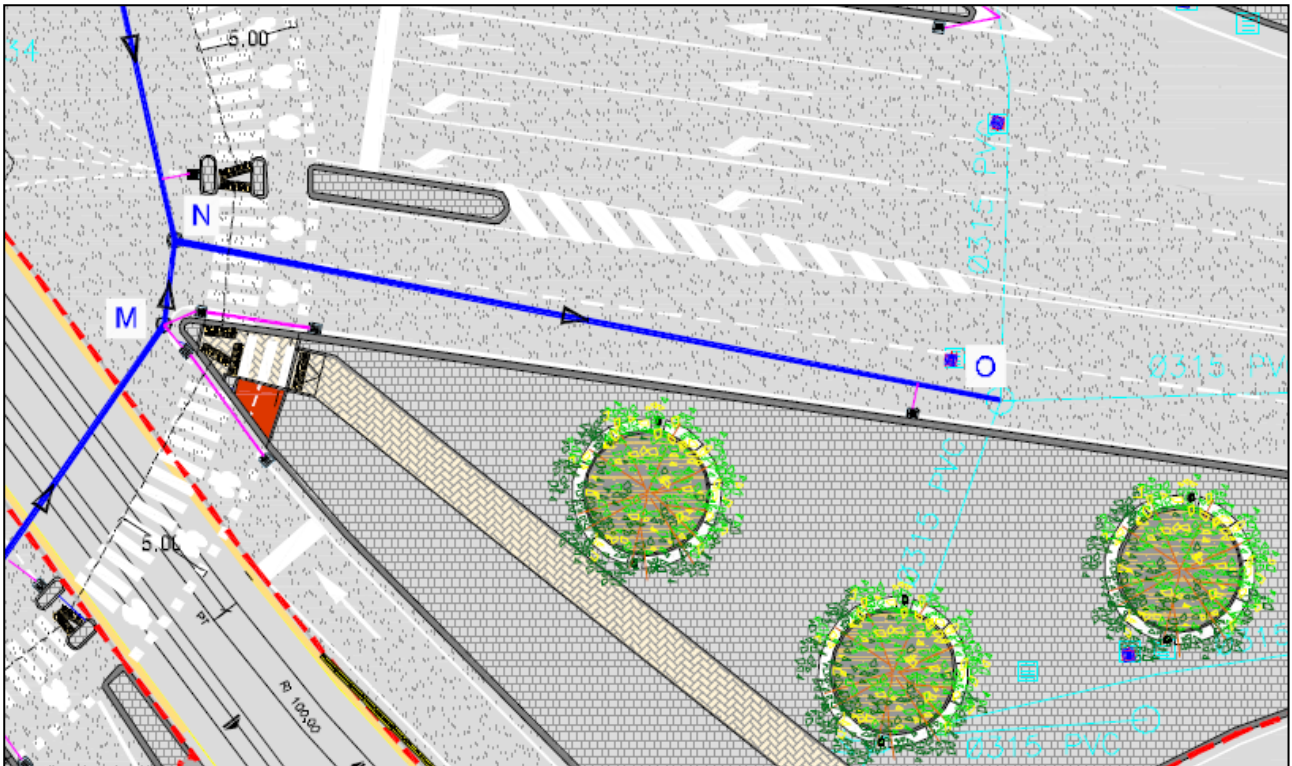
La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 0,90 m a 0,80 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto P verso il punto N.

Tratta L → M → N

La tratta, individuata in prossimità dell'area nord-est della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 23,55 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 3 pozzi di ispezione realizzati in cls e dotati di chiusino in ghisa;
- n. 7 caditoie realizzate in cls e dotate di griglia in ghisa, collegate alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 0,80 m a 1,25 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto L verso il punto N.

Tratta N → O

La tratta, individuata in prossimità dell'area est della viabilità in progetto, di lunghezza pari a circa 41,60 m, prevede l'inserimento di:

- un collettore in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ 315 mm - ϕ 297 mm interno) posato su letto in cls e calottato in cls;
- n. 1 caditoia realizzata in cls e dotata di griglia in ghisa, collegata alla tubazione principale con tubi in PEAD SN 16 kN/m² ϕ 200 mm (ϕ 188 mm interno).

La tubazione principale sarà collocata ad una profondità da 1,25 m a 1,70 m circa (quota scorrevole) sotto il livello stradale in progetto, con una pendenza media del 4,0‰ a scendere dal punto N verso il punto O (pozzo esistente).

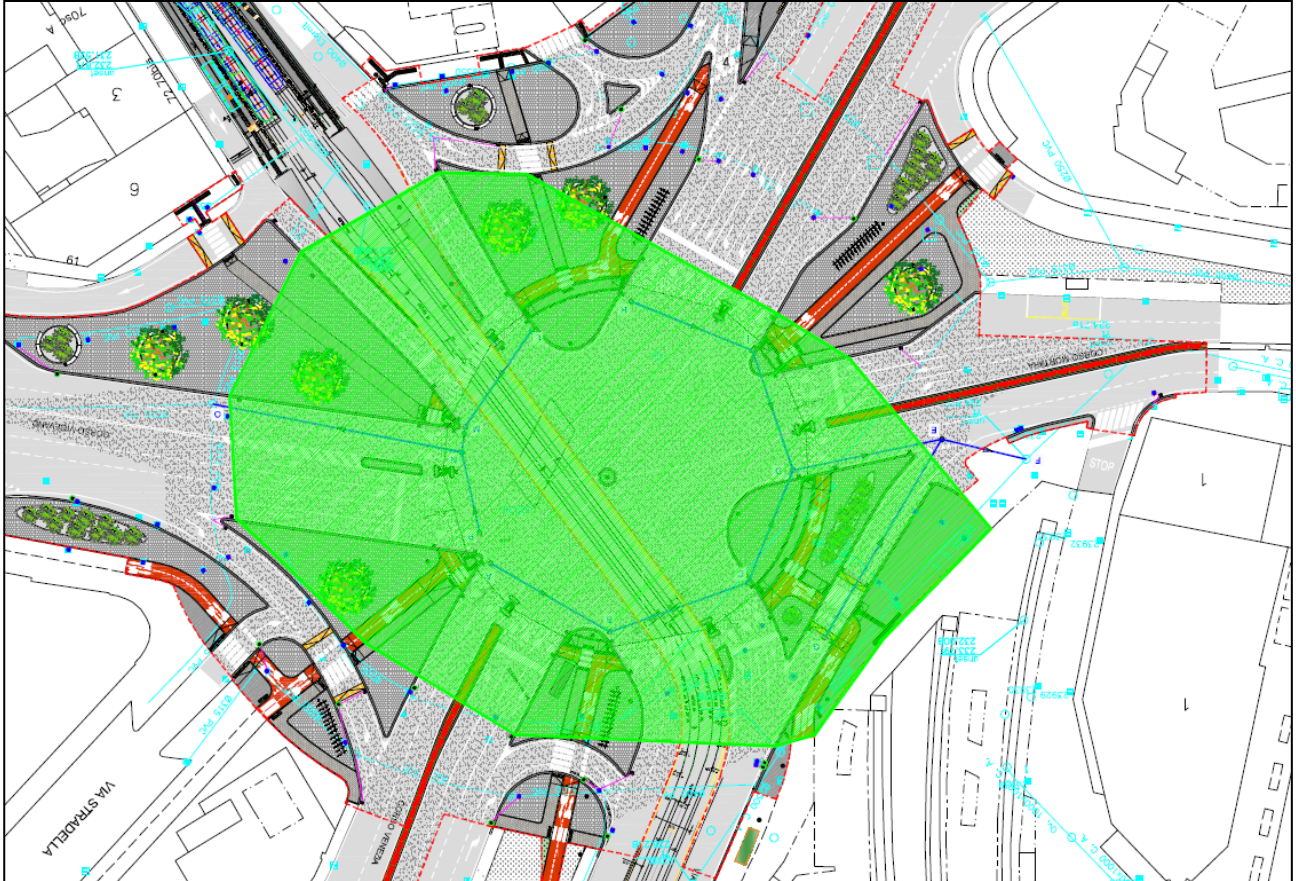
In prossimità del punto O (pozzo esistente), si realizza il collegamento alla rete di smaltimento delle acque esistente (tubo PVC ϕ 315 mm).

In particolare in questa sede ci si occuperà della *verifica idraulica* relativa alle tratte di collettore principale **E → F** e **N → O**

3. AREE CONSIDERATE NEL CALCOLO DELLE PORTATE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

Il sistema di raccolta delle acque superficiali in progetto, prevede che vengano raccolte quindi le acque superficiali dell'area indicata nella seguente Fig. 4.

Fig. 4- Superfici considerate nell'ambito della presente verifica idraulica



L'area da considerare nell'ambito del calcolo delle portate di acqua superficia da smaltire con le nuove tratte di fognature in progetto, risulta essere di dimensione pari a circa 7.985 mq.

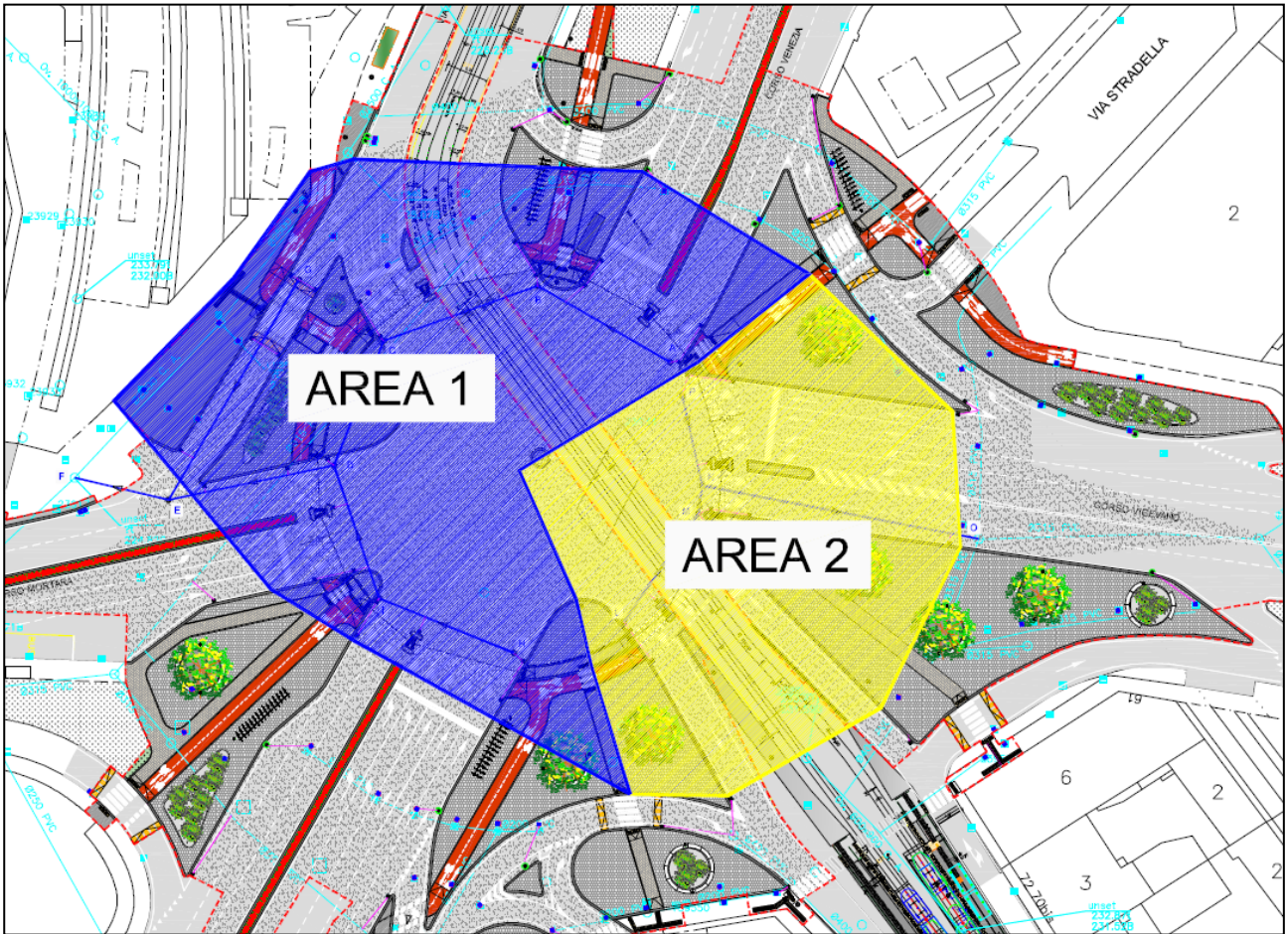
L'area totale è stata poi suddivisa in n.2 aree elementari, coerentemente con la realizzazione del reticolo fognario descritto al paragrafo precedente e le pendenze della superficie della nuova viabilità.

Le n. 2 aree in esame, individuate nella successiva Fig. 5, risultano essere occupate da superfici pavimentate di diversa natura:

- conglomerato bituminoso (strade e marciapiedi);
- marmette autobloccanti in calcestruzzo filtrante (percorsi pedonali e isole spartitraffico);
- calcestruzzo drenante (piste ciclabili);

- aree verdi (aiuole inerbite);

Fig. 5 – Aree elementari considerate nel calcolo delle portate delle acque superficiali



In particolare le aree si distinguono in:

- **AREA 1 (ovest): tot. 4.754 mq di cui:**
 - superficie asfaltata (strade, marciapiedi): 3.444 mq = 0,3444 ha;
 - sup. autobloccanti in cls filtr. (perc. ped, isole spart.): 951 mq = 0,0951 ha;
 - superficie cls drenante (piste ciclabili): 248 mq = 0,0248 ha;
 - aree verdi (aiuole inerbite): 111 mq = 0,0111 ha;
- **AREA 2 (est): tot. 3.231 mq di cui:**
 - superficie asfaltata (strade, marciapiedi): 2.055 mq = 0,2055 ha;
 - sup. autobloccanti in cls filtr. (perc. ped, isole spart.): 996 mq = 0,0996 ha;
 - superficie cls drenante (piste ciclabili): 88 mq = 0,0088 ha;
 - aree verdi (aiuole inerbite): 92 mq = 0,0092 ha;

4. DIMENSIONAMENTO DELLE NUOVE CONDOTTE FOGNARIE

Il dimensionamento delle nuova condotte di fognatura bianca, dovrà avvenire attraverso la verifica della portata massima da smaltire in caso di fenomeni atmosferici di forte intensità.

Il dimensionamento verrà eseguito per le tratte di tubazioni in progetto (cfr. cap.2):

- **E → F**: collettore φ 315 mm in PEAD SN 16 kN/m² (DN φ315 mm - φ 297 mm interno);
- **N → O**: collettore φ 315 mm in PEAD SN 16 kN/m² (DN φ315 mm - φ 297 mm interno).

4.1 Portate massime da smaltire in fognatura

Curva di possibilità pluviometrica

La valutazione dell'apporto idrico di acque bianche, derivanti dal ruscellamento superficiale sulla nuova viabilità dell'area, viene condotta facendo riferimento ai valori massimi di precipitazione rilevati presso la stazione pluviografica del Servizio Idrografico Nazionale con più dati a disposizione.

Dall'elaborazione di tali dati si può ricavare la curva di massima possibilità pluviometrica che assume un'espressione del tipo:

$$h = a \times t^n$$

dove h (mm): altezza di pioggia

t (ore): tempo di pioggia

a (mm): massima precipitazione di durata 1 ora

n: esponente (in funzione del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico);

quale tempo di ritorno considerato che si tratta della realizzazione di nuove condotte si è scelto Tr 20 anni.

Le rilevazioni forniscono le altezze di pioggia relativa ad eventi di durata rispettivamente di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive.

Si può allora determinare la probabilità di non superamento relativa al periodo di ritorno (Tr), e determinare le altezze di pioggia "regolarizzate" relative ai periodi di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

L'area del Comune di Torino in cui si trova l'area oggetto di verifica ha le seguenti coordinate:

Coordinata Est: 7° 40' 40,75";

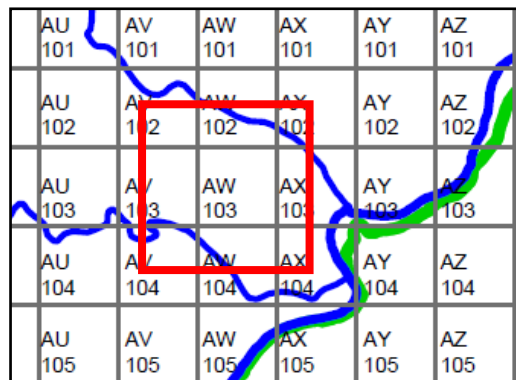
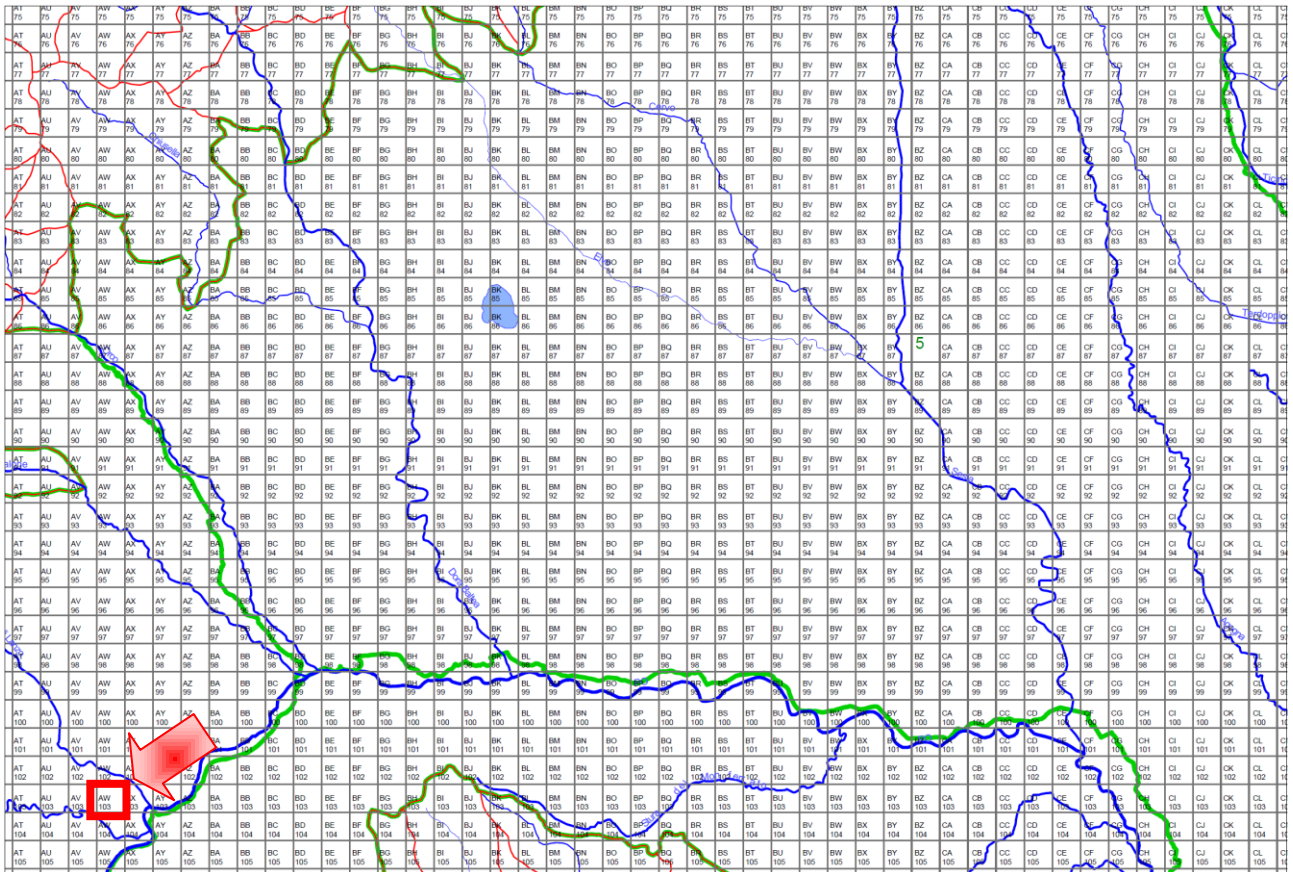
Coordinata Nord: 45° 05' 23,52".

Trasformate tali coordinate in UTM, consultando le tabelle del PAI riportate nell'Allegato 3 "Distribuzioni spaziali delle precipitazioni intense" della "Direttiva sulla piena di progetto da

assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica”, si rileva che l'area oggetto degli interventi ricade all'interno della celle di calcolo AW103.

Fig. 5 – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni

Tavola 09



Nota la cella, è possibile quindi ricavare i parametri per il calcolo delle curva di massima possibilità pluviometrica.

Fig. 6 – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica - Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
AW90	397000,00000	5021000,00000	54,05	0,335	69,76	0,329	76,47	0,327	85,33	0,325
AW91	397000,00000	5019000,00000	53,60	0,334	69,27	0,327	75,96	0,325	84,79	0,323
AW92	397000,00000	5017000,00000	52,62	0,335	67,98	0,329	74,55	0,327	83,22	0,325
AW93	397000,00000	5015000,00000	51,81	0,338	66,89	0,332	73,34	0,330	81,85	0,328
AW94	397000,00000	5013000,00000	50,63	0,338	65,38	0,332	71,69	0,330	80,01	0,328
AW95	397000,00000	5011000,00000	50,00	0,337	64,59	0,331	70,84	0,329	79,07	0,327
AW96	397000,00000	5009000,00000	49,03	0,337	63,41	0,331	69,57	0,329	77,69	0,327
AW97	397000,00000	5007000,00000	48,61	0,333	62,89	0,327	69,01	0,325	77,06	0,323
AW98	397000,00000	5005000,00000	48,30	0,328	62,48	0,322	68,56	0,320	76,57	0,318
AW99	397000,00000	5003000,00000	48,10	0,322	62,18	0,316	68,25	0,314	76,17	0,312
AW100	397000,00000	5001000,00000	48,06	0,313	62,04	0,307	68,06	0,306	75,93	0,304
AW101	397000,00000	4999000,00000	48,08	0,301	61,92	0,297	67,86	0,295	75,65	0,294
AW102	397000,00000	4997000,00000	48,41	0,299	62,19	0,299	68,01	0,294	75,74	0,292
AW103	397000,00000	4995000,00000	48,81	0,275	62,41	0,271	68,23	0,270	75,88	0,269
AW104	397000,00000	4993000,00000	48,24	0,260	62,75	0,257	68,52	0,256	76,12	0,255
AW105	397000,00000	4991000,00000	49,16	0,247	62,65	0,244	68,42	0,243	76,00	0,242
AW106	397000,00000	4989000,00000	48,29	0,238	61,85	0,233	67,66	0,232	75,28	0,231
AW107	397000,00000	4987000,00000	47,57	0,229	61,39	0,223	67,33	0,221	75,10	0,219
AW108	397000,00000	4985000,00000	47,28	0,221	61,51	0,213	67,63	0,210	75,63	0,208
AW109	397000,00000	4983000,00000	47,25	0,216	61,83	0,206	68,09	0,203	76,29	0,200
AW110	397000,00000	4981000,00000	47,33	0,215	62,14	0,204	68,48	0,200	76,85	0,197
AW111	397000,00000	4979000,00000	47,49	0,216	62,51	0,204	68,91	0,200	77,41	0,196
AW112	397000,00000	4977000,00000	47,61	0,217	62,78	0,204	69,22	0,199	77,82	0,195
AW113	397000,00000	4975000,00000	47,83	0,219	63,19	0,204	69,71	0,199	78,42	0,194
AW114	397000,00000	4973000,00000	48,01	0,221	63,51	0,205	70,10	0,200	78,88	0,195

Considerando un tempo di ritorno (Tr) pari a 20 anni, si ottengono quindi i valori dei coefficienti a (a = 48,81) ed n (n=0,275).

È possibile quindi procedere con il calcolo della curva di massima possibilità pluviometrica con tempo di ritorno 20 anni, secondo l'espressione:

$$h = 48,81 \times t^{0,275}$$

Contributo unitario specifico

Per tempi di pioggia pari a mezzora, un'ora e tre ore, si otterranno quindi dei valori di intensità oraria, la cui media rappresenterà l'intensità media oraria :

-intensità oraria per fenomeni di durata 0,5 h: $h = 48,81 \times 0,5^{0,275} = 40,34 (x 2) = 80,68 \text{ mm/h}$

-intensità oraria per fenomeni di durata 1 h: $h = 48,81 \times 1^{0,275} = 48,81 \text{ mm/h}$

-intensità oraria per fenomeni di durata 3 h: $h = 48,81 \times 3^{0,275} = 66,03 (1/3) = 22,01 \text{ mm/h}$

Effettuando la media delle intensità orarie a partire da differenti tempi di pioggia risulterà quindi per l'area in oggetto un'intensità media oraria pari a **50,50 mm/h**.

Il valore del **contributo unitario specifico** corrispondente all'intensità di precipitazione media oraria sopra riportata risulta essere pari a

$$U = 140,28 \text{ l ha/s}$$

Calcolo delle portate di progetto da smaltire

Come visto nel capitolo precedente, le aree di influenza per le tratte di condotta oggetto di studio, si possono distinguere, a seconda della tipologia, come superfici asfaltate o aree verdi.

Trattandosi di superfici modeste, non si ritiene necessario procedere con il calcolo teorico delle portate mediante applicazione di modelli matematici (es volume di invasore) ma essendo comunque il risultato cautelativo, si è assunto come valore di portata da smaltire, quello ottenuto moltiplicando il contributo unitario specifico per l'area della superficie di raccolta della precipitazione, per il coefficiente medio di deflusso:

$$Q = U A \varphi$$

dove: Q: portata al colmo di piena (l/sec);

U: contributo unitario specifico corrispondente all'intensità di precipitazione media oraria (l ha/sec);

A: area di superficie di raccolta (ha);

φ : coefficiente medio di deflusso.

Tale semplificazione risulta accettabile in quanto le superfici di raccolta sono estremamente ridotte in estensione.

Coefficiente di deflusso

La determinazione del coefficiente di deflusso rappresenta il punto di maggiore incertezza nella determinazione della portata. Proprio per la ridotta estensione delle aree in esame, si decide di considerare maggiormente rilevante il "fattore di impermeabilità" del terreno rispetto a quelli di "ritardo", "ritenuta" e "distribuzione della pioggia" nell'area considerata.

È quindi necessario assegnare un valore differente in base al materiale della pavimentazione: "Babbit" fornisce i seguenti range di valori a seconda della natura delle superfici presenti:

- Pavimenti in asfalto 0,75 – 0,90 (valore scelto 0,90);

- Pavimentazioni drenanti/filtranti	0,10 – 0,50	(valore scelto 0,30);
- Parchi, giardini, prati, etc.	0,05 – 0,25	(valore scelto 0,15);

Calcolo della portata da smaltire in fognatura

Seguendo quanto visto in precedenza, si procede con il calcolo dei contributi parziali delle portate da smaltire relative alle singole aree, secondo la formula:

$$Q = U A \varphi$$

Si ottengono quindi i seguenti valori, distinti per singole aree di intervento (cfr cap.3)

• AREA 1 (ovest):

- superficie asfaltata $Q_1 = 140,28 \times 0,3444 \times 0,90 = 43,48 \text{ l/s}$;
- sup. autobloccanti in cls filtr. $Q_2 = 140,28 \times 0,0951 \times 0,30 = 4,00 \text{ l/s}$;
- superficie cls drenante $Q_3 = 140,28 \times 0,0248 \times 0,30 = 1,04 \text{ l/s}$;
- aree verdi $Q_4 = 140,28 \times 0,0111 \times 0,15 = 0,23 \text{ l/s}$;
- Totale contributo aree ($Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$) = 48,75 l/s

Risulta quindi la necessità di smaltire una **portata totale pari a 48,75 l/s**

• AREA 2 (est):

- superficie asfaltata $Q_1 = 140,28 \times 0,2055 \times 0,90 = 25,94 \text{ l/s}$;
- sup. autobloccanti in cls filtr. $Q_2 = 140,28 \times 0,0996 \times 0,30 = 4,19 \text{ l/s}$;
- superficie cls drenante $Q_3 = 140,28 \times 0,0088 \times 0,30 = 0,37 \text{ l/s}$;
- aree verdi $Q_4 = 140,28 \times 0,0092 \times 0,15 = 0,19 \text{ l/s}$;
- Totale contributo aree ($Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$) = 30,69 l/s

Risulta quindi la necessità di smaltire una **portata totale pari a 30,69 l/s**

4.2 Calcolo delle portate massime della condotte in progetto

Si procede con il calcolo delle portate massime delle condotte oggetto di verifica

Il dimensionamento verrà eseguito per le tratte di tubazioni in progetto (cfr. cap.2) :

- **E → F**: collettore ϕ 315 mm in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ315 mm - ϕ 297 mm interno);
- **N → O**: collettore ϕ 315 mm in PEAD SN 16 kN/m² (DN ϕ315 mm - ϕ 297 mm interno);

che risultano avere analoghe caratteristiche tecnico/geometriche e che saranno posate alla medesima pendenza (4,0‰).

Si prevede l'utilizzo di *tubazioni multistrato in plastica riciclata in polietilene alta densità (PEAD)* rispondenti alle prescrizioni della NORMA EN 13476, rigidezza circonferenziale SN = 16 kN/m², di diametro nominale pari a 315 mm (interno 0,297 mm).

Il dimensionamento delle sezioni viene realizzato con l'ausilio della formula di "*Chezy*", adottando per il coeff. di deflusso la seconda formula di "*Bazin*".

Si ottengono quindi le seguenti formule di calcolo:

$$Q = A \times v$$

dove Q = portata

A = area della sezione utile (quindi l'area interna della tubatura)

v = velocità di scorrimento nel condotto

La velocità si ricava dall'espressione:

$$V = K \times \sqrt{R \times i}$$

dove R: raggio idraulico medio determinato dal rapporto tra la sezione bagnata ed il perimetro bagnato (A/P)

i: pendenza in metri per metro

K: coeff. di deflusso di *Chezy* dato $K = \frac{87 \times \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$ con con γ coeff. di scabrezza di *Bazin*

Utilizzando una condotta circolare di diametro nominale pari a mm 315 in PEAD (diametro interno 297 mm) e che ha una pendenza del 4,00‰, le dimensioni caratteristiche sono pertanto determinate nel modo seguente:

- il raggio idraulico $R = A / P$ (nei condotti circolari, il contorno bagnato sarà uguale alla circonferenza interna, mentre l'area sarà uguale all'area della sezione) = $d/4$)
- $\gamma = 0,06$ per tubazioni in materiale plastico

Si ricava quindi un coefficiente *K* pari a 71,30 per la sezione da mm 315 di diametro esterno.

Si ottiene quindi una velocità di scorrimento v pari a 1,74 m/s e quindi una **portata massima supportata Q_p** pari a:

$$Q_p = A \times v = \pi r^2 \times 1,74 = 0,12054 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{120,54 \text{ l/s}}$$

In via del tutto cautelativa verrà valutata una riduzione di portata del 25 %: questo limite posto alle altezze di riempimento garantisce una sufficiente ventilazione, assicura un buon margine di sicurezza nel caso di immissioni superiori al previsto, evita sovrappressione causata dai gas in condotta che diminuirebbe la velocità e la portata effettiva.

La portata della tubazione considerata si ridurrà quindi a 90,40 l/s.

5. CONCLUSIONI

Confrontando le portate da smaltire delle aree prese in esame, con le portate delle condotte in progetto, si verifica che le nuove condotte della rete fognaria bianca risultano sufficientemente dimensionate in modo da far defluire tutta l'acqua che può riversarsi sul bacino preso in esame.

In particolare:

- **Area 1 (ovest):**
 - Totale contributo area = 48,75 l/s
 - Collettore **E** → **F** (DN ϕ 315 mm in PEAD) portata massima: 90,40 l/s
- **Area 2 (est):**
 - Totale contributo area = 30,69 l/s
 - Collettore **N** → **O** (DN ϕ 315 mm in PEAD) portata massima: 90,40 l/s

La velocità ($1,74 \text{ m/s}$) poi risulta essere sempre compresa tra i valori minimi e massimi consigliati ($0,5 - 5,0 \text{ m/s}$) al fine di contenere i fenomeni di sedimentazione di possibili sostanze sospese nel liquido e l'abrasione delle tubazioni.

Le sezioni progettate sono state verificate per pendenze e velocità minime, mantenendo un grado di riempimento (max 75%) tale da consentire un buon margine di sicurezza.

Il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di superficie relative all'intervento in progetto è stato eseguito utilizzando le formule classiche della letteratura relativa alle fognature bianche.

La rete di progetto è pertanto idonea a garantire un regolare deflusso della portata da smaltire, con velocità che risultano contenute nei limiti imposti dalla legge.