



Provincia di Varese
Comune di Castellanza (Va)

Provincia di Milano
Comune di Legnano (Mi)

**PROGETTO
DEFINITIVO/ESECUTIVO**

Interventi di alleggerimento di via Bettinelli
e potenziamento di via Adua e via Brambilla

Relazione generale e specialistica

R.U.P.
Ing. Maria Ventura - CAP Holding S.p.A.

PROGETTISTA
Ing. Gabriele Bria - CAP Holding S.p.A.

012042.RG.6676

Novembre 2017

Sommario

1	Premessa	3
2	Stato di fatto	4
3	Descrizione generale delle opere	6
3.1	Fognatura acque miste via Adua, via Corridoni e via Brambilla	6
3.2	Potenziamento sistema di scarico via dei Mulini	7
3.3	Disconnessione idraulica Sottobacino Imbrifero viale Italia	7
4	Opere di alleggerimento di via Bettinelli	8
4.1	Curve di probabilità pluviometrica	8
4.2	Idrogrammi di pioggia	9
4.3	Modello numerico afflussi-deflussi	9
4.3.1	Schematizzazione della rete fognaria	11
4.3.2	Condizioni al contorno	14
4.3.3	Analisi dei risultati	15
4.3.4	Mantenimento delle prestazioni	16
5	Valutazione degli afflussi da via Adua e Brambilla	18
6	Verifica idraulica delle nuove tubazioni	20
7	Verifiche statiche	21
7.1	Sollecitazioni	21
7.1.1	Calcolo del carico dovuto al rinterro per tubazioni rigide	21
7.1.2	Calcolo del carico dovuto al rinterro per tubazioni flessibili	22
7.1.3	Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili	22
7.1.4	Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna	22
7.1.5	Calcolo del carico dovuto all'acqua interna alla condotta	22
7.2	Coefficiente di posa per tubazioni rigide	22
7.3	Verifica delle tubazioni rigide	23
7.4	Verifica delle tubazioni flessibili	24
7.5	Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale	24
7.5.1	Calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione	25
7.5.2	Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)	25
7.6	Verifiche per tubazioni flessibili	26
8	Scavi, condotte, opere d'arte e accessori	28
8.1	Scavi	28
8.2	Camerette	28
9	Sottoservizi	28

10	Durata dei lavori	28
11	Vincoli presenti – autorizzazioni e concessioni	28
12	Fornitura dei materiali.....	28

	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

1 Premessa

Viene di seguito presentato il Progetto Definitivo/Esecutivo inerente il potenziamento dell'attuale sistema fognario a servizio del territorio di Castellanza, suddiviso in due interventi individuati in base all'area geografica in cui ricadono:

- Rifacimento rete fognaria a servizio di via Adua e via Brambilla **(Intervento 1)**
- Potenziamento della rete fognaria di Via Bettinelli in zona Pronto Soccorso **(Intervento 2)**

Le opere in progetto sono state pianificate a partire dalle richieste avanzate dal Comune di Castellanza relative alle criticità della rete fognaria riscontrate in seguito ad eventi meteorici caratterizzati da elevate intensità. Più in dettaglio, le opere in progetto si prefiggono il duplice scopo di:

1. Potenziare l'attuale sistema di intercettazione e trasporto delle acque miste (piovane raccolte dalle superfici impermeabili + reflue domestiche) all'interno della pubblica fognatura. Per queste due vie infatti è stato rilevato che parte della rete fognaria esistente risulta vetusta, ormai non più in grado di garantire la perfetta tenuta idraulica delle tubazioni che la compongono, con possibili trafile dei reflui e successivo sversamento nel sottosuolo.
2. Alleggerire dal punto di vista idraulico la rete fognaria a servizio di via Bettinelli. Via Bettinelli sorge alla quota assoluta di circa 205 m s.l.m. In particolare il Pronto Soccorso è situato in sponda sinistra dell'Olon, in uno dei punti altimetricamente più depressi del territorio comunale. In questo punto in occasione di fenomeni meteorologici caratterizzati da elevate intensità, la fognatura pubblica non è in grado di smaltire le acque meteoriche in CIS Olona provocando dei rigurgiti sul piano stradale di via Bettinelli causando disagi allo svolgimento delle attività del Pronto Soccorso. Questi fenomeni si verificano con maggior frequenza quando il livello idrico del Fiume impedisce l'attivazione degli sfioratori di piena – in particolare quello di via dei Mulini DN1000 – oltre ad invadere la rete fognaria con il duplice effetto di limitare la capacità di invaso della rete fognaria e sovraccaricare la stazione di sollevamento a valle di via Bettinelli che rilancia acque (pulite) all'interno della rete fognaria di Legnano.

Più in dettaglio, con riferimento al secondo punto, le opere comprese nel presente progetto sono state previste con la finalità di limitare le portate meteoriche che afferiscono a via Bettinelli generando lungo la via sofferenze diffuse della rete comunale. Le opere comprendono:

- la parziale disconnessione idraulica di un sottobacino imbrifero afferente a via Bettinelli di circa 20 ha. Una parte delle acque meteoriche, saranno recapitate nella rete fognaria di Legnano, compatibilmente con la capacità ricettiva della rete stessa, mediante la realizzazione di una nuova rete fognaria in viale Italia, il successivo attraversamento di Via Saronnese (SS527) e il parziale rifacimento della rete fognaria esistente in via Locatelli in Comune di Legnano.
- Il potenziamento dello sfioratore di via del Mulini attraverso la posa di una nuova tubazione in PVC800 parallelamente a quella esistente per la tratta compresa tra la cameretta n.26 e la n.56.

Le scelte progettuali sopra sintetizzate si basano sullo Studio idraulico della rete fognaria di Castellanza realizzata da parte di Cap Holding sulla base del rilievo geometrico – geo referenziato della fognatura. Lo Studio è stato opportunamente predisposto per simulare la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali con il preciso scopo di verificare lo stato della rete fognaria esistente e l'efficacia delle scelte progettuali oggetto del presente progetto.

Si evidenzia fin da ora che gli interventi previsti in progetto garantiscono senza dubbio un beneficio alla regimazione delle acque meteoriche in quanto consentono una diminuzione ed una laminazione delle portate meteoriche che gravano su via Bettinelli. Dalle simulazioni numeriche si stima un "beneficio" (esprimibile in tempo di ritorno ovvero in probabilità di accadimento dei fenomeni meteoroclimatici che possono mettere in crisi la rete fognaria) **pari a 3/4 anni**. Il beneficio idraulico è per forza di cose "limitato". Questo a fronte dell'orografia del territorio, dello sviluppo piano altimetrico della rete fognaria afferente a via Bettinelli e di primaria importanza, delle condizioni al contorno della rete fognaria. I livelli Idrici del fiume Olona infatti condizionano in modo determinante le modalità di scarico della rete fognaria. Si tenga in considerazione anche che le onde di piena del Fiume si sviluppano con lassi temporali molto più estesi (dell'ordine dei giorni) rispetto ai bacini imbriferi urbani che di norma sono caratterizzati da tempi di corrivazione piuttosto ridotti (dell'ordine dell'ora). Ciò vuol dire che anche quando i temporali più intensi investono Castellanza con precipitazioni intense il cui picco di intensità è usualmente compreso nei primi 20 minuti dell'evento di pioggia, il regime idraulico della rete fognaria rimane comunque fortemente condizionato per molto più tempo da quello dell'Olona.

Di seguito le principali fasi operative in cui è schematizzabile la simulazione numerica.

- Fase 1
 - rilievo planoaltimetrico della rete fognaria (mista, nera, bianca);
 - rilievo topografico delle camerette mappate;
 - restituzione dei dati e analisi preliminare;
- Fase 2
 - importazione dei dati di rilievo in specifico modello di simulazione idraulica;
 - studio idraulico diagnostico del funzionamento della rete;
 - analisi delle criticità e individuazione ove possibile delle linee progettuali tese a migliorare il funzionamento della rete.

Il modello numerico, simula la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali analizzando diversi scenari caratterizzati da tempi di ritorno rispettivamente di 2, 5 e 10 anni, ciascuno associato *all'input* del modello numerico, ovvero alla precipitazione. Il modello stima le portate meteoriche utilizzate per verificare i tronchi della rete fognaria. Alle portate reflue meteoriche è associata la stessa probabilità di non superamento della precipitazione. In questo modo, a partire dalle segnalazioni del Comune è stato possibile successivamente analizzare per ciascuno degli scenari, l'efficienza delle opere in progetto.

2 Stato di fatto

La rete fognaria del Comune di Castellanza, ben distribuita su di un territorio densamente urbanizzato, presenta le seguenti tipologie di scarico:

- di tipo mista per il 65,72% del totale,
- adibita alla raccolta delle acque meteoriche per il 26,1 % del totale,
- adibita alla raccolta delle acque nere per il 6,44 % del totale,
- adibita allo sfioro delle acque reflue per il 1,68 % del totale.
- adibita allo sfioro delle acque tecnologiche per il 0,04 % del totale.

Tutte le camerette della rete fognaria, ispezionabili e non, sono state mappate e georeferenziate. La rete di raccolta delle acque reflue del Comune di Castellanza è mista per la maggior parte della sua estensione, è ben distribuita su tutto il territorio urbanizzato e convoglia le acque raccolte attraverso condotte principali di smaltimento che recapitano i reflui nei vicini comuni di Legnano e Marnate e Busto Arsizio.

La rete di acque meteoriche, ben presente sul territorio comunale, convoglia le acque raccolte prevalentemente nella rete di acque miste, oppure è previsto il suo smaltimento nel sottosuolo mediante pozzi perdenti.

Gli scarichi fognari raccolti dalle condotte principali e convogliati verso i comuni vicini sono convogliati nell'impianto di depurazione a servizio della città di Legnano (per le aree a sud ovest della città), e all'impianto di depurazione di Marnate per le acque raccolte nella zona nord-est.

Inoltre è altrettanto importante segnalare che le acque sfiorate in uscita dai 16 manufatti aventi funzione sfiorante (13 sfioratori e quattro stazioni di sollevamento) presenti sul territorio comunale recapitano le proprie acque, per 14 casi nel fiume Olona, mentre per tre casi all'interno di un pozzo perdente.

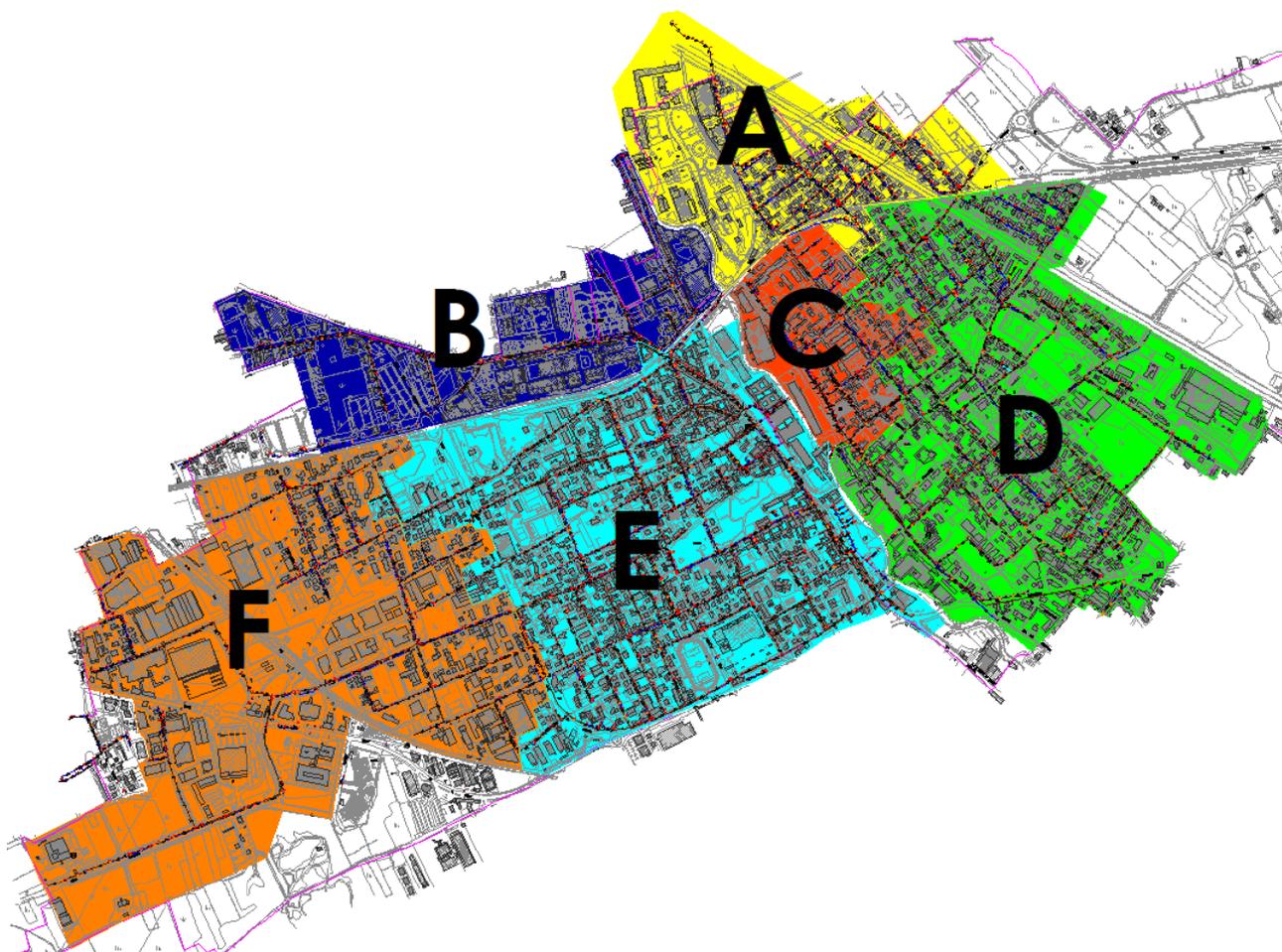


Figura 1 Zone principali della rete di drenaggio urbana di Castellanza

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **A** raccoglie le acque reflue dell'area urbanizzata nella zona Nord-Est del territorio comunale, delimitata a Sud dal sedime della vecchia linea ferroviaria e ad Ovest dal fiume Olona. La condotta principale si sviluppa prima in direzione Est-Ovest lungo via Giolitti e via dei Sassi, e poi in direzione Sud-Nord lungo via Gorizia, via Monte Bianco, via Italia, via Stelvio e via per Marnate; esce poi dal territorio comunale di Castellanza per immettersi in quello di Marnate.

	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **B** raccoglie le acque reflue di un'area prevalentemente industriale nella zona Nord-Ovest del territorio comunale, delimitata a Sud dal sedime della vecchia linea ferroviaria e ad Est dal fiume Olona. La condotta principale si sviluppa prima in direzione Ovest-Est lungo via Sempione e via Isonzo, e poi in direzione Sud- Nord sempre lungo via Isonzo; esce poi dal territorio comunale di Castellanza per immettersi in quello di Olgiate Olona.

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **C** è posizionato in una zona centrale del territorio comunale, nei pressi del polo universitario, a carattere prettamente residenziale. La condotta principale corre in direzione Nord-Sud lungo viale Lombardia, via Marconi, via Piola e piazza Castegnate.

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **D** raccoglie le acque reflue di una zona residenziale posizionata al centro del territorio comunale, delimitata a Ovest dal fiume Olona. La condotta principale attraversa il bacino in direzione Nord-Sud lungo via Rescalda, via Papa Giovanni XXIII, via San Carlo, via Bettinelli e via Saronnese, per poi entrare in comune di Legnano.

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **E** raccoglie le acque reflue di una zona residenziale posizionata al centro del territorio comunale, delimitata a Nord dal sedime della vecchia linea ferroviaria, a Est dal fiume Olona e ad Ovest da viale Don Minzoni. Come condotte principali sono state identificate due linee di uguale importanza: la prima si sviluppa in direzione Nord-Sud lungo Corso Matteotti; la seconda si sviluppa prima in direzione Nord-Sud lungo viale Don Minzoni e poi in direzione Ovest-Est costeggiando la S.S. del Sempione e poi su via Diaz e via Dandolo; le due condotte principali si uniscono ed entrano poi nel territorio comunale di Legnano.

Il bacino di raccolta indicato con la lettera **F** raccoglie le acque reflue della porzione occidentale del paese, a carattere sia residenziale che industriale. La condotta principale si sviluppa in direzione Nord-Sud lungo via San Giovanni, via De Gasperi e via Jucker, per poi immettersi nel contiguo bacino E.

3 Descrizione generale delle opere

3.1 Fognatura acque miste via Adua, via Corridoni e via Brambilla

Saranno rifatti tratti di fognatura a servizio rispettivamente di via Adua, via Brambilla e via Corridoni, con lo scopo di ricevere i reflui dagli insediamenti situati nella via oggetto di intervento.

Le opere in progetto, possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

- taglio e demolizione della pavimentazione esistente in corrispondenza della carreggiata stradale (larghezza demolizione carreggiata stradale esistente c.ca mt 1,8);
- scavi e movimenti terra per la posa delle nuove tubazioni. (profondità media di scavo -2.00 m da p.c.);
- Scavi per la posa delle nuove camerette di ispezione;
- predisposizione letto di posa delle nuove tubazioni mediante la posa nella trincea di scavo di sabbia/pietrisco (spessore medio 15 cm);
- posa dei nuovi tratti fognari in PVC DN 400 SN8 (via Adua) e in CLS DN 400/DN500 (Via Brambilla e via Corridoni). Pendenza media "via Adua":0,35 %, "via Brambilla": 0,20%, "via Corridoni": 0,6% lunghezza complessiva delle reti c.ca 550 m);
- rinterro e rinfiacco delle nuove tubazioni con ghiaia (altezza media c.ca 10 cm dalla generatrice superiore del tubo). Rinterro con materiali di risulta dalle attività di scavo fino alla quota di progetto per la posa della massicciata stradale;
- ripristino provvisorio della pavimentazione stradale mediante la realizzazione di massicciata per il sottofondo stradale (30 cm) e la successiva posa di Binder (10 cm);

	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

- A valle degli assestamenti della trincea di scavo, è previsto il rifacimento del tappetino d'usura (previa scarifica) secondo le grandezze dei ripristini indicati nel computo metrico estimativo. I lavori si completano con la realizzazione della segnaletica orizzontale;

3.2 Potenziamento sistema di scarico via dei Mulini

Tra gli interventi in progetto è previsto il potenziamento dell'attuale sistema di sfioro delle acque miste che, diluite dall'apporto delle acque meteoriche nel rapporto previsto dalla normativa vigente, possono essere recapitate in CIS Fiume Olona.

Come già detto, mentre durante i periodi di magra per la rete fognaria che recapita in via Bettinelli, la cui sezione di chiusura coincide con la stazione di sollevamento posta in corrispondenza dell'incrocio stradale tra via Bettinelli e via Saranno, la portata reflua allontanata dal sottobacino è costante e pari a quella massima sollevata dalla stazione di rilancio, durante i periodi di piena la portata è fortemente condizionata dall'attivazione degli scaricatori di piena disposti lungo il corso d'acqua. In particolare, dall'analisi dei tiranti idrici dello *"Studio di fattibilità della sistemazione idraulica dei corsi d'acqua nell'ambito di pianura Lambro-Olona – Autorità di bacino del Fiume Po"* lo scaricatore di via dei Mulini riceve anche le acque dell'Olona quando il corso d'acqua è in piena (per eventi associati a tempi di ritorno compresi tra 5 e 10 anni). Questo produce due effetti negativi; il primo che la stazione di sollevamento di via Bettinelli si trova per periodi prolungati sovraccaricata rilanciando di fatto acque "pulite" nella rete di Legnano (peggiorando quindi anche il rendimento dell'Impianto di depurazione consortile). Il secondo è che ad alti livelli dell'Olona corrispondono scarichi reflui in CIS parziali o addirittura nulli con la rete fognaria già invasata prima dell'inizio dell'evento meteorico.

Al fine di agevolare lo scarico dei reflui in Olona è prevista la posa di una tubazione DN800 SN8 affiancata all'attuale scaricatore di via dei Mulini in CLS DN1000. La nuova tubazione presenta uno sviluppo di circa 70 m dalla cameretta n. 26 alla n. 58. Il principio è il seguente. Nel momento in cui l'attivazione dello sfioratore avviene in pressione il livello statico dei reflui all'interno della cameretta n.26 aumenta e lo scarico avviene secondo le note leggi della "luce sotto battente". La portata scaricata dipende essenzialmente dalla differenza tra il livello dell'Olona e quello dei reflui nella cameretta n.26; quando il livello nella cameretta 26 le perdite di carico del fluido sono maggiori del livello dell'Olona allora si attiva lo scarico. Se il livello dell'Olona è prossimo al piano strada l'innescò dello sfioratore di piena avviene solo con il rigurgito dei reflui in strada.

La nuova tubazione consente la diminuzione delle perdite di carico del fluido che transita verso il Fiume Olona. Dunque il fluido in movimento incontra meno resistenza. Ovvero serve un dislivello tra i tiranti idrici dell'Olona e dei reflui in cameretta 26 inferiore (a parità di portata). In definitiva a parità di condizioni, con l'introduzione della nuova tubazione si diminuiscono i rigurgiti nella cameretta 26 e quindi la possibilità che i reflui raggiungano il piano stradale.

3.3 Disconnessione idraulica Sottobacino Imbrifero viale Italia

L'intervento prevede l'intercettazione delle portate meteoriche di picco scolanti da uno dei bacini imbriferi che afferiscono a Viale Italia che sottende una superficie di circa 20 ha, anch'esso gravitante sulla stazione di sollevamento di via Bettinelli. In particolare si prevede di realizzare un nuovo tratto di fognatura in CLS DN500 che dalla cameretta di ispezione esistente n. 1646 recapiterà le acque del bacino imbrifero sotteso nella rete fognaria di Legnano, attraversando via Saronno (SS527), sfruttando la rete esistente che corre lungo via Locatelli. L'intervento richiede anche il rifacimento di un tratto di rete fognaria in Comune di Legnano a servizio di via Locatelli (2736-3328). L'apporto di acque reflue recapitate nella rete fognaria di Legnano sarà regolato mediante l'installazione di una paratoia mobile ad azionamento manuale posta lungo viale Italia.

Al fine di limitare i disagi al traffico veicolare le attività relative ai movimenti terra, in corrispondenza dell'Incrocio stradale tra via Saronnese, viale Italia e via Locatelli è prevista la posa della nuova rete mediante l'utilizzo della tecnica di "spingitubo". Precisamente tra le camerette per circa 25 m lineari. In questo tratto saranno evitati scavi in trincea a cielo aperto. Le uniche opere di scavo saranno quelle necessarie alla realizzazione della buca di spinta e di arrivo. Lo spingitubo avverrà mediante la posa spinta progressiva dei conci di calcestruzzo all'interno del terreno dalla cameretta di monte a quella di valle estraendo progressivamente il terreno contenuto all'interno del tubo.

4 Opere di alleggerimento di via Bettinelli

4.1 Curve di probabilità pluviometrica

La stima delle portate bianche è stata effettuata considerando le curve di probabilità pluviometrica con tempi di ritorno pari a 2, 5 e 10 anni elaborate da ARPA Lombardia. L'immagine seguente mostra il confronto tra le curve di possibilità pluviometrica. Per dimensionare le opere relative all'intervento 2, quelle previste per "l'alleggerimento idraulico" di via Bettinelli non sono state simulate le portate di tempo asciutto poiché le criticità della rete sono state rilevate solo durante gli eventi meteorici caratterizzati da elevate intensità.

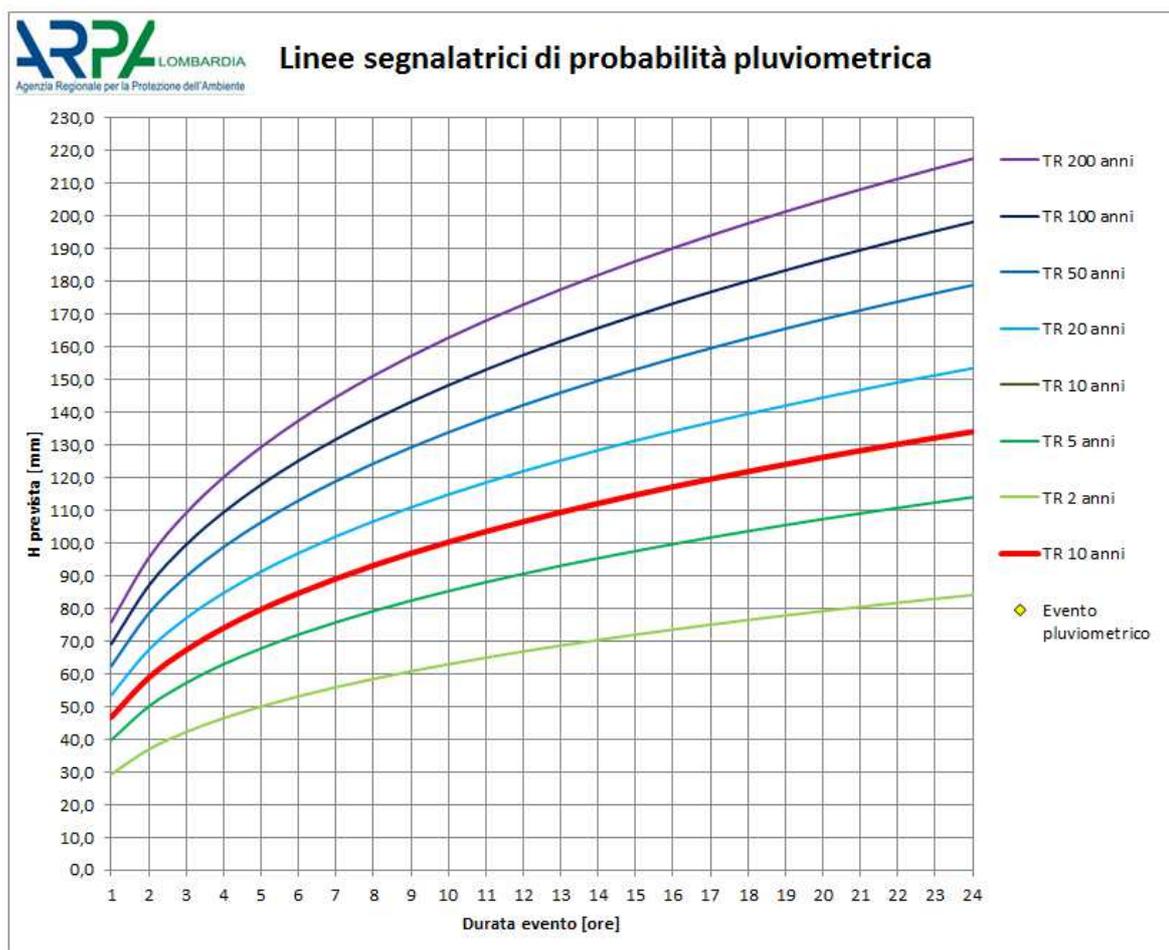


Figura 2 Curve di probabilità pluviometrica (t<1h)

4.2 Idrogrammi di pioggia

Gli idrogrammi di pioggia utilizzati per le verifiche progettuali sono caratterizzati da intensità di pioggia costante per le differenti durate ipotizzate e per diversi tempi di ritorno.

Tabella 1 Intensità orarie di progetto

intensità mm/h		Tempi di ritorno		
		T2	T5	T10
durate (min)	15	66.4	89.8	105.66
	30	45.06	60.95	71.64
	45	35.34	47.8	56.19
	60	29.5	39.9	46.9
	75	25.4	34.35	40.38
	90	22.48	30.4	35.74
	120	18.54	25.07	29.47

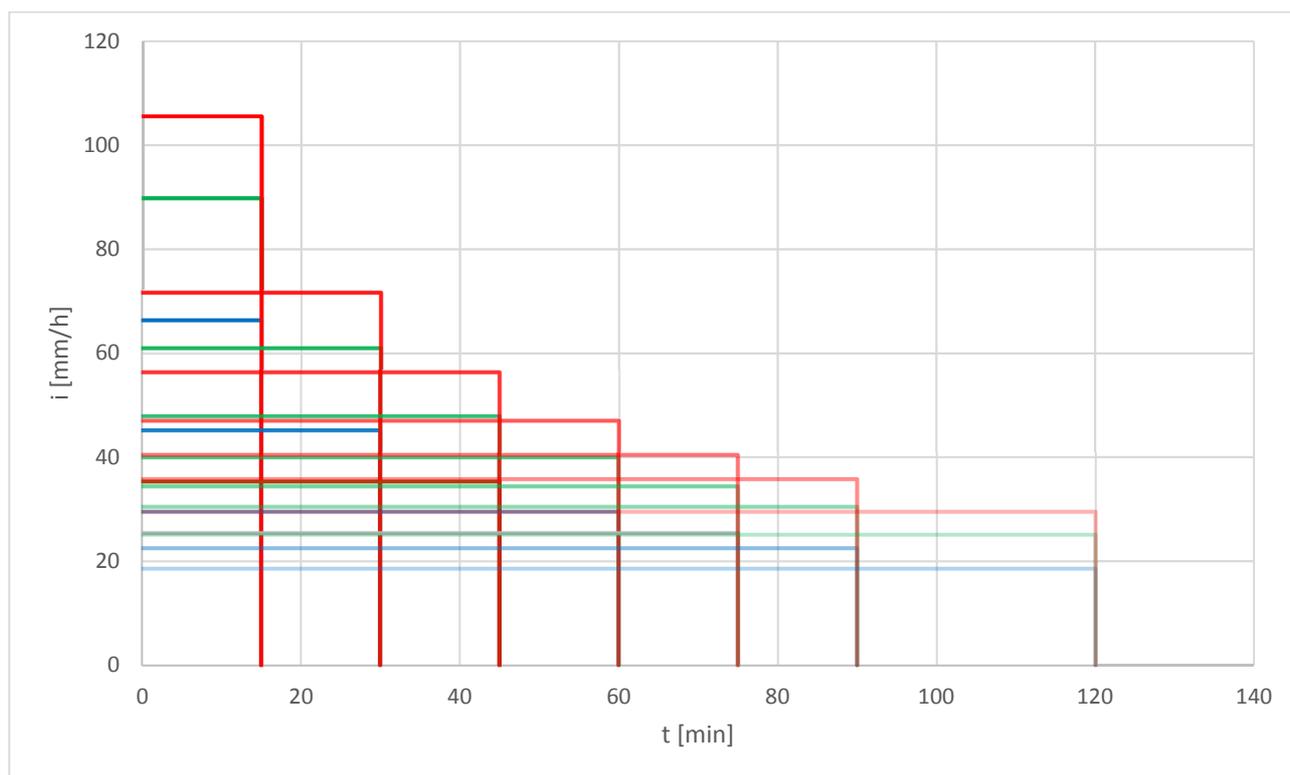


Figura 3 Ietogrammi sintetici di progetto per tempi di ritorno di 2, 5 e 10 anni

4.3 Modello numerico afflussi-deflussi

Il modello numerico utilizzato per simulare la trasformazione degli afflussi meteorici nei deflussi superficiali concettualmente si basa sulla teoria “della falda inclinata”, schematizzando la superficie di un bacino scolante suddividendola in due parti, quella permeabile e quella impermeabile. La prima parte a sua volta presenta due sottodivisioni, una avente capacità di accumulo e l'altra senza capacità di invaso. La parte permeabile consente la

simulazione delle “perdite idrologiche” rappresentate dalla porzione di pioggia che non origina contributo ai deflussi superficiali in quanto infiltrandosi nel sottosuolo o dando origine ai fenomeni di evapo/traspirazione.

Per ogni sottobacino imbrifero sono state stimati i coefficienti di afflusso medi ponderali a partire dai dati cartografici in formato digitale dai quali sono state individuate le aree permeabili e quelle impermeabili.

L’infiltrazione della precipitazione sulla parte permeabile è quantificata attraverso il metodo del Curve Number.

Il modello idraulico adottato (SWMM) schematizza la rete fognaria attraverso i seguenti elementi principali:

- Nodi (Junction)
- Rami (Conduit)
- Sottobacini (Subcatchment)
- Punti di sbocco (Outfall)
- Vasche di accumulo (Storage Unit)
- Pump (Pompaggi)

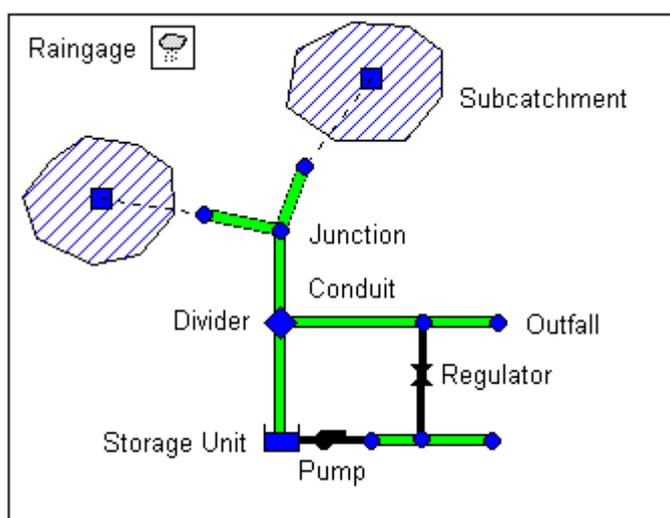


Figura 4 Schema modello numerico

Considerando gli elementi sopra descritti, l’ingresso dell’acqua in fognatura avviene nei nodi, questi sono i punti di recapito di ciascun sottobacino. A partire dai nodi le portate fluiscono nella rete secondo le equazioni monodimensionali del moto vario (*Dynamic wave*). Qualora la rete risulti insufficiente, le portate in eccesso che fuoriescono dal piano campagna vengono prima invasate sul piano stradale e successivamente inserite nuovamente in fognatura attraverso lo stesso nodo. Ad ogni nodo è associata una superficie con specifica capacità di invaso.

Il calcolo idrologico-idraulico può essere sintetizzato nei seguenti tre processi fondamentali:

1. trasformazione pioggia lorda in pioggia netta: vengono calcolate le perdite iniziali, per decurtare la prima parte dell’evento di pioggia che viene perso nelle depressioni superficiali e per imbibimento delle superfici.
2. trasformazione pioggia netta in portata: la pioggia netta (ovvero priva delle perdite iniziali) entra in una formulazione che determina la trasformazione della pioggia in portata; da uno ietogramma si ottiene così

	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

un idrogramma. Tra quelli proposti, viene qui scelto il metodo classico (equivalente formula razionale), per il quale una quota parte costante ed invariabile della pioggia netta che colpisce la superficie viene indirizzata alla fognatura, il resto viene perso o si infila.

Una volta calcolata l'immissione al nodo termina il calcolo idrologico e inizia il calcolo idraulico, a moto vario. La schematizzazione della propagazione delle portate in rete avviene utilizzando le equazioni di De Saint Venant in forma completa.

4.3.1 Schematizzazione della rete fognaria

La rete analizzata per la mitigazione del rischio di allagamento lungo via Bettinelli è rappresentata dagli assi principali sui quali sono caricati i vari sottobacini. In particolare includono i collettori di:

- Via Bettinelli;
- Via Piola
- Piazza Castegnate
- Via San Carlo
- Via Giovanni XXIII
- Via Leopardi
- Via dei Plataniani
- Via Pascoli

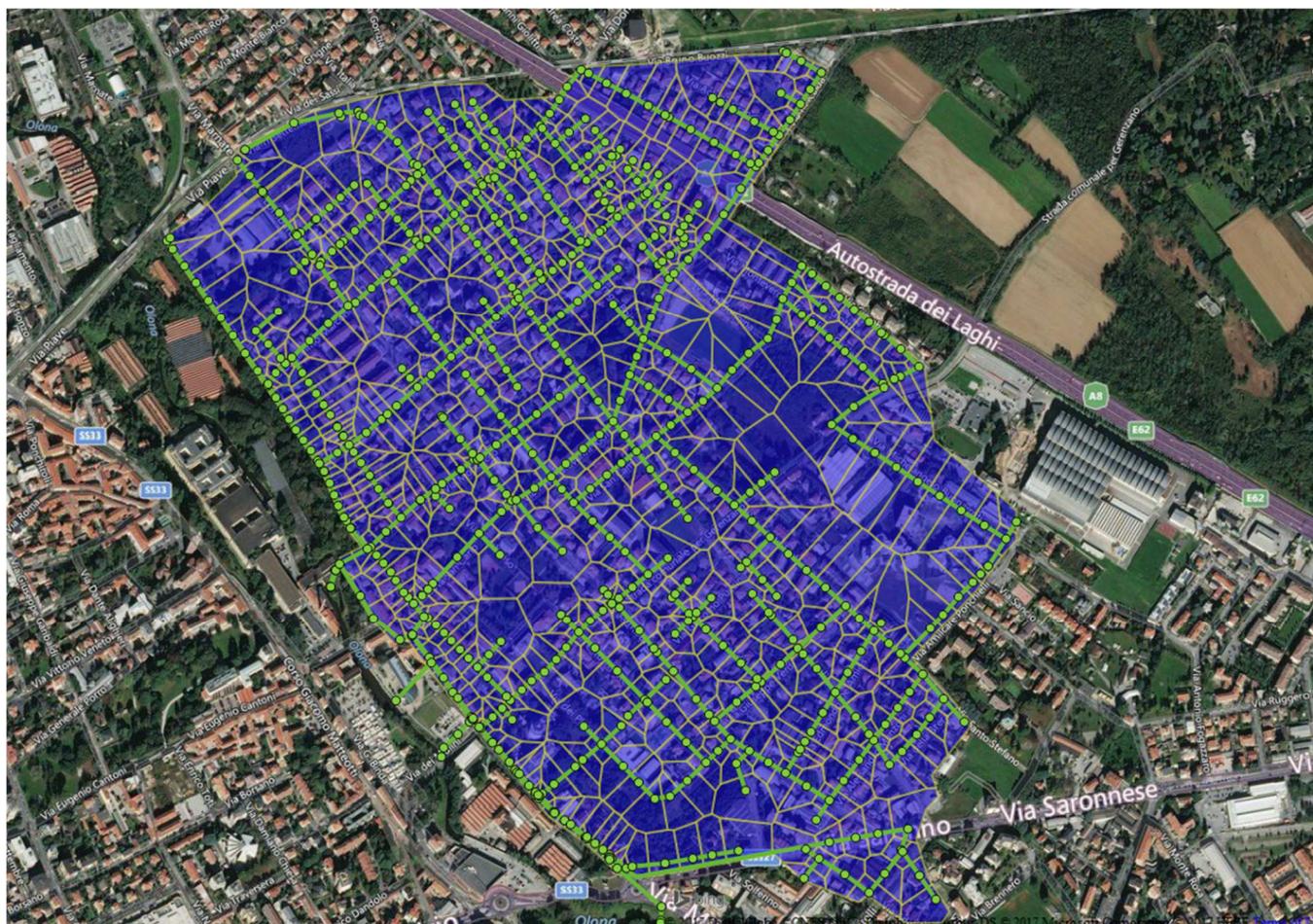


Figura 5 Grafo della rete e suddivisione in sottobacini

Le aree gravanti sulla rete sono state suddivise in sottobacini, ciascuno dei quali con caratteristiche idrologiche ed idrauliche differenti. Le aree recapitanti in pozzi disperdenti sono state detratte dal totale simulato, nell'ipotesi di corretto funzionamento di questi ultimi.

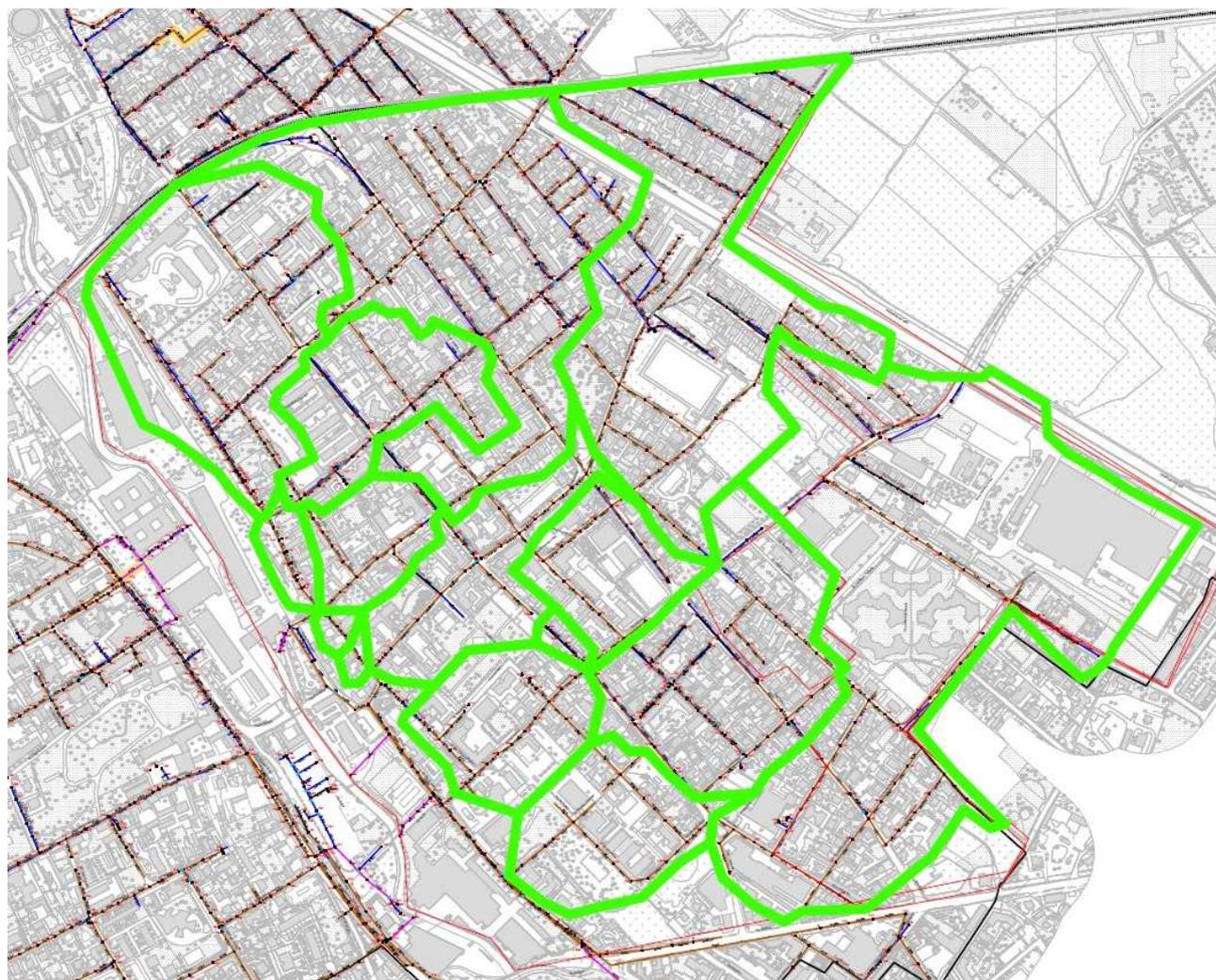


Figura 6 Sottobacini principali gravanti sulla rete analizzata

I fini di poter valutare in modo appropriato i deflussi superficiali, la percentuale di superficie impermeabile è stata calcolata con la seguente equazione:

$$\%imp = 100 \frac{Area\ strade + Area\ edifici + 0.25\ Area\ cortili}{Area\ complessiva}$$

Alla frazione di superficie permeabile è stato assegnato un Curve Number pari a 72, e un volume dei piccoli invasi pari a 3 mm. La frazione di superficie impermeabile è stata considerata priva di invasi propri.

Le scabrezze superficiali adottate per i calcoli del ruscellamento sono i seguenti:

- 0.01 [s/m^{1/3}] per le superfici impermeabili
- 0.13 [s/m^{1/3}] per le superfici permeabili

La scelta di tali coefficienti e parametri idrologici è stata effettuata sulla base di dati di letteratura (Storm water management model- user's manual V 5.0 – L.Rossman).

4.3.3 Analisi dei risultati

L'immagine seguente mostra il confronto tra i tiranti idrici simulati nella cameretta n. 34 antistante al Pronto Soccorso.

Le altezze relative ai tiranti idrici sono state confrontate rispettivamente per T=2, 5 e 10 anni valutando come, a parità di livello aumenta il tempo di ritorno tra lo stato di fatto e lo stato di progetto. In altri termini la quota della piezometrica simulata per T=2 nella configurazione fognaria attuale si rileva per un tempo di ritorno di circa 5 anni. Ciò equivale a supporre che un evento meteorologico "critico" per la rete fognaria di via Bettinelli, oggi associato ad una probabilità media di accadimento di 2 anni, a fronte delle opere in progetto per mettere in crisi la rete fognaria di via Bettinelli dovranno verificarsi fenomeni più intensi caratterizzati da probabilità di accadimento più basse; eventi piovosi che si verificano mediamente una volta ogni 5 anni. Come si nota dall'immagine seguente l'involuppo dei livelli piezometrici può ritenersi con buona approssimazione lineare. Dunque un fenomeno con T=5 anni, in progetto equivale a un evento caratterizzato da T=8 anni.

Di norma il tempo di ritorno con il quale vengono dimensionate le reti di deflusso urbano è compreso tra 5 e 10 anni. Equivale dunque a mettere in conto la possibilità che si verifichi un'insufficienza della rete fognaria con una probabilità compresa tra 5 e 10 anni.

A fronte delle particolari condizioni orografiche che caratterizzano il bacino imbrifero di via Bettinelli e delle condizioni al contorno del Fiume Olona i cui livelli idrici condizionano fortemente la capacità di laminazione e scarico degli sfioratori, si ritiene che le opere in progetto possano garantire un adeguato incremento di efficienza della rete fognaria, la cui completa funzionalità (T=10 anni) come già ribadito, non è strettamente correlata alla rete fognaria ma dipende dalle condizioni al contorno in cui si inserisce (forti pendenze del bacino imbrifero, elevati livelli del tirante idrico dell'Olona).

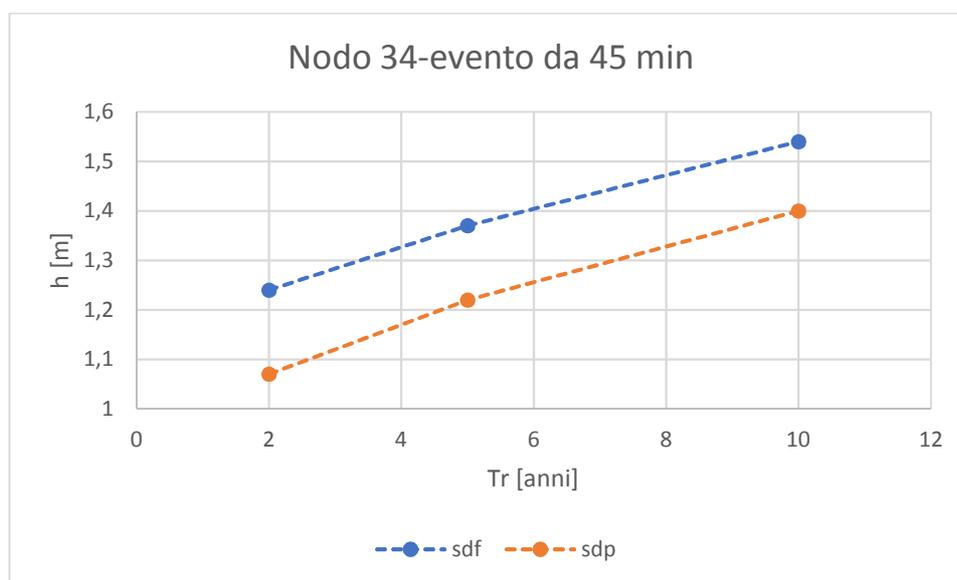


Figura 8 Confronto tiranti idrici in Cameretta n. 34

Le immagini seguenti mostrano per il tempo di ritorno di 5 anni le portate espresse in l/s per il tratto compreso per il tratto fognario compreso tra le camerette n. 71 e n.72, prima dell'immissione in via Bettinelli e per il tratto compreso tra le camerette n. 56 e n. 58 in corrispondenza dello sfioratore di via dei Mulini.

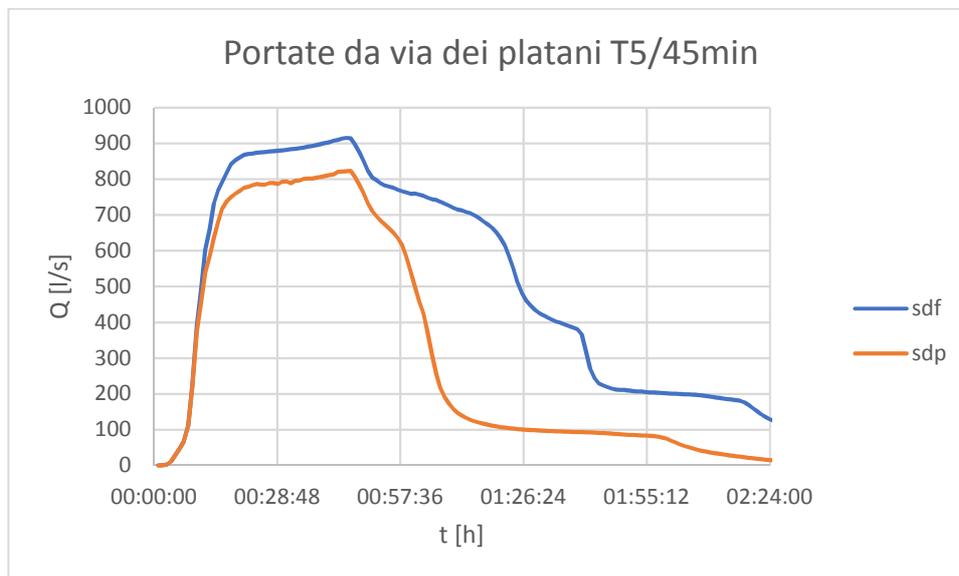


Figura 9 Confronto portate tratto 72-71 via San Carlo T5

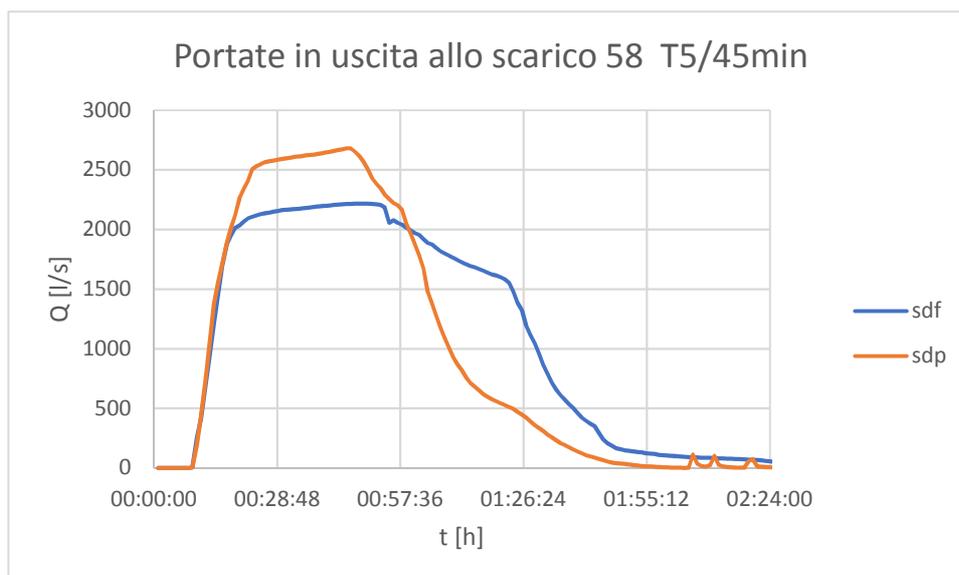


Figura 10 Confronto portate tratto 56-58 via San Carlo T5

4.3.4 Mantenimento delle prestazioni

Sulla base delle considerazioni effettuate riguardanti gli interventi in progetto, l'importanza di una corretta manutenzione delle reti di intercettazione, trasporto e smaltimento delle acque bianche dislocate su tutto il territorio comunale di Castellanza (caditoie, camerette di ispezione, tubazioni, pozzi perdenti) assumono un ruolo fondamentale. Considerando il solo bacino imbrifero afferente a via Bettinelli, lo stato di fatto e lo stato di progetto sono stati implementati nel modello numerico come completamenti efficienti. Queste opere, in carico al Comune di Castellanza, devono essere mantenute in perfetta efficienza. In caso di mancata efficienza delle opere preposte alla raccolta e allo smaltimento delle acque piovane si stima un incremento di portata nella sezione di chiusura di via Bettinelli di circa il 15%.

Le seguenti figure illustrano tali incrementi portata nei rami principali in ingresso su via Bettinelli.

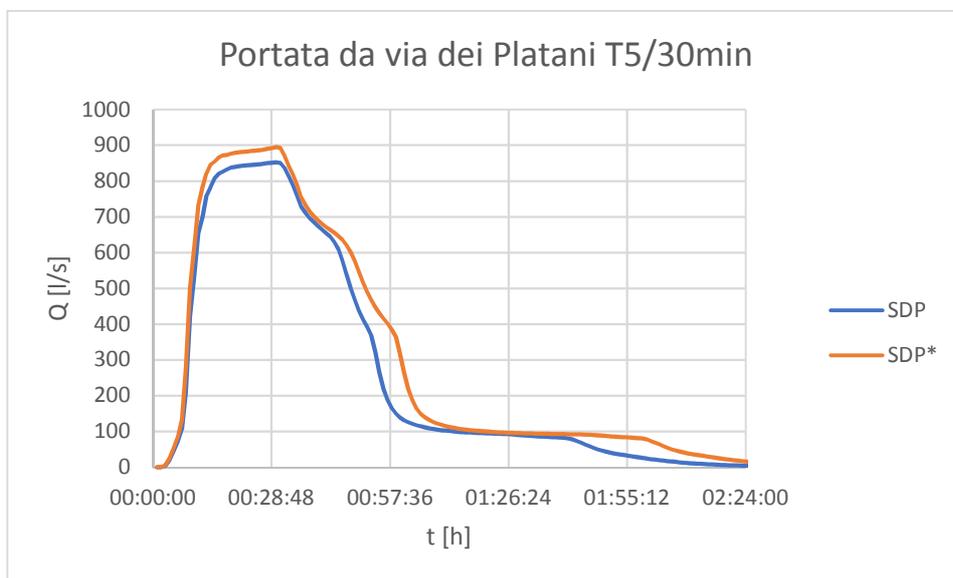


Figura 11 Incrementi di portata da via dei Platani nel caso di cattiva manutenzione dei pozzi perdenti esistenti

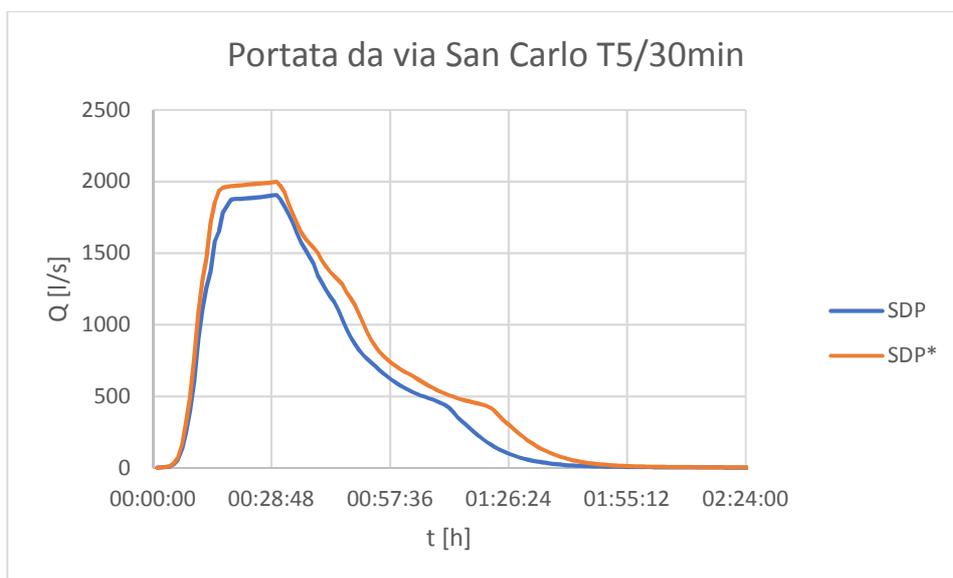


Figura 12 Incrementi di portata da via San Carlo nel caso di cattiva manutenzione dei pozzi perdenti esistenti

5 Valutazione degli afflussi da via Adua e Brambilla

Per calcolare le portate di scolo dai 3 bacini imbriferi si è determinato l'evento critico, cioè l'evento meteorico che produce la massima portata al colmo (portata critica). A tal fine si è adottato il modello cinematico (o della corrivazione). Cautelativamente non sono state considerati i collegamenti di interconnessione idraulica tra le reti dei sottobacini, previsti in progetto per equilibrare le pressioni in caso di rigurgito di porzioni di fognatura. L'immagine seguente mostra l'individuazione dei sottobacini.

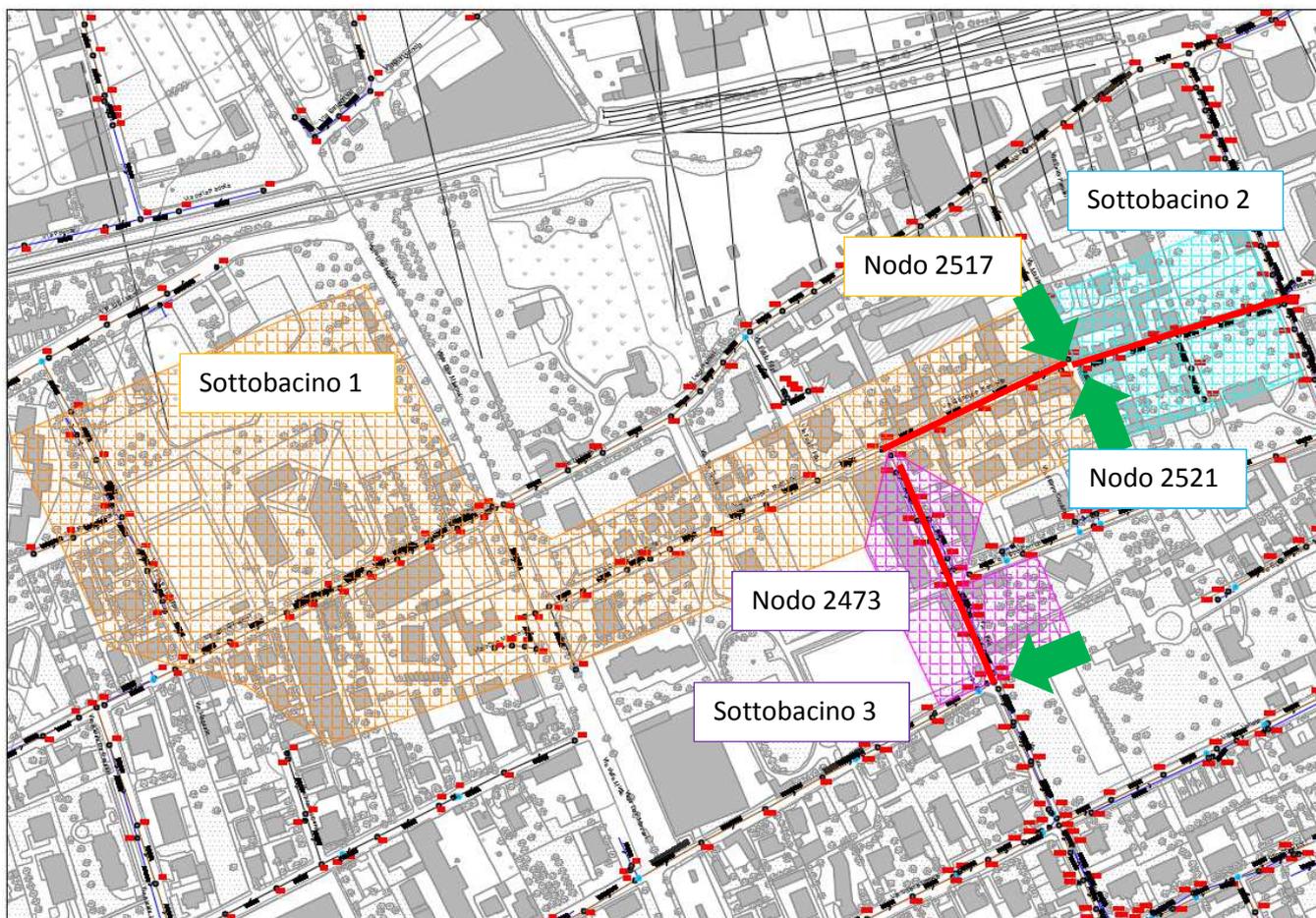


Figura 13 Sottobacini via Adua e Brambilla

Il tempo di ritorno assegnato alla curva di possibilità climatica è stato assunto pari a 10 anni che equivale ad ipotizzare che i valori probabilistici scelti sono tali da garantire un superamento dell'evento 1 volta ogni 10 anni.

Da studi effettuati dal Servizio Idrografico di ARPA Lombardia e pubblicati online è possibile ricavare i dati per la zona ove ricadrà l'intervento; valutando anche il coefficiente di crescita KT:

KT _{ritorno} (T=10anni)	a [mm]	n
1,489	46,80	0,3312

Ipotizzando che la precipitazione sia a intensità costante e che la curva tempi-aree del bacino sia lineare, la durata critica coincide con il tempo di corrivazione del bacino e la portata critica (portata di progetto) è data dall'espressione:

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot a \cdot \theta_c^{n-1}$$

Con:

- S = superficie del bacino (area sottesa al ramo fognario) in ettari
- $2,78$ = coefficiente di conversione $1(\text{mm/ha})/\text{h} = 2,78 \text{ l/sec}$
- a = massima precipitazione oraria in mm
- n = esponente di valore minore di 1
- θ_c = durata critica in ore

La durata critica è data dal metodo cinematico:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5}$$

Con:

- T_e = tempo di ingresso in rete che convenzionalmente per i casi di idrologia urbana è stato assunto pari a 10 minuti
- T_r = tempo di corrivazione della rete in condizioni di massimo riempimento (dato dal rapporto tra lunghezza tubatura e velocità a massimo riempimento)

$$T_r = \frac{L_{\text{cond.}}}{V_r} = \frac{L_{\text{cond.}}}{\chi \cdot (R \cdot i)^{0,5}}$$

- χ = coefficiente di resistenza = $K_s \times R^{1/6}$
- K_s = coefficiente di Strickler (nel caso specifico date le condizioni delle condotte sarà pari a 80 $\text{m}^{1/3}/\text{s}$)
- R = Raggio idraulico della condotta (per Strickler pari a $D/4$) [m]
- i = Pendenza del fondo della condotta [m/m]

Nella tabella seguente si riassumono i principali dati di progetto.

Tabella 2 Sintesi risultati afflussi

Tratto	S [ha]	Φ	K_s	θ_c	Q_c [l/s]
Sottobacino 1 (P17-P16)	9,0	0,25	80	0,58	264
Sottobacino 2 (P9-P16)	1,40	0,25	80	0,24	74
Sottobacino 3 (P18-P06)	1,13	0,25	80	0,26	56

6 Verifica idraulica delle nuove tubazioni

Si è provveduto a verificare idraulicamente le nuove tubazioni previste in corrispondenza della sezione di valle dei due tratti considerando le condizioni idraulicamente più sfavorevoli. Da progetto le nuove tubazioni presenteranno le seguenti caratteristiche geometriche:

- Materiale: CLS/PVC
- Diametro Nominale CLS (interno): 400 mm/500 mm;
- Diametro nominale PVC SN8 (esterno): 400 mm
- Diametro interno PVC SN8: 376,6 mm
- Pendenza: tratto P17-P16: 0,25 %; tratto P9-P16: 0,20%; tratto P18-P6: 0,35%

Il franco è definito come la distanza tra il pelo libero ed il cielo interno della tubazione.

L'espressione che fornisce l'altezza di moto uniforme calcolata con la formula di Gauckler-Strickler è la seguente:

$$Q_r = K_s \cdot A \cdot \left(\frac{D_{ic}}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cong 1,979 \cdot K_s \cdot r_{ic}^{\frac{8}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}},$$

dove:

- Q_r = portata in condizioni di completo riempimento della tubazione (m^3/s);
- K_s = coefficiente di conduttanza di Gauckler-Strickler, pari a $80 m^{1/3}s^{-1}$ per il CLS e $100 m^{1/3}s^{-1}$ per il PVC;
- A = $\pi \cdot (D_{int}/2)^2$ area della sezione trasversale della tubazione a completo riempimento (m^2);
- D_{ic} = diametro interno commerciale della tubazione (m).
- r_{ic} = raggio interno commerciale della tubazione (m).
- i = pendenza della tubazione (adimensionale);

Per il coefficiente di scabrezza delle tubazioni si è tenuto conto della seguente tabella reperibile in letteratura:

Tabella 3 Coefficienti di scabrezza

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

L'altezza di moto uniforme h è stata determinata entrando nella scala di deflusso con il valore Q/Q_r , essendo Q la portata di progetto, e ricavando il corrispondente h/r , che, moltiplicato per raggio interno commerciale della tubazione, ha fornito il valore di h cercato. La differenza fra D_{int} e h restituisce il valore del franco.

Il campo di velocità scelto è tale da evitare sia la formazione di depositi persistenti di materiali sedimentabili sia l'abrasione delle superfici interne della tubazione.

Per calcolare la velocità media V nella tubazione, si è utilizzata la scala delle velocità normalizzata per sezione circolare, reperibile in letteratura, che fornisce in forma adimensionale per diversi gradi di riempimento h/r , il valore V/V_r , (essendo r il raggio interno della tubazione, Q la portata corrispondente al tirante idrico h e V_r la velocità a completo riempimento della tubazione).

La velocità a completo riempimento è stata calcolata con la formula di Gauckler-Strickler:

$$V_r = K_s \cdot \left(\frac{D_{ic}}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cong 0,630 \cdot K_s \cdot \left(\frac{D_{ic}}{2}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}},$$

dove:

- V_r = velocità in condizioni di completo riempimento della tubazione (m/s);
- K_s = coefficiente di conduttanza di Gauckler-Strickler, pari a $80/100 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$;
- D_{ic} = diametro interno commerciale della tubazione (m).
- i = pendenza della tubazione (adimensionale);

La velocità media V è stata determinata entrando nella scala di deflusso con il valore h/r calcolato per la verifica del franco e ricavando il corrispondente V/V_r , che, moltiplicato per V_r , ha fornito il valore di V cercato.

I dati più significativi relativi alla verifica idraulica della nuova tubazione sono riassunti nella tabella seguente.

Tabella 4 Sintesi dimensionamento

Via Adua e Brambilla– Comune di Castellanza (VA)								
Tubazione	DN (mm)	DI (mm)	I (%)	Q [l/s]	h [m]	Franco (mm)	% riempimento	Velocità (m/s)
Tratto P17-P16	500	500	0,25	264	0,43	70	86	1,44
Tratto P9-P16	400	400	0,20	74	0,23	170	56	1,01
Tratto P18-P6	400	376,6	0,35	56	0,15	200	37	1,32

7 Verifiche statiche

Considerando la posa delle varie condotte al di sotto del piano campagna, all'interno di sezioni in trincea, è necessario al fine garantire la resistenza di queste.

7.1 Sollecitazioni

7.1.1 Calcolo del carico dovuto al rinterro per tubazioni rigide

Il carico dovuto al rinterro dipende sia dall'altezza del ricoprimento al di sopra dell'estradosso superiore del tubo che dalla larghezza della trincea di posa.

In particolare, una tubazione è posata in trincea stretta se si verifica una delle seguenti due condizioni:

$$1) B \leq 2D \text{ e } H \geq 1.5B$$

$$2) 2D < B < 3D \text{ e } H \geq 3.5B$$

Qualora non si verificasse una delle precedenti condizioni, la tubazione è posata in trincea larga.

	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

Per la posa in trincea stretta:

$$Q_{ST} = C_t \gamma B^2 \quad C_t = \frac{1 - e^{-2k(H/B)\tan(\rho')}}{2k \tan(\rho')} \quad k = \tan^2(45 - \rho/2)$$

Per la posa in trincea larga invece:

$$Q_{ewt} = C_e \gamma D^2$$

$$C_e = 0.1 + 0.85(H/D) + 0.33(H/D)^2 \text{ per } H/D \leq 2.66$$

$$C_e = 0.1 + 1.68(H/D) \text{ per } H/D > 2.66$$

7.1.2 Calcolo del carico dovuto al rinterro per tubazioni flessibili

Per le tubazioni flessibili, indipendentemente dalla tipologia di trincea in cui sono posate, il carico verticale dovuto al rinterro può essere calcolato con la seguente:

$$P_{ST} = \gamma H D$$

7.1.3 Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

L'effetto di un sovraccarico concentrato mobile può essere calcolato secondo la UNI 7517 con le equazioni che seguono, ipotizzando che transiti un convoglio del tipo HT45

$$P_{VC} = p_v D \varphi \quad \varphi = 1 + 0.3/H \quad p_v = 43100 H^{-1.206}$$

7.1.4 Calcolo del carico dovuto alla pressione idrostatica esterna

Considerando un'altezza d'acqua sulla sommità della canalizzazione pari a H_w , il carico sarà dato dalla seguente espressione:

$$Q_w = \gamma_w (H_w + D/2) D$$

7.1.5 Calcolo del carico dovuto all'acqua interna alla condotta

Considerando il tubo pieno al 75%, il carico indotto dall'acqua sulla generatrice superiore del tubo è pari a:

$$P_a = 5,788 D_i^2$$

7.2 Coefficiente di posa per tubazioni rigide

Di norma le case costruttrici forniscono il carico di rottura Q ottenuto in laboratorio dalle varie prove di schiacciamento, ma poiché nelle situazioni di posa reali le condizioni tensionali sono profondamente differenti. Per tenere conto delle differenti condizioni di posa è possibile utilizzare un coefficiente che permette di ottenere il carico di rottura in trincea.

$$Q_K = K Q$$

Questo coefficiente dipende principalmente dalle condizioni di posa e di rinfianco.

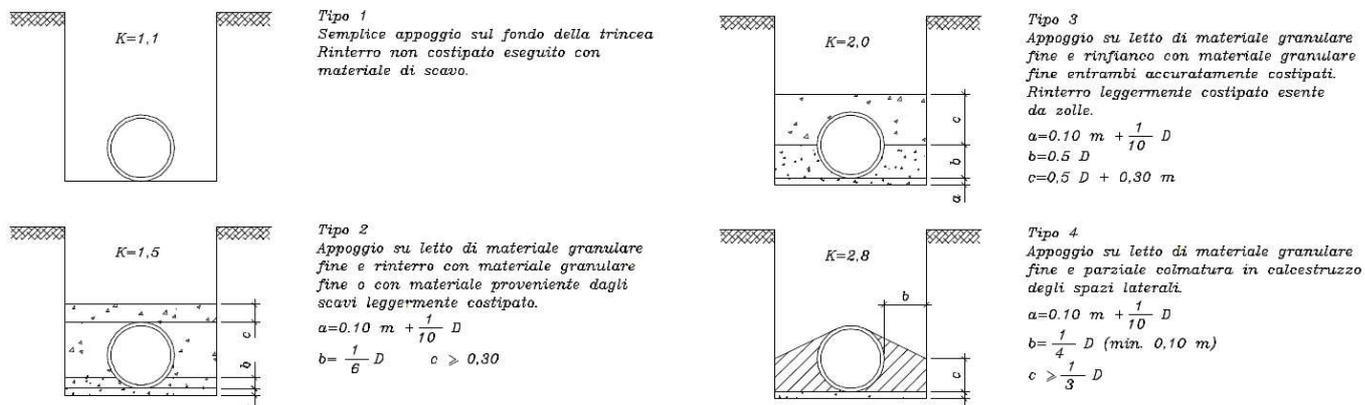


Figura 14 Coefficienti di posa in trincea

7.3 Verifica delle tubazioni rigide

Determinati i carichi agenti e le condizioni di posa, è possibile verificare la resistenza allo stato limite ultimo allo schiacciamento con la seguente:

$$Q_t \leq Q_k / \mu$$

In cui Q_t è carico totale di schiacciamento, ottenuto dalla somma di carico dovuto al rinterro, sovraccarico mobile e pressione dell'acqua esterna e peso dell'acqua interna.

Il coefficiente di sicurezza è assunto pari a 1,5.

Quindi se il rapporto tra le azioni resistenti e le sollecitazioni supera il valore minimo di 1,5, la verifica risulta soddisfatta.

La seguente tabella sintetizza i risultati ottenuti:

Tabella 5 Risultati verifiche statiche

Via Brambilla sezione P18 - DN500															
Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.		
mm	mm	mm	m	m							kN/m ²	kN/m	kN/m		
500	55	610	1,80	0,35	0,19	2,95	0,57	LARGA	3,5	1,5	160	80	53,6		
rinterro			sovaccarichi mobili						Acqua						
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	φ	Cls	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$	
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m		
17,00	21	0,47	0,188	10,34	0,70	4,40	4,40	153	1,86	173,18	1,45	179,04	187,6	1,0	almeno Classe 240 kN/m ²

Via Brambilla sezione P16 DN500															
Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.		
mm	mm	mm	m	m							kN/m ²	kN/m	kN/m		
500	55	610	1,80	1,24	0,69	2,95	2,03	LARGA	1,5	1,5	160	80	53,6		
rinterro			sovaccarichi mobili						Acqua						
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	φ	Cls	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$	
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m		
17,00	21	0,47	0,610	33,58	3,19	20,19	20,19	33	1,24	25,19	1,45	46,83	120	2,6	VERIFICATO

Via Brambilla sezione P09 DN400															
Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.		
mm	mm	mm	m	m							kN/m ²	kN/m	kN/m		
400	45	490	1,50	0,64	0,43	3,06	1,31	LARGA	2,5	1,5	160	64	42,88		
rinterro			sovaccarichi mobili						Acqua						
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	φ	Cls	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$	
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m		
17,00	21	0,47	0,395	15,12	1,77	7,24	7,24	74	1,47	53,13	0,93	61,30	107,2	1,7	VERIFICATO

Via Brambilla sezione P15 DN400															
Di	sp	De	B	H	H/B	B/D	H/D	Trincea	K Posa	$\mu_{sic.min}$	Classe	Q rott.	Q fess.		
mm	mm	mm	m	m							kN/m ²	kN/m	kN/m		
400	45	490	1,50	1,2	0,80	3,06	2,45	LARGA	1,5	1,5	160	64	42,88		
rinterro			sovaccarichi mobili						Acqua						
yt	p	k	Ct	Qst	Ce	Qewt	Q	pv	φ	Cls	Pa	Qt	Qr	$\mu_{sicurezza}$	
kN/mc	[gradi]			kN/m		kN/m	kN/m	kN/mq		kN/m	kN/m	kN/m	kN/m		
17,00	21	0,47	0,694	26,56	4,16	16,98	16,98	35	1,25	21,19	0,93	39,10	96	2,5	VERIFICATO

7.4 Verifica delle tubazioni flessibili

Al contrario delle tubazioni rigide, quelle flessibili raggiungono un stato di rottura per stati deformativi piuttosto elevati, quindi la tipologia di verifiche per garantire un corretto funzionamento sono differenti. Inoltre è necessario valutare sia condizioni a breve periodo che a lungo periodo poiché i materiali plastici presentano resistenze decrescenti nel tempo.

7.5 Calcolo e verifica dell'inflexione diametrale

L'inflexione massima anticipata nella tubazione con il 95% di probabilità + fornita dalla seguente equazione:

$$\Delta y = \frac{(D_e W_C + W_L) k_x r^3}{E_t I + 0.06 K_a E_s r^3} + \Delta a$$

In cui:

- Δy è l'inflexione verticale del tubo
- D_e è il fattore di ritardo dell'inflexione (1.5 o 2)
- W_C è il carico verticale del suolo per unità di lunghezza

- W_L è il carico mobile sul tubo per unità di lunghezza
- K_x è il coefficiente di inflessione, dipendente dall'angolo di posa (0.083 (180°), 0.103 (60°), 0.11 (0°))
- r è il raggio medio del tubo
- $E_t I$ è la rigidità trasversale del tubo
- E_S è il modulo elastico del terreno
- $K_a, \Delta a$ sono i parametri per passare dalla probabilità di inflessione al 50% al 95%.

Calcolata l'inflessione diametrale a lungo e a breve periodo (utilizzando i moduli di elasticità a breve e lungo termine) è necessario confrontare i valori di inflessione relativa calcolata con quelli ammissibili per le tubazioni adottate secondo i relativi standard. In particolare dovrà risultare:

$$\left(\frac{\Delta y}{D}\right)_{BT} < d_{MAX}(BT) \quad \left(\frac{\Delta y}{D}\right)_{LT} < d_{MAX}(LT)$$

7.5.1 Calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione

La sollecitazione o deformazione massima di flessione dovuta all'inflessione diametrale (calcolata al paragrafo precedente) non dovranno superare quelle limite, in particolare:

$$\sigma = D_f E_t \left(\frac{\Delta y}{D}\right) \left(\frac{S}{D}\right) \leq \frac{\sigma_{LIM}}{\mu}$$

$$\varepsilon = D_f \left(\frac{\Delta y}{D}\right) \left(\frac{S}{D}\right) \leq \frac{\varepsilon_{LIM}}{\mu}$$

In cui:

- σ è la tensione dovuta alla deflessione diametrale;
- σ_{LIM} è la tensione limite ultima del materiale;
- ε è la deformazione massima risultante;
- ε_{LIM} è la deformazione limite ultima;
- D_f è un fattore di forma (dipendente dalla rigidità della tubazione, dal sottofondo e dal rinfiando);
- μ è un fattore di sicurezza, di norma pari a 1.5.

7.5.2 Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling)

Una tubazione soggetta a sollecitazioni radiali dirette verso il centro della condotta, all'aumentare di tali sollecitazioni, creano un meccanismo di rottura a due e poi a più lobi generando il collasso della condotta stessa.

Il carico critico che provoca tale deformazione è il seguente:

$$p_{cr} = \frac{(n_L^2 - 1)E_t I}{r^3}$$

Quindi la forza critica che genera la deformazione a due lobi è la seguente:

$$P_{cr} = p_{cr} D = 24 R G D$$

In cui RG è la rigidità della condotta.

Secondo la ANSI-AWWA C90/88, la tensione ammissibile di buckling può essere calcolata come:

$$q_a = \left(\frac{1}{FS} \right) \left(32 R_w B' E_s \left(\frac{E_t I}{D^3} \right) \right)^{0.5}$$

In cui:

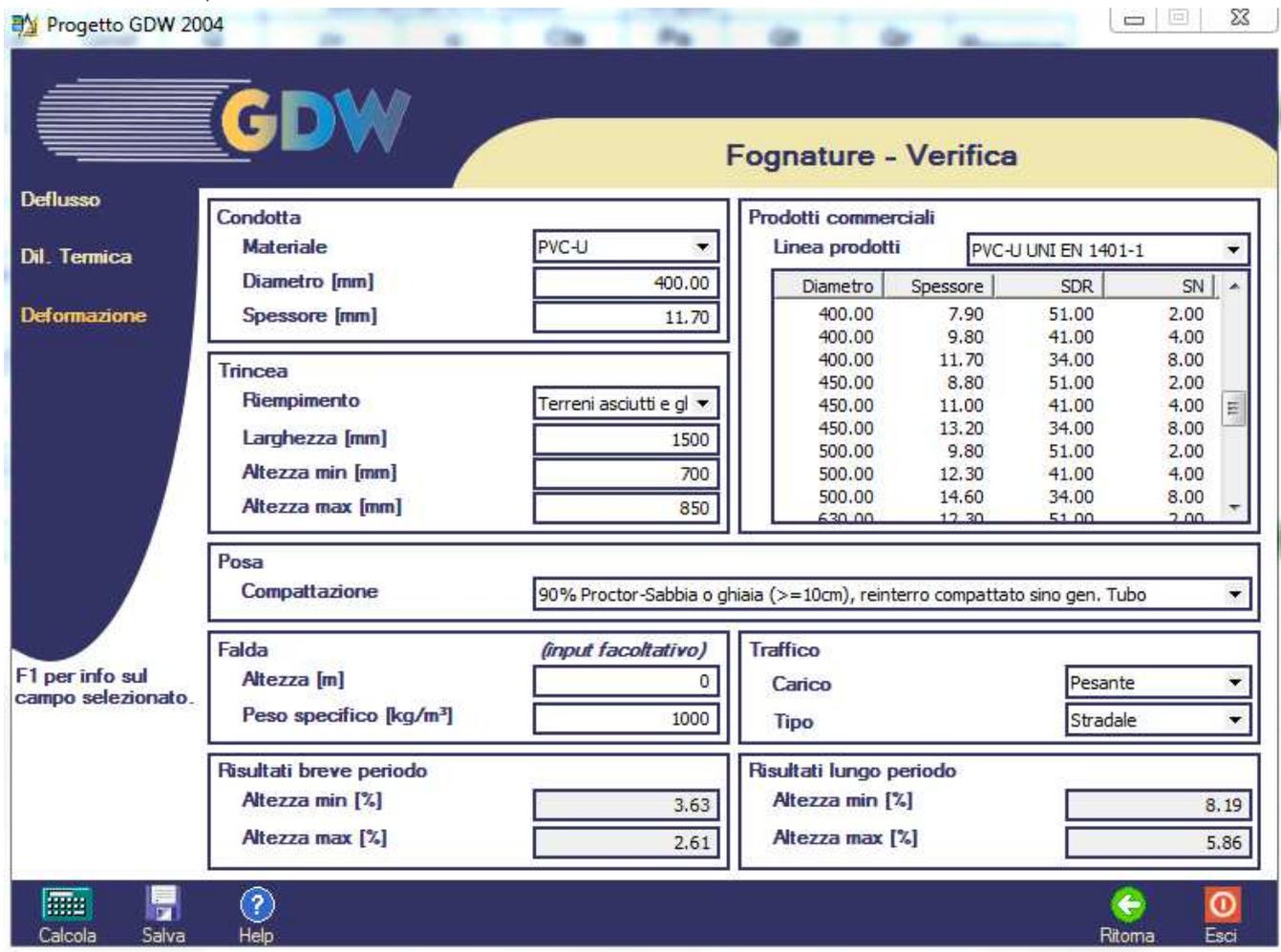
- q_a è la pressione ammissibile di buckling;
- R_w è il fattore di progettazione pari a 2.5;
- R_w è il fattore di spinta idrostatica $R_w = 1 - 0.33 \left(\frac{H_w}{H} \right)$
- B' è il coefficiente empirico di supporto elastico $B' = 1 / (1 + 4e^{-0.213H})$
- H è l'altezza del reinterro
- H_w è l'altezza della superficie libera della falda sul cielo tubo

Dovrà quindi risultare che:

$$H_w \gamma_w + \frac{R_w W_c}{D} + \frac{W_L}{D} \leq q_a$$

7.6 Verifiche per tubazioni flessibili

Progetto GDW 2004



Deflusso

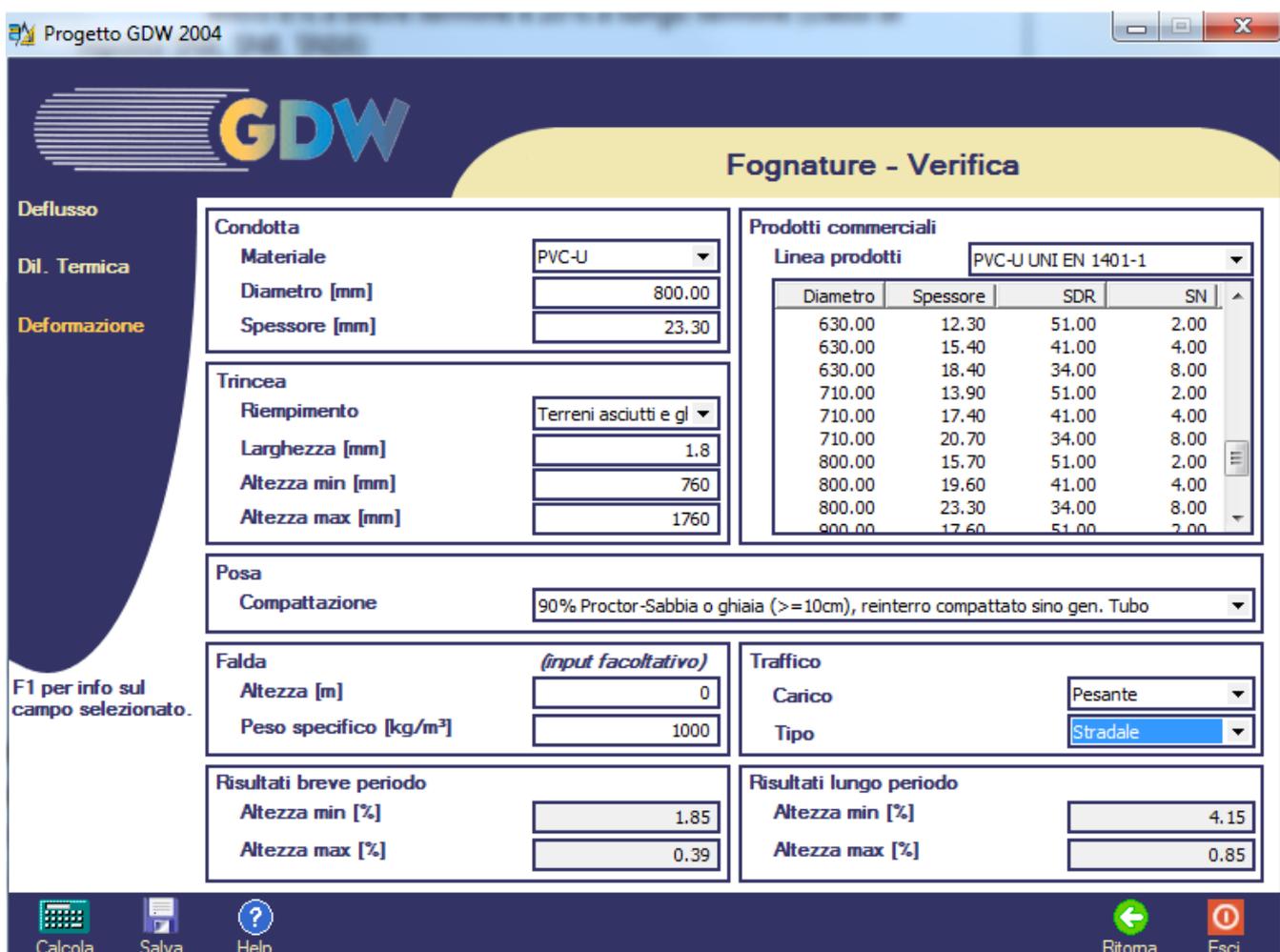
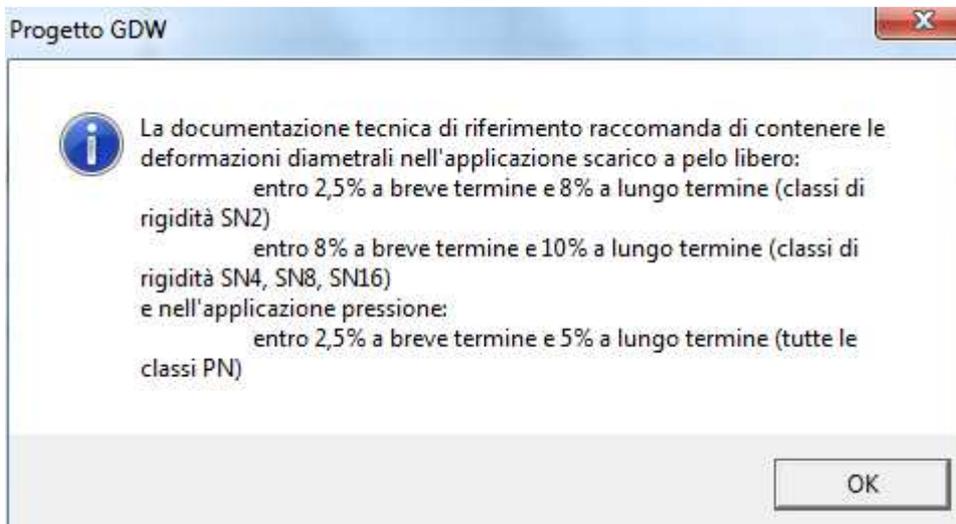
Dil. Termica

Deformazione

F1 per info sul campo selezionato.

Fognature - Verifica

Condotta		Prodotti commerciali			
Materiale	PVC-U	Linea prodotti PVC-U UNI EN 1401-1			
Diametro [mm]	400.00	Diametro	Spessore	SDR	SN
Spessore [mm]	11.70	400.00	7.90	51.00	2.00
Trincea		400.00	9.80	41.00	4.00
Riempimento	Terreni asciutti e gl	400.00	11.70	34.00	8.00
Larghezza [mm]	1500	450.00	8.80	51.00	2.00
Altezza min [mm]	700	450.00	11.00	41.00	4.00
Altezza max [mm]	850	450.00	13.20	34.00	8.00
Posa		500.00	9.80	51.00	2.00
Compattazione	90% Proctor-Sabbia o ghiaia (>=10cm), reinterro compattato sino gen. Tubo	500.00	12.30	41.00	4.00
Falda (input facoltativo)		500.00	14.60	34.00	8.00
Altezza [m]	0	630.00	12.30	51.00	2.00
Peso specifico [kg/m³]	1000	Traffico			
Risultati breve periodo		Carico		Pesante	
Altezza min [%]	3.63	Tipo		Stradale	
Altezza max [%]	2.61	Risultati lungo periodo			
		Altezza min [%]		8.19	
		Altezza max [%]		5.86	



	RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA Interventi di alleggerimento di via Bettinelli e potenziamento di via Adua e via Brambilla COMUNE DI CASTELLANZA (VA)	rev 00 Novembre 2017
---	---	-------------------------

8 Scavi, condotte, opere d'arte e accessori

8.1 Scavi

Per gli scavi è prevista, in relazione alla natura dei terreni presenti, agli spazi disponibili, alle esigenze di sicurezza e al tempo necessario per lo svolgimento di tutte le attività, l'adozione di una sezione tipo di scavo rettangolare, con armatura completa delle pareti quando la profondità di scavo è maggiore a 1,5 metri (blindo-scavo). Per i dettagli si rimanda integralmente agli elaborati progettuali.

8.2 Camerette

Le camerette di ispezione saranno costituite da elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrato con alta resistenza ai solfati. Il fondo dei pozzetti sarà presagomato in calcestruzzo SCC resistente alle acque reflue secondo le norme DIN o O-NORM inserita sin dalla fase di produzione. I pozzetti saranno conformi alle norme UNI EN 1917.

Se durante l'esecuzione dell'opera dovesse sorgere la necessità di realizzare parti gettate in opera, si utilizzerà calcestruzzo C25/30 e ferro d'armatura B450C ad aderenza migliorata e verranno sigillati in tutti i fori delle condotte di collegamento con le rogge e verrà realizzato il fondo delle camerette, tramite apposite piastrelle di gres, in modo da costruire lo scolo per lo scorrimento dei reflui che ad oggi non esiste, onde evitare la sedimentazione dei reflui fognari nella cameretta. Nel getto dovrà essere dosato idoneo additivo vetrificante, in modo da rendere impermeabilizzante il calcestruzzo.

9 Sottoservizi

In seguito a verifica attraverso il PUUGS Comunale, e presso gli Enti e Società gestori si è accertata la presenza delle reti di distribuzione indicate nell'apposita planimetria di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori, l'impresa esecutrice dovrà provvedere a contattare tutte le Società e gli Enti gestori interessati dalle opere in progetto, i cui recapiti sono inseriti nel Fascicolo interferenze ed a verificarne l'effettivo posizionamento e l'eventuale presenza di altre reti non indicate mediante saggi specifici in sito.

10 Durata dei lavori

In fase di progettazione il tempo necessario per completare i lavori è stato stimato in 300 gg naturali consecutivi.

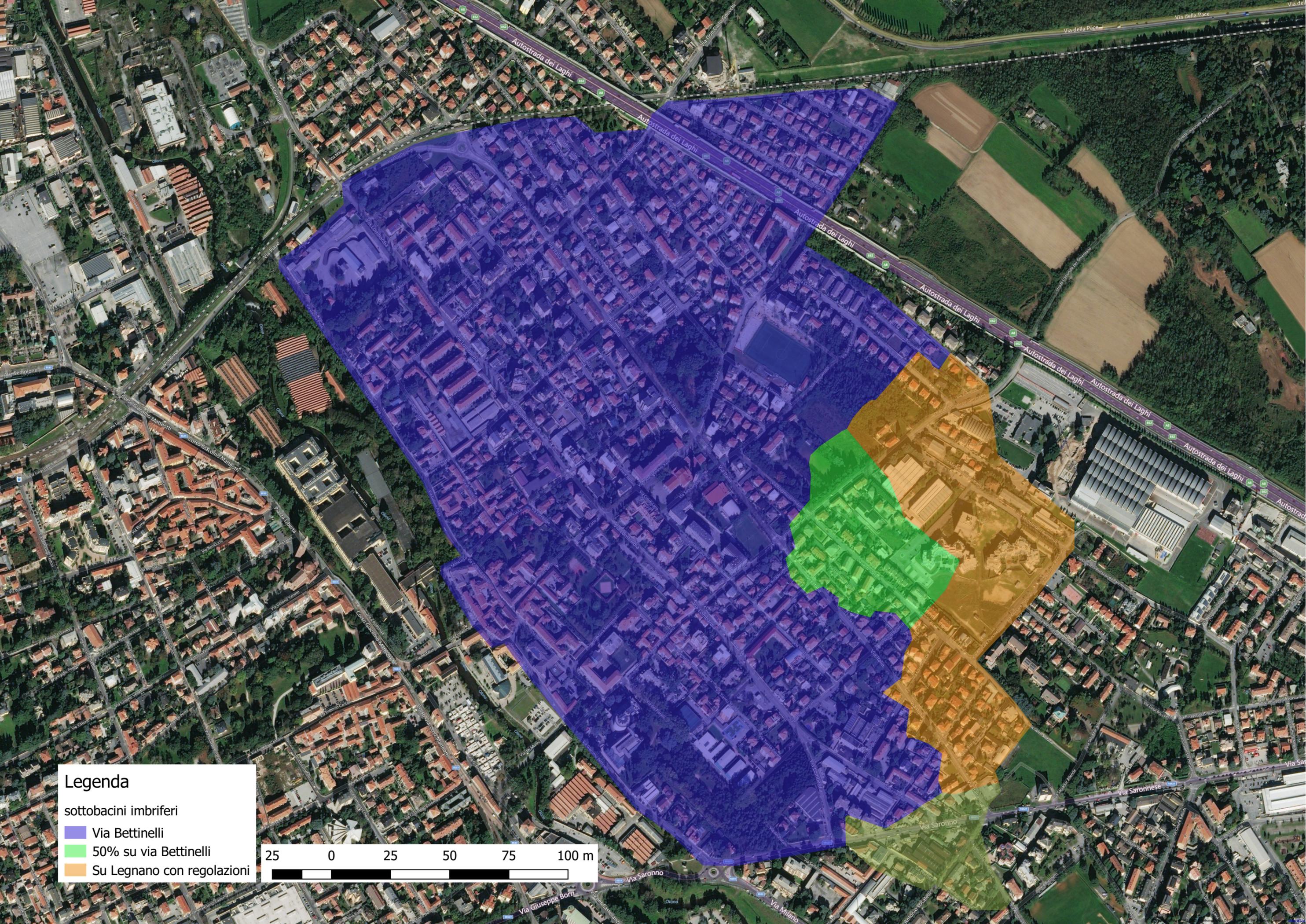
11 Vincoli presenti – autorizzazioni e concessioni

Non risultano essere presenti particolari vincoli, le aree interessate dai lavori sono attualmente in disponibilità al Comune di Castellanza. Ai Comuni dovrà essere avanzata la richiesta di approvazione del progetto e richiesta di autorizzazione di manomissione suolo pubblico prima dell'inizio delle lavorazioni.

12 Fornitura dei materiali

Le schede tecniche dei materiali, delle forniture e delle provviste perviste in progetto, allegare al presente documento hanno carattere indicativo. La descrizione dei Prodotti e di ogni loro specifica non è assolutamente vincolante per l'Impresa Appaltatrice ma rappresentano dei tipologici.

In fase esecutiva la Direzione Lavori provvederà a verificare la conformità delle caratteristiche del materiale proposto dall'Impresa alle specifiche indicate dal progettista dell'opera.



Legenda

sottobacini imbriferi

- Via Bettinelli
- 50% su via Bettinelli
- Su Legnano con regolazioni

