

COMUNE di
SANTARCANGELO di R.

PROVINCIA di RIMINI

Oggetto

VARIANTE N.2 AL P.P.
EX CONVENZIONE REP. 132247 RACC. 21171
IN ZONA C/2 LOC. SANTA GIUSTINA

TAV A1
RELAZIONE IDRAULICA

Data: Ottobre 2023

La Proprietà
Pesaresi Giuseppe s.p.a.

I Progettisti
Studio tecnico arch. Racchella Roberto & C.
Il Progettista reti fognarie
Ing. Rossi Serena

RELAZIONE DI CALCOLO DEFINITIVO FOGNATURE

1. GENERALITÀ E PREMESSE INTRODUTTIVE

La presente relazione riguarda il progetto di variante inessenziale allo schema fognario del Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata ex zona C/2, in località Santa Giustina, del Comune di Santarcangelo di Romagna.

Un primo progetto originario fu approvato da HERA SpA con Nulla Osta Definitivo prot. 14490 del 28/07/2004 e successiva variante con prot. 15079 del 04/07/2007.

Una seconda variante fu prevista 5 anni dopo, a seguito della necessità di realizzare il volume di stoccaggio per la laminazione dei picchi di piena mediante maxitubo anziché tramite vasca prefabbricata in c.c.a. posta nell'area destinata a verde pubblico. Conseguentemente fu prevista una modifica allo schema fognario del comparto, verificando il reperimento del volume di laminazione nel succitato maxitubo. Tale configurazione progettuale delle fognature bianche e nere di Comparto fu approvata da HERA SpA con Nulla Osta Definitivo prot. 127077 del 31/07/2012.

Nel periodo 2017-2018 venne presentato il progetto di una nuova cassa di espansione da realizzarsi sempre in località Santa Giustina, in Comune di Santarcangelo di Romagna, su un terreno di proprietà della "Pesaresi Giovanni S.p.A." ubicato a nord della SS9 e appena ad ovest di via Pedrizzo (si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto della vasca di laminazione TAV. VL2).

La realizzazione della cassa di espansione risultava prevista dal POC del Comune di Santarcangelo di Romagna, a fronte dell'attribuzione di potenzialità edificatoria realizzabile all'interno del PUA AN.A3 oggetto della presente relazione (si rimanda alla visione degli elaborati descrittivi di progetto della vasca di laminazione TAV. VL1a e TAV. VL1b).

Come da progetto iniziale del 2017 e successive modifiche/integrazioni apportate al progetto, anche in ragione degli esiti della 1^ Conferenza di servizi del 06/04/2017, si evidenzia che la vasca di laminazione succitata è stata recentemente realizzata e collaudata (periodo 2018-2022).

La necessità di una cassa di espansione a monte dell'abitato di Santa Giustina era confermata dalla nota criticità idraulica dell'area, segnalata dalla TAV. 17 della variante al PSC del Comune di Santarcangelo di Romagna "Rete idrografica Consorzi di Bonifica – Criticità nel deflusso superficiale".

Come ben spiegato negli elaborati descrittivi di progetto approvati della vasca di laminazione TAV. VL1a e TAV. VL1b, si sottolinea che **la cassa di espansione, da dimensionamento progettuale, assicurerà anche il reperimento dei volumi di invarianza idraulica richiesti a seguito degli interventi di trasformazione urbanistica di progetto previsti dal PUA AN.A3** oggetto della presente relazione, senza la necessità di sovradimensionare la rete fognaria a servizio del PUA stesso, contrariamente dunque a quanto proposto dal precedente progetto autorizzato del 2012.

Il PUA AN.A3 di progetto, quindi, non è assoggettato ad invarianza idraulica “autonoma” (i.e. con propri presidi idraulici) risultando esso, per quanto detto sopra - e dimostrato nel progetto esecutivo della cassa di laminazione -, positivamente compensato in termini di invarianza idraulica dalla realizzazione della cassa di espansione, recentemente attuata e collaudata, caratterizzata da una capacità di accumulo temporaneo di quasi 10000 mc, agente direttamente in linea proprio sul corpo recettore della fogna di PUA (il fosso stradale nord della SS9, che entra poi con DN1200 nell’abitato di Santa Giustina).

A tal proposito, si riporta di seguito un estratto del capitolo 7 “*Interazione tra cassa di laminazione di progetto e dispositivi per l’invarianza idraulica del comparto AN.A3*” dell’elaborato descrittivo di progetto della vasca di laminazione TAV. VL1b “*Relazione idrologica idraulica*”:

“ [...] *la novità progettuale (migliorativa) di realizzare una cassa d’espansione di volume utile pari ad oltre 7000 mc (ampliata a quasi 10000 mc a recepimento della 1^ Conferenza di servizi del 06/04/2017) a protezione idraulica dell’intero abitato di Santa Giustina poco a monte dell’incrocio delle vie Pedrizzo e Linaro con la S.S.9 cambia completamente lo scenario d’azione e di fatto rende inutile, in quanto ampiamente controbilanciata da detta cassa, l’attuazione di dispositivi d’invarianza idraulica all’interno del Comparto in esame ...*”.

A tal proposito, sempre al capitolo 7 si sottolinea quanto segue:

“... *durante gli eventi pluviometrici più gravosi ($Tr = 10, 25$ anni), che coincidono con quelli in grado di mandare in crisi il sistema di smaltimento urbano di Santa Giustina [...] all’incrocio di via Pedrizzo e SS9, cioè ove comincia la tombinatura del fosso DN1200 entro l’abitato, la cassa determina un decremento dei suoi picchi di portata in transito, rispetto allo stato attuale, di almeno 0.9-1.2 mc/s circa.*

Il fatto dunque che su tale dorsale vada poi a recapitare il nuovo Comparto (PUA AN.A3) con la sua portata “naturale” (circa 75 l/s) invece che con la portata laminata (circa 7 l/s) è ininfluente e controbilanciato, con almeno un ordine di grandezza di differenza (decapitazione di 1000 l/s medi, rispetto ad un ingresso maggiore di 70 l/s), dal funzionamento della cassa d’espansione ubicata appena a monte”.

Visto quanto sopra si conclude che **la cassa di espansione a protezione dell’abitato di Santa Giustina, già realizzata e collaudata, è in grado di compensare abbondantemente in termini volumetrici e di portate la mancata realizzazione di appositi dispositivi di invarianza idraulica interni al PUA AN.A3 oggetto di trattazione.**

Per contenere la portata in uscita dal PUA entro la portata massima consentita da normativa (da PTCP è pari a 10 l/s per ha) al fine del rispetto del principio di invarianza idraulica, il precedente progetto autorizzato del 2012 prevedeva la realizzazione di un tratto, con funzione di strozzatura limitatrice di portata, dimensionato in modo da lasciare defluire verso valle una portata non superiore appunto a quella massima consentita.

Questa scelta però, per quanto autorizzata, non risultava del tutto corretta in quanto il dimensionamento della strozzatura venne implementato considerando esclusivamente la superficie di PUA, trascurando l’apporto idrico derivante dalle vie dell’edificio esistente intercettate con la fognatura di progetto a servizio del PUA; infatti, sulla dorsale fognaria di progetto di PUA andranno a confluire anche altre aree urbane esistenti e consolidate, quali gli abitati frontisti delle vie Caduti in Guerra, Solferino, Baldini ed il nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo.

Tale semplificazione ipotizzava di fatto di trattenere a monte della strozzatura le acque defluenti dal PUA laminato, unitamente alle acque provenienti dalle porzioni di edificio esistente, considerando per esse una portata in uscita nulla.

Il dimensionamento succitato, non del tutto corretto, non poteva essere retto dai volumi di laminazione predisposti nel progetto autorizzato, in quanto esso presentava un margine laminativo di volumi insufficiente ad accumulare tutti i deflussi provenienti dal PUA e dagli edifici esistenti intercettati.

Nel dimensionamento della strozzatura si deve, in generale, tenere in considerazione che le porzioni già urbanizzate non sono normativamente assoggettate all'Art. 11 del PSRI, e pertanto le relative acque possono/devono continuare a transitare verso il proprio recettore non strozzate.

L'eventuale strozzatura dunque, correttamente dimensionata, avrebbe dovuto consentire il passaggio della sommatoria tra la portata limitata derivante dal solo PUA (10 l/s per ha) e la portata massima dell'edificio esistente intercettato; la strozzatura avrebbe avuto così un diametro notevolmente maggiore rispetto a quello definitivo nel progetto autorizzato del 2012.

Nonostante quanto detto sopra, il corretto dimensionamento della strozzatura sarebbe risultato di difficile definizione, sia in termini di portata sia di variabilità del battente di monte, dunque in conclusione poco funzionale per le finalità di riduzione del rischio dell'area.

Come spiegato precedentemente, diversamente dal progetto del 2012 il PUA AN.A3 oggetto di trattazione non sarà più assoggettato ad invarianza idraulica "autonoma" grazie al contributo fornito dalla realizzazione della cassa di espansione, per cui la spiegazione sopra riportata – per completezza documentale – riguardante la strozzatura, precedentemente prevista ed ora non più necessaria, perde la sua ragione d'essere.

Tenuto conto che la fognatura di progetto a servizio del PUA si fa carico di aree esistenti in quota maggioritaria rispetto all'estensione del PUA stesso e che la cassa di espansione, di recente realizzazione e collaudo (periodo 2018-2022), di quasi 10000 mc di capacità, compensa ampiamente in termini volumetrici e di portate la mancata realizzazione di dispositivi di invarianza idraulica interni al PUA, si procede correttamente ad un dimensionamento classico delle fogne di PUA (cioè, con officiosità idraulica dei condotti sempre maggiore della corrispondente massima portata idrologica in ingresso, per ogni ramo fino al recapito, ed assenza di strozzatura terminale asservita a dispositivi di accumulo temporaneo).

A seguito di accertamenti di dettaglio sulle fognature esistenti con i tecnici dell'ente gestore HERA e con i propri topografi, oltre all'introduzione di modifiche progettuali rispetto al progetto precedentemente presentato e autorizzato del 2012, **si è reso necessario aggiornare la rete fognaria di progetto a servizio del PUA in oggetto ed i relativi profili.**

Conseguentemente, con la presente variante si richiede nuovamente il nulla osta all'ente gestore HERA.

Per maggiore comprensione di quanto di seguito esposto, si rimanda alla visione degli specifici elaborati grafici di progetto, in particolare alla planimetria di progetto della rete fognaria e ai rispettivi profili fognari.

2. VALUTAZIONE OFFICIOSITÀ IDRAULICA FOGNA BIANCA

Di seguito si procede con il dimensionamento idraulico della rete fognaria bianca di progetto a servizio del PUA qui trattato.

Il comparto sarà servito da una rete fognaria di progetto separata.

Tuttavia, come precedentemente anticipato, si evidenzia che sulla dorsale fognaria bianca di PUA andranno a confluire anche le dorsali miste esistenti delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini, intercettate appunto con la nuova dorsale bianca di progetto; conseguentemente, la rete fognaria bianca di progetto a servizio del PUA risulterà comunque (momentaneamente) mista, in attesa dell'eventuale separazione della rete mista esistente delle succitate vie.

Tale soluzione è stata tecnicamente concordata in sede di apposito incontro con l'ente gestore (HERA), poiché la rete recettrice di Santa Giustina sulla via Emilia (DN1200) è già, poco più a valle, appositamente intercettata con scolmatore esistente.

Nella dorsale fognaria bianca di PUA verranno inoltre convogliate le acque bianche del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, già dotato quest'ultimo di una rete fognaria separata.

I calcoli idraulici per la verifica dell'officiosità idraulica dei tratti fognari costituenti la nuova rete bianca di progetto verranno condotti mediante l'applicazione della formula di moto uniforme di Chezy, generalmente applicata per le correnti a pelo libero, la quale permette di determinare la portata massima smaltibile dalla rete considerando la condizione di bocca piena della condotta:

$$Q_{unif} = k_s \times A \times (R \times i)^{0.5}$$

con k_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A l'area bagnata della condotta, R il raggio idraulico (pari a $D/4$ per le condotte circolari) e i la pendenza di posa della condotta.

Il valore del parametro di scabrezza è funzione della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti della condotta: nel caso in esame il coefficiente di scabrezza k_s verrà attribuito sulla base dei valori presenti in letteratura in considerazione del materiale della condotta.

L'efficienza delle condotte verrà poi confrontata con i rispettivi valori di portata idrologica da smaltire ad esse tributaria; il dimensionamento della rete fognaria bianca di progetto verrà implementata prendendo a riferimento eventi di precipitazione caratterizzati da $T_r = 10$ anni, coerentemente con quanto indicato nelle Linee Guida dell'ente gestore HERA.

Con riferimento al PUA oggetto di trattazione, caratterizzato da una superficie territoriale di nuova trasformazione pari a 8244 mq (area d'intervento complessiva pari a 25998 mq, dei quali però 17754 mq già oggetto del PdC di OO.UU. per la vasca di laminazione realizzata. Nello specifico, vi sono 6648 mq di comparto residenziale e 1596 mq di aree extracomparto la nuova viabilità), la stima della portata meteorica defluente dal comparto, afferente dunque alla rete fognaria bianca di progetto a servizio del comparto stesso, deriva dall'applicazione della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica per la zona di Rimini e per eventi meteorici decennali ($T_r = 10$ anni).

Dalle valutazioni implementate nel precedente progetto del 2012 approvato da HERA risultava che il picco di portata massimo generato dal comparto si verifica per un tempo di pioggia T_p , assunto coincidente con il tempo di corrivazione T_c (metodo cinematico), di 5 minuti. In particolare, al verificarsi di eventi meteorici con $T_r = 10$ anni e durata $T_p = 5$ minuti si stimava una portata meteorica massima defluente dal comparto pari a 268 mc/ora, ovvero 75 l/s, con un coefficiente udometrico (portata massima per unità di superficie) dell'ordine di poco più di 110 l/s per ha.

Alla portata di 75 l/s defluente dal PUA oggetto di trattazione occorre sommare le portate "esterne" al comparto convogliate dalle dorsali fognarie delle vie Caduti in Guerra, Solferino, Baldini e del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, intercettate con la nuova rete fognaria bianca di progetto a servizio del PUA.

In particolare, le vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini sono attualmente servite ciascuna da una dorsale mista DN400.

Il progetto prevede il prolungamento delle tre dorsali miste con condotte (cautelativamente) in PVC DN500, che verranno poi collegate alla dorsale bianca principale di PUA in PVC DN630; quest'ultima convoglierà la rispettiva portata nella fognatura mista DN1000 esistente nella parte terminale di via Pedrizzo.

Come già precedente anticipato, nella dorsale principale di PUA in PVC DN630 verranno inoltre convogliate le acque bianche del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, già dotato quest'ultimo di una rete separata DN250 che oggi confluisce autonomamente alla fognatura DN1000 succitata; il collegamento alla fognatura bianca di PUA della dorsale bianca esistente in PVC DN250 verrà realizzato mediante il prolungamento di quest'ultima con un tratto sempre in PVC DN250.

Lungo lo sviluppo della dorsale fognaria bianca di progetto verranno posizionati dei pozzetti di ispezione di dimensione interna 100x100 cm, affinché sia possibile effettuare le normali operazioni di ispezione, manutenzione e pulizia in condizioni ottimali.

Inoltre, le strade interne al comparto costituenti la viabilità di progetto verranno dotate di caditoie stradali posizionate ai lati della carreggiata; tutti i pozzetti stradali con caditoia sono da prevedersi sifonati di dimensione interna 50x50 cm.

Si sottolinea infine che il tratto di progetto in PVC DN500 di prolungamento della dorsale mista di via Solferino avrà in parte sedime su area verde privata (lotto privato B): ne deriva che su tale porzione di verde privato verrà fissata una fascia di servitù a favore dell'ente gestore della rete Hera S.p.A. Il particolare di tale fascia, in pianta e sezione, è riportato nello specifico elaborato grafico.

Nell'immagine riportata alla pagina seguente sono stati evidenziati con retino di colore blu il nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, mentre con retino di colore rosso il bacino tributario delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini.

La fogna DN500 esistente di via Panzacchi, invece, presenta scorrimento da ovest verso est e non è quindi tributaria della nuova dorsale fognaria di comparto DN630 PVC (*N.B. essa, infatti, si faceva carico, attraverso una dorsale "di gronda" DN500 [da dismettere] con sedime nel campo oggetto d'intervento, delle acque provenienti dalle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini, da progetto ora tutte e tre collettate alla nuova dorsale di comparto DN630 PVC).*



L'area complessiva tributaria delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini (rappresentata con un retino di colore rosso nell'ortofoto sopra allegata) è pari a 2.85 ettari circa, pressoché equamente suddivisa tra le singole arterie: ne deriva che ad ogni dorsale in PVC DN500 della nuova rete fognaria bianca di progetto, di prolungamento delle dorsali miste esistenti DN400, è assegnabile un'area scolante dell'ordine di 0.95 ettari.

Si sottolinea che il bacino tributario delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini è stato stimato cautelativamente considerando inclusi anche lotti e appezzamenti per i quali può essere plausibile anche l'allacciamento su altre vie/reti fognarie (specialmente lungo via Baldini).

Le tre vie succitate, e le relative fognature miste intercettate dalla nuova fognatura bianca di PUA, presentano lunghezze maggiori se confrontate con quella della futura dorsale bianca di comparto e dunque il tempo di corrivazione T_c risulterà leggermente maggiore rispetto al T_c stimato per il PUA.

In particolare, si assume un tempo di corrivazione T_c per le aree già urbanizzate intercettate dalla rete bianca di comparto pari a 8 minuti, rispetto ai 5 minuti stimati per il comparto: ne deriva un coefficiente udometrico rappresentativo dell'area urbanizzata pari a 98 l/s*ha circa.

La portata massima convogliata da ognuna delle tre dorsali miste a servizio delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini, ciascuna con bacino afferente dell'ordine di 0.95 ettari, risulta dunque pari a 93 l/s circa.

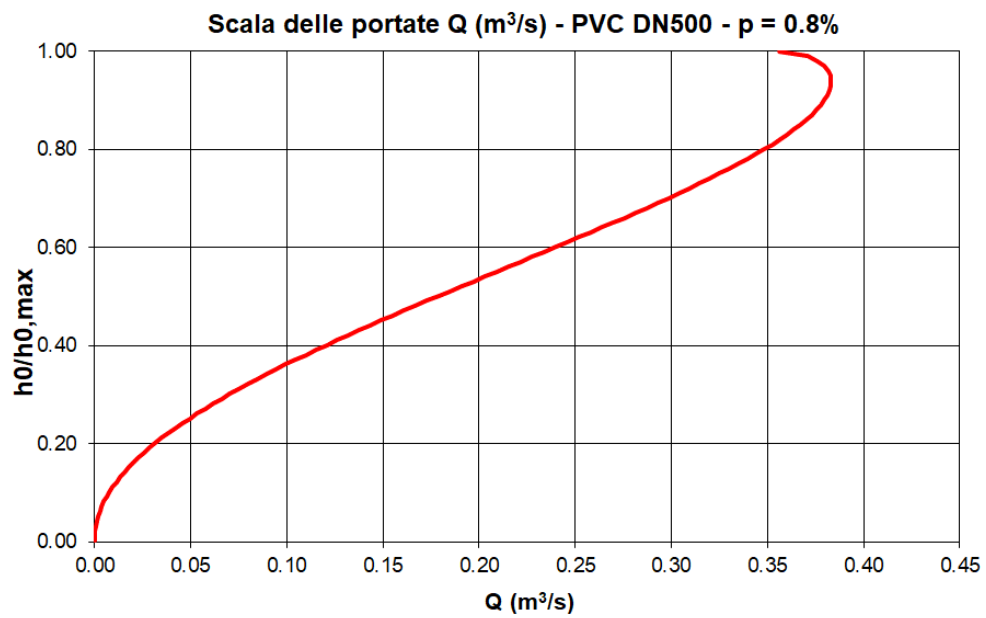
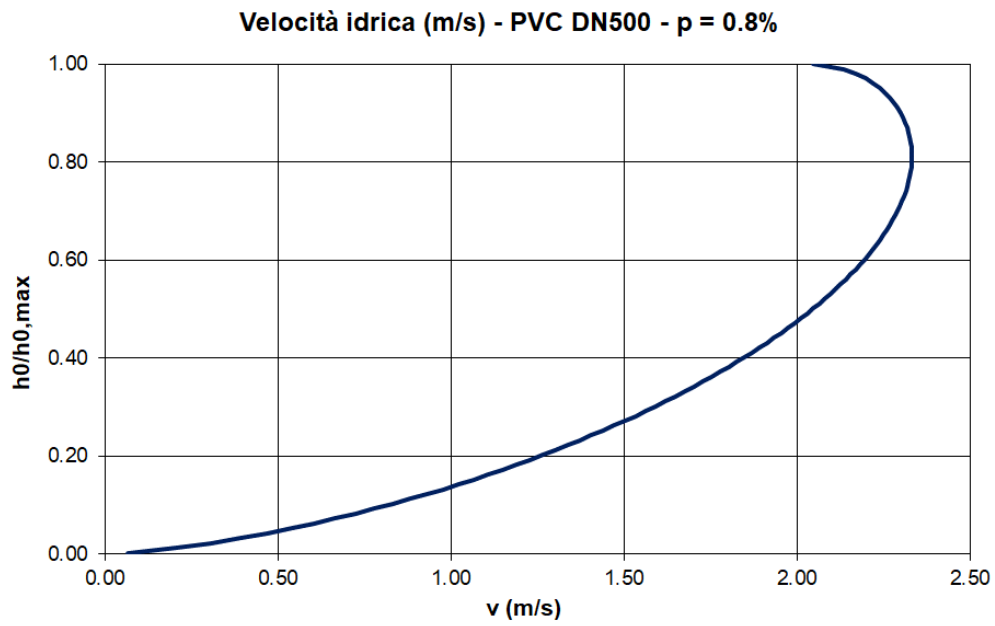
Per il prolungamento delle reti fognarie miste delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini il progetto prevede la posa di condotte in PVC DN500, con pendenze rispettivamente dello 0.8%, 0.2% e 0.18%.

Dall'applicazione della formula di Chezy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.0105 \text{ s/m}^{1/3}$, si dimostra che le condotte di progetto in PVC DN500 sono ampiamente in grado di trasferire a valle le portate ad esse afferenti, in quanto caratterizzate da un'officiosità idraulica maggiore rispetto alla portata massima afferente di 93 l/s.

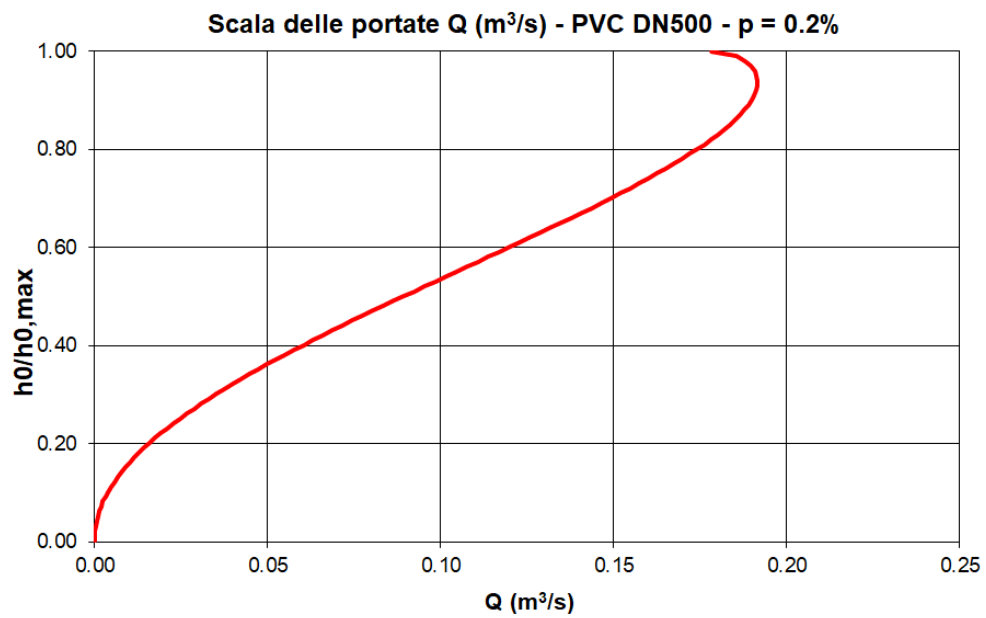
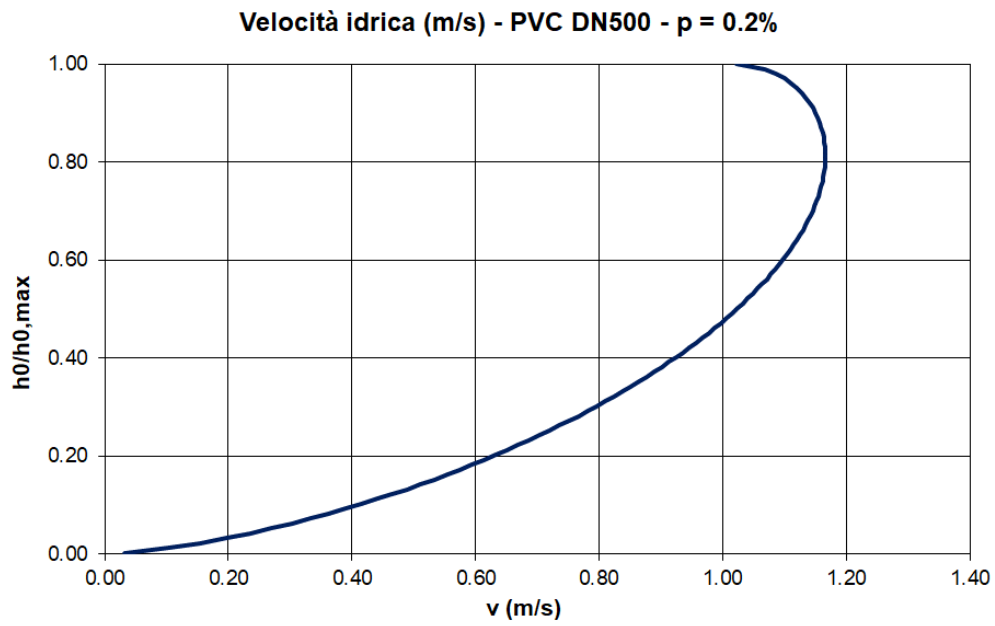
In particolare, la portata massima di 93 l/s viene smaltita con un grado di riempimento della condotta pari al 35% per il tratto di prolungamento della via Caduti in Guerra, con pendenza dello 0.8% e officiosità di 383 l/s, del 51% per il tratto di prolungamento di via Solferino, con pendenza dello 0.2% e officiosità di 192 l/s, mentre del 53% per il tratto di prolungamento di via Baldini, con pendenza dello 0.18% e officiosità di 182 l/s; la velocità di deflusso all'interno delle condotte rimane sempre compresa tra 1 m/s e 2 m/s.

Le figure di seguito allegate rappresentano la scala della velocità e delle portate per le condotte sopra verificate, in PVC DN500 e pendenza di posa dello 0.8%, 0.2% e 0.18%.

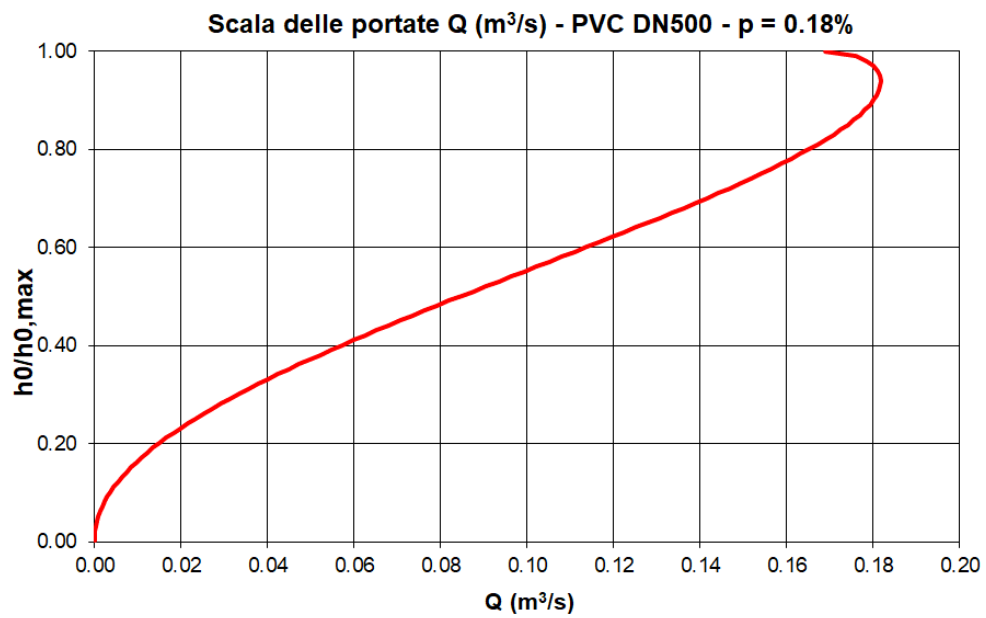
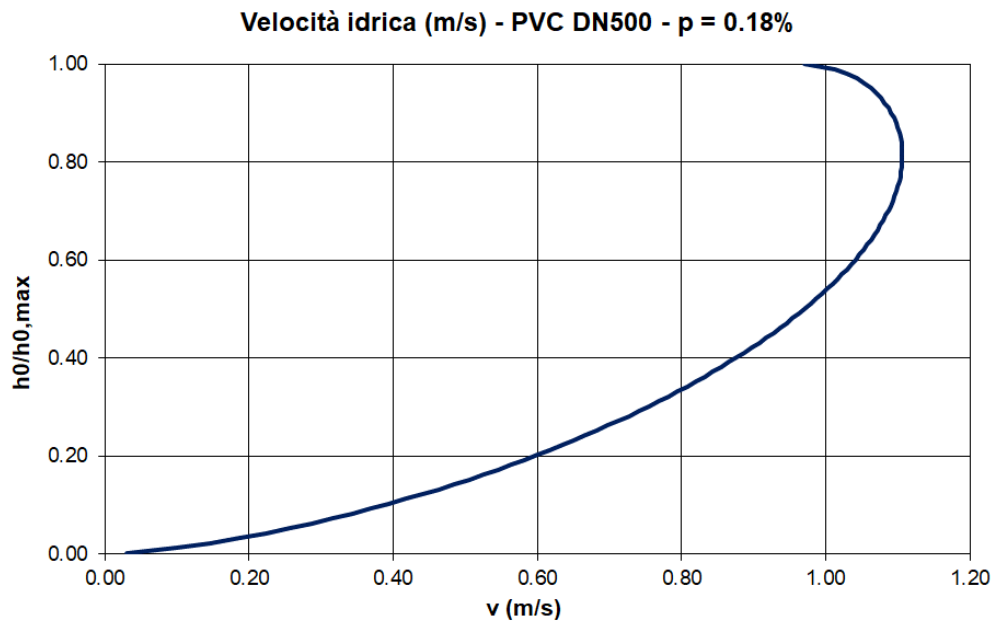
PROLUNGAMENTO VIA CADUTI IN GUERRA - PVC DN500, $p = 0.8\%$



PROLUNGAMENTO VIA SOLFERINO - PVC DN500, $p = 0.2\%$



PROLUNGAMENTO VIA BALDINI - PVC DN500, $p = 0.18\%$

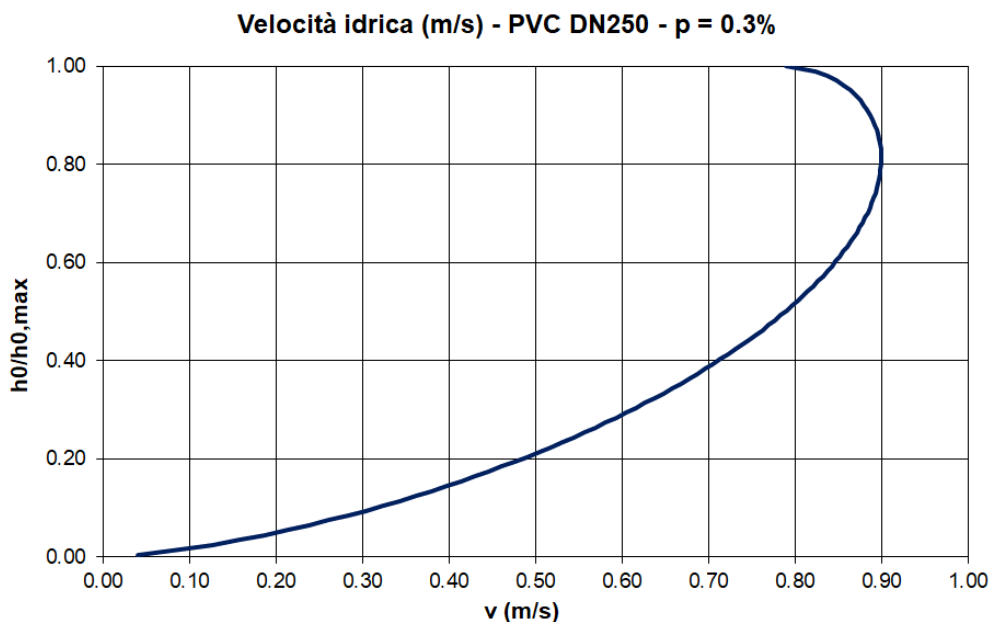


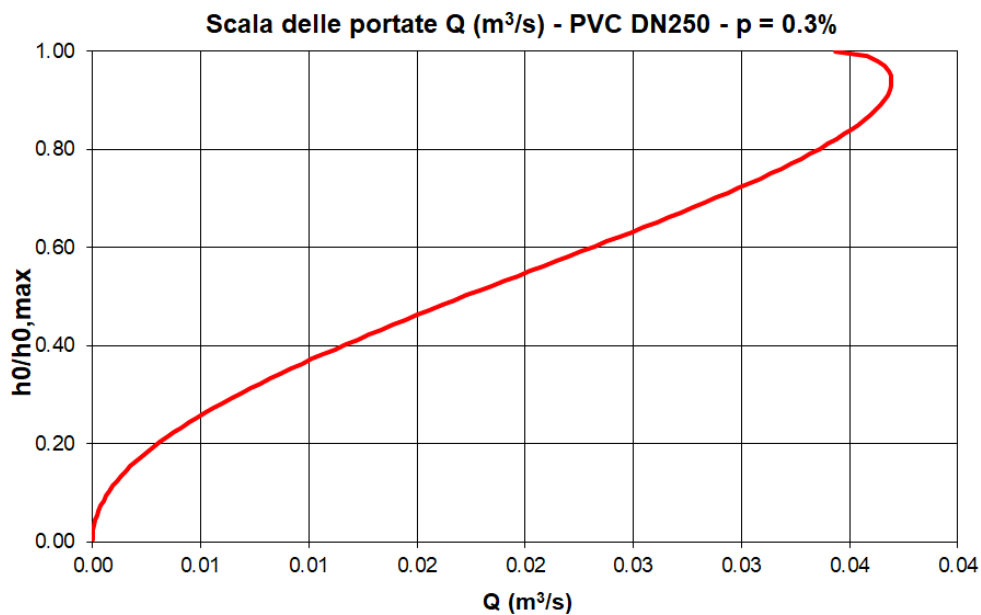
Per quanto riguarda invece il nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo (rappresentato con un retino di colore blu nell'ortofoto precedentemente allegata), la fognatura bianca esistente a servizio di tale area è costituita da condotte in PVC DN250 con pendenza di posa pari allo 0.3%; tale dorsale verrà collegata alla fognatura bianca di progetto di PUA mediante un tratto intermedio in PVC DN250 e pendenza dell'1.2%.

La portata massima derivante dal nucleo urbanizzato di via Pedrizzo, afferente perciò alla fognatura bianca di PUA, è stata assunta cautelativamente pari all'officiosità della condotta esistente in PVC DN250 con pendenza dello 0.3%.

In particolare dall'applicazione della formula di Chezy risulta che la condotta in PVC DN250 e pendenza dello 0.3% è in grado di trasferire verso valle una portata massima pari a 37 l/s.

Le figure di seguito allegate rappresentano la scala della velocità e delle portate per la condotta in PVC DN250 e pendenza di posa dello 0.3%.





In conclusione la nuova dorsale bianca principale di PUA in PVC DN630 dovrà convogliare verso valle la portata meteorica di comparto pari a 75 l/s, unitamente alle portate “esterne” al comparto convogliate dalle dorsali fognarie delle vie Caduti in Guerra, Solferino, Baldini e del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, intercettate appunto con la nuova rete fognaria bianca di progetto, stimate complessivamente in 316 l/s (ovvero 279 l/s derivanti dall’area tributaria delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini, e 37 l/s dal nucleo urbano di via Pedrizzo).

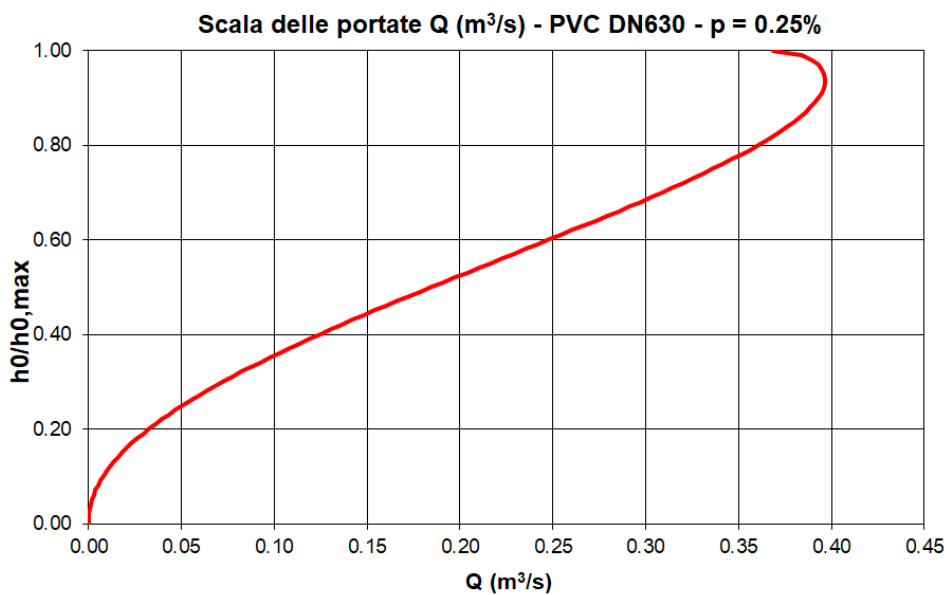
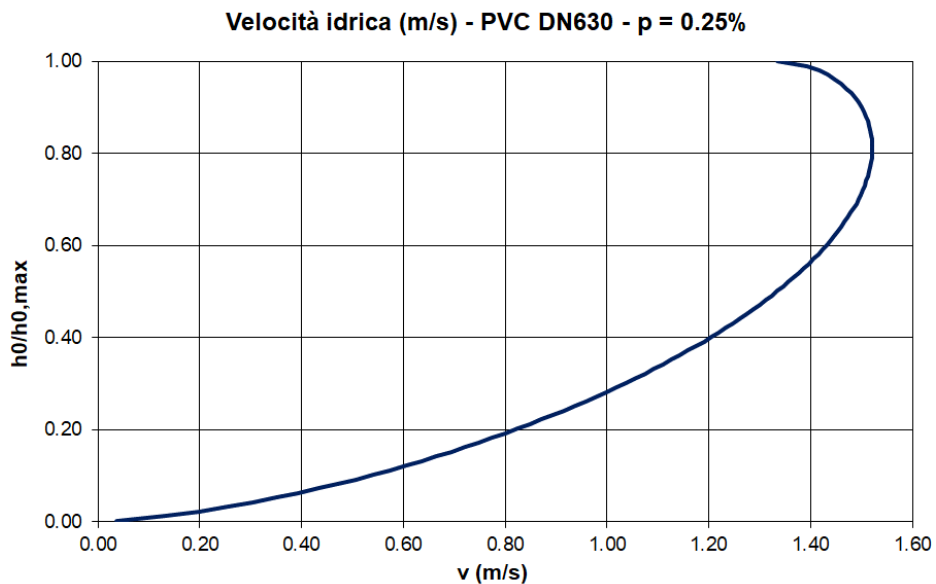
Rimane perciò da dimensionare la dorsale fognaria bianca principale a servizio del PUA, prevista in PVC DN630, che in chiusura dovrà smaltire una portata massima pari a 391 l/s di picco (teorici, in quanto si ipotizza cautelativamente la sincronia di arrivo tra tutti i singoli apporti).

La fognatura bianca di progetto di PUA andrà a scaricare nella fognatura mista DN1000 esistente nella parte terminale di via Pedrizzo, sfruttando il pozzetto esistente, che verrà preservato, localizzato poco a monte dell’incrocio della stessa via con la SS9 (pozzetto indicato in planimetria con codice E5).

Per quanto riguarda il recettore della fognatura bianca di PUA, se ne evidenzia la scarsa profondità, pari a poco più di 160 cm di scorrimento; per garantire gli adeguati ricoprimenti fognari, la nuova dorsale in PVC DN630 andrà a scaricare nel DN1000 recettore a filo fondo.

La dorsale in PVC DN630 verrà realizzata con una pendenza di posa pari allo 0.25% per il tratto compreso tra il pozzetto recettore e il pozzetto all'altezza di via Baldini, mentre con pendenza che andrà progressivamente a diminuire risalendo la dorsale verso monte (da sud verso nord) fino ad un minimo dello 0.21% (in quanto vengono man mano a mancare gli apporti delle tre vie contribuenti). Dall'applicazione della formula di Chezy la condotta in PVC DN630 con pendenza dello 0.25% è in grado di smaltire verso valle una portata massima di 397 l/s, quindi superiore alla portata idrologica di calcolo stimata in 391 l/s.

Le figure di seguito allegate rappresentano la scala della velocità e delle portate per la condotta in PVC DN630 e pendenza di posa dello 0.25%.



In conclusione, tutte le nuove tratte fognarie costituenti la fognatura bianca di progetto a servizio del PUA qui trattato sono correttamente dimensionate ed anche l'invarianza idraulica viene adeguatamente soddisfatta mediante la limitrofa cassa di espansione di 10000 mc circa di capacità, recentemente realizzata e collaudata, atta a ridurre significativamente il grado di rischio idraulico dell'abitato di Santa Giustina.

3. DIMENSIONAMENTO FOGNA NERA

Di seguito si procede con il dimensionamento della rete fognaria nera di progetto a servizio del PUA qui trattato.

Come già precedentemente evidenziato, il comparto sarà servito da una rete fognaria di progetto separata.

In particolare la fognatura nera di progetto di comparto verrà realizzata con condotte in PVC DN250 e pendenza di posa costante pari allo 0.5%.

Essa andrà a scaricare nella fognatura nera pubblica esistente su via SS9, in DN500, collegandosi al pozzetto esistente con sedime all'altezza di via Pedrizzo.

Per quanto riguarda il dimensionamento della fognatura si sottolinea che, come si vedrà dai calcoli successivamente implementati, sarebbe sufficiente prevedere la posa di condotte in PVC DN200 per la fognatura nera a servizio del comparto. Tuttavia, si è scelto di realizzare la nuova rete fognaria nera con condotte di diametro maggiore in PVC DN250, affinché sia garantito il recepimento delle portate nere derivanti dagli abitati frontisti delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini, attualmente servite da dorsali miste DN400, nell'eventualità di una futura separazione delle stesse reti miste. Per tale motivo, lungo la dorsale fognaria nera di comparto verranno previsti, all'altezza delle vie Caduti in Guerra e Baldini, dei pozzetti di ispezione a cui collegare le eventuali future nuove reti di separazione.

Nell'eventualità della separazione delle reti miste, il tratto di prolungamento della via Solferino avrebbe sedime ricadente in area verde privata (lotto privato B), parallelo al tratto di fogna bianca in PVC DN500 già previsto da progetto; per tale motivo, si prevede già con il presente progetto, esclusivamente per il prolungamento di via Solferino, la realizzazione del tratto di fogna nera ricadente in area verde privata: ne deriva dunque che, con la futura separazione delle reti miste, rimarrà solamente da realizzare il tratto di collegamento tra la via Solferino e il tratto di fogna nera, già realizzato in area verde privata con questo progetto.

Analogamente alla fognatura bianca, anche per tale tratto di fogna nera di progetto ricadente in area verde privata verrà dunque fissata una fascia di servitù a favore dell'ente gestore della rete Hera S.p.A.

Infine, come già previsto per la fogna bianca, nella dorsale nera principale di PUA in PVC DN500 verranno convogliate le acque nere del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, già dotato quest'ultimo di una rete separata DN160 che oggi confluisce autonomamente alla fognatura DN1000 succitata; il collegamento alla fognatura nera di PUA della dorsale nera esistente in PVC DN160 con pendenza dello 0.3% verrà realizzato mediante il prolungamento di quest'ultima con un tratto sempre in PVC DN160 e pendenza di posa del 2.0%.

Lungo lo sviluppo della dorsale fognaria nera di progetto verranno posizionati dei pozzetti di ispezione di dimensione interna 80x80 cm (o equivalentemente di diametro interno pari a 100 cm).

Per un corretto dimensionamento della rete fognaria nera è necessario innanzitutto definire la potenzialità dell'insediamento afferente alla rete stessa, ovvero la "sollecitazione" massima in termini di portata di acque reflue.

Il calcolo della portata reflua si basa sulla stima del numero di Abitanti Equivalenti (AE): il concetto di Abitante Equivalente consente infatti di stimare il contributo idraulico degli occupanti in relazione al tipo di attività svolta.

Il PUA in esame prevede la realizzazione di n. 5 lotti privati: tenuto conto della superficie utile dei lotti e del numero di unità abitative previste, si è stimato un numero di Abitanti Equivalenti complessivo pari a 83 AE.

Per la stima della portata reflua afferente alla fognatura nera di progetto occorre sommare, agli 83 AE definiti per il PUA oggetto di trattazione, anche il numero di Abitanti Equivalenti del nucleo isolato in fondo alla via Pedrizzo, in quanto il progetto ne prevede il collegamento alla dorsale nera di PUA.

Per il nucleo urbano di via Pedrizzo si stima dunque un numero di Abitanti Equivalenti pari a 12 AE, definito in base alla consistenza e al numero di edifici presenti.

Dalla somma degli Abitanti Equivalenti stimati per il PUA e per il nucleo urbano di via Pedrizzo, pari a 83 AE e 12 AE rispettivamente, risulta una potenzialità di insediamento complessiva di 95 AE.

Successivamente al calcolo degli Abitanti Equivalenti si può quindi procedere alla stima della sollecitazione massima in termini di portata di acque reflue che sarà afferente alla fognatura nera di progetto e verrà scaricata nella fogna nera pubblica esistente di via SS9. Il calcolo della portata massima giornaliera Q_{max} , cioè la portata reflua di dimensionamento della rete fognaria nera di progetto, viene eseguito utilizzando la seguente relazione:

$$Q_{max} = C_{max} \times Q_{med}$$

con C_{max} il coefficiente di punta per le portate nere massime e Q_{med} la portata media giornaliera.

Portata media giornaliera Q_{med} :

Il calcolo della portata media giornaliera Q_{med} viene eseguito utilizzando il procedimento di seguito illustrato; si evidenzia che per il dimensionamento della fognatura si considera una dotazione idrica pari a 200 l/ab per gg (dimostratasi in questi ultimi anni di attività di telecontrollo già esuberante rispetto ai reali consumi unitari dell'area), ipotizzando inoltre cautelativamente un coefficiente di rientro in fognatura pari all'unità (cioè che tutta l'acqua dell'acquedotto utilizzata venga scaricata in fogna).

$$Q_{med} = P \times d \times \phi / 86400$$

con P la popolazione prevista, cioè il numero di Abitanti Equivalenti, d la dotazione idrica giornaliera per abitante e ϕ il coefficiente di afflusso alla rete di fognatura nera.

A seguito di quanto sopra, per un numero di Abitanti Equivalenti pari a 95 AE, fissata la dotazione idrica di 200 l/ab per gg e il coefficiente di afflusso pari all'unità, la portata media giornaliera assume il valore di 0.22 l/s.

$$Q_{med} = 95 \text{ AE} \times 200 \text{ l/ab per gg} \times 1 / 86400 = \mathbf{0.22 \text{ l/s}}$$

Coefficiente di punta massimo C_{max} :

Per la determinazione del coefficiente di punta per le portate nere massime C_{max} viene adottata la legge di seguito riportata (vedi *Depurazione delle acque*, pag. 35, Masotti):

$$C_{max} = 15.84 \times P^{-0.167}$$

Essendo P la popolazione prevista, ovvero il numero di Abitanti Equivalenti stimato pari a 95 AE, il coefficiente di punta risulta pari a 7.40.

$$C_{max} = 15.84 \times 95 \text{ AE}^{-0.167} = \mathbf{7.40}$$

Portata massima giornaliera Qmax:

Nota la portata media giornaliera Qmed di 0.22 l/s e il coefficiente di punta massimo per le portate nere Cmax pari a 7.40, la portata massima giornaliera Qmax, ovvero la portata massima di progetto, assume un valore pari a 1.63 l/s. 40.

$$Q_{max} = 0.22 \text{ l/s} \times 7.40 = \mathbf{1.63 \text{ l/s}}$$

La verifica dell'efficienza della fognatura nera di progetto verrà condotta mediante l'applicazione della formula di moto uniforme di Chezy, la quale permette di determinare la portata massima smaltibile dalla rete considerando la condizione di bocca piena della condotta:

$$Q_{unif} = k_s \times A \times (R \times i)^{0.5}$$

con k_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A l'area bagnata della condotta, R il raggio idraulico (pari a $D/4$ per le condotte circolari) e i la pendenza di posa della condotta. L'efficienza delle condotte costituenti la rete fognaria nera di progetto verrà poi confrontata con la portata massima di refluo precedentemente stimata pari a 1.63 l/s, ad essa afferente.

In particolare, dall'applicazione della formula di Chezy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.0105 \text{ s/m}^{1/3}$, si dimostra che la rete fognaria nera di progetto a servizio del PUA, prevista con condotte in PVC DN250 e pendenza di posa dello 0.5%, è ampiamente in grado di trasferire verso valle la portata massima reflua ad essa afferente. La condotta in PVC DN250 con pendenza dello 0.5% è caratterizzata, infatti, da un'efficienza pari a 48 l/s, per cui nettamente superiore alla portata massima reflua di 1.63 l/s ad essa afferente dal solo nuovo Comparto e nucleo di via Pedrizzo.

La portata massima giornaliera di 1.63 l/s precedentemente stimata verrà perciò smaltita con un grado di riempimento pari al 13% e una velocità di circa 0.5 m/s.

N.B. Tali margini lasciano ampio spazio come capacità di smaltimento, inoltre, al collettamento futuro delle acque nere anche delle vie Caduti in Guerra, Solferino e Baldini (ed eventualmente Panzacchi, se altimetricamente possibile) sulla nuova dorsale DN250 PVC di comparto, come è da prevedersi in caso di totale separazione delle reti miste nel quartiere consolidato di tali vie.

In conclusione la nuova fognatura nera di progetto a servizio del PUA qui trattato risulta correttamente dimensionata.

Le figure di seguito allegare rappresentano la scala della velocità e delle portate per la condotta sopra verificata in PVC DN250 e pendenza di posa dello 0.5%.

