

INTERVENTO DI RIEQUILIBRIO AMBIENTALE ATTRAVERO OPERE IDRAULICHE E DI RIORGANIZZAZIONE DELLA SEDE STRADALE

COMMITTENTE



EMILCERAMICA Srl
Via Ghiarola Nuova n°29
Fiorano Modenese

UBICAZIONE INTERVENTO

COMUNE DI FIORANO MODENESE
VIA GHIAROLA NUOVA

PROGETTISTA ARCHITETTONICO



Arch.FIUMI ALESSANDRO
Via Pediano, 6/C – IMOLA (BO)
Tel. 054224382 - Cell. 3472104254
e-mail. arch.fiumi@fiumialessandro.it
Pec. - alessandro.fiumi@archiworldpec.it

CONSULENTE SPECIALISTICO

Ing. PLAZZI MASSIMO
Via Maceo Casadei 19 – Forlì (FC)
Tel. 05431753794 - Cell. 3472515629
Email: pride3@hotmail.it
Pec. massimo.plazzi@ingpec.eu

RELAZIONE IDRAULICA

CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE E DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

La presente relazione idraulica fa riferimento a due interventi distinti che verranno descritti di seguito, da prevedersi all'interno della ditta richiedente EMILGROUP, con sede a Fiorano Modenese (MO) in via Ghiarola Nuova 29, aventi la funzione di attenuazione idraulica in osservanza dell'Art. 11 del PTCP di Modena.

Il primo intervento consiste nel miglioramento del grado di sicurezza idraulica dell'area urbana afferente alla via Ghiarola Nuova (oggetto in passato di ripetute situazioni di sofferenza idraulica), mediante la realizzazione di una vasca di laminazione all'interno della ditta EMILGROUP sulla rete fognaria bianca aziendale, con bacino sotteso tributario di circa 5 ettari, dello stabilimento "Fiorano 1".

Il secondo intervento prevede invece l'attenuazione idraulica a seguito del mantenimento – in assenza del previsto "desealing" - di aree attualmente impermeabilizzate, per circa 1 ettaro di estensione, di piazzale localizzato nella porzione occidentale dello stabilimento "Fiorano 2": in questo caso, verranno di seguito esposte due possibili soluzioni, delle quali la prima ipotizza la realizzazione di una depressione morfologica avente sedime in area verde privato interna al lotto, mentre la seconda soluzione prevede la realizzazione di una nuova linea fognaria bianca privata sovradimensionata all'interno della quale poter reperire i succitati volumi idraulici di attenuazione.

Ai sensi del Comma 8 dell'Art. 11 del PTCP di Modena, in generale nelle zone già edificate si applica il principio dell'attenuazione idraulica (a differenza dell'invarianza idraulica, per la trasformazione di nuove aree "vergini"), cioè la riduzione controllata (rispetto allo status attuale) delle portate al picco collettate al recettore individuato.

Ai sensi del Comma 9 del medesimo Art. 9 del PTCP, per l'applicazione pratica di tale principio ci si deve riferire all'Appendice 1 del PTCP stesso.

In particolare, il paragrafo intitolato "Procedura di verifica per l'applicazione dei principi di gestione del rischio idraulico sul territorio" del capitolo 1.3 dell'Appendice 1 definisce che per le aree assoggettate a Piano Urbanistico Attuativo in attuazione del PRU e del PREU, a seconda dell'estensione dell'intervento in progetto dovranno essere applicate le seguenti modalità operative per la gestione del rischio idraulico:

a1 applicabilità: *St = 0.5-1 ha; applicazione del principio dell'attenuazione idraulica, con riduzione di portata specifica in uscita almeno pari al 30% rispetto al valore specifico di deflusso proprio dell'area oggetto di intervento in condizioni ante-operam (coefficiente udometrico da determinarsi nel caso specifico sulla base delle effettive caratteristiche di stato di fatto dell'esistente); tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al comparto: T rete = 20 anni; tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della vasca di laminazione delle portate meteoriche: T vasca = 50 anni.*

a2 applicabilità: *St = 1-2 ha; applicazione del principio dell'attenuazione idraulica, con riduzione di portata specifica in uscita almeno pari al 40% rispetto al valore specifico di deflusso proprio dell'area oggetto di intervento in condizioni ante-operam (coefficiente udometrico da determinarsi nel caso specifico sulla base delle effettive caratteristiche di stato di fatto dell'esistente); tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al comparto: T rete = 20 anni; tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della vasca di laminazione delle portate meteoriche: T vasca = 50 anni.*

a3 applicabilità: *St >= 2 ha; applicazione del principio dell'attenuazione idraulica, con riduzione di portata specifica in uscita almeno pari al 50% rispetto al valore specifico di deflusso proprio dell'area oggetto di intervento in condizioni ante-operam (coefficiente udometrico da determinarsi nel caso specifico sulla base delle effettive caratteristiche di stato di fatto dell'esistente); tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al comparto: T rete = 20 anni; tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della vasca di laminazione delle portate meteoriche: T vasca = 100 anni".*

Come precedentemente anticipato, il PRIMO INTERVENTO consiste nell'attenuazione idraulica dell'area idraulicamente afferente alla fogna pubblica DN1000 di via Ghiarola Nuova, mediante la realizzazione di una vasca di laminazione avente sedime interamente entro il lotto privato, nel parcheggio localizzato nella porzione Sud-Est dell'area aziendale, frontista con la via Ghiarola Nuova.

L'estensione complessiva della superficie (porzione della sede aziendale) afferente alla vasca di laminazione è di circa 4.97 ha.

Tale superficie è indicata nell'**Allegato 1** con retino di colore azzurro.

Tenendo conto del fatto che il presente intervento non modificherà in termini di natura idraulica la superficie aziendale interessata (impermeabile sia oggi che da progetto), ma che al tempo stesso si intende procedere ad una progettazione virtuosa, ed accertate altresì le condizioni critiche attuali (in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionali) della fogna di via Ghiarola Nuova (recettore), si ritiene nel presente progetto di implementare importanti dispositivi sia di accumulo temporaneo (vasche di buona capacità volumetrica utile) che di limitazione "certa" delle portate scaricate (strozzatura idraulica).

Ai sensi del Comma 8 dell'Art. 11 del PTCP di Modena, a seguito delle indicazioni riportate nell'Appendice 1 del PTCP stesso, l'attenuazione idraulica verrà implementata nel caso specifico con riferimento al **caso a3**, cioè quello solitamente previsto per gli interventi edilizi-urbanistici di "trasformazione urbana di aree già edificate" con superficie territoriale maggiore di 2 h.

Il SECONDO INTERVENTO consiste invece nell'attenuazione idraulica di un'area impermeabilizzata localizzata nella porzione Nord-Ovest di comparto, di estensione pari a 9924 mq.

Tale superficie è indicata nell'**Allegato 2** con retino di colore rosso.

Anche per il secondo intervento, sempre con riferimento all'Appendice 1 del PTCP di Modena, l'attenuazione idraulica verrà svolta secondo quanto previsto per il **caso a3**, in quanto rappresentativo dell'intervento in oggetto.

A tal proposito si evidenzia che l'area oggetto di attenuazione ha un'estensione di 9924 mq e quindi inferiore a 1 ha, ricadendo dunque nel caso a1 di attenuazione; tuttavia, virtuosamente, si è ritenuto maggiormente cautelativo considerare comunque lo scenario a3, ovvero il caso più "stringente" di attenuazione idraulica (maggiorando i volumi sia rispetto al caso a1 che rispetto al caso a2).

Come anticipato, i volumi minimi di attenuazione verranno reperiti mediante la realizzazione di una depressione morfologica nell'area verde privata localizzata nella porzione Nord-Ovest di comparto, oppure – preferenzialmente, in quanto più efficiente e con entrata in funzione più certa e più frequente! - mediante la realizzazione di una nuova linea di fognatura bianca appositamente sovradimensionata all'interno della quale individuare il volume necessario.

Riassumendo per entrambi gli interventi verrà implementata l'attenuazione idraulica con riferimento allo scenario a3 previsto nell'Appendice 1 del PTCP; verranno considerati pertanto come "sollecitazioni idrologiche" di calcolo gli eventi pluviometrici con tempo di ritorno $Tr = 20$ anni per la verifica delle reti fognarie e con $Tr = 100$ anni per il dimensionamento dei volumi di laminazione.

L'Appendice 1, inoltre, prevede un "taglio" minimo del 50% nello stato di progetto rispetto alle portate unitarie (udometriche) trasferite attualmente al recettore.

DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI LAMINAZIONE/LIMITAZIONE PER L'ATTENUAZIONE IDRAULICA

La stima delle portate meteoriche da considerare è data dalla formula:

$$Q = \phi \times i \times A$$

dove:

ϕ = coefficiente di deflusso medio del bacino considerato

i = intensità di pioggia

A = superficie del bacino considerato.

Per la stima della sollecitazione pluviometrica, si è usi far riferimento alla curva segnalatrice di possibilità climatica localmente validata (variabile al variare del tempo di ritorno), che definisce l'altezza di pioggia per una determinata durata dell'evento:

$$H_p = a * t_p ^ n$$

ove n_1 e n_2 sono gli esponenti della legge monomia, diversi a seconda che sia un evento intenso ($n_1, < 1$ ora) o prolungato ($n_2, > 1$ ora).

T (anni)	Coeff. "a"	Coeff. "n1"	Coeff. "n2"
2	24,1	0,3665	0,2793
5	33,0	0,3384	0,2718
10	39,0	0,3272	0,2687
20	44,7	0,3193	0,2664
50	52,1	0,3118	0,2643
100	57,6	0,3074	0,2630

Tabella parametri idrologici. Appendice 1 PTCP.

Nel nostro caso, con $Tr = 20$ anni, avremo che:

- Coefficiente di deflusso per terreni/coperture impermeabili: $\phi = 0,9$
- Il tempo di esaurimento dell'onda di piena (triangolare) viene assunto, secondo lo schema del metodo cinematico, pari al tempo di crescita, che per le piogge di durata superiore a T_c equivale proprio a T_c .
- Se la durata della pioggia è minore di un'ora:
 i = intensità di pioggia corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 20 anni utilizzando la curva di possibilità di pioggia del PTCP ($H_p = 44.7 \text{ mm/h} \times t_p^{0,3193}$).
- Se la durata della pioggia è maggiore di un'ora:
 i = intensità di pioggia corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 20 anni utilizzando la curva di possibilità di pioggia del PTCP ($H_p = 44.7 \text{ mm/h} \times t_p^{0,2664}$).

Nel nostro caso, con $Tr = 100$ anni, avremo che:

- Se la durata della pioggia è minore di un'ora:
 i = intensità di pioggia corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni utilizzando la curva di possibilità di pioggia del PTCP ($H_p = 57.6 \text{ mm/h} \times t_p^{0,3074}$).

- Se la durata della pioggia è maggiore di un'ora:
i = intensità di pioggia corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 100 anni utilizzando la curva di possibilità di pioggia del PTCP ($H_p = 57.6 \text{ mm/h} \times t_p^{0.2630}$).
- Tutte le altre grandezze restano invariate rispetto al caso di $T_r = 20$ anni.

I criteri di progettazione delle reti fognarie interne e degli ulteriori dispositivi di laminazione saranno conformi ai criteri generali delle vigenti "Linee guida Hera per la progettazione, realizzazione e collaudo di reti fognarie".

**PRIMO INTERVENTO: vasca di laminazione su area aziendale di "Fiorano 1" [≅ 5 ha]
afferre alla fognatura pubblica DN1000 di via Ghiarola Nuova**

CALCOLO DEI PARAMETRI IDROLOGICI DI BASE

Con riferimento al primo intervento, l'area oggetto di attenuazione ha un'estensione pari a 49738 mq.

In base alle caratteristiche del bacino considerato, il tempo di corrivazione è stato fissato pari a 22 minuti, per cui inferiore all'ora; conseguentemente sono state stimate le intensità di pioggia di seguito riportate:

per $T_r = 20$ anni:

$$H_p (T_r 20) = 44.7 \text{ mm/h} \times (22 \text{ minuti}/60)^{0,3193} = 32.45 \text{ mm}$$

$$i (T_r 20) = 32.45 \text{ mm} \times 60 / 22 \text{ minuti} = 88.49 \text{ mm/h}$$

per $T_r = 100$ anni:

$$H_p (T_r 100) = 57.6 \text{ mm/h} \times (22 \text{ minuti}/60)^{0,3074} = 42.31 \text{ mm}$$

$$i (T_r 100) = 42.31 \text{ mm} \times 60 / 22 \text{ minuti} = 115.40 \text{ mm/h}$$

CALCOLO DEI PARAMETRI IDRAULICI DI PROGETTO

Per il primo intervento, per il reperimento dei volumi di attenuazione idraulica si sottolinea che la proprietà, in accordo con i tecnici della società Hera (gestore del sistema fognario recettore), per evitare di gravare ulteriormente sulla rete fognaria di via Ghiarola Nuova ha deciso di installare una vasca di laminazione di volume pari (non inferiore) a 2000 mc. Tale volumetria della vasca di laminazione si colloca come un intervento più virtuoso rispetto alla semplice attenuazione idraulica, in quanto il volume di laminazione risulta essere circa pari a 400 mc/ha. Infatti, come viene sottolineato all'interno delle norme di attuazione del PTCP: "In fase di prima applicazione si individua come parametro di riferimento per l'invarianza idraulica a cui i Comuni possono attenersi il valore di 300-500 mc/ha di volume di laminazione per ogni ettaro impermeabilizzato."

Dunque, le opere qui in progetto sono di fatto assimilabili più ad un intervento di invarianza idraulica (ripristinando condizioni similari a quelle agricole originarie, in termini di portate uscenti e di coefficiente udometrico) che di attenuazione idraulica!

Nello specifico, verrà realizzato un pozzetto scolmatore sulla tratta terminale della linea fognaria esistente terminale DN600 in cls, che – in corrispondenza della rampa di uscita carrabile - va a convogliare le sue acque meteoriche alla fogna pubblica DN1000 cls in strada.

A partire da tale pozzetto sarà realizzata sia la condotta di diversione DN600 PE, che convoglierà i volumi “eccedenti” rispetto alla portata di base “ammissibile” all’interno della vasca, sia una parete con foro “calibrato” al fondo per limitare appunto la portata in uscita dal lotto e stramazzo di troppo pieno di sicurezza atto ad evitare allagamenti indotti in azienda.

La vasca avrà dimensioni interne pari a 15 m x 60 m x H 2.50 m, con tirante massimo pari a 230 cm e franco di 20 cm.

Lo scarico del volume invasato avverrà – tramite uscita al fondo “strozzata” - su una seconda dorsale esistente in uscita dalla sede aziendale, DN800 in cls, situata appena a nord rispetto alla vasca. Il recettore finale sarà sempre la medesima dorsale esistente DN1000 su via Ghiarola Nuova.

Tuttavia, per evitare un rilascio eccessivo di portata durante gli eventi meteorologici più gravosi, cioè che adducano acqua al DN1000 contemporaneamente sia il foro sulla parete (lungo la linea aziendale DN600 cls intercettata) sia lo scarico di fondo della vasca (verso la linea aziendale DN800 cls ricevente), su quest’ultimo verrà installata una paratoia automatica di apertura e chiusura dotata di sensori di pioggia e di livello.

In questo modo sarà possibile rilasciare i volumi invasati in vasca solo al termine di tali eventi (48/72 ore dopo), quando cioè è verosimile che lungo la linea intercettata DN600 cls non vi sia più alcun deflusso di portata verso il DN1000 in strada.

A maggiore tutela della proprietà, verrà installata anche una valvola a clapet all’interno del pozzetto di ispezione a valle della vasca di laminazione, in corrispondenza dell’immissione (in apposito nuovo pozzetto) nel recettore aziendale finale DN800 cls.

Per una maggiore comprensione si rimanda alla planimetria del sistema fognario riportato nell’**Allegato 3** e alla relativa tavola di progetto generale.

In primis, va innanzitutto fissata la portata unitaria massima che si vuole attribuire alla dorsale esistente DN600 intercettata ed “attenuata idraulicamente”; la normativa richiede di riferirsi alla prestazionalità della rete con eventi a ricorrenza media ventennale ($T_r = 20$ anni).

L’evento critico, che a parità di tempo di ritorno definisce il valore massimo di portata, è caratterizzato da durata della pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino (T_c). Nel nostro caso, come già anticipato, possiamo considerare $T_c = 22$ minuti.

Avremo dunque che (**vedasi Allegato 4**):

$$Q_{p_max,20} = 0,9 \times (88.49 / 3600) \times (49738) = 1100.36 \text{ l/s}$$

Come già specificato in precedenza, l’aliquota massima di questa portata ammessa in uscita è pari, da normativa, al 50%.

Per questo, la massima portata in uscita dovrebbe essere impostata pari a:

$$Q_{out_max,20} = 1100.36 \times 0,50 = 550.18 \text{ l/s}$$

Come già anticipato, invece, il dispositivo volumetrico di laminazione (la vasca) andrà dimensionato utilizzando il tempo di ritorno pari a 100 anni.

Avremo dunque che (**vedasi allegato 5**):

$$Q_{p_max,100} = 0,9 \times (115.40 / 3600) \times (49738) = 1434.95 \text{ l/s}$$

Come già specificato in precedenza, l'aliquota massima di questa portata ammessa in uscita è pari da normativa al 50%.

Per questo, la massima portata in uscita viene imposta pari a:

$$Q_{out_max,100} = 1434.95 \times 0,50 = 717.47 \text{ l/s}$$

Avremo dunque che il volume della vasca di laminazione dovrà essere tale da trattenere tutto il volume esuberante la portata limite in uscita.

Ipotizzando il classico idrogramma di piena triangolare, con crescita da inizio evento a T_c ed esaurimento di pari durata da T_c a $2T_c$, e considerata la parte esuberante la portata limite appena stimata, si ha che per trattenere le acque nella vasca per l'evento pluviometrico con $T_r = 100$ anni e garantire una semplice attenuazione idraulica servirebbe una vasca di laminazione di volume minimo pari a 473.53 m^3 .

Per durate di pioggia superiori ($T_p > T_c$), l'idrogramma assume ovviamente una forma trapezoidale, rimanendo la portata massima fissa e costante per tutto l'intervallo di tempo tra T_c e T_p (naturalmente, con picchi di portata via via più bassi rispetto a quello massimo ottenibile per $T_p = T_c$).

Nel caso specifico, il volume massimo si ottiene proprio per $T_p = T_c = 22 \text{ min}$.

Alla luce delle seguenti considerazioni:

- Il progetto vuole essere virtuoso da un punto di vista idraulico;
- La vasca complessivamente avrà volume utile superiore a 2000 mc (esattamente, 2070 mc), come concordato con l'ente gestore;
- È interesse di EMILGROUP garantire il più alto sgravio idraulico possibile alla fogna recettrice di via Ghiarola Nuova, per cercare di evitare allagamenti, ancorché temporanei e di modesto tirante, nell'area pubblica (sedime stradale e banchina) dalla quale si accede al lotto aziendale.

Avremo dunque (vedasi Allegato 6) che:

- **Procedendo iterativamente per tentativi (abbassando sempre più la portata Q_{out_max} , partendo dai previsti 717.5 l/s) si ottiene che con i 2000 mc disponibili nella vasca di laminazione è possibile fissare a circa 140.00 l/s la portata massima in uscita (con la quale serve invasare poco meno di 2000 mc);**
- La riduzione del coefficiente udometrico ottenuta da progetto è quindi pari, sull'evento di pioggia a ricorrenza ventennale, a circa l'87% rispetto al valore "massimo" attuale, ben oltre le indicazioni normative;
- La riduzione del coefficiente udometrico ottenuta da progetto è quindi pari, sull'evento di pioggia a ricorrenza centennale (quello utilizzato per il dimensionamento della vasca), a circa il 90% rispetto al valore "massimo potenziale" attuale, ben oltre le indicazioni normative.

VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDOTTE FOGNARIE

Come citato in precedenza, vengono considerate come "sollecitazioni idrologiche" di calcolo gli eventi pluviometrici con tempo di ritorno $T_r = 20$ anni per la verifica delle reti fognarie. Tale verifica è stata condotta per la dorsale DN_i 600 PE, la quale parte dal pozzetto scolmatore e termina nella vasca di laminazione.

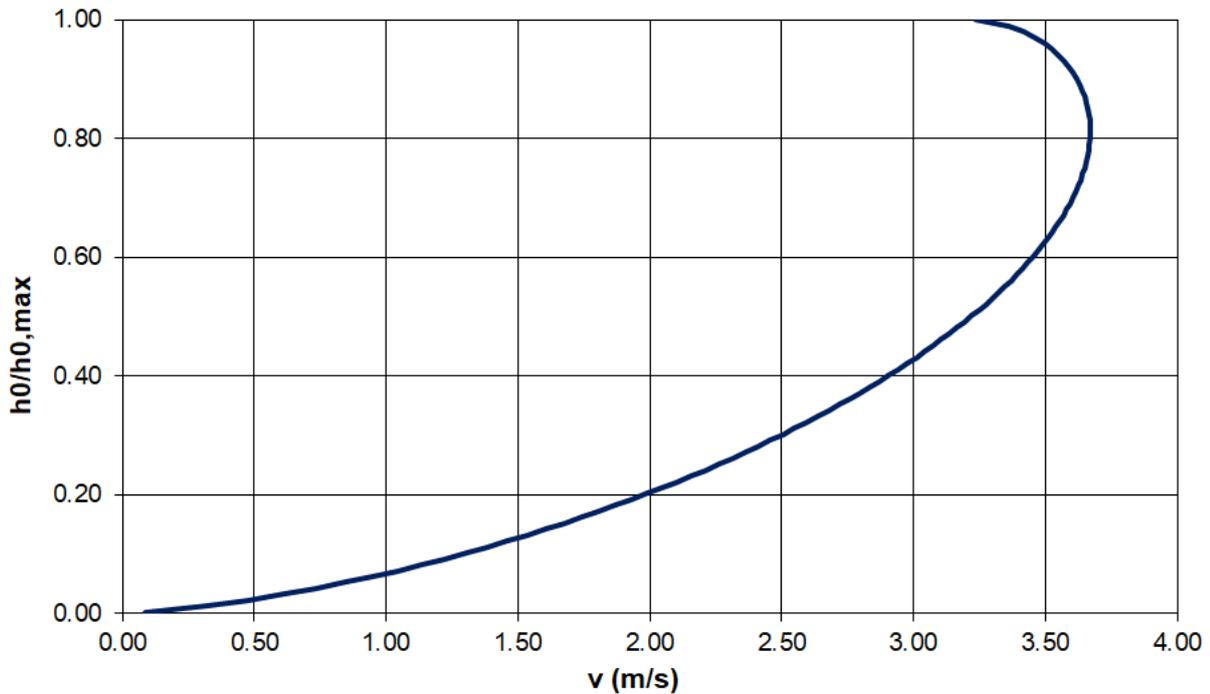
La $Q_{max,20}$ risulta essere pari a 1100.36 l/s .

Dalle verifiche condotte la portata massima transitabile all'interno della condotta risulta essere pari a 979 l/s .

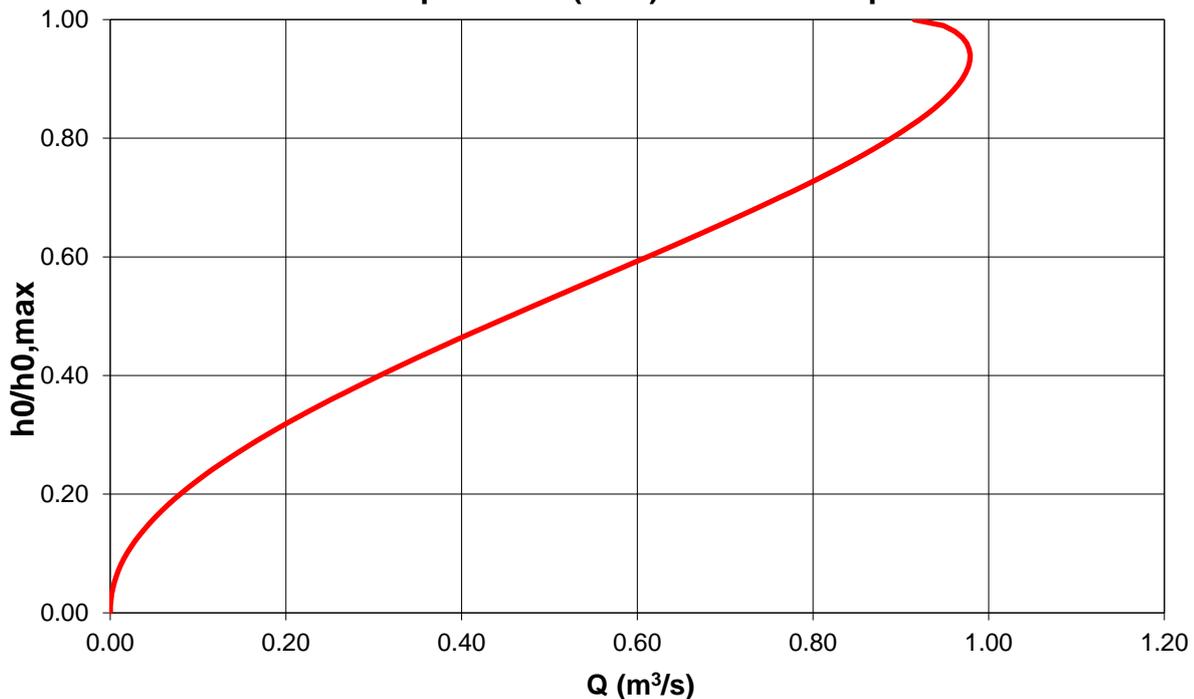
Considerando la portata massima in uscita della strozzatura (foro su parete) ubicata all'interno del pozzetto scolmatore (140 l/s); la portata che scorrerà all'interno della condotta DN600 PE sarà pari alla differenza tra la $Q_{max,20}$ e $Q_{out,max}$: $1100.36 \text{ l/s} - 140 \text{ l/s} = 960.36 \text{ l/s} < 979 \text{ l/s}$.

La condotta risulta quindi essere verificata per la portata ventennale.

Velocità idrica (m/s) - PE DN600 - p = 1.3%



Scala delle portate Q (m^3/s) - PE DN600 - p = 1.3 %



VERIFICA IDRAULICA DELLE DIMENSIONI DELLE STROZZATURE FINALI

Per ultimo, resta solamente da verificare l'efficacia idraulica della tubazione terminale, avente la funzione di "strozzatura limitatrice di portata" in uscita verso il DN1000 recettore.

Per determinare il diametro della strozzatura verrà utilizzata la portata uscente determinata iterativamente come illustrato precedentemente.

Per stimare la portata defluente dalla strozzatura, si possono usare diverse formule, dipendenti dalle modalità idrauliche di funzionamento nel condotto e quindi dalle condizioni al contorno.

In particolare, ipotizzando (**molto cautelativamente**) un funzionamento a battente con tratto breve e sbocco libero, la portata è calcolabile mediante la seguente formula:

$$Q = \mu A (2 g h)^{0.5}$$

con:

Q portata,

$$\mu = 0,6$$

h = battente idraulico a monte, rispetto al baricentro della strozzatura.

FORO SULLA PARETE DEL POZZETTO SCOLMATORE

Tale formula si adatta bene ai tratti brevi per i quali si instaura un funzionamento a battente con sbocco libero, cioè mai rigurgitato dai livelli contestuali del recettore di valle (la fogna esistente): è dunque perfetta per la strozzatura principale, il foro sulla parete del pozzetto scolmatore sulla linea DN600 aziendale.

Il battente h deve essere calcolato tra il massimo livello raggiunto nel sistema (+1.60, quota di sicurezza dello sfioro di troppo pieno) ed il baricentro della strozzatura, il cui fondo è a quota 0.90.

La portata massima scaricabile in corrispondenza della condotta limitatrice di portata risulta pari a:

$$Q_{MAX} = 140 \text{ l/s}$$

Dimensionamento Strozzatura			
Portata amm.le	140.00 l/sec		
Battente massimo	55 cm		
Diametro	296.6 mm	PVC DN315 SN8	
Portata defluente	136.11 l/sec		

Con un foro realizzato con un tronchetto di DN315 PVC SN8, di diametro netto pari a quasi 30 cm, si ha il baricentro della strozzatura è a quota 1.05 e dunque che il battente massimo è pari a 55 cm.

In tali condizioni idrauliche, il foro lascia passare al massimo 136 l/s, dunque un valore conforme alla massima portata ammissibile.

TUBAZIONE DI SCARICO DI FONDO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

La formula prima utilizzata si adatta bene ai tratti brevi per i quali si instaura un funzionamento a battente con sbocco libero, cioè mai rigurgitato dai livelli contestuali del recettore di valle (la fogna esistente): è dunque cautelativa ma comunque affidabile anche per la strozzatura “secondaria”, cioè lo scarico di fondo della vasca di laminazione che si attiva (grazie ad una paratoia di regolazione, attivata grazie a sensori di pioggia temporizzati solo ad evento pluviometrico concluso da tempo) solo in tempi diversi e dunque alternativamente alla strozzatura principale appena dimensionata..

Il battente h deve essere calcolato tra il massimo livello raggiunto nel sistema ed il baricentro della strozzatura, il cui fondo è a quota +0.90.

Per stimare il massimo livello presente in vasca al momento dell’apertura dello scarico di fondo della vasca, si deve tenere conto del fatto che la porzione più alta dei volumi invasati in vasca (tra quota 1.40 e quota 1.10) rientrerà a gravità, in coda all’evento meteorico, sempre nella dorsale principale DN600, sfruttando in contropendenza – per il principio dei vasi comunicanti di Archimede – la tubazione di diversione DN600 PE, la cui quota di partenza è pari a 1.10. Dunque, al momento dell’entrata in funzione dello scarico di fondo della vasca, in quest’ultima avremo un livello idrico non più alto di 1.10.

La portata massima scaricabile in corrispondenza della condotta limitatrice di portata risulta sempre pari a:

$$Q_{MAX} = 140 \text{ l/s}$$

Dimensionamento Strozzatura			
Portata amm.le	140.00	l/sec	
Battente massimo	189	cm	
Diametro	221	mm	PVC DN250 SN8
Portata defluente	140.08	l/sec	

Dimensionamento Strozzatura			
Portata amm.le	140.00	l/sec	
Battente massimo	188	cm	
Diametro	235.4	mm	PVC DN250 SN8
Portata defluente	158.51	l/sec	

Si evince dalle tabelle di calcolo sopra riportate che sarebbe necessario un diametro di 221 mm; tuttavia non esiste un diametro commerciale di tale dimensione.

In virtù delle scelte cautelative effettuate in precedenza ovvero l’ipotesi di tratto breve, sebbene nella realtà la strozzatura risulti essere lunga alcuni metri (e dunque il funzionamento idraulico reale sarà “intermedio” tra questa condizione estrema e quella classica di moto uniforme), e l’ipotesi di sbocco d libero, la quale non sarà sempre verificata a causa della situazione critica su via Ghiarola Nuova, si considera adeguato, grazie alle scelte cautelative succitate, l’installazione di una condotta DN250 in PVC, che in teoria può portare fino a 158 l/s ma che in realtà, come detto, porterà molto meno, sicuramente sotto i 140 l/s definiti.

Inoltre, si deve tener conto che per i presenti calcoli dello scarico di fondo della vasca si è sempre considerata la vasca completamente piena fino alla quota di 1.10, condizione che dovrebbe verificarsi solamente per l'evento secolare ($Tr = 100$ anni) o Tr di poco inferiore; visto che la rete interna fognaria è in realtà adeguata all'evento ventennale ($Tr = 20$ anni), è probabile che riescano ad arrivare in vasca deflussi inferiori a quelli massimi di calcolo con la piena centenaria, e dunque che il battente massimo iniziale sulla strozzatura sarà molto spesso inferiore ai 188 cm sopra calcolati.

In ultimo, al progressivo svuotarsi della vasca è chiaro che le portate in uscita dallo scarico di fondo andranno di pari passo a diminuire durante l'intero ciclo di svuotamento, calando il battente man mano presente a monte del DN250.

mu = 0,6	Diametro tubo di scarico (mm)									
	80	100	120	150	160	180	200	250	296	315
battente	portata defluente in l/sec									
h (m)										
0.2	5.97	9.33	13.44	20.99	23.88	30.23	37.32	58.31	81.75	92.58
0.3	7.31	11.43	16.45	25.71	29.25	37.02	45.71	71.42	100.12	113.38
0.4	8.44	13.19	19.00	29.69	33.78	42.75	52.78	82.47	115.61	130.92
0.5	9.44	14.75	21.24	33.19	37.77	47.80	59.01	92.20	129.25	146.88
0.6	10.34	16.16	23.27	36.36	41.37	52.36	64.64	101.00	141.59	160.35
0.7	11.17	17.45	25.14	39.27	44.68	56.55	69.82	109.09	152.93	173.20
0.8	11.94	18.66	26.87	41.99	47.77	60.46	74.64	116.63	163.49	185.15
0.9	12.67	19.79	28.50	44.53	50.67	64.13	79.17	123.70	173.41	196.39
1.0	13.35	20.86	30.04	46.94	53.41	67.59	83.45	130.39	182.79	207.01
1.1	14.00	21.88	31.51	49.23	56.02	70.89	87.52	136.76	191.71	217.11
1.2	14.63	22.85	32.91	51.42	58.51	74.05	91.42	142.84	200.24	226.77
1.25	14.93	23.33	33.59	52.48	59.71	75.57	93.30	145.78	204.37	231.44
1.3	15.22	23.79	34.25	53.52	60.89	77.07	95.15	148.67	208.41	236.03
1.4	15.80	24.69	35.55	55.54	63.19	79.98	98.74	154.28	216.28	244.94
1.5	16.35	25.55	36.79	57.49	65.41	82.79	102.21	159.70	223.87	253.53
1.6	16.89	26.39	38.00	59.38	67.56	85.50	105.56	164.93	231.21	261.85
1.7	17.41	27.20	39.17	61.20	69.64	88.13	109.61	170.01	238.33	269.91
1.8	17.91	27.99	40.31	62.98	71.65	90.69	111.96	174.94	245.24	277.73
1.9	18.40	28.76	41.41	64.70	73.62	93.17	115.03	179.73	251.96	285.34
2.00	18.88	29.50	42.49	66.38	75.53	95.59	118.02	184.40	258.50	292.76
2.1	19.35	30.23	43.54	68.02	77.40	97.95	120.93	188.96	264.89	299.99
2.2	19.80	30.94	44.56	69.62	79.22	100.26	123.78	193.40	271.12	307.04

Inoltre, si sottolinea che essendo la presa verso la vasca a quota +0.90 ed essendo lo scorrimento della relativa strozzatura DN315 alla medesima quota, in quanto posizionati all'inizio della ripida rampa di accesso al lotto privato, le esatte quote all'innesto fognario nel DN1000 pubblico non dovrebbero avere interferenze idrauliche col funzionamento della nostra opera di presa, essendo la vasca molto più in alto.

Di fatto, la strozzatura DN315, che funge da stacco tra monte e valle, non potrà mai essere rigurgitata dal collettore recettore di valle, in quanto l'acqua uscirebbe prima a livello stradale (quote nell'ordine di + 0.00), e dunque essa funzionerà sempre e comunque "liberamente".

In conclusione, si dichiara che i fori/tratti di fognatura a sezione ristretta, che fungono da limitatore di portata verso il recettore DN1000, sono stati correttamente dimensionati.

SECONDO INTERVENTO: sistemi di attenuazione idraulica su area aziendale di "Fiorano 2"
[≅ 1 ha] afferente alla fognatura pubblica DN1000 proveniente da Via San Pietro

CALCOLO DEI PARAMETRI IDROLOGICI DI BASE

Con riferimento al secondo intervento, l'area oggetto di attenuazione ha un'estensione pari a 9924 mq.

In base alle caratteristiche del bacino considerato, il tempo di corrivazione è stato fissato pari a 10 minuti, per cui inferiore all'ora; conseguentemente, sono state stimate le intensità di pioggia di seguito riportate:

per $Tr = 20$ anni:

$$H_p (Tr 20) = 44.7 \text{ mm/h} \times (10 \text{ minuti}/60)^{0,3193} = 25.23 \text{ mm}$$

$$i (Tr 20) = 25.23 \text{ mm} \times 60 / 10 \text{ minuti} = 151.35 \text{ mm/h}$$

per $Tr = 100$ anni:

$$H_p (Tr 100) = 57.6 \text{ mm/h} \times (10 \text{ minuti}/60)^{0,3074} = 33.21 \text{ mm}$$

$$i (Tr 100) = 33.21 \text{ mm} \times 60 / 10 \text{ minuti} = 199.24 \text{ mm/h}$$

CALCOLO DEI PARAMETRI IDRAULICI DI PROGETTO

Come già precedentemente anticipato, la verifica delle reti fognarie dovrà essere implementato con riferimento ad eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 20 anni, mentre il dimensionamento dei dispositivi di laminazione dovrà essere implementato per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni.

Per il dimensionamento dei dispositivi di invarianza si sottolinea che la portata ammessa in uscita è pari al 50% della portata defluente dall'area oggetto di attenuazione.

Tenuto conto dell'estensione di 9924 mq dell'area oggetto di attenuazione, risulta che (**vedasi Allegato 7 e Allegato 8**):

$$Q_{p_max,20} = 0,9 \times (151.35 / 3600) \times (9924) = 375.51 \text{ l/s}$$

$$Q_{p_max,100} = 0,9 \times (199.24 / 3600) \times (9924) = 494.31 \text{ l/s}$$

$$Q_{out_max} = 375.51 \times 0,50 = 187.76 \text{ l/s}$$

Il dimensionamento dei dispositivi di laminazione dovrà essere dunque implementato al fine di reperire la totalità del volume esuberante la portata limite in uscita.

Con riferimento all'idrogramma di piena triangolare, con crescita da inizio evento a T_c ed esaurimento di pari durata da T_c a $2T_c$, e considerata la parte esuberante la portata limite appena stimata, il volume massimo di attenuazione risulta pari a 114.07 mc.

Per durate di pioggia superiori ($T_p > T_c$), l'idrogramma assume una forma trapezoidale, rimanendo la portata massima fissa e costante per tutto l'intervallo di tempo tra T_c e T_p (naturalmente, con picchi di portata via via più bassi rispetto a quello massimo ottenibile per $T_p = T_c$).

Nel caso specifico, **il volume massimo si ottiene per $T_p = 12$ min, ovvero per una durata di pioggia di poco superiore al tempo di corrivazione $T_c = 10$ min; in particolare il volume massimo da reperire ai fini dell'attenuazione idraulica è pari a 114.39 mc.**

Per il reperimento dei volumi di laminazione verranno di seguito descritte due differenti possibili soluzioni idrauliche e quindi costruttive.

La prima proposta consiste nella realizzazione di una depressione morfologica avente sedime nell'area verde privata localizzata in adiacenza al confine Nord-Ovest di comparto, caratterizzata da una superficie al fondo di 927 mq e in sommità di 1067 mq, con altezza di 20 cm e sponde con pendenza 1:3; considerando un tirante idrico utile di 15 cm (con speco d'acqua di 1032 mq) e un franco di sicurezza di 5 cm, il volume massimo invasabile all'interno della depressione è pari a 147 mc circa.

La depressione sarà dunque in grado di accumulare temporaneamente la totalità del volume di attenuazione idraulica pari a 114.39 mc, essendo la sua capacità di vaso pari a 147 mc circa, quando l'intera fognatura andrà in carico "indotto" dalla presenza della semistrozzatura installata appositamente in uscita.

Oltre alla depressione verrà realizzato anche un tratto fognario DN500 PVC, posato parallelamente (a debita distanza) alla fognatura pubblica esistente DN1000 cls, la quale si sviluppa proprio entro il lotto privato in direzione Sud-Nord, in adiacenza al confine Ovest del lotto qui oggetto di trattazione.

Mediante il nuovo tratto fognario DN500 pvc verranno intercettati i n. 3 rami fognari esistenti DN300 di drenaggio delle acque meteoriche defluenti proprio dall'area oggetto di attenuazione.

Il nuovo ramo fognario di progetto convoglierà dunque le acque meteoriche derivanti dai tre rami fognari esistenti in un pozzetto di ispezione da prevedersi immediatamente a valle della depressione morfologica; nel pozzetto succitato verrà inoltre collegata, mediante un breve tratto fognario DN400 pvc, la caditoia di carico/scarico (di dimensione interna 60 x 60 cm) della stessa depressione morfologica.

Le portate meteoriche in arrivo al pozzetto di ispezione verranno infine smaltite, mediante un tratto fognario di progetto DN315 PVC (vedansi i calcoli a seguire) avente funzione di strozzatura limitatrice di portata ai fini dell'attenuazione idraulica, prima dell'immissione nella fognatura esistente pubblica DN1000 cls.

La seconda proposta consiste invece nella realizzazione di un solo ramo fognario sovradimensionato, anch'esso con sedime parallelo alla fognatura esistente DN1000 cls, il quale andrà sempre ad intercettare i n. 3 rami fognari esistenti DN300 a servizio dell'area oggetto di attenuazione, similmente dunque al ramo di progetto DN500 pvc proposto con la precedente soluzione.

Differentemente dalla precedente soluzione, il ramo fognario di progetto verrà realizzato mediante scatolari prefabbricati di dimensione interna 1.20 x H 1.00 m, volutamente sovradimensionati, fungendo così anche da dispositivo di accumulo in linea per i necessari volumi di attenuazione idraulica.

In particolare, prevedendo un tratto fognario di lunghezza complessiva pari a 87 m circa costituito da scatolari prefabbricati di dimensione interna 1.20 x H 1.00 m, il volume utile reperibile al suo interno è pari a 104.40 mc, ai quali vanno aggiunti i volumi forniti dai due pozzetti d'ispezione di nuovo impianto (di testa e terminale) di dimensioni 2.0 x 2.0 e con altezza idrica utile di almeno 180 cm, che forniscono quindi un volume pari a 14.40 mc; in totale, quindi, si reperiscono 118.80 mc, a fronte dei 114.39 mc minimi richiesti ai fini dell'attenuazione idraulica.

Come già anticipato in precedenza, questa seconda soluzione tecnica appare dal punto di vista idraulico nettamente più performante, in quanto il volume utile "comincia a lavorare" molto prima (essendo a quote più profonde) ed in maniera più semplice e gestibile (poiché non vi è presenza di aree a verde da mantenere e di caditoie, facilmente intasabili nel tempo).

Le portate meteoriche convogliate dal tratto fognario di progetto verranno smaltite, analogamente alla soluzione precedentemente esposta, nella fognatura esistente DN1000 cls, mediante un tratto fognario DN315 pvc avente funzione di strozzatura limitatrice di portata.

Per una maggiore comprensione si rimanda alle planimetrie del sistema fognario riportate nell'**Allegato 9** (prima proposta) e nell'**Allegato 10** (seconda proposta), oltre alla relativa tavola di progetto generale.

VERIFICA IDRAULICA DELLE CONDOTTE FOGNARIE

Come anticipato in precedenza, il dimensionamento delle reti fognarie dovrà essere svolto con riferimento ad eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 20 anni, in osservanza alla normativa vigente in materia.

Tale verifica è stata condotta per la dorsale DN500 pvc di progetto prevista con la prima proposta, e per lo scatolare 1.20 x H 1.00 m previsto nella seconda proposta.

Dalle stime precedentemente implementate la portata massima ventennale defluente dall'area oggetto di attenuazione, di estensione pari a 9924 mq, è di 375.51 l/s:

$$Q_{p_max,20} = 0,9 \times (151.35 / 3600) \times (9924) = 375.51 \text{ l/s}$$

CONDOTTA DN500 PVC – PRIMA PROPOSTA

La verifica dell'efficienza idraulica della condotta verrà svolta mediante l'applicazione della formula di moto uniforme di Chezy, che permette di determinare la portata massima smaltibile dalla condotta considerando la condizione di bocca piena della stessa:

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

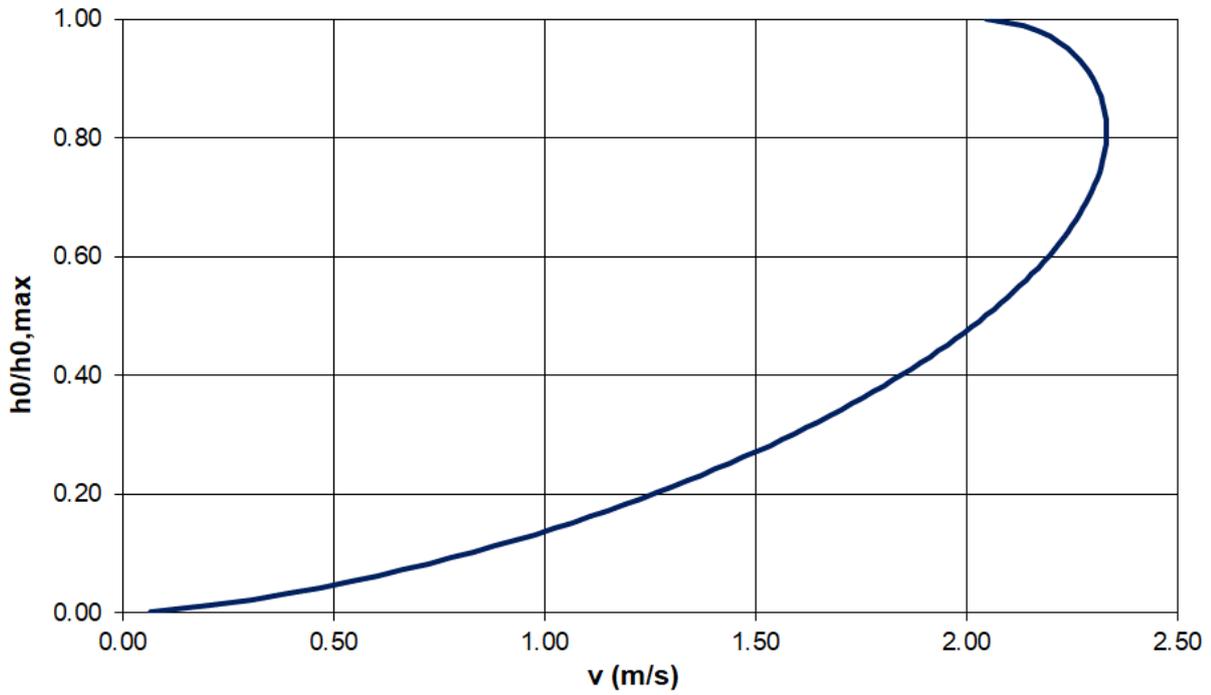
con k_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A l'area bagnata della condotta, R il raggio idraulico (pari a $D/4$ per le condotte circolari) e i la pendenza di posa della condotta.

Dall'applicazione della formula di Chezy, considerando un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a $0.0105 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta DN500 pvc con pendenza di posa pari allo 0.8% è pari a 383 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 375.51 l/s.

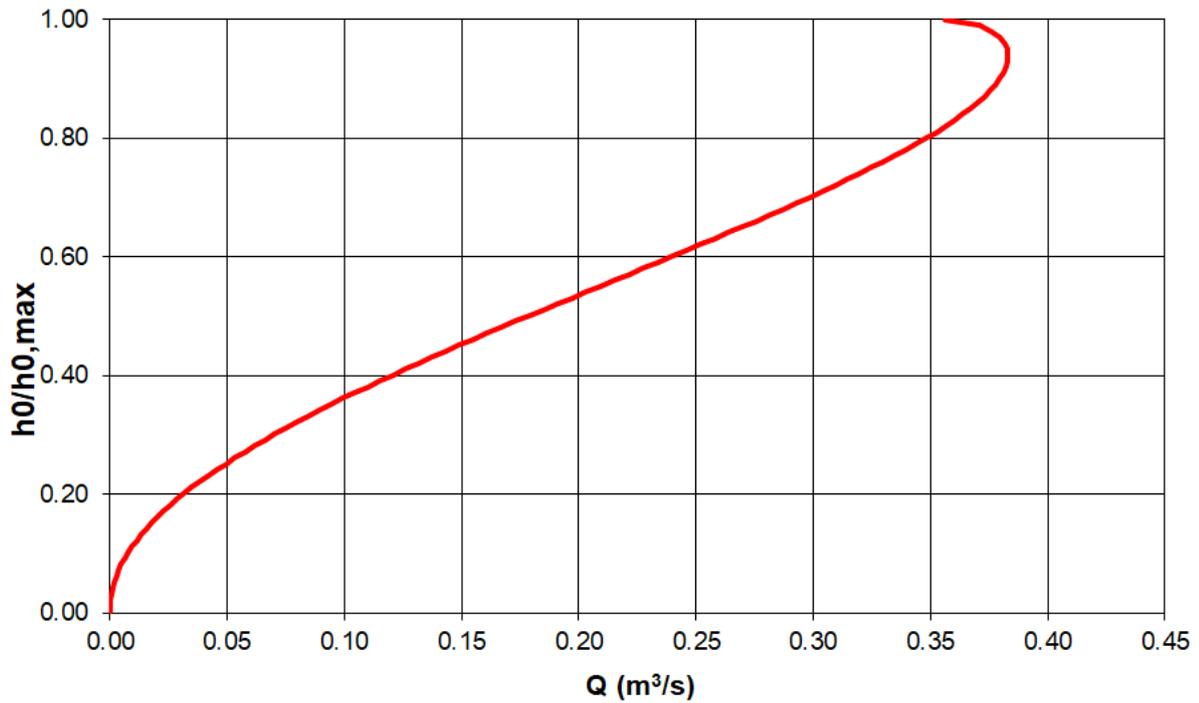
La condotta di progetto DN500 pvc con pendenza 0.8% risulta dunque correttamente dimensionata per l'evento ventennale.

Si allega di seguito la scala delle portate e della velocità per la condotta DN500 pvc con pendenza di posa pari allo 0.8%.

Velocità idrica (m/s) - PVC DN500 - p = 0.80%



Scala delle portate Q (m³/s) - PVC DN500 - p = 0.80%



SCATOLARE 1.20 x H 1.00 m – SECONDA PROPOSTA

Il dimensionamento dello scatolare viene svolto mediante l'applicazione della formula di Bazin II riferita a manufatti con sezione rettangolare:

$$Q = A V$$

$$V = K \sqrt{R J}$$

$$K = \frac{87 \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma}$$

con A l'area bagnata dello scatolare, R il raggio idraulico pari al rapporto tra l'area bagnata e il contorno bagnato dello scatolare, J la pendenza di posa dello scatolare e γ il coefficiente di scabrezza.

Dall'applicazione della formula di Bazin II, considerando un coefficiente di scabrezza pari a $0.46 \text{ m}^{1/2}$, ovvero rappresentativo di canali con pareti scabre in cemento o in muratura (cioè in esercizio prolungato), la portata massima smaltibile dallo scatolare di dimensione interna 1.20 x H 1.00 m con pendenza di posa pari allo 0.1% è pari a 1150 l/s con franco nullo, per cui nettamente superiore alla sollecitazione massima di 375.51 l/s. In particolare, la portata meteorica afferente allo scatolare verrà smaltita con un franco di sicurezza pari a 56 cm circa; infatti con tale franco lo scatolare è in grado di convogliare verso valle una portata pari a 380 l/s.

Lo scatolare di progetto di dimensione interna 1.20 x H 1.00 m con pendenza 0.1% risulta dunque correttamente dimensionato per l'evento ventennale; si sottolinea che il sovradimensionamento dello scatolare è funzionale al reperimento dei volumi minimi di attenuazione idraulica precedentemente stimati.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo impiegati per la verifica idraulica dello scatolare di progetto: il primo foglio è riferito all'officiosità idraulica massimo dello scatolare (a franco nullo, a ancora con funzionamento a gravità e non in pressione), mentre dal secondo foglio si evince il franco con il quale lo scatolare smaltisce la portata di picco per eventi a ricorrenza media ventennale.

dim. int. 1.20 x H 1.00 m - franco nullo

Manufatto rettangolare

Formula di Bazin II

$$Q = AV \quad A = \text{Area tombinata}$$

$$V = K \sqrt{RJ} \quad R = A/C$$

$$K = \frac{87 \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma} \quad C = \text{Contorno bagnato}$$

$$\quad \quad \quad J = \text{Pendenza dello scatolare}$$

$$\quad \quad \quad \gamma = \text{coefficiente di scabrezza}$$

franco = 0.00 m

J = 0.00100 m/m

Canali con pareti scabre in cemento o in muratura ▼

$\gamma = 0.46 \text{ m}^{1/2}$

SCATOLARI PREFABBRICATI (franco F)							
base (mm)		altezza (mm)	Area (mq)	R	K	V (m/sec)	Officiosità Q_M (mc/sec)
1000	x	800	0.80	0.31	47.56	0.83	0.67
1200	x	800	0.96	0.34	48.72	0.90	0.87
1200	x	1000	1.20	0.38	49.68	0.96	1.15
1500	x	1000	1.50	0.43	51.10	1.06	1.59
1600	x	1000	1.60	0.44	51.48	1.09	1.74
1750	x	1000	1.75	0.47	51.99	1.12	1.97
2000	x	1000	2.00	0.50	52.71	1.18	2.36
2500	x	1000	2.50	0.56	53.80	1.27	3.17
2100	x	1100	2.31	0.54	53.45	1.24	2.86
2000	x	1250	2.50	0.56	53.80	1.27	3.17
2250	x	1250	2.81	0.59	54.45	1.32	3.73
2500	x	1250	3.13	0.63	55.00	1.37	4.30
3000	x	1250	3.75	0.68	55.87	1.46	5.47
2000	x	1500	3.00	0.60	54.58	1.34	4.01
2500	x	1500	3.75	0.68	55.87	1.46	5.47
3000	x	1500	4.50	0.75	56.82	1.56	7.00
3500	x	1500	5.25	0.81	57.55	1.64	8.59
2200	x	1700	3.74	0.67	55.67	1.44	5.38
2500	x	1750	4.38	0.73	56.54	1.53	6.68
2750	x	1750	4.81	0.77	57.08	1.58	7.62
3000	x	1750	5.25	0.81	57.55	1.64	8.59
3500	x	1800	6.30	0.89	58.45	1.74	10.97
2500	x	2000	5.00	0.77	57.07	1.58	7.91
2750	x	2000	5.50	0.81	57.63	1.65	9.05
3000	x	2000	6.00	0.86	58.12	1.70	10.21
3250	x	2000	6.50	0.90	58.55	1.75	11.40
3000	x	2250	6.75	0.90	58.59	1.76	11.86
3750	x	2000	7.50	0.97	59.28	1.84	13.83
4000	x	2000	8.00	1.00	59.59	1.88	15.07
3500	x	2250	7.88	0.98	59.44	1.86	14.69
3750	x	2250	8.44	1.02	59.80	1.91	16.14
4000	x	2200	8.80	1.05	60.02	1.94	17.10
4000	x	2250	9.00	1.06	60.12	1.96	17.61
4000	x	2500	10.00	1.11	60.57	2.02	20.19
4500	x	2500	11.25	1.18	61.15	2.10	23.67
5000	x	3000	15.00	1.36	62.41	2.30	34.57
6000	x	3000	18.00	1.50	63.25	2.45	44.09

Dimensione scelta (standard o utente):

1200	x	1000	1.20	0.38	49.68	0.96	1.15
------	---	------	------	------	-------	------	------

dim. int. 1.20 x H 1.00 m - franco 56 cm

Manufatto rettangolare

Formula di Bazin II

$$Q = AV$$

$$V = K \sqrt{RJ}$$

$$K = \frac{87 \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma}$$

A = Area tombinata
R = A/C
C = Contorno bagnato
J = Pendenza dello scatolare
 γ = coefficiente di scabrezza

franco = 0.56 m

J = 0.00100 m/m

Canali con pareti scabre in cemento o in muratura ▼

$\gamma = 0.46 \text{ m}^{1/2}$

SCATOLARI PREFABBRICATI (franco F)							
base (mm)		altezza (mm)	Area (mq)	R	K	V (m/sec)	Officiosità Q_M (mc/sec)
1000	x	800	0.24	0.16	40.61	0.52	0.12
1200	x	800	0.29	0.17	41.21	0.54	0.16
1200	x	1000	0.53	0.25	45.48	0.72	0.38
1500	x	1000	0.66	0.28	46.44	0.77	0.51
1600	x	1000	0.70	0.28	46.69	0.79	0.55
1750	x	1000	0.77	0.29	47.02	0.80	0.62
2000	x	1000	0.88	0.31	47.48	0.83	0.73
2500	x	1000	1.10	0.33	48.16	0.87	0.96
2100	x	1100	1.13	0.36	49.14	0.93	1.05
2000	x	1250	1.38	0.41	50.58	1.02	1.41
2250	x	1250	1.55	0.43	51.07	1.06	1.64
2500	x	1250	1.73	0.44	51.48	1.09	1.87
3000	x	1250	2.07	0.47	52.12	1.13	2.35
2000	x	1500	1.88	0.48	52.38	1.15	2.17
2500	x	1500	2.35	0.54	53.44	1.24	2.91
3000	x	1500	2.82	0.58	54.20	1.30	3.67
3500	x	1500	3.29	0.61	54.78	1.35	4.46
2200	x	1700	2.51	0.56	53.88	1.27	3.20
2500	x	1750	2.98	0.61	54.75	1.35	4.02
2750	x	1750	3.27	0.64	55.21	1.39	4.56
3000	x	1750	3.57	0.66	55.60	1.43	5.11
3500	x	1800	4.34	0.73	56.49	1.52	6.61
2500	x	2000	3.60	0.67	55.69	1.44	5.19
2750	x	2000	3.96	0.70	56.18	1.49	5.90
3000	x	2000	4.32	0.73	56.62	1.53	6.63
3250	x	2000	4.68	0.76	56.99	1.57	7.37
3000	x	2250	5.07	0.79	57.39	1.62	8.20
3750	x	2000	5.40	0.81	57.63	1.64	8.88
4000	x	2000	5.76	0.84	57.89	1.68	9.65
3500	x	2250	5.92	0.86	58.15	1.71	10.09
3750	x	2250	6.34	0.89	58.47	1.74	11.05
4000	x	2200	6.56	0.90	58.60	1.76	11.54
4000	x	2250	6.76	0.92	58.76	1.78	12.02
4000	x	2500	7.76	0.98	59.44	1.87	14.48
4500	x	2500	8.73	1.04	59.97	1.94	16.90
5000	x	3000	12.20	1.23	61.53	2.16	26.38
6000	x	3000	14.64	1.35	62.30	2.29	33.45

Dimensione scelta (standard o utente):

1200	x	1000	0.53	0.25	45.48	0.72	0.38
------	---	------	------	------	-------	------	------

VERIFICA IDRAULICA DELLA DIMENSIONE DELLA STROZZATURA FINALE

Rimane ora da verificare la tubazione terminale, avente la funzione di "strozzatura limitatrice di portata" in uscita verso il DN1000 recettore.

Per determinare il diametro della strozzatura si farà riferimento alla portata ammessa in uscita, precedentemente stimata, pari a 187.76 l/s, ovvero il 50% della portata defluente dall'area oggetto di attenuazione.

$$Q_{out_max} = 375.51 \times 0,50 = 187.76 \text{ l/s}$$

Per stimare la portata defluente dalla strozzatura, si possono usare diverse formule, dipendenti dalle modalità idrauliche di funzionamento nel condotto e quindi dalle condizioni al contorno.

In particolare, ipotizzando (**molto cautelativamente**) un funzionamento a battente con tratto breve e sbocco libero, la portata è calcolabile mediante la seguente formula:

$$Q = \mu A (2 g h)^{0.5}$$

con:

Q portata,

$$\mu = 0,6$$

h = battente idraulico a monte, rispetto al baricentro della strozzatura.

Tale formula si adatta bene ai tratti brevi per i quali si instaura un funzionamento a battente con sbocco libero, cioè mai rigurgitato dai livelli contestuali del recettore di valle (la fogna esistente).

Considerando un battente di 1.80 m circa (tra quota piazzale e baricentro della strozzatura in uscita), la portata massima teoricamente ammessa di 187.76 l/s transita con un diametro interno di 259 mm.

Dimensionamento Strozzatura	
Portata amm.le	187.76 l/sec
Battente massimo	180 cm
Diametro	259 mm
Portata defluente	187.76 l/sec

La strozzatura limitatrice di portata verrà dunque realizzata mediante la posa di una condotta DN315 pvc (diametro interno 296.6 mm), ovvero il diametro commerciale più vicino al diametro teorico sopra stimato: in particolare, considerando sempre il funzionamento a battente, la condotta DN315 pvc è in grado di smaltire verso valle una portata pari a 246 l/s, per cui leggermente superiore della portata ammessa.

Dimensionamento Strozzatura				
Portata amm.le	187.76 l/sec			
Battente massimo	180 cm			
Diametro	296.6 mm	PVC DN315 SN8		
Portata defluente	246.23 l/sec			

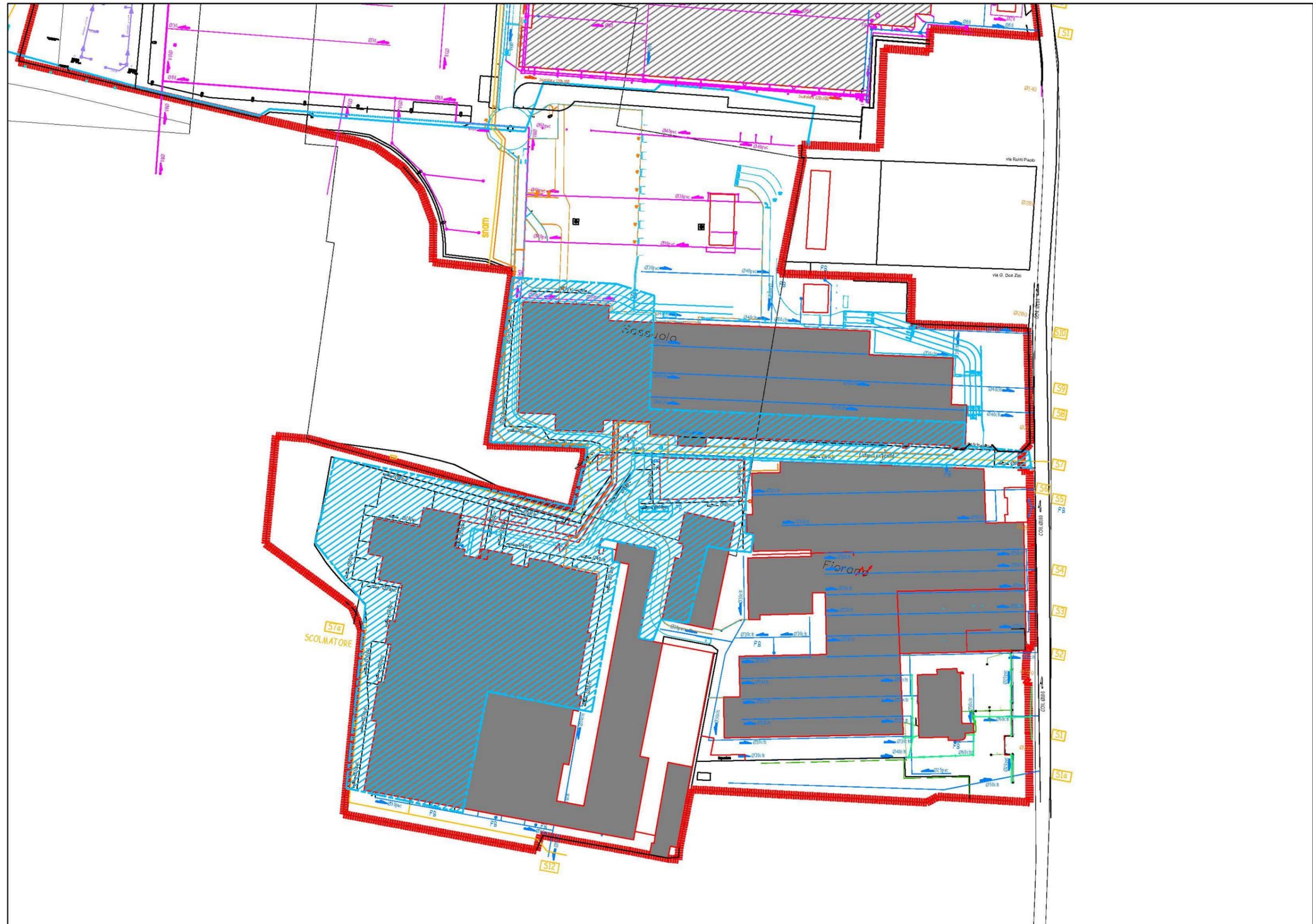
Tuttavia si sottolinea che il funzionamento a battente si adatta bene ai tratti brevi per i quali si instaura un funzionamento a battente e sbocco libero.

Nei tratti di media lunghezza, come nel caso qui esaminato in cui la strozzatura ha una lunghezza di 4.00 m circa, è più plausibile ipotizzare l'instaurarsi, dopo un transitorio, di un funzionamento in condizioni di moto uniforme o quasi.

Il reale funzionamento del tratto strozzato sarà dunque intermedio tra il funzionamento a battente e quello in moto uniforme, e comunque più verosimile al moto uniforme il quale permette alla condotta lo smaltimento di una portata inferiore rispetto al funzionamento a battente, e quindi confrontabile con la portata ammessa in uscita precedentemente stimata.

In conclusione, la condotta DN315 pvc avente funzione di condotta limitatrice di portata verso il recettore DN1000 risulta correttamente dimensionata.

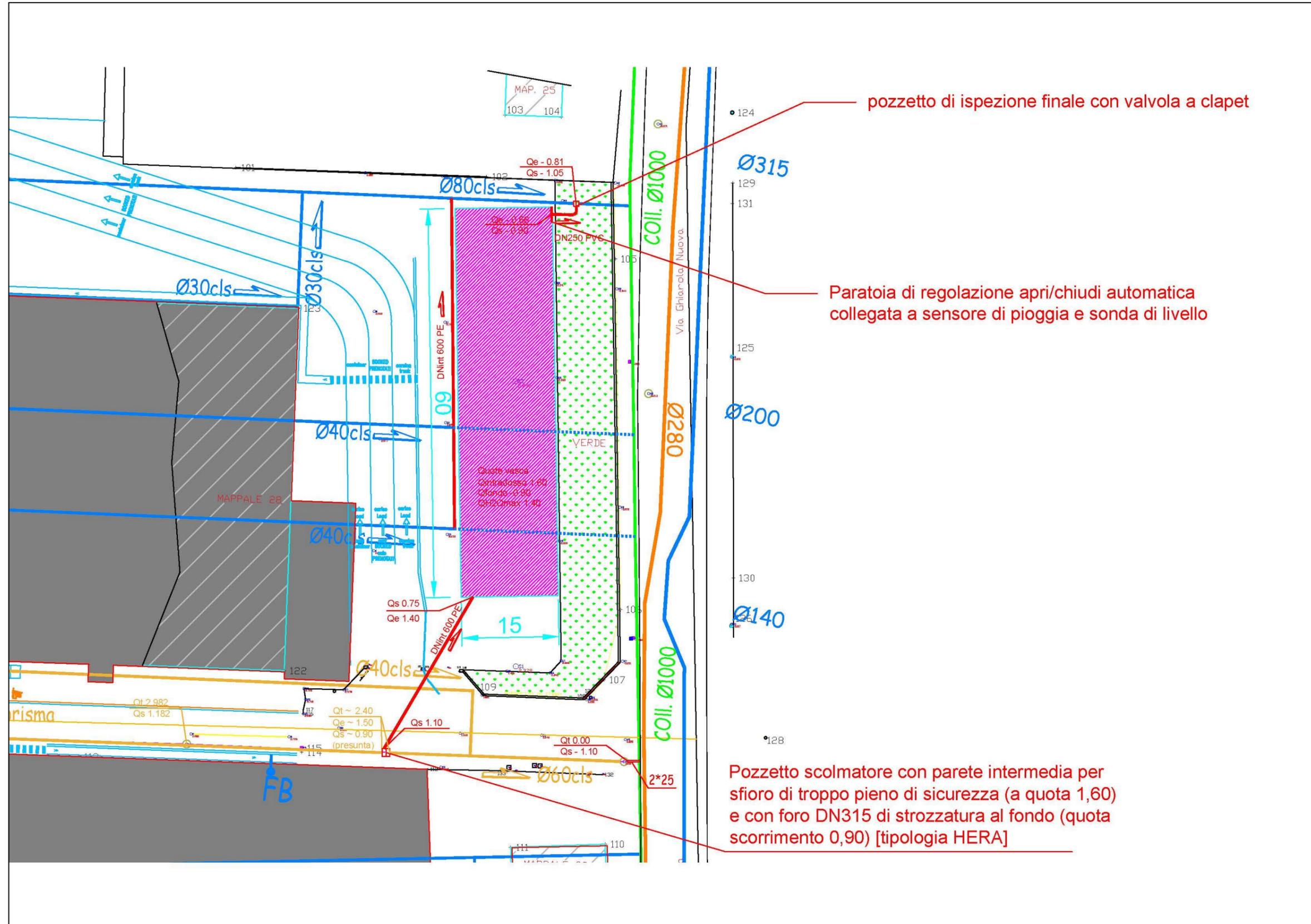
ALLEGATO 1



ALLEGATO 2



ALLEGATO 3



ALLEGATO 4

Tr	a	n1	n2
2	24.1	0.3665	0.2793
5	33	0.3384	0.2718
10	39	0.3272	0.2687
20	44.7	0.319	0.2664
50	52.1	0.3118	0.2643
100	57.6	0.3074	0.263

DELTA T 10 min

tc 22 min t. corruzione
d 22 min durata prec.
i (tc) 88.49 mm/h
i (d) 88.49 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1100.36 l/s
Qin(max) 1100.36 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	1100.36	550.18
22.00	1100.36	550.18
44.00	0.00	550.18

x 11.00 min
Vol_out 1089.36 mc
Vol_in 1452.48 mc
Vol_ecc 363.12 mc

tc 22 min t. corruzione
d 32 min durata prec.
i (tc) 88.49 mm/h
i (d) 68.57 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1100.36 l/s
Qin(max) 852.64 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	852.64	550.18
32.00	852.64	550.18
54.00	0.00	550.18

x 14.20 min
Vol_out 1313.97 mc
Vol_in 1637.08 mc
Vol_ecc 323.11 mc

tc 22 min t. corruzione
d 42 min durata prec.
i (tc) 88.49 mm/h
i (d) 56.98 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1100.36 l/s
Qin(max) 708.56 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	708.56	550.18
42.00	708.56	550.18
64.00	0.00	550.18

x 17.08 min
Vol_out 1548.79 mc
Vol_in 1785.58 mc
Vol_ecc 236.79 mc

tc 22 min t. corruzione
d 52 min durata prec.
i (tc) 88.49 mm/h
i (d) 49.27 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1100.36 l/s
Qin(max) 612.69 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	612.69	550.18
52.00	612.69	550.18
74.00	0.00	550.18

x 19.76 min
Vol_out 1790.66 mc
Vol_in 1911.59 mc
Vol_ecc 120.93 mc

tc 22 min t. corruzione
d 62 min durata prec.
i (tc) 93.32 mm/h
i (d) 43.64 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1160.34 l/s
Qin(max) 542.61 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	542.61	550.18
62.00	542.61	550.18
84.00	0.00	550.18

x 22.31 min
Vol_out 2036.54 mc
Vol_in 2018.52 mc
Vol_ecc -18.03 mc

tc 22 min t. corruzione
d 72 min durata prec.
i (tc) 93.32 mm/h
i (d) 39.10 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1160.34 l/s
Qin(max) 486.24 l/s
Qout 550.18 l/s

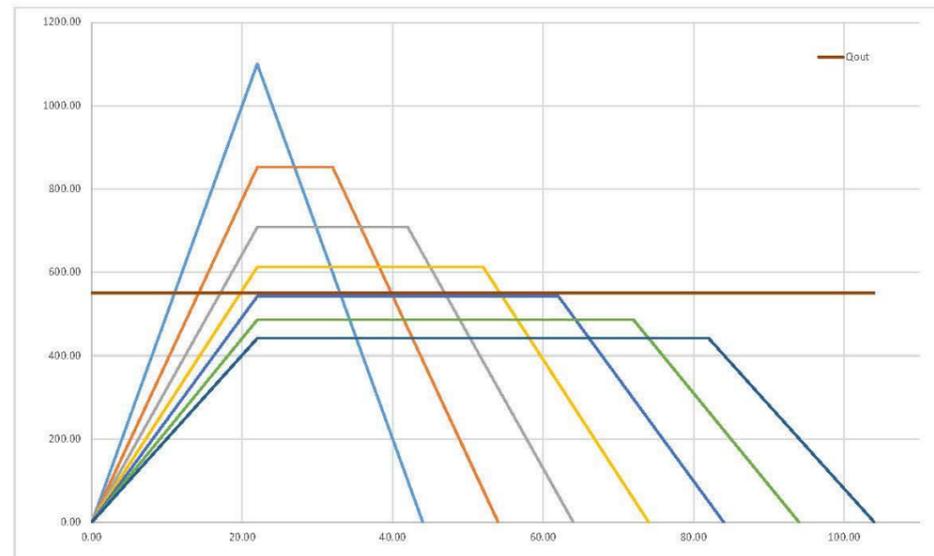
t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	486.24	550.18
72.00	486.24	550.18
94.00	0.00	550.18

x 24.89 min
Vol_out 2281.28 mc
Vol_in 2100.55 mc
Vol_ecc -180.73 mc

tc 22 min t. corruzione
d 82 min durata prec.
i (tc) 93.32 mm/h
i (d) 35.55 mm/h
A 49738 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 1160.34 l/s
Qin(max) 441.99 l/s
Qout 550.18 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	550.18
22.00	441.99	550.18
82.00	441.99	550.18
104.00	0.00	550.18

x 27.39 min
Vol_out 2529.13 mc
Vol_in 2174.60 mc
Vol_ecc -354.53 mc

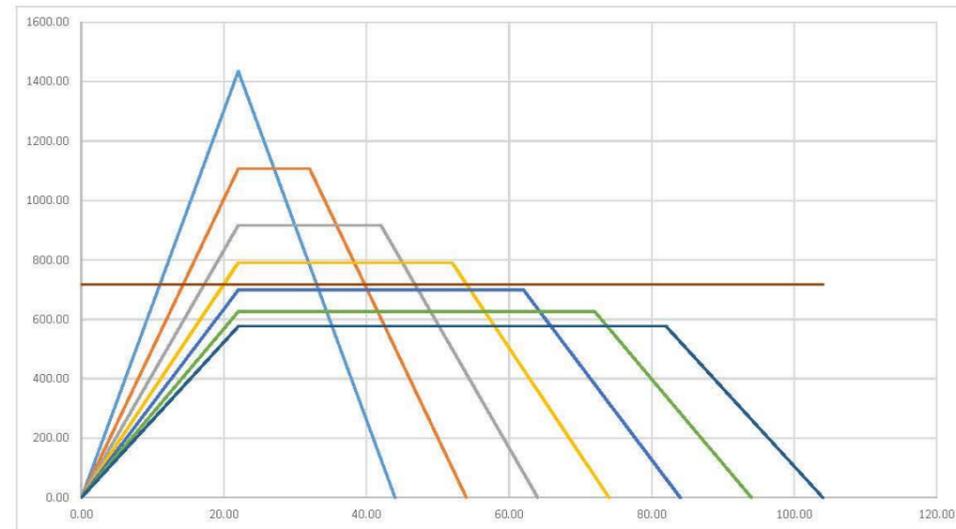


ALLEGATO 5

Tr	a	n1	n2
2	24.1	0.3665	0.2793
5	33	0.3384	0.2718
10	39	0.3272	0.2687
20	44.7	0.319	0.2664
50	52.1	0.3118	0.2643
100	57.6	0.3074	0.263

DELTA T 10 min

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
22 min	22 min	115.40 mm/h	115.40 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	1434.95 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	11.00 min	1420.60 mc	1894.13 mc	473.53 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	1434.95	717.47				
durata prec.	durata prec.								22.00	1434.95	717.47				
									44.00	0.00	717.47				
22 min	32 min	115.40 mm/h	89.02 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	1106.96 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	14.26 min	1710.78 mc	2125.36 mc	414.58 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	1106.96	717.47				
durata prec.	durata prec.								32.00	1106.96	717.47				
									54.00	0.00	717.47				
22 min	42 min	115.40 mm/h	73.74 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	916.93 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	17.21 min	2014.05 mc	2310.66 mc	296.62 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	916.93	717.47				
durata prec.	durata prec.								42.00	916.93	717.47				
									64.00	0.00	717.47				
22 min	52 min	115.40 mm/h	63.60 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	790.85 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	19.96 min	2326.39 mc	2467.45 mc	141.06 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	790.85	717.47				
durata prec.	durata prec.								52.00	790.85	717.47				
									74.00	0.00	717.47				
22 min	62 min	115.40 mm/h	56.22 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	699.13 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	22.58 min	2644.15 mc	2600.75 mc	-43.40 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	699.13	717.47				
durata prec.	durata prec.								62.00	699.13	717.47				
									84.00	0.00	717.47				
22 min	72 min	115.40 mm/h	50.36 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	626.17 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	25.21 min	2961.40 mc	2705.07 mc	-256.33 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	626.17	717.47				
durata prec.	durata prec.								72.00	626.17	717.47				
									94.00	0.00	717.47				
22 min	82 min	115.40 mm/h	46.39 mm/h	49738 mq	0.9	1434.95 l/s	576.89 l/s	717.47 l/s	0.00	0.00	717.47	27.36 min	3299.17 mc	2838.28 mc	-460.89 mc
t. corrvazione	t. corrvazione								22.00	576.89	717.47				
durata prec.	durata prec.								82.00	576.89	717.47				
									104.00	0.00	717.47				



ALLEGATO 6

Tr	a	n1	n2
2	24.1	0.3665	0.2793
5	33	0.3384	0.2718
10	39	0.3272	0.2687
20	44.7	0.319	0.2664
50	52.1	0.3118	0.2643
100	57.6	0.3074	0.263

DELTA T 10 min

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	22	115.40	115.40	49738	0.9	1434.95	1434.95	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	1434.95	140.00
22.00	1434.95	140.00
44.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
2.15	351.57	1894.13	1542.56
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	32	115.40	89.02	49738	0.9	1434.95	1106.96	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	1106.96	140.00
32.00	1106.96	140.00
54.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
2.782398	430.2279	2125.361	1695.133
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	42	115.40	73.74	49738	0.9	1434.95	916.93	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	916.93	140.00
42.00	916.93	140.00
64.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
3.36	509.38	2310.66	1801.28
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	52	115.40	63.60	49738	0.9	1434.95	790.85	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	790.85	140.00
52.00	790.85	140.00
74.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
3.89	588.89	2467.45	1878.57
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	62	120.66	56.22	49738	0.9	1500.32	699.13	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	699.13	140.00
62.00	699.13	140.00
84.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
4.41	668.59	2600.75	1932.16
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	72	120.66	50.36	49738	0.9	1500.32	626.17	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	626.17	140.00
72.00	626.17	140.00
94.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
4.92	748.28	2705.07	1956.78
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	82	120.66	45.76	49738	0.9	1500.32	568.94	140.00
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	568.94	140.00
82.00	568.94	140.00
104.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
5.41	828.13	2799.19	1971.07
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	92	120.6575	42.03474	49738	0.9	1500.316	522.6809	140
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

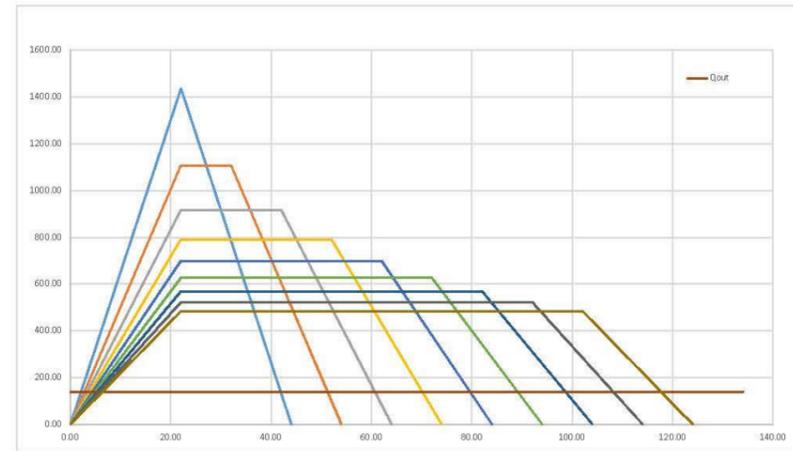
t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	522.68	140.00
92.00	522.68	140.00
114.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
5.892696	908.1014	2885.199	1977.097
min	mc	mc	mc

tc	d	i (tc)	i (d)	A	Coff. Defl.	Qmax	Qin(max)	Qout
22	102	120.6575	38.95665	49738	0.9	1500.316	484.065	140
tempo corr. durata prec.		mm/h	mm/h	mq		l/s	l/s	l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	140.00
22.00	484.41	140.00
102.00	484.41	140.00
124.00	0.00	140.00

x	Vol_out	Vol_in	Vol_ecc
6.358296	988.1903	2964.568	1976.377
min	mc	mc	mc



ALLEGATO 7

Tr	a	n1	n2
2	24.1	0.3665	0.2793
5	33	0.3384	0.2718
10	39	0.3272	0.2687
20	44.7	0.319	0.2664
50	52.1	0.3118	0.2643
100	57.6	0.3074	0.263

DELTA T 2 min

tc 10 min t. corrvazione
d 10 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 151.35 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 375.51 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	375.51	187.76
10.00	375.51	187.76
20.00	0.00	187.76

x 5.00 min
Vol_out 168.98 mc
Vol_in 225.31 mc
Vol_ecc 56.33 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 12 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 133.69 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 331.68 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	331.68	187.76
12.00	331.68	187.76
22.00	0.00	187.76

x 5.66 min
Vol_out 184.07 mc
Vol_in 238.81 mc
Vol_ecc 54.74 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 14 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 120.37 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 298.64 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	298.64	187.76
14.00	298.64	187.76
24.00	0.00	187.76

x 6.29 min
Vol_out 199.54 mc
Vol_in 250.86 mc
Vol_ecc 51.32 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 16 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 109.91 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 272.70 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	272.70	187.76
16.00	272.70	187.76
26.00	0.00	187.76

x 6.89 min
Vol_out 215.33 mc
Vol_in 261.79 mc
Vol_ecc 46.45 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 18 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 101.45 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 251.69 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	251.69	187.76
18.00	251.69	187.76
28.00	0.00	187.76

x 7.46 min
Vol_out 231.39 mc
Vol_in 271.82 mc
Vol_ecc 40.43 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 20 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 94.42 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 234.27 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	234.27	187.76
20.00	234.27	187.76
30.00	0.00	187.76

x 8.01 min
Vol_out 247.67 mc
Vol_in 281.12 mc
Vol_ecc 33.45 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 22 min durata prec.
i (tc) 151.35 mm/h
i (d) 88.49 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 375.51 l/s
Qin(max) 219.55 l/s
Qout 187.76 l/s

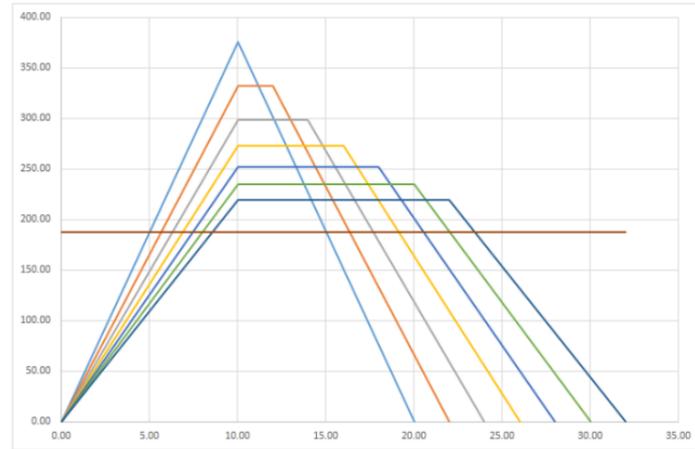
t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	219.55	187.76
22.00	219.55	187.76
32.00	0.00	187.76

x 8.55 min
Vol_out 264.15 mc
Vol_in 289.81 mc
Vol_ecc 25.66 mc

tc 10 min t. corrvazione
d 24 min durata prec.
i (tc) 166.40 mm/h
i (d) 83.40 mm/h
A 9924 mq
Coff. Defl. 0.9
Qmax 412.84 l/s
Qin(max) 206.92 l/s
Qout 187.76 l/s

t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76
10.00	206.92	187.76
24.00	206.92	187.76
34.00	0.00	187.76

x 9.07 min
Vol_out 280.80 mc
Vol_in 297.97 mc
Vol_ecc 17.17 mc

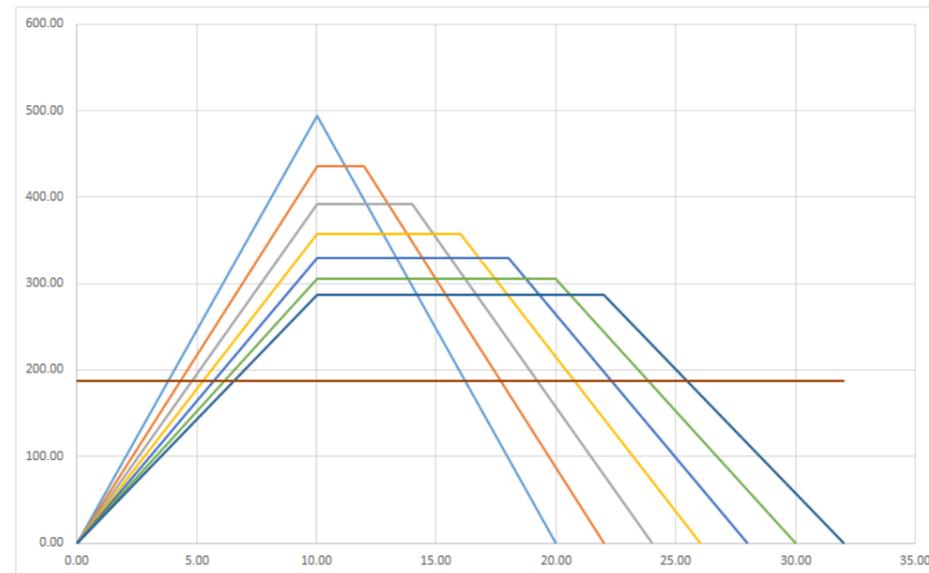


ALLEGATO 8

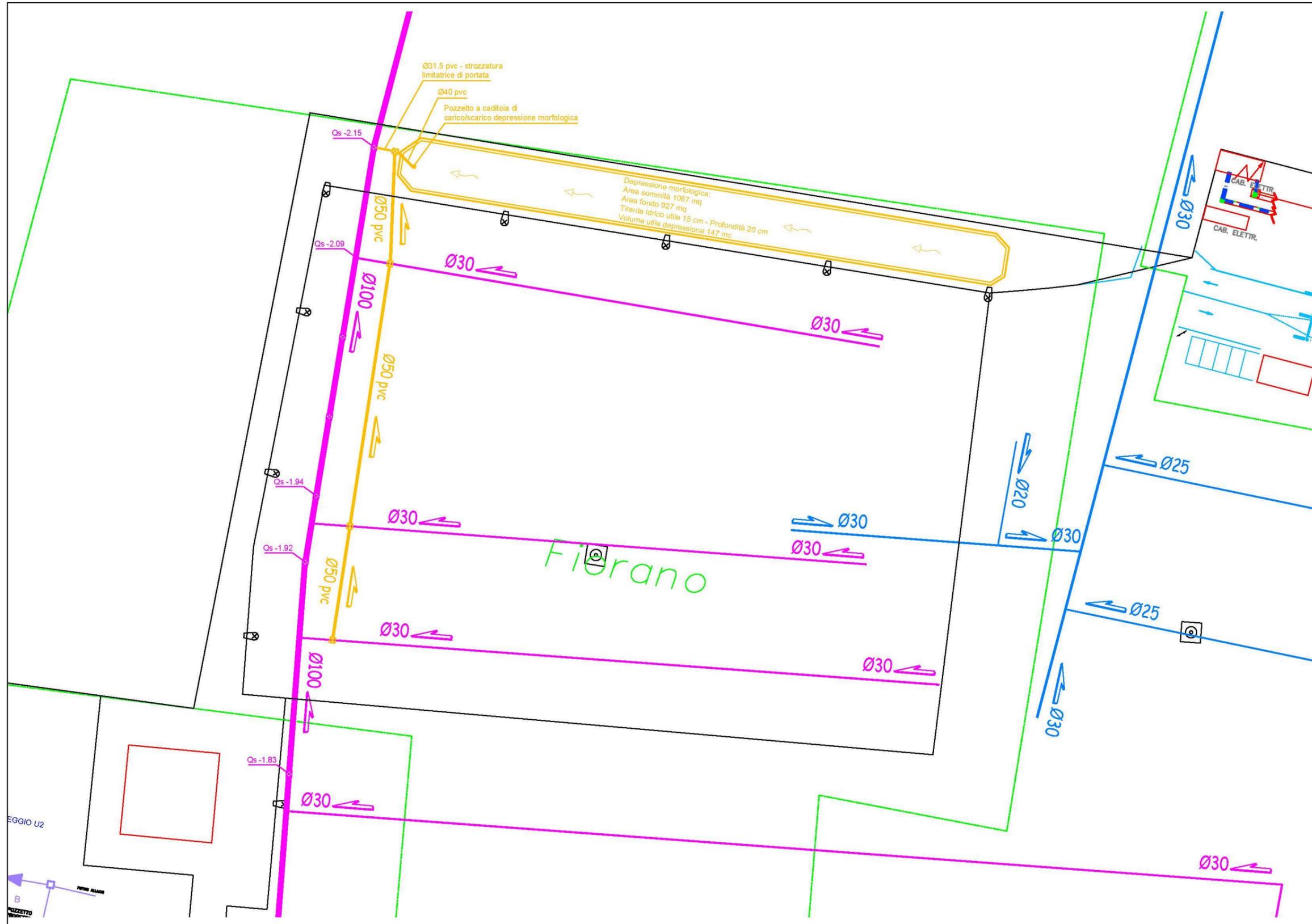
Tr	a	n1	n2
2	24.1	0.3665	0.2793
5	33.0	0.3384	0.2718
10	39.0	0.3272	0.2687
20	44.7	0.3193	0.2664
50	52.1	0.3118	0.2643
100	57.6	0.3074	0.2630

DELTA T 2 min

tc	10 min	t. corrivazione																		
d	10 min	durata prec.	d	12 min	durata prec.	d	14 min	durata prec.	d	16 min	durata prec.	d	18 min	durata prec.	d	20 min	durata prec.	d	22 min	durata prec.
i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h		i (tc)	199.24 mm/h	
i (d)	199.24 mm/h		i (d)	175.60 mm/h		i (d)	157.82 mm/h		i (d)	143.88 mm/h		i (d)	132.61 mm/h		i (d)	123.28 mm/h		i (d)	115.40 mm/h	
A	9924 mq		A	9924 mq		A	9924 mq		A	9924 mq		A	9924 mq		A	9924 mq		A	9924 mq	
Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9		Coff. Defl.	0.9	
Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s		Qmax	494.31 l/s	
Qin(max)	494.31 l/s		Qin(max)	435.67 l/s		Qin(max)	391.55 l/s		Qin(max)	356.96 l/s		Qin(max)	329.00 l/s		Qin(max)	305.85 l/s		Qin(max)	286.31 l/s	
Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s		Qout	187.76 l/s	
t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)	t (min)	Qin (l/s)	Qout (l/s)
0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76	0.00	0.00	187.76
10.00	494.31	187.76	10.00	435.67	187.76	10.00	391.55	187.76	10.00	356.96	187.76	10.00	329.00	187.76	10.00	305.85	187.76	10.00	286.31	187.76
10.00	494.31	187.76	12.00	435.67	187.76	14.00	391.55	187.76	16.00	356.96	187.76	18.00	329.00	187.76	20.00	305.85	187.76	22.00	286.31	187.76
20.00	0.00	187.76	22.00	0.00	187.76	24.00	0.00	187.76	26.00	0.00	187.76	28.00	0.00	187.76	30.00	0.00	187.76	32.00	0.00	187.76
x	3.80 min		x	4.31 min		x	4.80 min		x	5.26 min		x	5.71 min		x	6.14 min		x	6.56 min	
Vol_out	182.52 mc		Vol_out	199.29 mc		Vol_out	216.35 mc		Vol_out	233.64 mc		Vol_out	251.14 mc		Vol_out	268.80 mc		Vol_out	286.61 mc	
Vol_in	296.58 mc		Vol_in	313.68 mc		Vol_in	328.90 mc		Vol_in	342.68 mc		Vol_in	355.32 mc		Vol_in	367.02 mc		Vol_in	377.93 mc	
Vol_ecc	114.07 mc		Vol_ecc	114.39 mc		Vol_ecc	112.55 mc		Vol_ecc	109.04 mc		Vol_ecc	104.18 mc		Vol_ecc	98.21 mc		Vol_ecc	91.31 mc	



ALLEGATO 9



ALLEGATO 10

