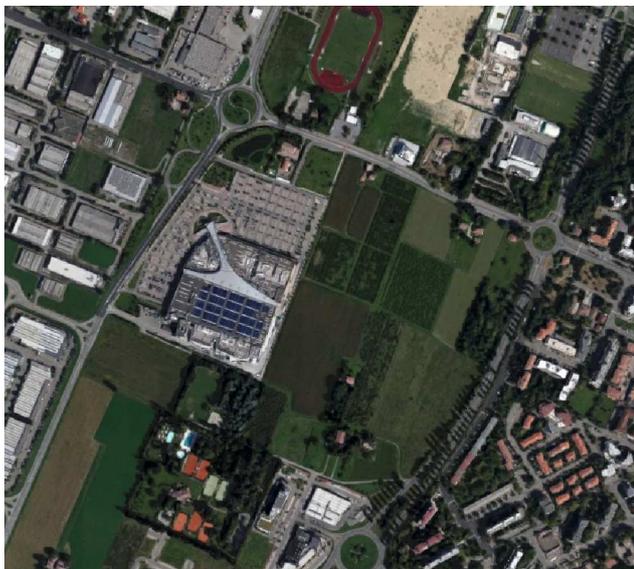


COMUNE DI CARPI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA - COMPARTO "F2" - IN VIA NUOVA PONENTE A CARPI



PROGETTAZIONE URBANISTICA:

Ing. Massimo Barbi



DESCRIZIONE:

RELAZIONE TECNICA ACQUEDOTTO- GASDOTTO E FOGNATURE

dwg 027/21

Massimo Barbi

INGEGNERE

Ingegneria

Architettura

Urbanistica

Arredamento

Sicurezza Cantieri

Acustica Ambientale

Studio Tecnico

41012 Carpi (Mo) - via C. Marx, 97
Tel. 059/64.40.40 - Fax. 059/64.44.58
e-mail: info@ingbarbi.com
web: www.ingbarbi.com

PROPRIETA':

Sig. Pietro Bellelli

Sig.ra Sara Bellelli

Sig.ra Maura Tamani

Sig.ra Lucia Bellelli

Sig.ra Angela Bellelli

BINDAJ S.r.l.

BE.TA SOCIETA' A
RESPONSABILITA' LIMITATA

Sig. Giorgio Rovatti

Sig.ra Marzia Pignatti

ELABORATO:

D

Rev2

Agosto 2023

1.	<i>ACQUEDOTTO e GASDOTTO</i>	2
2.	<i>FOGNATURE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO</i>	3
	2.1. INTRODUZIONE	3
	2.2. SPECIFICHE E PARAMETRI DI PROGETTO FOGNATURE ACQUE METEORICHE	4
	2.3. INVARIANZA IDRAULICA ACQUE METEORICHE	6
3.	<i>IDROLOGIA E MODELLO MATEMATICO</i>	7
	3.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO DI SIMULAZIONE IN MOTO VARIO E RELATIVI PARAMETRI	9
	3.2. APPLICAZIONE DEL SOFTWARE AL PROGETTO	12
	3.3. CARATTERISTICHE DEI SUOLI	15
	3.4. RETE IN PROGETTO	17
4.	<i>RISULTATI DELLA VERIFICA FOGNATURE ACQUE METEORICHE</i>	20
	4.1. IDROGRAMMA DI PIENA POZZETTI PUBBLICA FOGNATURA	20
	4.2. IDROGRAMMA DI PIENA POZZETTI IMPIANTI PRIVATI	22
	4.3. PROFILI 14Bp-1B	25
	4.4. PROFILO 3Bp-6B	26
	4.1. PROFILO 9B-1B	26
	4.2. LIVELLI IDROMETRICI E VOLUMI VASCA DI LAMINAZIONE PRIVATA	27
	4.3. VOLUME DI LAMINAZIONE	29
	4.4. CONCLUSIONI	30
5.	<i>FOGNATURA ACQUE REFLUE DOMESTICHE</i>	31

ACQUEDOTTO e GASDOTTO

Secondo le indicazioni del Gestore del Servizio Idrico Integrato AIMAG Spa e del distributore gas naturale AS Retigas srl di Mirandola, viene redatta la planimetria di progetto delle reti di distribuzione acquedotto e gasdotto.

I Gestori indicano anche le caratteristiche tecniche delle reti in progetto necessarie per servire l'ambito di trasformazione, nonché ulteriori dettagli esecutivi quali i punti di alimentazione e la necessità di installare nuovi idranti stradali.

Le disposizioni di AIMAG ed AS Retigas sono state quindi riportate nella planimetria di progetto indicando le prescrizioni fornite, le caratteristiche dei materiali ed il tracciato di posa in area oggetto di cessione all'Amministrazione Comunale.

Anche il dimensionamento delle nuove reti viene indicato dai gestori che prescrivono la posa di tubazione in polietilene De 200 mm per l'acquedotto e condotte in acciaio rivestito in PE Dn 150 per il gasdotto in bassa pressione.

Relativamente al livello di pressione dell'acquedotto, il Gestore comunica di non essere in grado di soddisfare le prestazioni richieste da impianti per l'estinzione incendi, che pertanto verranno dotati di appositi sistemi di accumulo e sopraelevazione.

Per l'acquedotto si prevede quindi l'estensione della condotta in polietilene PE100 Pn 16 di Via dell'integrazione sino a Stradello Morto.

Per il gasdotto si prevede una nuova rete di distribuzione esercita in 7^a specie (bassa pressione) costituita da tubazioni in acciaio Dn 150 rivestite in polietilene sino a Stradello Morto.

FOGNATURE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO

INTRODUZIONE

Con la presente relazione si definisce il dimensionamento e le scelte tecniche progettuali per la realizzazione della rete fognaria dedicata alle acque meteoriche di dilavamento a servizio del “Comparto F2 Via Nuova Ponente” nel Comune di Carpi.

Il progetto prevede il conferimento al depuratore comunale delle acque reflue tramite la realizzazione di un secondo reticolo dedicato e collegato alla fognatura nera di Via dell’Integrazione.

Le canalizzazioni poste al di sotto del piano stradale e nei lotti saranno costituite da pozzetti, caditoie e collettori aventi anche funzione di laminazione al fine di rispettare l’invarianza idraulica imposta dal gestore nel punto di immissione nella fognatura esistente.

Il recapito finale delle acque meteoriche è stato indicato dal Gestore AIMAG nella fognatura dedicata di Via dell’Integrazione e lo scarico sarà limitato alla capacità di trasporto di circa 20 metri di condotta in PVC De 200 mm.

Al fine di limitare rigurgiti dalla rete esistente, si prevede l’installazione di una valvola di non ritorno a clapet nel pozzetto **2B**.

SPECIFICHE E PARAMETRI DI PROGETTO FOGNATURE ACQUE METEORICHE

Per il dimensionamento e la contestuale verifica idraulica delle fognature acque meteoriche, si utilizza un software specifico caratterizzato da un simulatore matematico in moto vario il quale consente di valutare nel dettaglio il comportamento della rete sottoposta a diversi eventi di pioggia e considera tutte le caratteristiche geometriche della rete nonché le caratteristiche dei bacini in termini di tipologia dei suoli, tempi di afflusso ecc. .

Si riassume per punti la struttura del presente dimensionamento:

- 1) lo scopo è quello di dimensionare correttamente la rete fognaria per acque meteoriche, in relazione alla limitazione di portata imposta nella sezione di chiusura del bacino, tale da non sovraccaricare la rete esistente nel rispetto del principio di invarianza idraulica;
- 2) si prevede la realizzazione di una **nuova rete stradale costituita da tubazioni in calcestruzzo Dn 1000 e Dn 800 mm;**
- 3) si prevede la realizzazione di **nuovi impianti fognari privati aventi collettore principali costituiti da tubazioni in calcestruzzo Dn 800 mm e una vasca di laminazione a cielo aperto;**
- 4) la limitazione di portata verrà assicurata dal tratto di valle della rete in progetto, costituito da **una tubazione in PVC De 200 mm di lunghezza pari circa 20 metri e valvola di non ritorno;**
- 5) il dimensionamento tiene in considerazione la porzione di area oggetto di **trasformazione urbanistica** posta a nord del Canale Cantone in quanto per l'area a sud il progetto prevede solo aree a verde;
- 6) la simulazione matematica è stata condotta applicando nel modello un **livello idrometrico di valle fisso pari a +0,50 m** al fine di considerare una condizione

di funzionamento sfavorevole e corrispondente al parziale riempimento della rete esistente individuata come recapito;

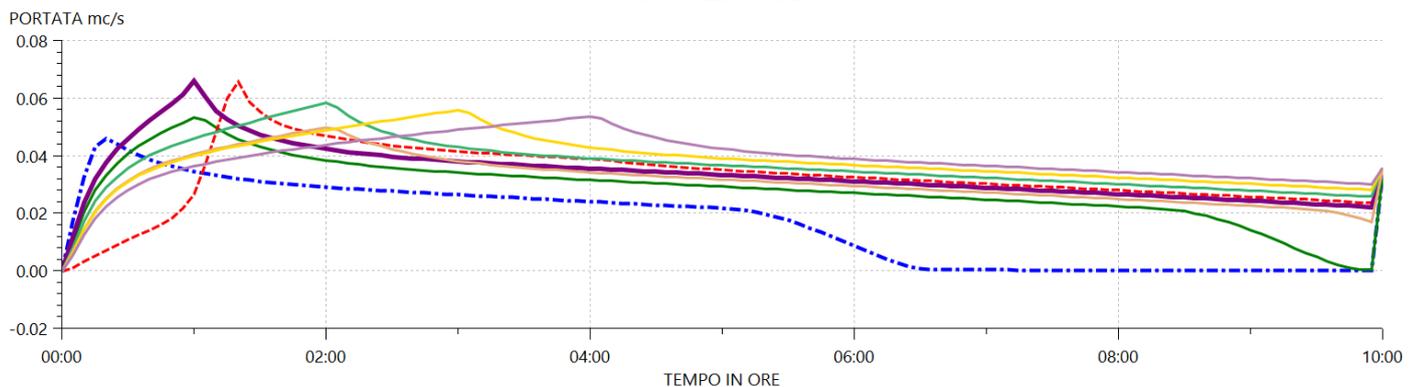
- 7) il modello considera tutte le caratteristiche geometriche della rete in progetto quali le dimensioni dei manufatti, le scabrezze, le pendenze dei collettori e dei bacini afferenti ai nodi (pozzetti) in modo da far corrispondere esattamente gli elementi caratteristici del modello con la rete fognaria che si andrà a realizzare;
- 8) il funzionamento dell'intero sistema è garantito dalla posa della rete con pendenza minima pari all'1,0 ‰ al fine di assicurarne l'automatico svuotamento.

INVARIANZA IDRAULICA ACQUE METEORICHE

Al fine di rendere conforme l'intervento urbanistico edilizio alla normativa inerente la tutela dei corpi idrici superficiali in termini di invarianza idraulica ed alle prescrizioni del Gestore del Servizio Idrico nonché del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, si anticipa il grafico delle risultanze della simulazione matematica adottata per la verifica del dimensionamento della rete e relativa alla condotta di scarico terminale della rete.

E' bene evidente come la scelta di adottare una condotta dallo speco ridotto, costituisce una valida soluzione per garantire nel tempo il rispetto dell'invarianza idraulica in quanto le portate massime transitabili sono commisurate alla capacità di trasporto della tubazione anche se sottoposta ai livelli di carico raggiunti nella rete a gravità posta a monte.

PORTATA De 200 SEZIONE DI CHIUSURA



		Portata	
		Min	Max
AIMAG 15 MINUTI	---	-0.000	0.046
AIMAG 60 MINUTI	—	-0.000	0.053
CHICAGO AIMAG 4 ORE	- - -	-0.000	0.066
CBEC 60 MINUTI	—	-0.000	0.066
CBEC 120 MINUTI	—	-0.000	0.058
AIMAG 120 MINUTI	—	-0.000	0.050
CBEC 180 MINUTI	—	-0.000	0.056
CBEC 240 MINUTI	—	-0.000	0.054

La portata massima scaricata di circa **70 litri al secondo** e generata con gli eventi di pioggia indicati da AIMAG e CBEC, garantisce ampiamente il rispetto dell'invarianza.

IDROLOGIA E MODELLO MATEMATICO

Per quanto riguarda la valutazione della portata idrometrica massima attesa nonché dei volumi generati dall'impermeabilizzazione dei suoli, si fa riferimento alle seguenti curve segnalatrici di possibilità climatica desunte da dati pluviometrici di recente acquisizione e per un tempo di ritorno stimato in 20 anni e 50 anni nel caso della curva CBEC.

In particolare sono state adottate diverse curve segnalatrici relative a piogge inferiori all'ora (fornita da AIMAG) e per tempi superiori (Consorzio di Bonifica Emilia Centrale, nel seguito CBEC).

Al fine di evitare di sottostimare le grandezze geometriche della rete, si è proceduto alla verifica in moto vario con modello e con eventi diversi per durata, intensità massima ma sempre relative al territorio in esame:

- piogge costanti inferiori all'ora (AIMAG T_r 20 anni):

$$h = 51,599 \times t^{0,401} \text{ (costante per durate pari a 15 e 60 minuti)}$$

$$h = 51,599 \times t^{0,182} \text{ (costante per durate pari 120 minuti)}$$

- ietogramma tipo "Chicago" di 4 ore (AIMAG T_r 20 anni):
- piogge costanti superiore all'ora (CBEC - T_r 50 anni):

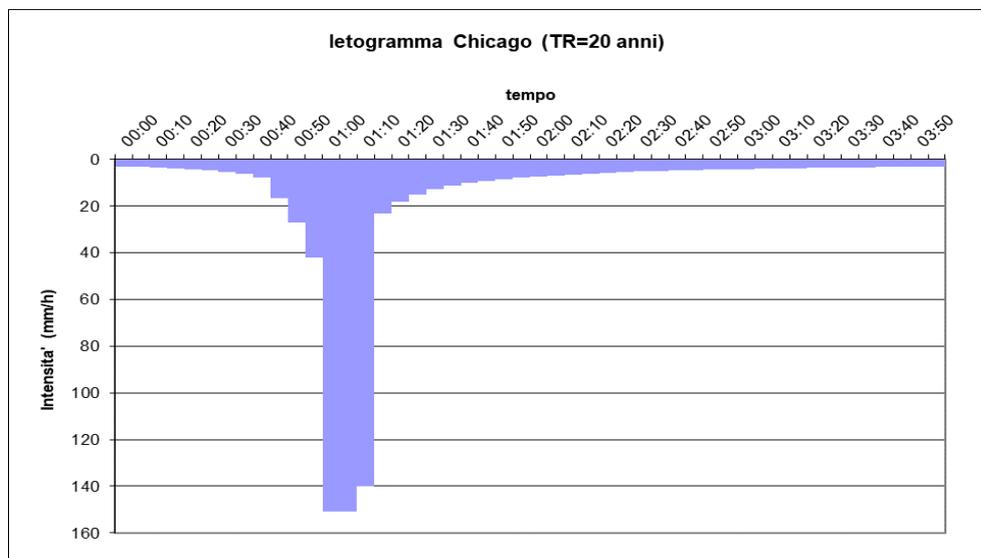
$$h = 66,21 \times t^{0,23} \text{ (costante per durate di 1, 2, 3 e 4 ore)}$$

Le prime curve sono tratte dal sito web dell'azienda AIMAG S.p.A. quale ente gestore del servizio idrico integrato per conto del Comune di Carpi e dei Comuni circostanti l'area in esame.

La seconda è stata indicata dai funzionari del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale nel novembre 2020 e ritenuta idonea anche in relazione alla destinazione commerciale dell'area oggetto di trasformazione.

AIMAG Tr 20 anni t < 1 ora			AIMAG Tr 20 anni t > 1 ora			CBEC Tr 50 anni t > 1 ora		
	a	n		a	n		a	n
	51,599	0,401		51,599	0,182		66,21	0,23
tempo	h	ic	tempo	h	ic	tempo	h	ic
[ore]	[mm]	[mm/h]	[ore]	[mm]	[mm/h]	[ore]	[mm]	[mm/h]
0	0	0	0					
0,25	29,6	118,4	0,25					
0,5	39,1	78,2	0,5					
1	51,6	51,6	1			1	66,21	66,21
			2	58,5	29,3	2	75,65	38,83
						3	85,24	28,41
						4	91,07	22,77

I grafici seguenti evidenziano che il tempo critico del sistema corrisponde alla simulazione generata con la curva cinquantennale CBEC di durata bioraria e pertanto quest'ultima rappresenta la pioggia critica della rete.



Le suddette curve sono idonee alla verifica idraulica del dimensionamento, in quanto frutto di recenti studi mirati all'individuazione di parametri idrologici specifici e formulati sulla base di serie storiche ottenute da pluviometri installati in prossimità dell'area in esame.

DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO DI SIMULAZIONE IN MOTO VARIO E RELATIVI PARAMETRI

La verifica idraulica relativa a questo studio è stata effettuata con un software di simulazione e nel capitolo seguente si introducono le sue funzionalità di calcolo, mentre nella parte successiva si specificano nei dettagli i parametri utilizzati nello specifico di questo studio.

IL BACKGROUND MATEMATICO DEL SOFTWARE UTILIZZATO

In software combina il calcolo idrologico, con varie metodologie disponibili, al calcolo idraulico a moto vario integrando le complesse equazioni di continuità e del moto.

La parte idrologica viene affrontata con dei metodi ampiamente testati come, ad esempio:

- coefficiente di deflusso fisso (che ipotizza che una quota parte costante della pioggia netta venga intercettata dalla rete di drenaggio).
- Metodo SCS, classico metodo sviluppato negli Stati Uniti e per il quale l'utente definisce un valore di CN per il tipo di suolo.
- Metodo Green-Ampt, metodo di Horton, metodo dell'infiltrazione costante.

L'utente seleziona a suo piacere uno di questi metodi (o diversi metodi per diverse parti del territorio rappresentato) e ha completo controllo sui parametri di controllo del metodo (ovvero il metodo si può adattare intervenendo su opportuni coefficienti alla specificità del bacino modellato).

A valle del calcolo idrologico, che si limita a calcolare i contributi in rete dei singoli bacini di influenza, si utilizzano le equazioni di De Saint Venant complete risolvendole con un approccio detto dei 4 punti di Priesman.

Le equazioni di De Saint Venant sono le equazioni che stanno alla base del moto in condotta e che se integrate correttamente, permettono di ricostruire i profili idraulici a moto vario in un reticolo di drenaggio.

Le equazioni sono le seguenti:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (2)$$

ove:

- A area bagnata del condotto;
- Q portata;
- x distanza lungo l'asse del condotto;
- t tempo;
- g costante gravitazionale;
- H carico idraulico totale dato da z+h;
- z quota dello scorrimento;
- h livello idrico;
- S_f cadente piezometrica.

In particolare, la (1) è l'equazione di continuità in moto vario in assenza di afflussi e deflussi laterali, la (2) è l'equazione del momento della quantità di moto; quest'ultima può essere scritta in più forme, dipende dalla scelta delle variabili dipendenti.

La cadente piezometrica viene computata con varie possibili metodologie (a scelta dell'utente): nel presente software sono infatti disponibili le equazioni di Colebrook-White, Manning e Strickler (nel caso specifico si utilizza Colebrook).

Per poter essere integrate queste equazioni devono essere opportunamente semplificate e linearizzate in modo tale che il sistema di equazioni possa essere risolto con la teoria delle matrici.

Lo schema di linearizzazione usato dal software è quello dei 4 punti di Priessmann mentre il risolutore adottato è quello di Newton-Raphson.

Le equazioni di cui sopra sono valide fino a quando il condotto non entra in pressione, per permettere al software di simulare anche situazioni di condotte in pressione (senza problemi nella transizione da uno stato all'altro) il motore di calcolo adotta la tecnica dello slot per il quale si ipotizza una piccola fessura alla sommità della condotta e fino al piano campagna. Così facendo il motore di calcolo non incontra nessuna discontinuità efficace nella transizione da moto a gravità a quello in pressione.

L'applicabilità di questo metodo di soluzione è stato abbondantemente testato in centinaia di studi e applicazione anche con riscontri di misure ottenuti su dei test reali.

Ci sono alcune limitazioni sull'utilizzo di questo approccio sono:

- I risultati sono semplificati per tubi molto pendenti (situazioni rarissime in drenaggio urbano e per le quali comunque in software produce dei risultati vicini alla realtà).
- Il risalto idraulico (ovvero quella discontinuità che si nota nei profili di rigurgito dove un tubo molto pendente incontra un tubo a bassa pendenza per cui l'acqua forma un vero e proprio sovrizzo improvviso) non viene rappresentato in modo preciso ma il passaggio da corrente veloce a lenta viene computato su una certa distanza (qualche metro a seconda della geometria della situazione reale).

Si noti che la metodologia di calcolo a moto vario è in grado di tener conto anche dei volumi in gioco e quindi di tener conto delle attenuazioni dell'onda di piena quando questa riempie dei volumi disponibili in rete (tubazioni, canali, pozzetti), in vere e

proprie vasche di espansione opportunamente rappresentate nel modello o, infine, quando il sistema va in pressione e esonda si tiene conto anche dell'invaso che può avvenire in superficie quando si allaga il territorio.

APPLICAZIONE DEL SOFTWARE AL PROGETTO

Il sistema di drenaggio è stato discretizzato con una serie di nodi (rappresentativi dei pozzetti) e di tubi con le seguenti caratteristiche:

NODI

Numero del pozzetto

Quota piano stradale / botola / terreno

Area in pianta delle camerette / pozzetti

RAMI

Condotti in PVC scabrezza 0,4 mm cautelativo

Condotti in CLS scabrezza 2 e 1 mm cautelativo

Quote di scorrimento monte e valle

Dimensioni vasca di laminazione a servizio dei lotti privati (vds. planimetria)

Su tutti gli innesti e curve sono anche stati rappresentate le perdite di carico localizzate causate dalla discontinuità nella direzione del flusso.

Come formulazione di calcolo degli afflussi/deflussi per questo studio si è utilizzato la formulazione del contributo fisso. Questo significa, che la pioggia netta (ovvero depurata delle perdite iniziali per imbibimento, riempimento delle piccole depressioni ecc) arriva al sistema di collettamento in parte proporzionale fissa, invariabile quindi durante l'evoluzione dell'evento. Oltre ad essere una formulazione di facile uso e con

parametri fisicamente basati di immediata interpretazione, questo tipo di formulazione è adatta a aree urbane dove prevale il contributo dovuto alla impermeabilizzazione.

La formula corrispondente per il calcolo delle portate generate sulle superfici di scolo è quindi

$$Q(t) = I(t) \cdot A \cdot k$$

Dove I è l'intensità di pioggia

A l'area

e k il coefficiente di deflusso.

In questo caso specifico di studio il K utilizzato è di **0.80 per le superfici stradali e cortilive**, **0.90 per le coperture e tetti** e **0.05 per le aree verdi** (o genericamente non impermeabilizzate).

Una volta calcolata la portata nel tempo generata dalla pioggia netta sulle varie superfici di ogni singolo sottobacino il programma utilizza un modello di trasformazione della piena per tener conto del tempo di corrivazione e dell'abbattimento dei picchi che avviene durante il ruscellamento (dalla superficie alla caduta).

Il programma consente varie formulazioni per la rappresentazione di questo fenomeno e, in questo caso specifico, si è usato il metodo del doppio invaso lineare. Questo metodo, già testato su parecchie realtà urbane con ottimi riscontri, consiste appunto nella schematizzazione del processo di ruscellamento come rappresentato da due piccoli serbatoi in cascata. La portata calcolata viene immessa nel primo serbatoio che, a sua volta, drena in un secondo. L'uscita del secondo serbatoio non è altro che la portata trasformata dal processo di ruscellamento che il modello immette nella rete di drenaggio. Il processo di ruscellamento viene computato separatamente per ogni singola superficie (generalmente strade, tetti e aree permeabili).

Ingegneria . Architettura . Urbanistica . Arredamento . Sicurezza Cantieri . Acustica Ambientale

via C. Marx, 97 - 41012 Carpi (Mo) - Telef. 059. 64.40.40 - Fax. 059. 64.44.58

P. Iva 01741630360 - Cod. Fiscale BRB MSM 58B17 C951Q

e-mail : info@ingbarbi.com - web : www.ingbarbi.com

La configurazione di questa serie di due invasi lineari dipende da: 1) Pendenza delle superfici, 2) Intensità della pioggia e 3) Area della superficie considerata.

Le equazioni che il software di simulazione utilizza a questo proposito sono:

$$C = 0.117 S^{-0.13} A^{0.24}$$

Dove

S = pendenza della superficie in (m/m)

A = area (m²) della superficie considerata

C = un fattore che entra nella seguente seconda equazione:

$$k = C i^{*-0.39}$$

dove $i^* = 0.5(1 + i_{10})$

e dove i_{10} =intensità di pioggia media calcolata su 10 minuti.

Le equazioni sopra riportate permettono di calcolare il fattore K, questo regola la relazione tra volume invasato (V) in uno dei due invasi lineari e la portata in uscita (q).

$$q = V/(k * Rf)$$

Rf (Routing Factor) è un ulteriore parametro di moltiplicazione che, di default nel software, è pari a 1 per superfici impermeabili e 4 per quelle permeabili (parametri tarati su vari casi di studio ma modificabile dall'utente per eventuali situazioni peculiari).

Infine il software, per poter calcolare la portata in uscita dai due serbatoi lineari in cascata segue, per ogni passo temporale di simulazione, l'evoluzione del volume invasato nel primo e secondo serbatoio al fine di calcolare la q(t) (portata nel tempo).

CARATTERISTICHE DEI SUOLI

Il modello considera un'unica tipologia di bacino urbanizzato e per il calcolo della permeabilità dei suoli, si individuano dei sottobacini ed il loro corrispondente uso/tipologia in apposite tabelle.

Queste tabelle contengono una serie di parametri idrologici che caratterizzano le tipologie di superficie, per esempio strade asfaltate, tetti a falda, tetti piani, giardini, parchi, terreni agricoli, boschi ecc.

Questi sono particolari tipi di superfici che, giustamente, hanno caratteristiche idrologiche specifiche (ogni tipologia di superficie può essere presente o meno in ogni sottobacino).

Ad ogni sottobacino viene attribuito un uso che richiama quali sono le tipologie in percentuale di superfici presenti nel singolo sottobacino.

Nel caso specifico, data la modesta estensione del comparto in esame, si adotta un unico tipo di sottobacino.

Di seguito si sono identificate **3** tipologie di aree nel bacino, nella fattispecie:

Tipo 1 : Strade e piazzali impermeabili (coeff. deflusso = 0,80);

Tipo 2 : Tetti (coeff. deflusso = 0,90);

Tipo 3 : Permeabile / verde (coeff. deflusso = 0,05);

In sintesi per i bacini si sono associati i predetti parametri alle aree in esame con il seguente criterio:

Bacini afferenti alla rete stradale **17 % tipo 1 0 % tipo 2 83 %
tipo 3**

Bacini afferenti alla vasca e impianti privati **33 % tipo 1 31 % tipo 2 36 %
tipo 3**

Queste percentuali sono state calcolate sulla base delle destinazioni d'uso previste dalle norme di attuazione e dalla convenzione urbanistica del piano.

Si specifica che la Revisione del Progetto del Piano Particolareggiato di Iniziativa Privata F2, a cui la presente relazione è allegata, non incide in maniera significativa sui calcoli e le simulazioni precedentemente prodotti e pertanto si è deciso di riportare di seguito i conteggi allegati al primo progetto presentato. Nello specifico al posto del vecchio lotto 1 posto a ovest della strada si prevede la realizzazione di verde pubblico, creando una situazione migliorativa rispetto a quella calcolata.

COMPARTO "F2 VIA NUOVA PONENTE" - CARPI PERMEABILITA' ed IMPERMEABILITA' DEI SUOLI - QUANTITA' INDICATIVE -			
SUPERFICI IN PROGETTO	area [m ²]	tipologia superfici	
Superficie Territoriale	72.257	AREE PRIVATE	22.870 [m ²]
Superficie massima coperture (tetti)	7.140	Tipologia 1 (strade e piazzali)	37% 15.702
Superfici impermeabili (piazzali)	8.562	Tipologia 2 (tetti)	32% 7.168
Superficie permeabile (verde privato interno ai lotti)	7.168	Tipologia 3 (permeabile)	31% 7.168
Superficie permeabile (verde privato esterno ai lotti)	10.215	AREE PUBBLICHE - USO PUBBLICO	49.387 [m ²]
Superfici marciapiedi impermeabili (50% 942 mq)	558,50	Tipologia 1 (strade e piazzali)	13% 6.631
Superfici marciapiedi permeabili (50% 942 mq)	558,50	Tipologia 2 (tetti)	0%
Superfici ciclabile impermeabili (50% 1527 mq)	1.079	Tipologia 3 (permeabile)	87% 31.288
Superfici ciclabile permeabili (50% 1527 mq)	1.079		
Superficie parcheggi impermeabili (50% 1901)	962,5		
Superficie parcheggi permeabili (50% 1901)	962,5		
Superfici viabilità e piazzali impermeabili	4.446		
Superficie verde pubblico	29.526		
Totale per verifica	72.257		

Il software in pratica valuterà il deflusso separatamente per ogni singola superficie presente in ogni sottobacino, usando le equazioni idrologiche definite nella tabella e richiamate con un sistema di indici. Poi sommerà i contributi di ogni superficie

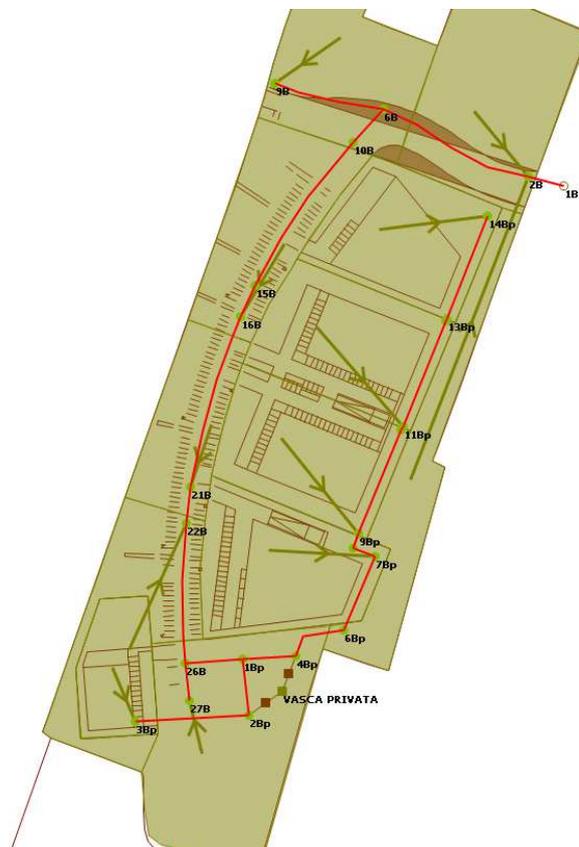
immettendo al nodo afferente un singolo contributo somma dei vari contributi provenienti dalle varie superfici.

RETE IN PROGETTO

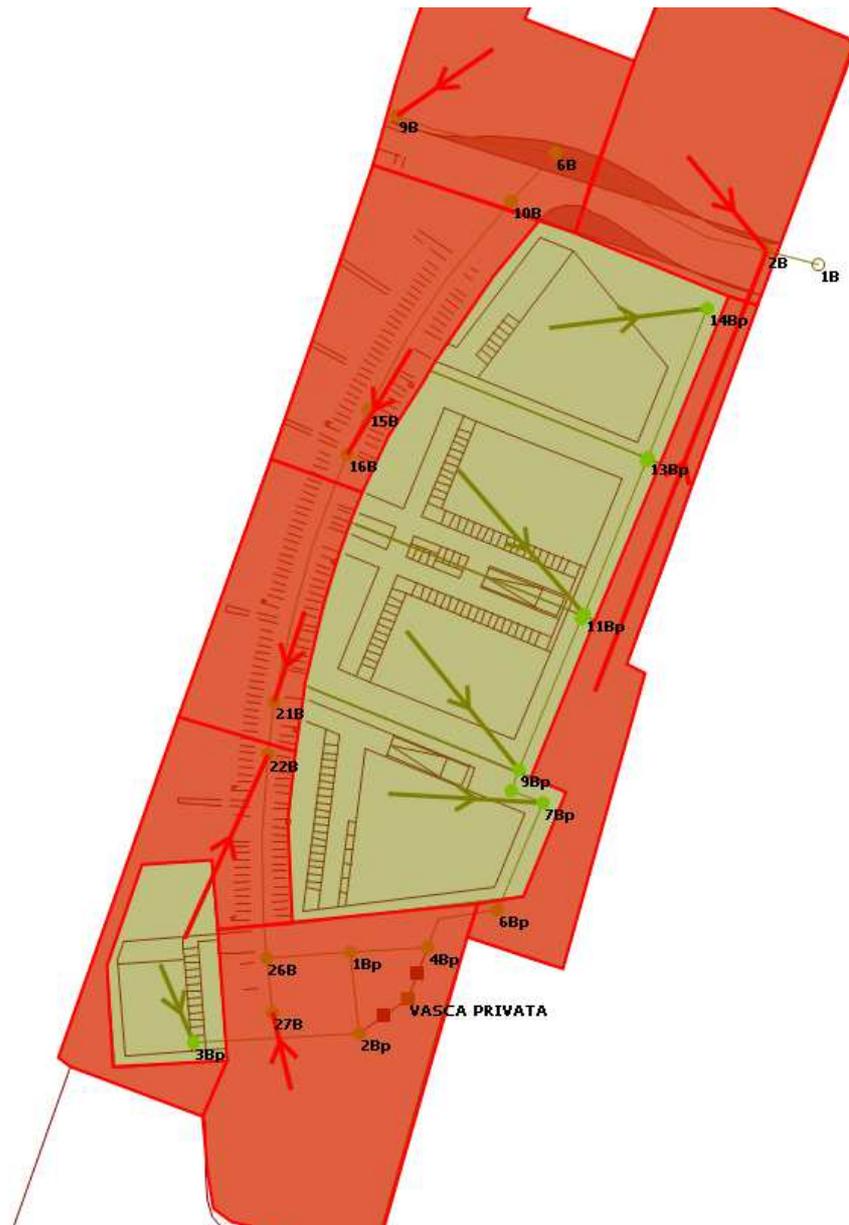
Questa planimetria evidenzia in rosso i collettori della rete in progetto e a sud la vasca di laminazione a servizio delle aree private.

Va precisato che tutti i parametri geometrici della rete oggetto di simulazione matematica corrispondono ai dati riportati nella planimetria di progetto fognature. Pertanto le quote altimetriche, diametro e materiali condotte, soglie di sfioro, dimensionamento vasca di laminazione, sono corrispondenti alle indicazioni progettuali riportate negli elaborati grafici relativi alle fognature.

Il contributo udometrico in rete è pertanto calcolato sulla porzione di area posta a nord del Canale Cantone mentre non vengono considerati altri contributi relativi alla pozione che si affaccia su Stradello Morto o dalle aree circostanti.



La seguente mappa evidenzia in rosso i bacini afferenti direttamente alla rete pubblica stradale in progetto, mentre la mappa seguente evidenzia i bacini corrispondenti ai lotti privati afferenti ai nodi del reticolo degli impianti fognari privati ed alla vasca di laminazione.





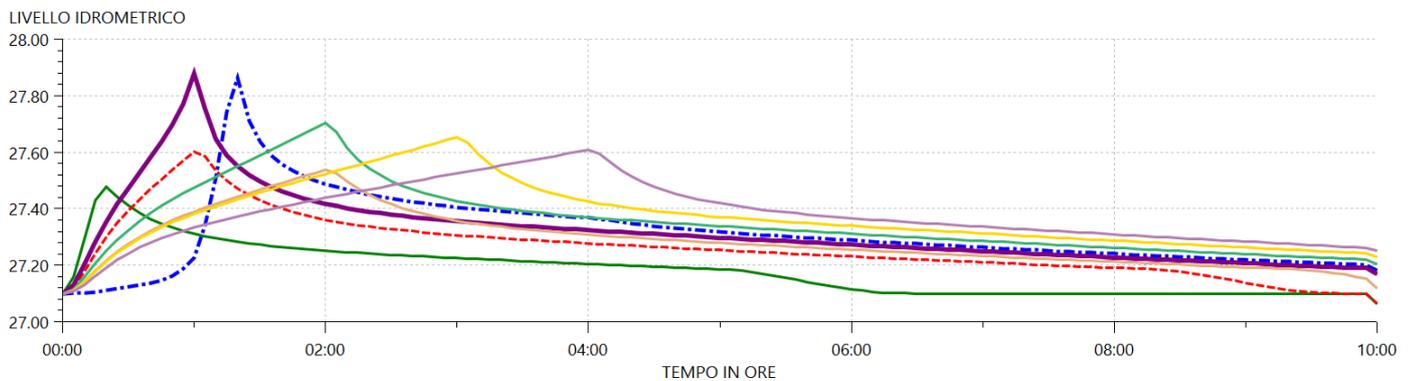
RISULTATI DELLA VERIFICA FOGNATURE ACQUE METEORICHE

Si propongono ora i risultati della simulazione matematica ottenuti mediante modello idraulico in moto vario, al fine di validare la scelta tecnica ed il dimensionamento della rete.

IDROGRAMMA DI PIENA POZZETTI PUBBLICA FOGNATURA

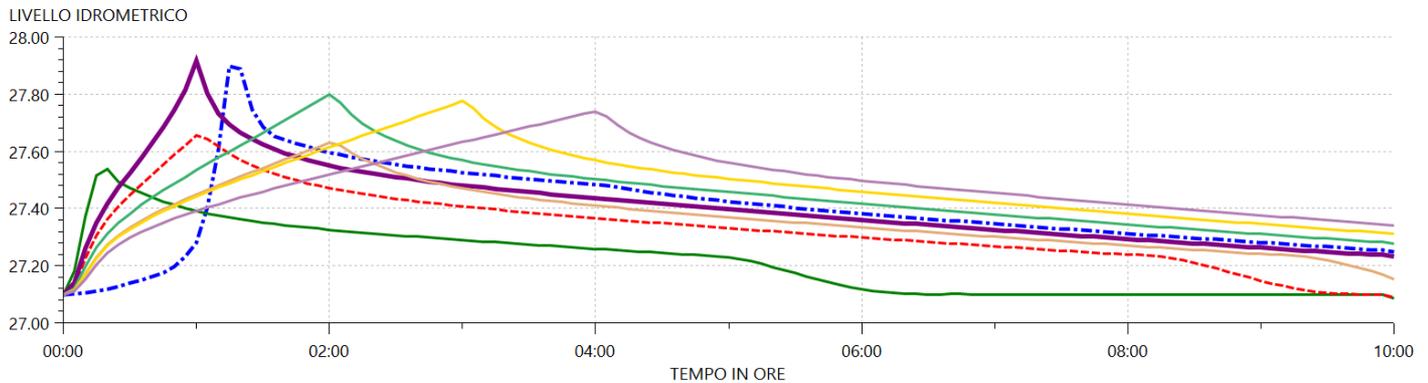
Si propongono i grafici relativi ai livelli idrometrici generati dal modello e relativi ai principali pozzetti della fognatura stradale pubblica dedicata alle acque meteoriche. Non sono apprezzabili livelli idrometrici critici nonostante la rete in progetto sia stata sottoposta ad eventi di pioggia significativi, tra tutti la curva del CBEC avente un tempo di ritorno di 50 anni.

LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 6B



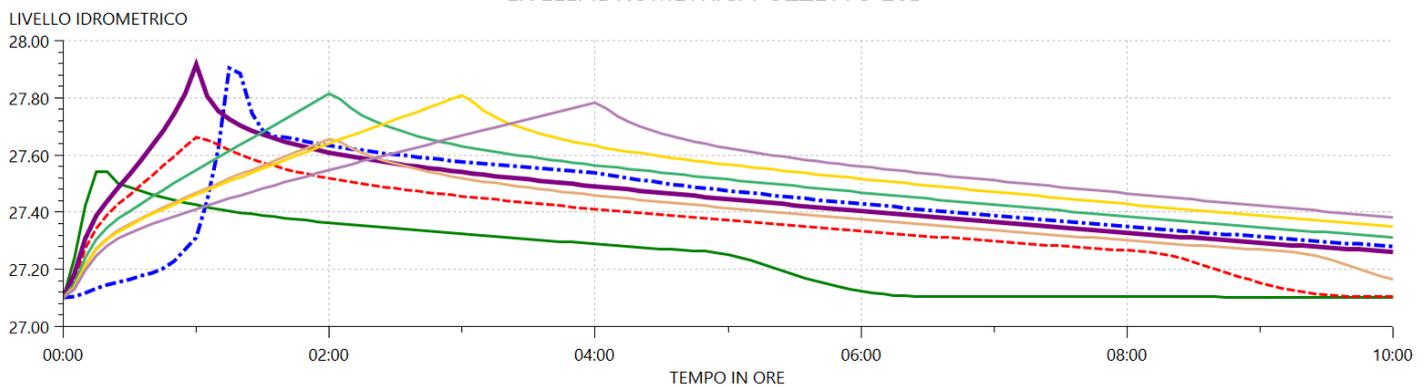
		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE	-----	27.100	27.864
AIMAG 15 MINUTI	-----	27.064	27.476
AIMAG 60 MINUTI	-----	27.064	27.601
CBEC 60 MINUTI	-----	27.100	27.881
CBEC 120 MINUTI	-----	27.100	27.705
AIMAG 120 MINUTI	-----	27.100	27.538
CBEC 180 MINUTI	-----	27.100	27.653
CBEC 240 MINUTI	-----	27.100	27.608

LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 16B



		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE	---	27.100	27.897
AIMAG 15 MINUTI	—	27.087	27.538
AIMAG 60 MINUTI	- - -	27.088	27.656
CBEC 60 MINUTI	—	27.100	27.918
CBEC 120 MINUTI	—	27.100	27.799
AIMAG 120 MINUTI	—	27.100	27.629
CBEC 180 MINUTI	—	27.100	27.776
CBEC 240 MINUTI	—	27.100	27.740

LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 26B



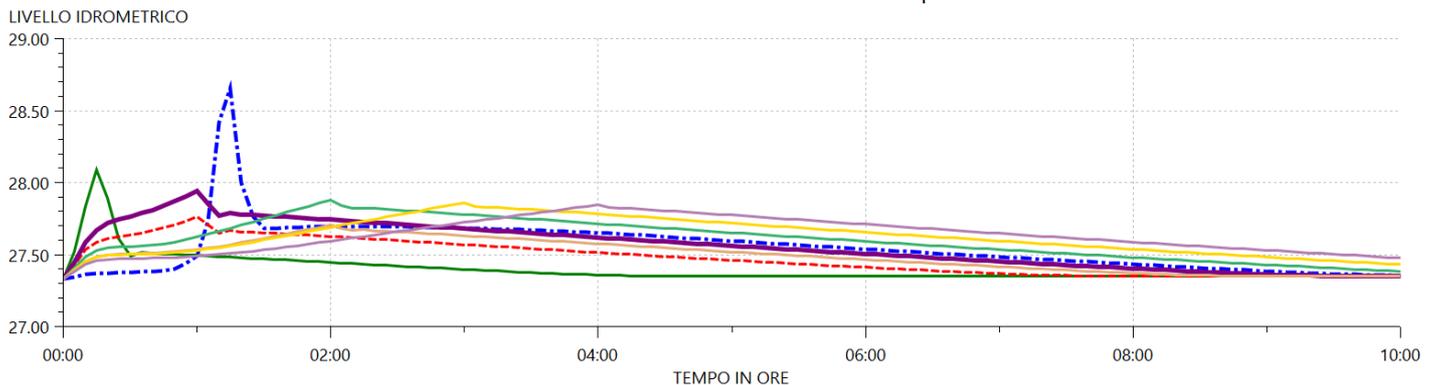
		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE	---	27.103	27.903
AIMAG 15 MINUTI	—	27.103	27.540
AIMAG 60 MINUTI	- - -	27.103	27.663
CBEC 60 MINUTI	—	27.103	27.917
CBEC 120 MINUTI	—	27.103	27.815
AIMAG 120 MINUTI	—	27.103	27.655
CBEC 180 MINUTI	—	27.103	27.809
CBEC 240 MINUTI	—	27.103	27.782

IDROGRAMMA DI PIENA POZZETTI IMPIANTI PRIVATI

I seguenti grafici relativi alle risultanze della simulazione delle condotte costituenti gli impianti fognari privati, evidenziano diversi comportamenti in relazione alla vicinanza con la vasca di laminazione privata, necessaria per limitare il contributo sulla rete pubblica stradale in progetto.

Per i pozzetti di monte l'evento critico, e quindi di progetto, è costituito dallo ietogramma di tipo "chicago" avente durata 4 ore che satura la capacità delle condotte ma senza generare esondazione dal piano finito dei piazzali dei lotti privati.

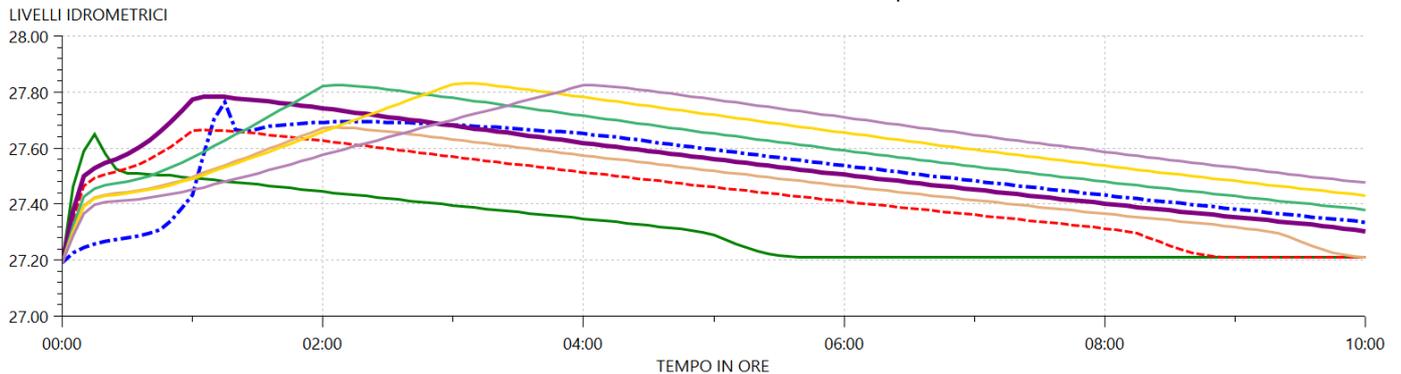
LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 13Bp



		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE		27.330	28.654
AIMAG 15 MINUTI		27.330	28.088
AIMAG 60 MINUTI		27.330	27.763
CBEC 60 MINUTI		27.330	27.941
CBEC 120 MINUTI		27.330	27.880
AIMAG 120 MINUTI		27.330	27.706
CBEC 180 MINUTI		27.330	27.862
CBEC 240 MINUTI		27.330	27.845

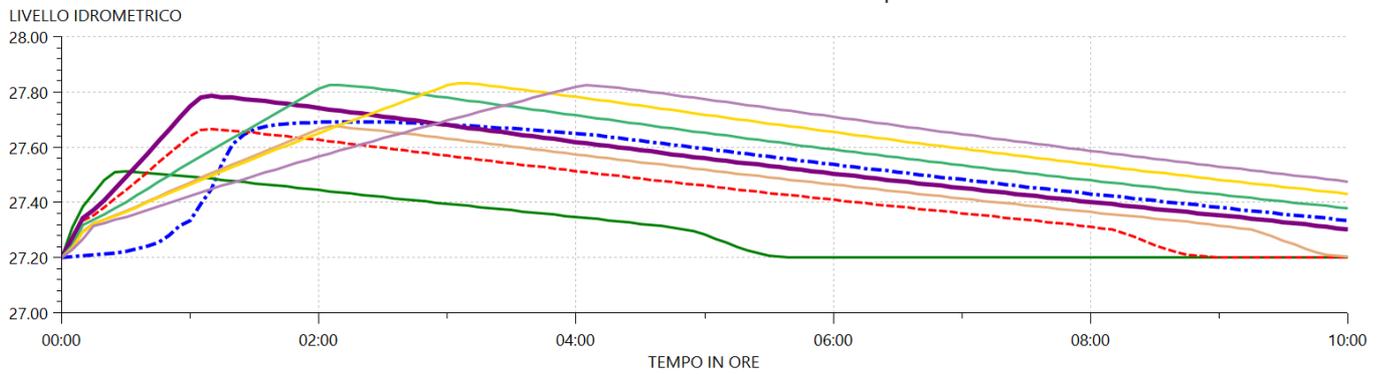
Verso valle il comportamento è ovviamente simile al regime di riempimento e svuotamento della vasca e della rete stradale che riceve i volumi gradualmente mediante l'unica condotta di allacciamento prevista.

LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 7Bp



		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE	---	27.190	27.764
AIMAG 15 MINUTI	—	27.190	27.649
AIMAG 60 MINUTI	- - -	27.190	27.665
CBEC 60 MINUTI	—	27.190	27.784
CBEC 120 MINUTI	—	27.190	27.826
AIMAG 120 MINUTI	—	27.190	27.674
CBEC 180 MINUTI	—	27.190	27.831
CBEC 240 MINUTI	—	27.190	27.824

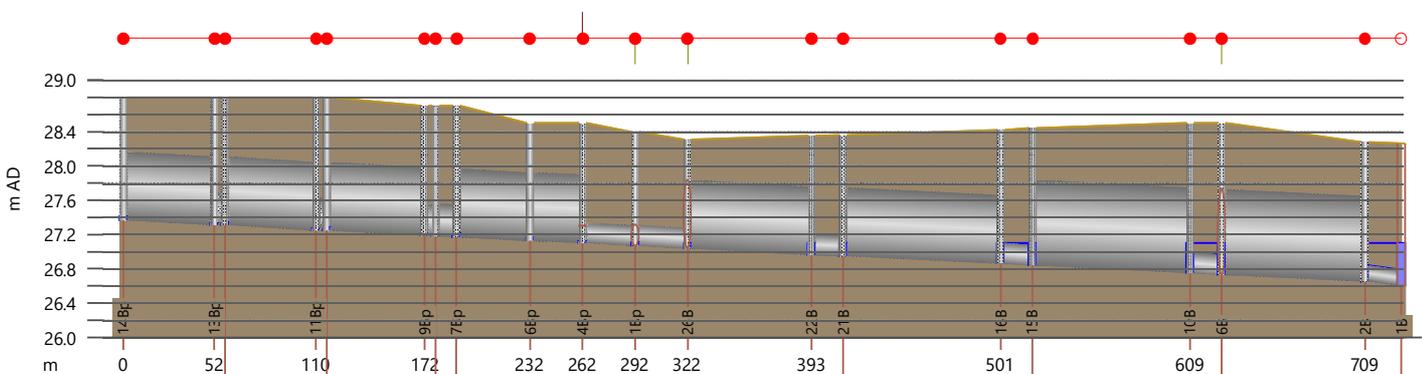
LIVELLI IDROMETRICI POZZETTO 3Bp



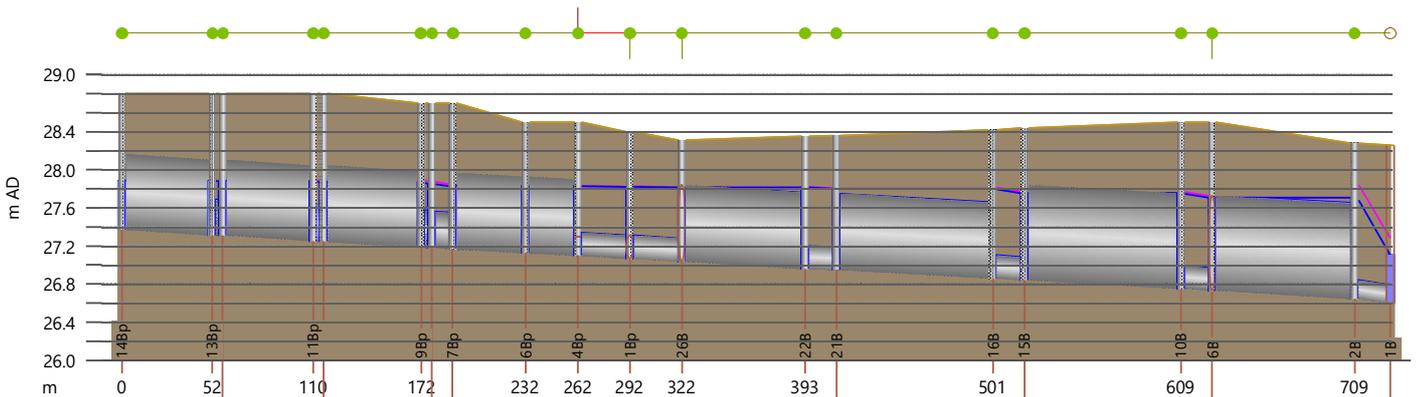
		Livello	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE	---	27.200	27.693
AIMAG 15 MINUTI	—	27.200	27.514
AIMAG 60 MINUTI	- - -	27.200	27.666
CBEC 60 MINUTI	—	27.200	27.786
CBEC 120 MINUTI	—	27.200	27.826
AIMAG 120 MINUTI	—	27.200	27.674
CBEC 180 MINUTI	—	27.200	27.832
CBEC 240 MINUTI	—	27.200	27.826

PROFILI 14Bp-1B

I seguenti grafici illustrano il comportamento della rete mediante la visualizzazione del livello idrometrico nel profilo dell'asta di deflusso più lunga che parte dalla sezione di chiusura 1B sino al pozzetto di monte del lotto 4. Il primo profilo al tempo zero della simulazione, evidenzia il livello di valle considerato per l'intera durata delle simulazioni. Il secondo profilo evidenzia il livello idrometrico massimo raggiunto con l'evento critico e quindi di progetto costituito dalla curva 50ennale CBEC di 2 ore.

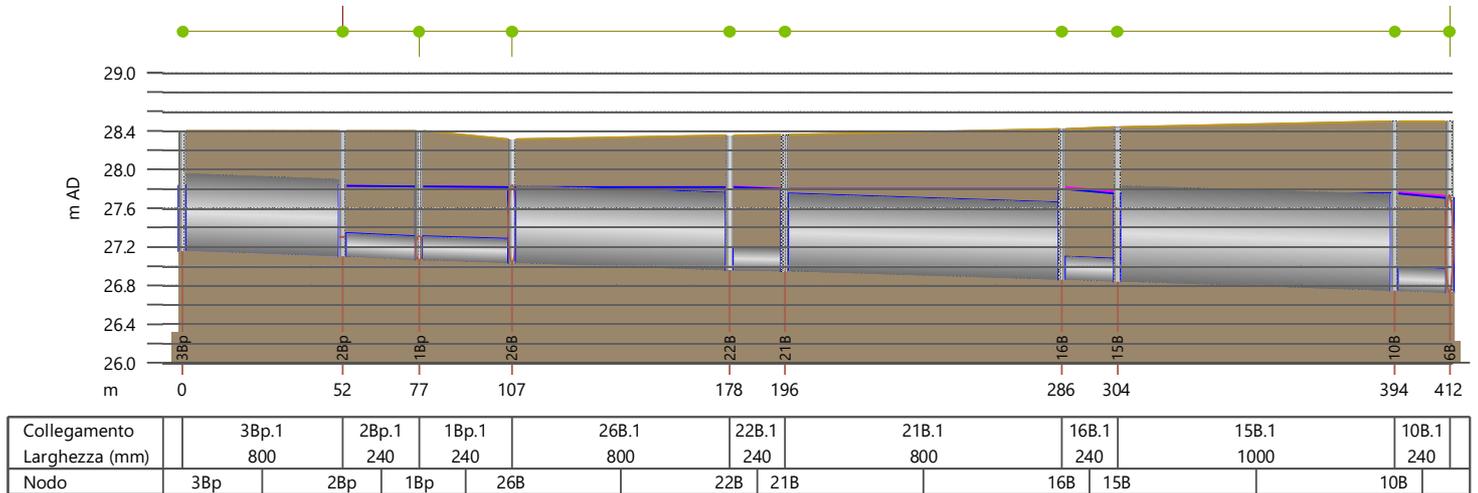


Collegamento	14Bp.1	12Bp.1	10Bp.1	-	7Bp.1	6Bp.1	4Bp.1	1Bp.1	26B.1	-	21B.1	-	15B.1	-	6B.1	-				
Larghezza (mm)	800	800	800	-	800	800	240	240	800	-	800	-	1000	-	1000	191				
Nodo	-	-	-	-	9Bp	-	6Bp	4Bp	1Bp	26B	-	22B	21B	-	16B	15B	10B	6B	2B	1B



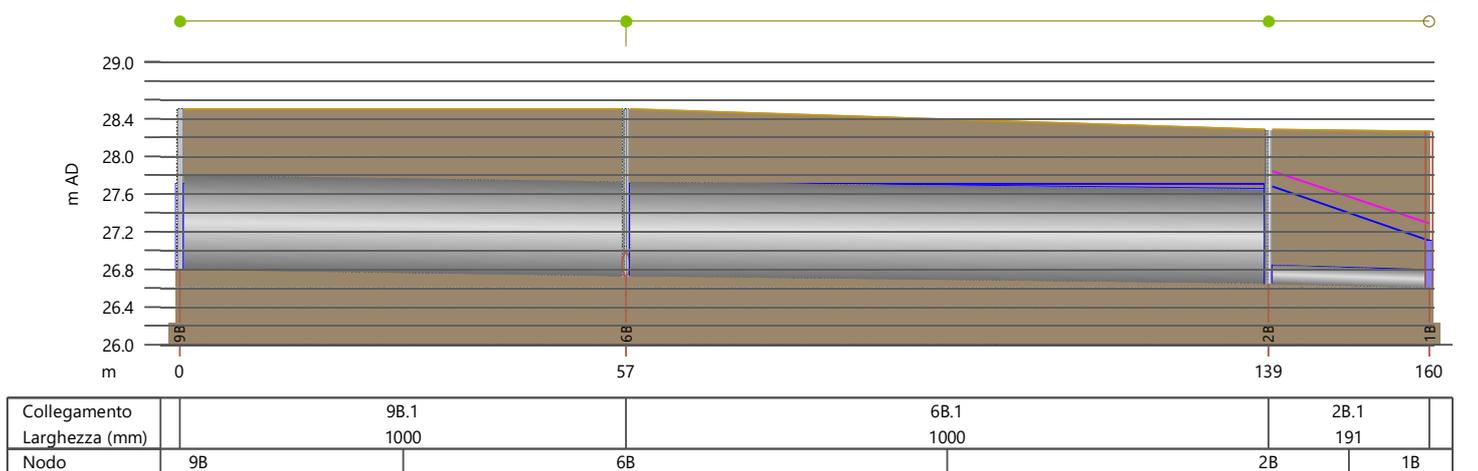
Collegamento	14Bp.1	12Bp.1	10Bp.1	-	7Bp.1	6Bp.1	4Bp.1	1Bp.1	26B.1	-	21B.1	-	15B.1	-	6B.1	-				
Larghezza (mm)	800	800	800	-	800	800	240	240	800	-	800	-	1000	-	1000	191				
Nodo	-	-	-	-	9Bp	-	6Bp	4Bp	1Bp	26B	-	22B	21B	-	16B	15B	10B	6B	2B	1B

PROFILO 3Bp-6B



Anche il profilo verso il lotto 1 generato dalla curva CBEC avente durata 2 ore, non evidenzia esondazioni dal piano stradale ed una corretta distribuzione dei volumi lungo la rete.

1.1. PROFILO 9B-1B



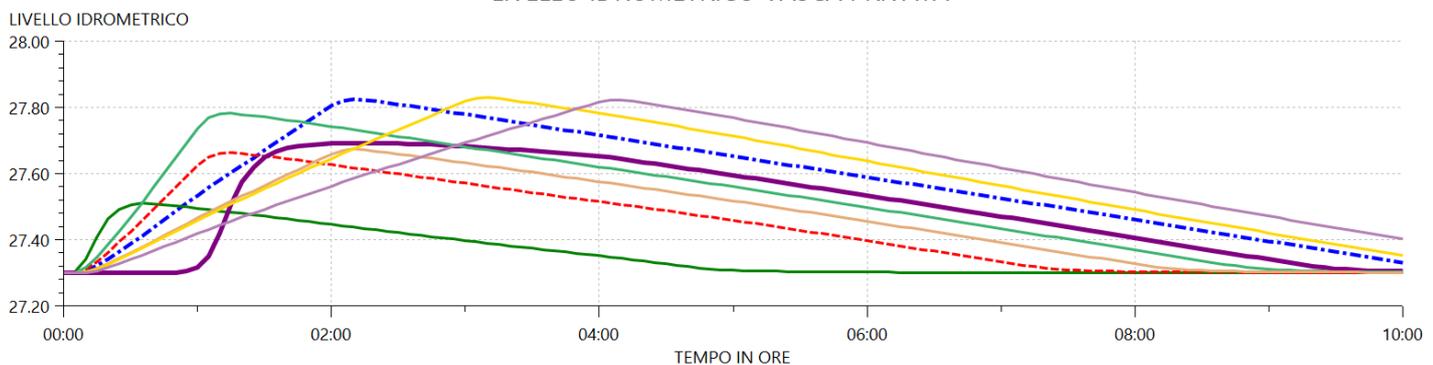
L'ultimo profilo proposto relativo al collettore DN 1000 a servizio della strada di accesso al comparto evidenzia la saturazione del volume disponibile e la piezometrica nella sezione di chiusura dovuta alla strozzatura PVC De 200 imposta.

LIVELLI IDROMETRICI E VOLUMI VASCA DI LAMINAZIONE PRIVATA

La simulazione matematica restituisce l'andamento dei livelli idrometrici e dei volumi raggiunti nella vasca di laminazione a servizio degli impianti fognari privati dedicati alla gestione delle acque di pioggia.

È bene evidente che le curve caratteristiche di possibilità climatica critiche per la rete in progetto, sono le curve CBEC di durata pari a 2 e 3 ore con tempo di ritorno di cinquanta anni.

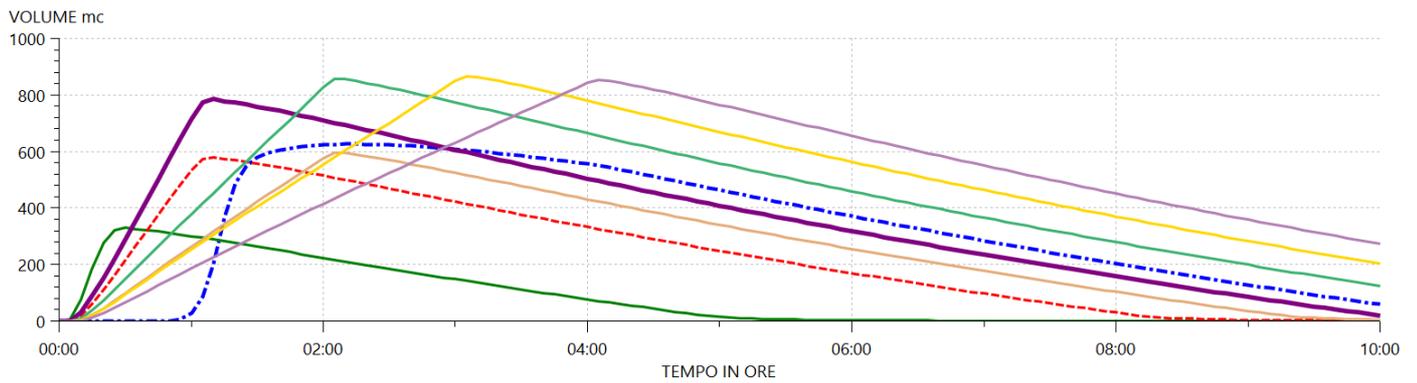
LIVELLO IDROMETRICO VASCA PRIVATA



		Livello	
		Min	Max
CBEC 120 MINUTI	---	27.300	27.825
AIMAG 15 MINUTI	—	27.300	27.510
AIMAG 60 MINUTI	- - -	27.300	27.663
CHICAGO AIMAG 4 ORE	—	27.300	27.693
CBEC 60 MINUTI	—	27.300	27.783
AIMAG 120 MINUTI	—	27.300	27.674
CBEC 180 MINUTI	—	27.300	27.831
CBEC 240 MINUTI	—	27.300	27.823

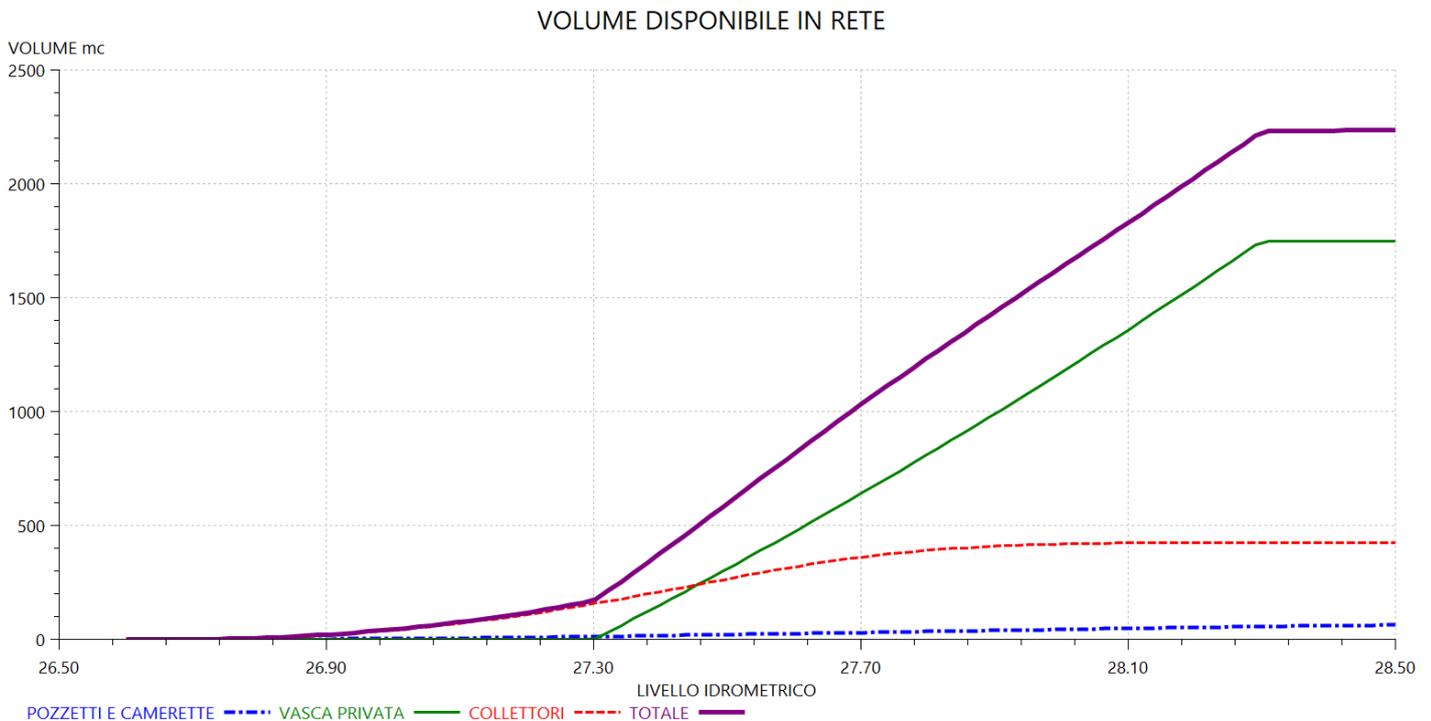
Il volume massimo pari a 867 mc, viene raggiunto sottoponendo la rete alla curva di durata pari a 3 ore del Consorzio di Bonifica Emilia Centrale.

VOLUME VASCA PRIVATA



		Volume	
		Min	Max
CHICAGO AIMAG 4 ORE		0.000	626.127
AIMAG 15 MINUTI		0.000	332.794
AIMAG 60 MINUTI		0.000	580.650
CBEC 60 MINUTI		0.000	785.396
CBEC 120 MINUTI		0.000	855.968
AIMAG 120 MINUTI		0.000	594.998
CBEC 180 MINUTI		0.000	866.855
CBEC 240 MINUTI		0.000	854.938

VOLUME DI LAMINAZIONE



Il volume disponibile in rete per la laminazione delle acque di pioggia, viene realizzato tramite il sovradimensionamento delle condotte, sia pubbliche che private, e ad una vasca di laminazione a servizio dei lotti privati. A quota pari a circa l'estradosso delle condotte, si ottiene un volume disponibile pari a circa **2000 m³**.

Volume totale: 2000 m³

Sup. imp.: 6,0847 ha x 35 % = 2,13 ha

Volume specifico = 930 m³ per ettaro impermeabile, valore ampiamente in linea con i parametri di riferimento riportati in bibliografia e relativi ad aree a destinazione commerciale come quella in esame.

CONCLUSIONI

I risultati della simulazione evidenzianti nei grafici che dimostrano la correttezza della soluzione proposta con le seguenti considerazioni finali.

- la verifica del dimensionamento proposto tiene in considerazione eventi di pioggia significativi ovvero critici sia per le reti fognarie (brevi e di notevole intensità) sia per il volume di laminazione ovvero di lunga durata, intensità non elevata e con tempi di ritorno di 20 e 50 anni ritenuti corretti per il dimensionamento di bacini di laminazione a servizio di urbanizzazioni anche di modesta estensione;
- la scelta di realizzare il volume di laminazione necessario mediante il sovradimensionamento delle condotte e con una vasca di gestione privata, costituisce una soluzione ottimale sia in termini di prestazioni idrauliche, investimento, gestione nonché manutenzione nel tempo;
- non sono previsti particolari accorgimenti o dispositivi di regimazione delle acque in quanto il sistema agisce con funzionamento “automatico” di riempimento e svuotamento.

FOGNATURA ACQUE REFLUE DOMESTICHE

I reflui fognari verranno allontanati mediante la realizzazione di una nuova fognatura stradale dedicata alle acque reflue domestiche collegata alla fognatura di recente realizzazione a servizio di Via Dell'Integrazione, la quale a sua volta recapita tramite il reticolo fognario esistente, all'impianto di depurazione comunale.

Per il calcolo della portata di acque nere da smaltire si adottano ragionevoli stime circa il numero massimo di abitanti equivalenti stimato.

Portata del comparto:

La portata di acque nere in [l/s] si ottiene utilizzando la seguente espressione:

$$Q = c_p \cdot \frac{\alpha \cdot D \cdot N}{86.400}$$

in cui

cp: coefficiente di punta;

α : dispersione della dotazione nulla;

D: dotazione idrica pari a 300 l/(ab.*gg.);

Abitanti = (1 A.E. / 100 mq di S.F.) x circa 23.000 mq S.F. = 230 A.E.

La portata viene calcolata secondo il numero degli abitanti equivalenti e quindi della dotazione idrica pari a 300 l / A.E. gg, ne risulta una portata totale pari a circa **2,4 l/s**.

Il coefficiente di punta si considera pari a **3**, valore che considera ampiamente la contemporaneità degli scarichi nella rete.

La portata totale è ampiamente smaltibile, dal collettore in progetto in PVC UNI-EN 1401-1 **De 250** che, con pendenza di posa pari al **3,00 ‰**, scabrezza ϵ pari a 0,4 mm, convoglia a bocca piena una portata di circa **36 l/s**.

INGEGNERE

La verifica della sezione di progetto viene condotta applicando l'equazione del moto uniforme:

$$Q_o = C \cdot \Omega \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot i_f}$$

ove “Qo ” è la portata ed è espressa in [m³/s], “g” è l'accelerazione di gravità, “Ω” e “R” sono rispettivamente la sezione del condotto in [m²] ed il raggio idraulico espresso in [m], “if “la pendenza del fondo, “C” il coefficiente di resistenza adimensionale che può essere espresso secondo la formula di Colebrook in regime di moto assolutamente turbolento:

$$C = 5,75 \cdot \log \left(\frac{13,3 \cdot f \cdot R}{\varepsilon} \right)$$

calcolato assumendo un coefficiente di forma ”f “pari a 1,00 ed una scabrezza assoluta “ε “pari a 0,4 mm per tubi in PVC in esercizio da anni e quindi cautelativo.

Materiale	Diametro interno	Pendenza	Scabrezza	Velocità	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Sezione	Portata
PVC	[m]	[n!]	[m]	[m/s]	[m]	[m]	[m ²]	[l/s]
TUBAZIONI IN PVC UNI 1401 SN4								
De 250	0,240	0,003	0,0004	0,796	0,754	0,060	0,0452	36,0

Carpi, 10 Agosto 2023

Doc. 027/2021

Ing. Massimo Barbi