

Comune di Traversetolo

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO REDATTO AI SENSI DELLA L.R. 20/2000 E DELL'ACCORDO REDATTO AI SENSI DELL'ART.18 L.R. 20/2000 PER LA RICONVERSIONE DELL'AMBITO URBANO RICOMPRESO NELL'AREA EX FOR LADY

RELAZIONE TECNICA RETE ACQUE BIANCHE

COMMITTENTE:

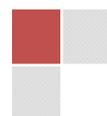
CREDEMLEASING S.P.A.
GRUPPO BANCARIO "CREDITO EMILIANO-CREDEM"
VIA MIRABELLO, 2- REGGIO EMILIA

PROGETTO RETI ACQUE BIANCHE E NERE



Ing. Gian Lorenzo Bernini
Ing. Rosaria Ragazzini

Novembre 2014



INDICE

1	PREMESSA	3
2	CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO	5
2.1	Contributo dell'area al collettore fognario.....	5
2.2	Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi	6
2.3	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.....	6
3	ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA.....	8
3.1	Descrizione dello stato di fatto e di progetto	10
3.1.1	Stato di fatto	10
3.1.2	Stato di progetto.....	11
3.2	La calibrazione del modello idrologico Swmm	12
3.3	La formazione dei deflussi di riferimento.....	13
3.4	Determinazione delle portate scaricate della rete di scolo acque bianche.....	14
3.5	Descrizione della rete di raccolta, deflusso e laminazione delle acque bianche.....	18
3.5.1	Laminazione all'interno dei lotti.....	19
3.5.2	Sovradimensionamento delle tubazioni di raccolta e deflusso delle acque bianche pubbliche	19
4	CONCLUSIONI	20

1 PREMESSA

La presente relazione precisa i criteri adottati per il dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque bianche realizzato nell'ambito del P.d.C. "Area ex For Lady".

L'area si dispone su una superficie complessiva di circa 8.500 m². La maggior parte dell'area, per circa 5.200 m², è allo stato attuale edificata e quindi risulta impermeabilizzata.



Figura 1: Individuazione planimetrica della zona oggetto di studio.

L'intervento prevede la realizzazione di sei lotti privati per residenze private e viabilità pubblica di connessione all'esistente. Ogni lotto dovrà avere un sistema di laminazione privato e un sistema di raccolta e drenaggio delle acque bianche pubblico. In questo modo, oltre a regimare il nuovo scarico attraverso un sistema di laminazione, si riduce anche la portata scaricata attualmente nella rete esistente.

Tutta l'area in progetto è stata trattata come impermeabile. Il dimensionamento della rete acque bianche è stato eseguito in conformità a quanto disposto dal RUE vigente e nel rispetto dei seguenti criteri:

- il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 25 anni;
- la portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (***criterio dell'invarianza della portata***);
- *Ogni singolo lotto dovrà essere dotato di adeguati sistemi di laminazione delle acque meteoriche provenienti dalle relative aree di competenza;*
- *Lo scarico nel ricettore finale avvenga attraverso una strozzatura (tubo DN160) nella rete bianca Comunale;*
- *L'immissione dovrà essere realizzata in modo tale che lo scorrimento del tubo di scarico (DN160) sia superiore di 20 cm rispetto allo scorrimento del recapito finale e comunque alla quota massima consentita dal progetto.*

Determinate le portate nello Stato di Fatto e di Progetto, esaminando eventi di pioggia con tempo di ritorno 25 anni e durate differenti, si calcolano le portate defluite per il dimensionamento della rete di collettamento delle acque bianche ed eventualmente il volume da invasare depurando l'idrogramma di piena generato della quota parte scaricabile nel ricettore finale o nell'estrema eventualità ipotizzata, che non si possa scaricare temporaneamente nel canale in quanto la sezione di deflusso presenti livelli maggiori del tubo di immissione.

La rete acque bianche è stata dimensionata col supporto del modello idrologico-idraulico SWMM vers. 5.0.022 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A..

La rete acque bianche è stata progettata per drenare e contenere deflussi generati anche da eventi di pioggia con tempo di ritorno TR pari a 25 anni, sia in termini di portata che di volume.

Il dimensionamento della rete acque bianche è stato progettato e verificato con condotte di diametro DN200 e DN630 e ***scarico finale a gravità con una tubazione DN160.***

Il dimensionamento della rete acque bianche e dello scarico finale è studiato per laminare, in fase di massimo esercizio, un volume di 100 m³.

2 CRITERI E METODOLOGIA D'IMPOSTAZIONE DEL LAVORO

Le modifiche di destinazione d'uso del territorio determinano variazioni sostanziali dei parametri idraulici di riferimento (coefficiente di deflusso e tempi di corrivazione), per tale motivo in via cautelativa si propone, nello stato di progetto, di mantenere al massimo lo stesso valore al colmo della portata che si genera nello stato di fatto, al fine di non perturbare l'equilibrio idraulico della rete idrica superficiale attuale. È quindi necessario, per la rete di raccolta acqua bianca, ricercare all'interno dell'area polmoni di ritenzione, capaci di laminare le portate in arrivo, mantenendo quelle in uscita su valori analoghi a quelli dello stato di fatto.

La rete delle acque bianche sarà realizzata attraverso l'utilizzo di tubazioni in PVC e/o cemento con diametri DN200 e DN630 e scarico finale nella rete comunale con una tubazione DN160 al fine di garantire la laminazione delle acque dell'intervento in esame.

Il dimensionamento della rete è stato progettato adottando i seguenti principi:

- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (***criterio dell'invarianza della portata***);
- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento sia uguale a 25 anni;
- Il volume d'invaso è ottenibile attraverso il sovradimensionamento delle rete fognaria bianca e ai sistemi di laminazione interni ai lotti privati;
- Lo scarico nel ricettore finale avvenga attraverso una condotta tarata (tubo non superiore al DN160).

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche relative allo smaltimento delle acque di pioggia generate dal comparto.

2.1 CONTRIBUTO DELL'AREA AL COLLETTORE FOGNARIO

Il sistema di drenaggio, raccolta e smaltimento di progetto è composto da una rete di fognatura bianca in grado di raccogliere ed evacuare le acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle coperture e dalle aree impermeabili.

La rete fognaria delle acque bianche è stata simulata calcolando la massima portata generata e collettata nei nodi critici di ogni condotta e accettando la fuoriuscita dai pozzetti rappresentata con l'utilizzo di "Ponded area".

La rete fognaria delle acque bianche è stata progettata stimando la massima portata generata e drenata nei nodi critici della condotta.

2.2 DEFINIZIONE DELLA RETE DRENANTE E DEI BACINI IMBRIFERI

Il sistema idrografico artificiale relativo al collettore fognario in progetto è schematizzato in diversi bacini caratterizzati dal contributo dell'area e determinato in relazione alle superfici drenate previste.

I bacini sono stati definiti sulla base dello stato della pianificazione dell'area di interesse e delle linee di collettori in progetto, in modo da avere una distribuzione delle portate il più uniforme possibile.

La definizione dell'uso del suolo è stata condotta esaminando, per ogni sottobacino pertinente alle condotte, la densità delle superfici occupate da pavimentazioni impermeabili e permeabili.

Lo studio idrologico ed idraulico si è svolto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione dei bacini tributari per ogni tratto fognario, definizione dell'uso del suolo previsto, con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l'area in esame;
- Definizione dei carichi idraulici esterni gravanti sul collettore acque bianche esistente;
- Valutazione della risposta idrologica dello stabilimento attraverso il sistema idrico di drenaggio in termini di portate, velocità e volumi di deflusso per l'assegnato livello di probabilità;
- Definizione delle portate scaricate nella rete di drenaggio pubblica e verifica delle condizioni di scarico.

I risultati delle verifiche hanno consentito di calibrare, e quindi meglio interpretare, le soluzioni tecniche, per il drenaggio delle acque bianche superficiali.

2.3 IDROLOGIA E DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate nello Stato di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia.

La stima degli afflussi/deflussi, sul lotto di terreno oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando i tempi di ritorno delle piogge, e in funzione di questi e del coefficiente di deflusso, dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno, si sono determinati i valori massimi della portata istantanea al colmo.

Il calcolo della portata di pioggia massima scaricata del collettore è stata calcolata facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 25 anni.

La determinazione della portata al colmo col metodo afflussi/deflussi, deve avere come input l'altezza di pioggia ricavate dall'elaborazione statistica dei dati pluviometrici per piogge intense e di breve

durata (15',30',1,3,6,12,24 ore) rilevati, in questo caso, alla stazione pluviografica di Parma Università, da cui si sono ottenute le curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno; la serie storica va dal 1936 fino al 2012. Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (d) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (TR) è stato necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

L'elaborazione statistica ha portato alla definizione dei parametri a e n delle curve di possibilità pluviometrica per la stazione pluviometri a di Parma per i TR di interesse e mostrati nelle tabella seguente.

a	55,40
n	0,1740

Tabella 1 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica (TR = 25 anni).

In Tabella 2 e Figura 2 è riportata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione in esame.

d (ore)	H (mm)
15'	34,86
30'	40,45
1	55,40
2	62,50
3	66,71
6	75,80
12	85,58
24	96,50

Tabella 2 – Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica (TR = 25 anni).

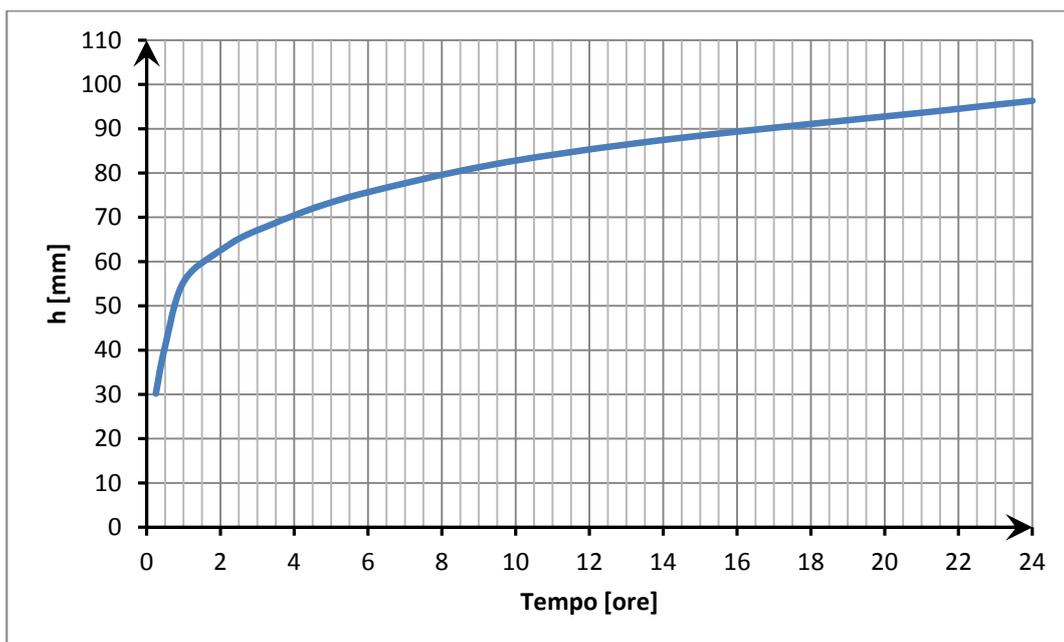


Figura 2 – Curva di possibilità pluviometrica per la stazione di Parma, TR 25 anni.

3 ANALISI IDROLOGICA-IDRAULICA

La simulazione idraulica per la determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura delle aree scolanti, ovvero nella rete fognaria destinata a riceverle, è stata effettuata con l'utilizzo del modello idrologico-idraulico **SWMM** (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A, che descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sull'area di un bacino imbrifero e quindi in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori, consentendo di definire le portate nella configurazione attuale e di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. Una delle caratteristiche del programma è l'analisi dei deflussi provenienti da piccoli bacini urbani, come nel caso dell'intervento in oggetto.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione, quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti la rete drenante. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso successive formule, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi.

Le condizioni iniziali nel reticolo sono, invece, calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni tratto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. È quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione è modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione siano potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso è ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale

elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste un'importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra. Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, è ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente portata lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete idrografica. Nel caso in esame, si sono esaminati tempi di pioggia con durate differenti, dai 15 minuti fino alle dodici ore, e fissato l'intervallo temporale di calcolo della simulazione complessivamente in 24 ore, con pluviogramma di ingresso di tipo triangolare. I parametri che occorrono fissare per la simulazione idrologica e quindi per la determinazione delle portate generate sono i seguenti:

- Caratteristiche fisiche e morfologiche dell'area sottesa (superfici impermeabili, aree verdi, strade ecc), che consentono di stimare le perdite e i coefficienti di deflusso, attraverso il metodo CN (caratteristiche del tipo di suolo);
- Ietogrammi di ingresso;
- Il metodo di analisi afflussi/deflussi (metodo SCS Curve Number).

Come anticipato, per la determinazione delle principali perdite idrologiche come evapotraspirazione, infiltrazione ed immagazzinamento nelle depressioni superficiali, è stato utilizzato il metodo CN.

Il coefficiente CN attribuisce ad ogni singola porzione di superficie, un valore adimensionale che ne caratterizza la risposta idrologica del suolo in funzione delle sue caratteristiche di permeabilità, d'uso e di copertura al fine di stimare il coefficiente di deflusso medio.

Il metodo consiste essenzialmente di due parti: nella prima si stima il volume del deflusso risultante da una pioggia, nella seconda si determina la distribuzione nel tempo del deflusso e la portata al colmo. Rinviando ai testi d'idrologia (es. Ven Te Chow) l'illustrazione del metodo, nel seguito ci si limita a riportare gli elementi necessari alla sua applicazione. Scritta l'equazione di continuità:

$$Q = P - S'$$

dove:

Q (mm) = volume defluito fino all'istante generico t;

P (mm) = volume affluito al medesimo istante;

S' (mm) = volume complessivamente perso = S*Q/P;

S (mm) = volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione = 25.400/CN – 254.

La valutazione del coefficiente CN e la stima del coefficiente di deflusso (δ), per piogge con diverso tempo di ritorno TR, ha portato ai seguenti valori:

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I - S)}$$

dove:

I = quota parte dell'afflusso che va ad invasarsi nelle depressioni superficiali (=0,2*S).

La forma dell'idrogramma di portata è funzione del tempo di corrivazione t_c , della durata D, dell'impulso di pioggia efficace R, del tempo di ritardo del colmo L (Lag), dei tempi di crescita t_p (time to peak), di esaurimento t_r (recession time) e del tempo base (base time).

Il tempo di corrivazione o concentrazione, caratteristico del bacino, è il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano raggiunga la sezione di chiusura. Per i bacini urbani il tempo di corrivazione t_c è descritto dalla somma di due termini:

$$t_c = t_r + t_p$$

- t_r rappresenta il tempo di ruscellamento ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere la sezione di chiusura del sottobacino di riferimento;
- t_p rappresenta il tempo di percorrenza ed è quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto in ingresso alla rete, la sezione di controllo.

Il tempo di ruscellamento è d'incerta determinazione variando infatti con la pendenza dell'area, con la natura della pavimentazione, con la tipologia dei drenaggi minori della rete; esso viene assunto con valore minimo di 5 minuti che dai risultati e studi condotti su superfici stradali risulta adeguato a rappresentare il fenomeno di scorrimento delle gocce d'acqua sulla piattaforma.

3.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO

La definizione dei parametri utilizzati per la lottizzazione in oggetto riguarda due differenti condizioni:

- Stato di fatto;
- Stato di progetto.

3.1.1 STATO DI FATTO

Lo stato attuale si configura come una porzione di territorio già impermeabile poiché utilizzato come piazzale di deposito e parcheggio. Il valore di CN è stato stimato pari a 98. Il tempo di corrivazione, essendo il terreno impermeabile e con debole pendenza è stato calcolato in circa 15 minuti.

TR 25 anni Tipo copertura	Superficie m ²	%	CN	S	I	PI	Pn	φ
				mm	mm	mm	mm	
Coperture e cortili	5.200	61%	98	5,18	1,04	34,86	29,33	0,84
Asfalto	3.300	39%	75	84,67	16,93	34,86	3,13	0,09
TOTALE	8.500	100%						0,55

Tabella 3 – Parametri stima coefficiente di deflusso col metodo C.N. nello stato di fatto.

dove:

C.N. = Curve Number

$S \text{ (mm)} = 25400/CN - 254 = \text{volume massimo immagazzinabile nel terreno a saturazione}$

$I \text{ (mm)} = 0,2 \times S = \text{volume massimo invasabile nelle depressioni e infiltrato}$

$\text{Pioggia netta (mm)} = (P-I)^2/(P-I+S)$

Si riportano nella tabella seguente i risultati della risposta idraulica in questa configurazione.

Superficie	S	8.500	m ²
Tempo di corrivazione	Tc	15	minuti
Tempo di ritorno	TR	25	anni
Pioggia critica (Tp=Tc)	P	34,86	mm
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,55	
Portata max. al colmo	Q_{max}	181,0	l/sec

Tabella 4 – Parametri caratteristici e portate nello stato di fatto.

3.1.2 STATO DI PROGETTO

La rete fognaria sarà realizzata con tubazioni di diametro minimo DN200 fino al DN630 in C.A. o PVC per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dai pluviali e dalle aree impermeabili. La rete di drenaggio e scolo delle acque meteoriche sarà realizzata attraverso una dorsale principale che scarica nel collettore Comunale nel punto Sc01.



Figura 3: Individuazione planimetrica della dorsale per la raccolta delle acque meteoriche.

La rete di drenaggio e scolo delle acque meteoriche sarà realizzata attraverso una dorsale principale che scarica nella rete pubblica esistente. Ogni singolo lotto dovrà essere allestito con adeguati sistemi di laminazione delle acque meteoriche provenienti dalle relative aree di competenza.

Di seguito si riporta una breve descrizione dei collettori:

- **Dorsale pubblica:** è il ramo fognario pubblico realizzato al di sotto delle viabilità di comparto e drena le acque meteoriche dei lotti (1, 2, 3, 4 e 5) e delle aree pubbliche. Sarà realizzata con tubazioni di diametro DN200 e DN630. Si sviluppa per circa 132 m con una pendenza media dello 0,20%. **Volume massimo invaso 36 m³.**
- **Laminazione interna ai lotti:** sistema di laminazione da realizzare con sovradimensionamento delle tubazioni o sistemi analoghi per un **volume complessivo pari a 64 m³.**

I pozzetti di ispezione saranno di dimensioni interne minime 100x100 cm, posizionati a distanza di almeno ogni 50 m e, comunque, in corrispondenza di bruschi cambi di direzione. Le caditoie stradali di scolo delle acque di pioggia andranno posizionate almeno ogni 15 m e dovranno essere di dimensione 50x50 cm con sifone tipo Milano. Tutti i pozzetti e le tubazioni della rete dovranno essere a tenuta idraulica e quindi opportunamente stuccati ed impermeabilizzati. La rete così dimensionata, oltre a drenare e scolare i deflussi in condizioni normali di esercizio, ha anche funzione di invaso dinamico delle acque meteoriche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno superiori ai 2 anni e di laminazione delle portate. La rete fognaria acque bianche così progettata, è verificata per tutte le durate di pioggia dai 15 minuti alle 24 ore e le tubazioni risultano con grado di riempimento dal 30% al 90% per il tempo di ritorno di progetto di TR 25 anni. Il sistema così progettato è in grado di contenere un **volume pari a circa 100 m³.**

3.2 LA CALIBRAZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO SWMM

Il modello SWMM utilizza un numero elevato di parametri idrologici e idraulici, distribuiti su ogni sottobacino e collettore drenante; i loro valori numerici dovrebbero essere assegnati sulla base del confronto tra il valore delle grandezze misurate (portate o livelli) in alcuni tratti della rete ed il valore delle medesime grandezze ottenuto come risultato del modello di simulazione, con riferimento ad uno o più eventi di pioggia reali monitorati. I valori dei principali parametri del modello SWMM dopo la calibrazione sono i seguenti:

- lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo impermeabile: 2,0 mm;
- lama d'acqua di detenzione superficiale su suolo permeabile: 5,0 mm;
- coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo impermeabile: 0,011 m^{-0,33} s;
- coefficiente di scabrezza secondo Manning su suolo permeabile: 0,25 m^{-0,33} s.

Oltre a fissare i parametri interni di calibrazione del modello di infiltrazione si sono fatte alcune ipotesi fisiche, di seguito riportate, sulla condizione della rete esaminata:

- Le condotte della rete sono state considerate pulite, senza nessun tipo di ostruzione e intasamento;
- La rete di scarico ha pendenza media dello 0,20%;
- **Lo svuotamento avviene a gravità con due tubazioni di scarico di diametro DN160;**
- La portata all'interno del ricettore pari a 300 l/sec;
- Le condizioni di valle nei punti di uscita dal sistema sono quelle di moto uniforme.

Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in **moto vario** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

3.3 LA FORMAZIONE DEI DEFLUSSI DI RIFERIMENTO

Il modello SWMM, calibrato secondo le possibilità concesse dalle informazioni preliminari disponibili, è applicato per il calcolo degli idrogrammi delle piene di riferimento, corrispondenti ai tempi di ritorno di 25 anni. Alla base di tale determinazione si assume che il tempo di ritorno degli eventi estremi di pioggia corrisponda a quello degli eventi estremi di portata. Nella figura seguente si riporta la schematizzazione modellistica della rete per la zona oggetto di studio.

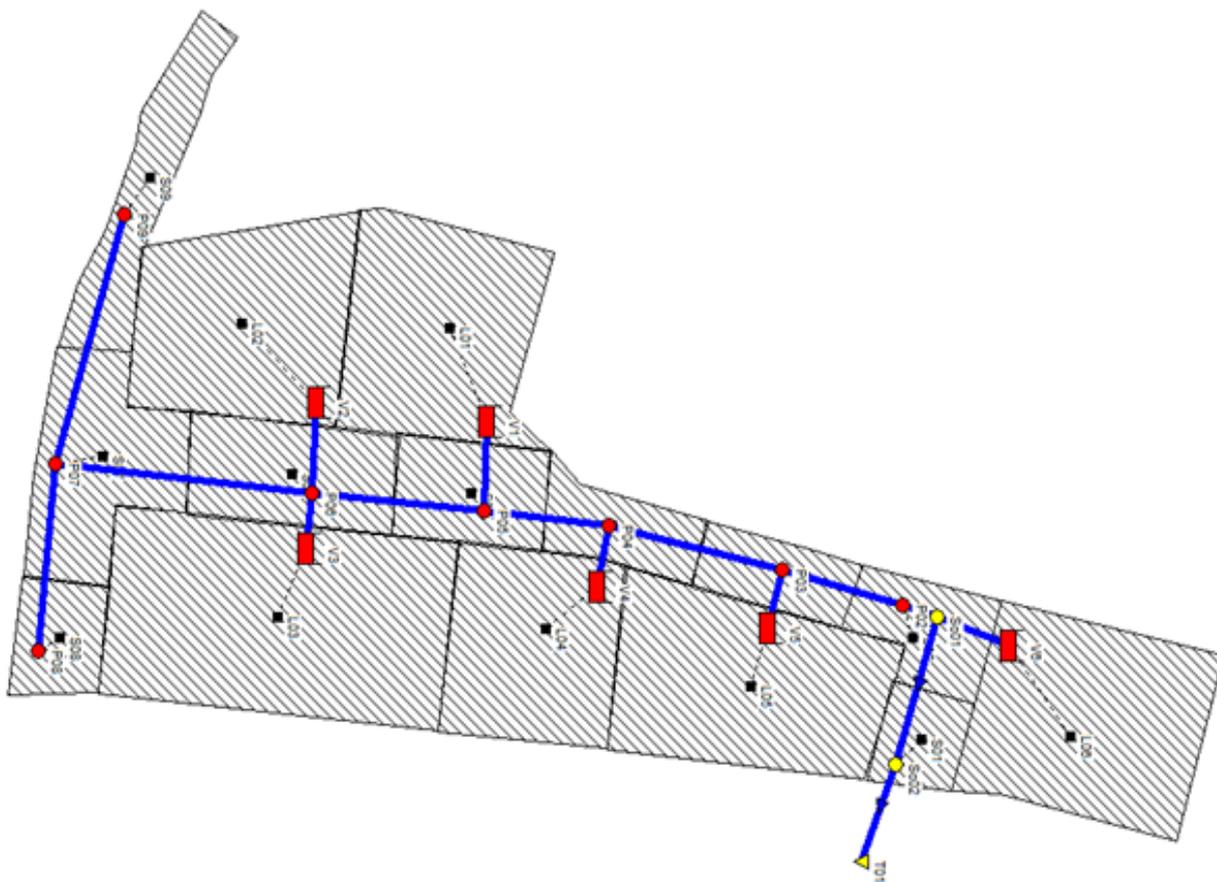


Figura 4: Schematizzazione modellistica della rete di raccolta delle acque meteoriche.

3.4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE SCARICATE DELLA RETE DI SCOLO ACQUE BIANCHE

Seguendo le metodologie sopra esposte, sono stati stimati gli idrogrammi defluenti da ciascun sottobacino per tutti gli eventi pluviometrici assegnati (al variare della durata di pioggia) e quindi la portata in transito istante per istante in ogni collettore ed il carico piezometrico all'interno di ciascun nodo della rete. In questo paragrafo si riportano le portate medie e massime scaricate nei singoli nodi finali delle nove condotte principali.

Il metodo di calcolo utilizzato, per l'implementazione del modello, è il Dynamic Wave, ossia definizione dei parametri idraulici della rete in **moto vario** e quindi tenendo conto sia degli effetti di laminazione delle condotte che delle condizioni di monte e valle dinamiche in ogni nodo della rete.

Il massimo volume di invaso si ottiene per piogge con durata compresa fra i 15 minuti e le 2 ore raggiungendo il picco in corrispondenza dell'ora.

Nelle pagine seguenti, suddivisi per durata di pioggia, si riportano lo ietogramma di ingresso, l'idrogramma delle portate in ingresso e uscita dallo scarico ed il profilo di rigurgito delle condotte principali fino al recapito nell'istante di massimo riempimento. In particolare si riportano i risultati per durata di pioggia di 15 e 60 minuti e per tempo di ritorno pari a 25 anni, mentre i dati per le altre durate di pioggia sono esposti solo nella tabella riassuntiva (tab. 7).

- **TR25 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 15 MINUTI**

La Figura 5 mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 15 minuti.

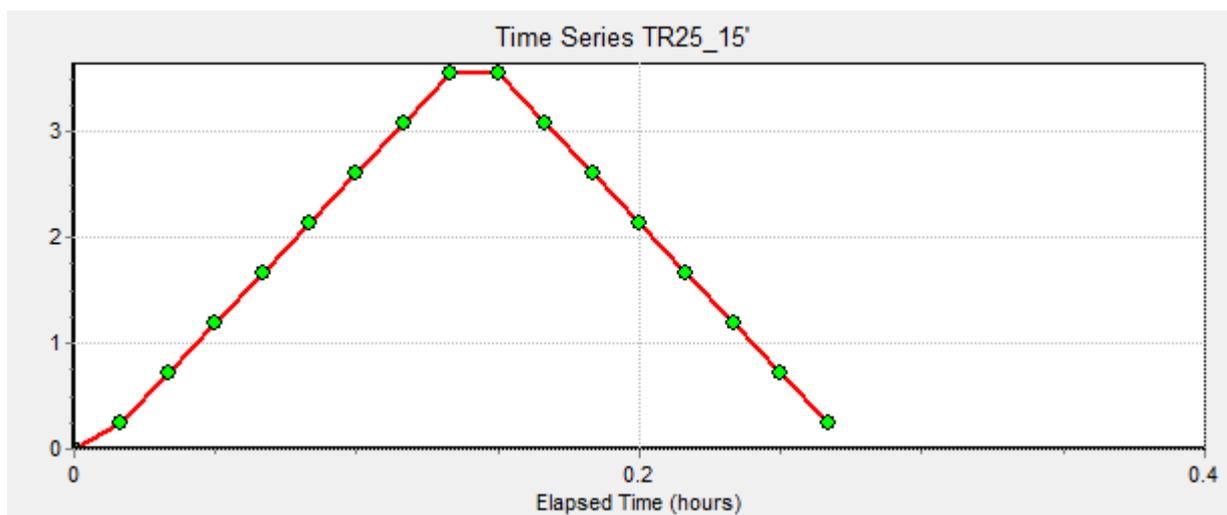


Figura 5 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 15 minuti.

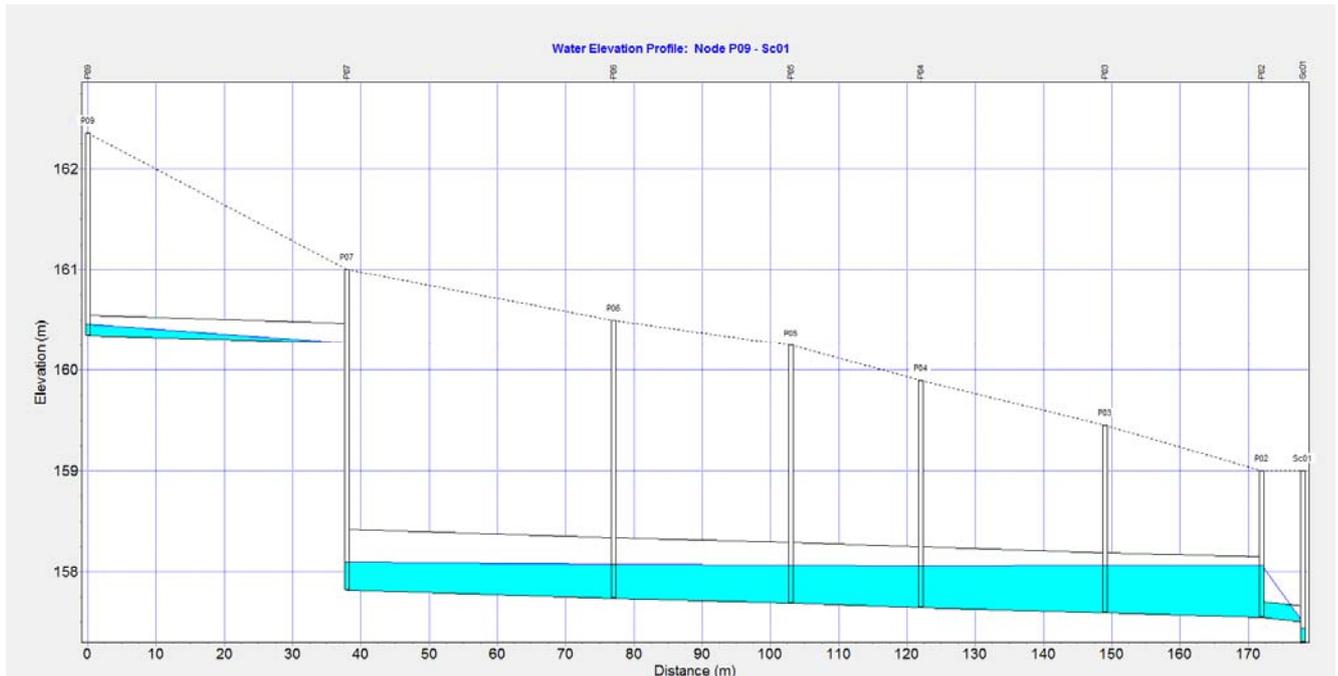


Figura 6 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche da pozzetto P09 a Sc01.

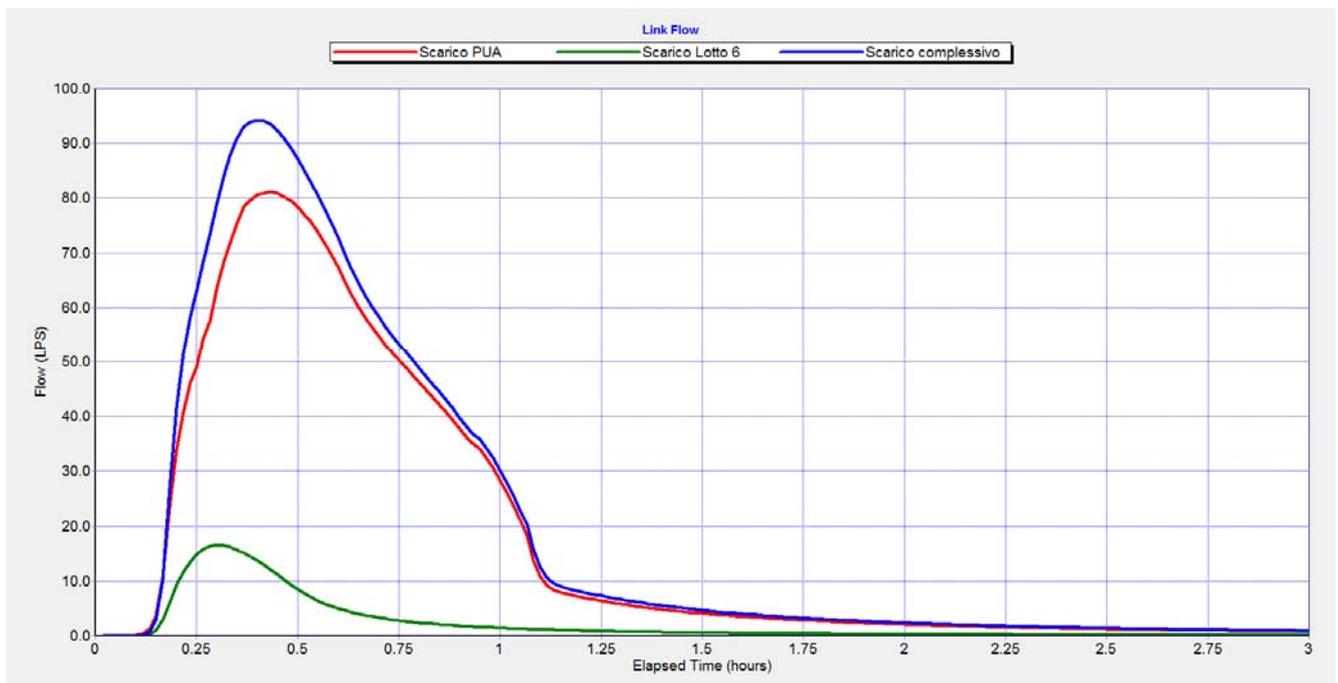


Figura 7 – Idrogramma in uscita dallo Scarico.

Portata generata dal Comparto	240,00	l/s
Volume invaso rete pubblica	23	m ³
Volume invaso rete privata	29	m ³
Portata massima scaricata	96,60	l/s
Portata media scaricata	5,10	l/s

Tabella 5 – Valori delle portate in uscita dallo Scarico.

- **TR25 ANNI: DURATA DI PIOGGIA 1 ORA**

La Figura 5 mostra lo ietogramma di ingresso per durata di pioggia pari a 1 ora.

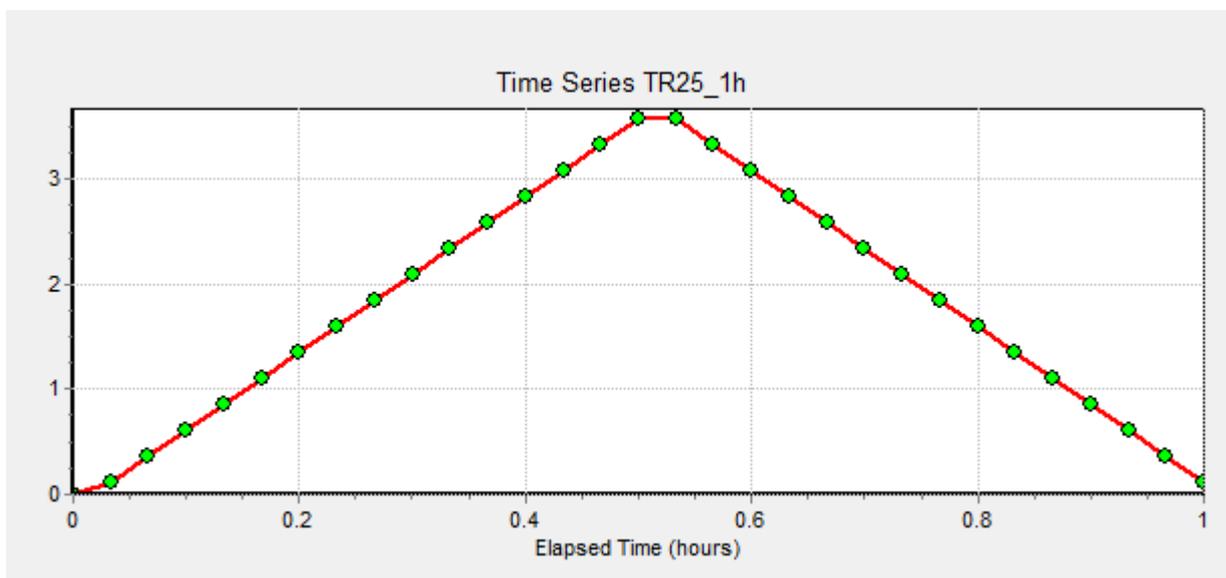


Figura 8 – Ietogramma di pioggia corrispondente ad una durata pari a 1 ora.

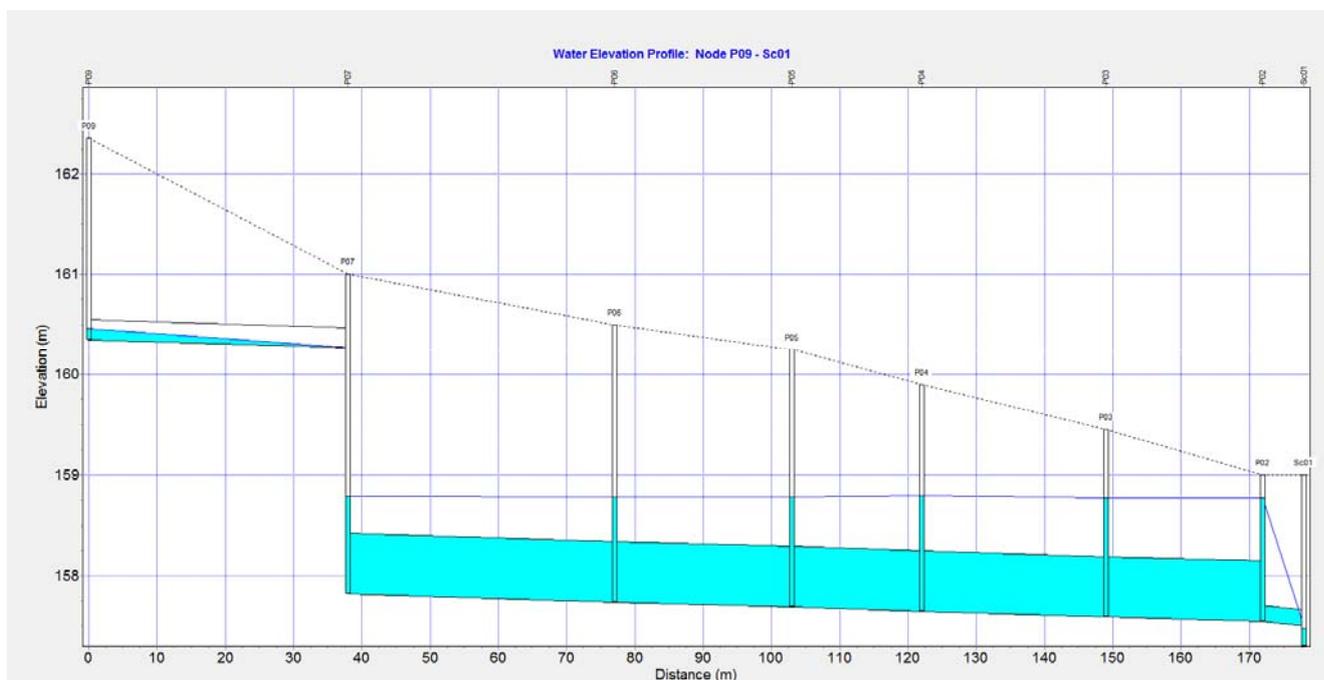


Figura 9 – Profilo di rigurgito della rete acque bianche da pozzetto P05 a P01.

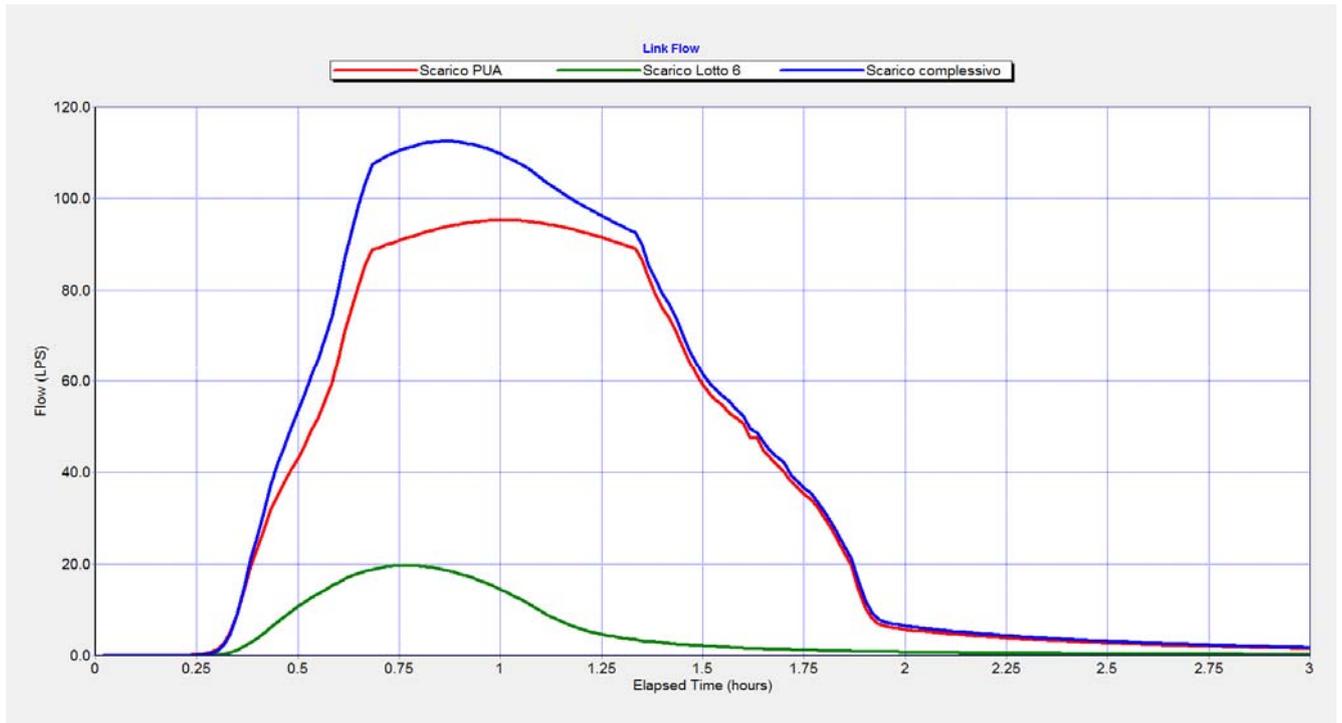


Figura 10 – Idrogramma in uscita dallo Scarico.

Portata generata dal Comparto	190,00	l/s
Volume invaso rete pubblica	34	m ³
Volume invaso rete privata	44	m ³
Portata massima scaricata	115,80	l/s
Portata media scaricata	9,65	l/s

Tabella 6 – Valori delle portate in uscita dallo Scarico.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati per tutti i tempi di pioggia esaminati.

Tempo di pioggia	T _p	15'	30'	60'	120'	180'	minuti
Portata max. generata comparto	Q _{max}	240,00	210,00	198,00	128,00	95,00	l/sec
Volume invaso rete pubblica	V _{pu}	23	26	34	30	21	m ³
Volume invaso rete privata	V _{pr}	29	42	44	27	16	m ³
Volume laminazione complessivo	V _{tot}	52	68	78	57	37	m ³
Portata massima alla fogna comunale	Q _{umax}	96,60	113,35	115,80	104,80	87,20	l/sec
Portata media alla fogna comunale	Q _{umed}	5,10	7,15	9,65	10,45	10,60	l/sec

Tabella 7 – Parametri caratteristici e portate nello stato di progetto TR=25 anni

Dai risultati esposti si dimostra che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso, è quella di 60 minuti. Il sistema di drenaggio acque bianche è progettato per il funzionamento a completo riempimento delle condotte per piogge con tempo di ritorno maggiore ai 2 anni. Il funzionamento in pressione della rete acque bianche è imposto dalla bocca tarata del DN160 che realizza una strozzatura necessaria per la laminazione dei deflussi in uscita per mantenere l'invarianza della portata nel ricettore finale.

I risultati dimostrano il corretto funzionamento della condotta acque bianche in progetto, sia per i fini di drenaggio che di laminazione delle acque di pioggia, e mostrano che non avvengono fuoriuscite d'acqua da nessun pozzetto e che i livelli d'invaso non creano problemi di allagamento né alla lottizzazione né alla strada, anche per eventi di pioggia di progetto con tempi di ritorno pari a 25 anni. Il sistema di drenaggio delle acque garantisce in questo modo un volume d'invaso pari a $V=100 \text{ m}^3$, *maggiore del minimo necessario pari a 78 m^3 .*

3.5 DESCRIZIONE DELLA RETE DI RACCOLTA, DEFLUSSO E LAMINAZIONE DELLE ACQUE BIANCHE

Il progetto prevede una ***prima laminazione delle acque di pioggia all'interno dei lotti privati*** con invaso collegato alla rete esterna privata attraverso una tubazione tarata **DN160** dal quale le acque sono convogliate nella rete pubblica, realizzata con tubazione DN630 e scarico finale con tubazione **DN160 nella rete comunale esistente.**

Solamente il lotto privato 6 scaricherà direttamente nelle rete comunale esistente con tubazione DN160 e previa laminazione interna.

La rete di raccolta e drenaggio acque bianche è realizzata con tubazioni di diametro variabile, dove necessario baulate in cls, con pozzetti di ispezione di dimensioni interne minime 100x100 cm, posizionati a distanza di almeno ogni 50 m e non superiori ai 70 m e, comunque, in corrispondenza di bruschi cambi di direzione. Le caditoie stradali di scolo delle acque di pioggia andranno posizionate almeno ogni 25 m e dovranno essere di dimensione 50x50 cm con sifone tipo Milano. Tutti i pozzetti e le tubazioni della rete dovranno essere a tenuta idraulica e quindi opportunamente stuccati ed impermeabilizzati. La rete così dimensionata, oltre a drenare e scolare i deflussi in condizioni normali di esercizio, ha anche funzione di invaso dinamico delle acque meteoriche per eventi pluviometrici con tempo di ritorno superiori ai 2 anni e quindi di laminazione delle portate in arrivo, mantenendo quelle in uscita su valori medi analoghi a quelli dello stato di fatto. Il volume complessivo di laminazione pari a $V=100 \text{ m}^3$ si ottiene attraverso le seguenti opere descritte nei paragrafi successivi:

- Laminazione all'interno dei lotti privati con invaso e scarico in rete privata con tubazione DN160 (rete privata).
- Sovradimensionamento delle tubazioni di raccolta e deflusso delle acque bianche (rete pubblica) capace di contenere le acque derivanti dalla precedente rete di raccolta.

3.5.1 LAMINAZIONE ALL'INTERNO DEI LOTTI

All'interno di ogni singolo lotto dovrà essere prevista un sistema di laminazione capace di drenare e contenere un **volume d'acqua minimo** che complessivamente dovrà essere pari a circa **560 m³**. Questa possibilità si può ottenere attraverso il sovradimensionamento della rete interna che dovrà essere collegata alla rete privata, tramite una tubazione di diametro massimo del DN160 con valvola a clapét. La strozzatura dovrà essere contenuta all'interno di un pozzetto ispezionabile posto su suolo privato. Nella tabella seguente si riporta la suddivisione dei volumi all'interno dei lotti privati.

<i>Volume invaso lotto 1</i>	8	<i>m³</i>
<i>Volume invaso lotto 2</i>	8	<i>m³</i>
<i>Volume invaso lotto 3</i>	15	<i>m³</i>
<i>Volume invaso lotto 4</i>	8	<i>m³</i>
<i>Volume invaso lotto 5</i>	15	<i>m³</i>
<i>Volume invaso lotto 6</i>	10	<i>m³</i>
<i>Volume complessivo rete privata</i>	64	<i>m³</i>

Tabella 8 – Suddivisione volumi lotti privati

3.5.2 SOVRADIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DI RACCOLTA E DEFLUSSO DELLE ACQUE BIANCHE PUBBLICHE

La rete fognaria pubblica sarà realizzata con tubazioni di diametro minimo DN200 fino al DN630 in C.A. o PVC per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dai pluviali e dalle aree impermeabili. La rete di drenaggio e scolo delle acque meteoriche sarà realizzata attraverso una dorsale principale che scarica nel collettore Comunale.

La nuova dorsale pubblica è realizzata sotto la sede stradale di comparto e drena le acque meteoriche dei lotti (1, 2, 3, 4 e 5) e delle aree pubbliche. Si sviluppa per circa 132 m con una pendenza media dello 0,20%.

Il sistema di drenaggio delle acque garantisce in questo modo un volume d'invaso pari a **V=36 m³**, **maggiore del minimo necessario pari a 34 m³**.

La rete fognaria così progettata è verificata per tutte le durate di pioggia dai 15 minuti alle 24 ore e le tubazioni risultano con grado di riempimento dal 30% al 95% per il tempo di ritorno di progetto di TR 25 anni.

Il sistema complessivo così progettato è in grado di contenere un **volume pari a circa 100 m³**.

4 CONCLUSIONI

Dai risultati esposti si evince che la durata di pioggia critica, che determina il massimo volume di invaso, è quella relativa ad un evento con durata di pioggia pari a 60 minuti. In questo caso il volume d'acqua, che si deve invasare per far sì che si scarichi nel ricettore finale una portata non superiore a quella dello stato attuale (*invarianza della portata*), è per TR=25 anni, di circa **78 m³**.

Il sistema di drenaggio delle acque bianche progettato garantisce un volume d'invaso pari a **V_{tot}=100 m³**, *maggiore del **minimo necessario**, e ottenibile con 64 m³ per laminazione interna ai singoli lotti e i restanti 36 m³ alla rete pubblica finale* e sufficienti per garantire l'invarianza di portata all'interno della rete esistente.

*Il sistema di laminazione sarà dotato di scarico di fondo per regolazione livelli idrometrici, collegati ai pozzetto Sc01 di sedimentazione e limitazione dal quale, attraverso una condotta **DN160**, ci si collega alla rete comunale. Questo sistema consente di limitare la portata in ingresso al canale definendo una **portata al colmo pari a 116 l/sec e una portata media di 11 l/sec**. Queste portate sono perfettamente compatibili con la rete di drenaggio esistente.*

In tutti i casi, nella successiva fase di progettazione, si dovranno meglio calibrare i parametri progettuali contenuti nelle indicazioni riportate, purché siano sempre in grado di garantire un volume complessivo di invaso maggiore o uguale a quello minimo imposto di **V=100 m³** e un franco di almeno 20 cm dallo scorrimento della condotta esistente.

Nella fase successiva di progettazione, si disporrà un'analisi più approfondita della rete di collettamento comunale esistente e dei particolari tecnici del sistema di laminazione.