



COMUNE DI PADOVA

AREA LL.PP.

Settore Opere Infrastrutturali, Manutenzioni e Arredo Urbano
Servizio Infrastrutture

REALIZZAZIONE DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE DEL BACINO FOSSETTA

1° Stralcio: via Venezian

PROGETTO ESECUTIVO

doc.

3

RELAZIONE IDRAULICA

Codice S2O: A580

Nome file: APPR_03_OPI_3

Il Progettista
(Ing. Carlo Fortini)



SERVIZI
ORGANIZZAZIONE
OPERE



Ing. Carlo FORTINI - Geom. Simone PIOVAN
P.zza A. Moro, 6 - 35020 DUE CARRARE (PD)
P.IVA: 04339610281
Tel/Fax: 049 529 05 91 - info@studios2o.it
Pec: carlo.fortini@ingpec.eu

LLPP: OPI 2017/007

CUP: H97B17000000004

Data: 23 Aprile 2018

Rup

Ing. Massimo Benvenuti

Capo Settore

Arch. Luigino Gennaro

Capo Area

Arch. Luigino Gennaro

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato

1 - Inquadramento sito:

Il sito oggetto d'intervento si trova nella parte nord-orientale della città di Padova, in un'area che negli ultimi decenni ha visto lo sviluppo di importanti infrastrutture viarie quali la Tangenziale di Padova, l'Autostrada Milano-Venezia (terza corsia) e la ferrovia Venezia-Verona (alta velocità).

Le grandi infrastrutture segnano dunque uno spartiacque tra l'abitato a nord, oggetto d'intervento e la parte meridionale del bacino costituita dal complesso ex Ippodromo "Le Padovanelle" - Istituto Breda.

L'urbanizzazione del bacino è avvenuta in tempi diversi, permangono ampi spazi verdi in prossimità della Tangenziale a Sud, mentre lo sviluppo urbano si è concentrato in prossimità delle Strade Principali e del fiume Brenta verso Nord.

Al fine di collegare efficacemente, dal punto di vista viario, la zona alla restante parte del comune di Padova sono stati eseguiti negli anni lavori che hanno portato alla realizzazione di diversi **sottopassi** tali da mantenere la continuità viaria nonostante la presenza della Ferrovia e della Tangenziale.



Figura 1 Veduta dell'area estratto GOOGLE MAPS

L'intervento proposto, visti gli elaborati precedenti a cura del Comune di Padova e di AcegasApsAmga, tratta il recupero di un'area verde inutilizzata rendendola fruibile per l'invaso di parte della portata generata dal sistema fognario al fine di migliorare l'assetto idraulico dell'area.

Il nuovo bacino insiste in una zona già percorsa da un sistema di fossature, atte però principalmente allo scolo delle acque piovane raccolte nelle campagne limitrofe.

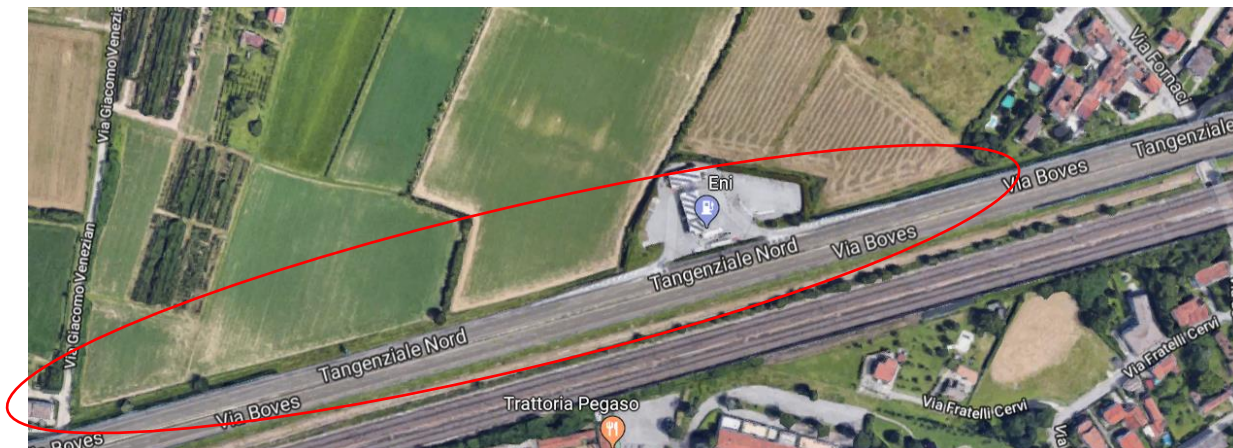


Figura 2 Localizzazione intervento

L'area oggetto di intervento è posta tra la tangenziale di Padova e le campagne a Nord, afferenti all'abitato che si sviluppa lungo via Fornaci e Via Venezian.

2 - Precipitazioni:

Le precipitazioni sono state ricostruite a partire dalle Curve del Commissario Per l'Emergenza che ha interessato il Veneto nel 2010, acquisendo i valori della CPP a 3 parametri attinente alla zona di Padova, ossia la curva relativa alla zona Sud Occidentale.

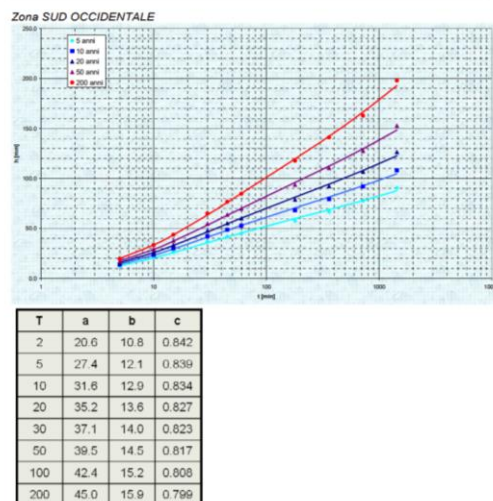
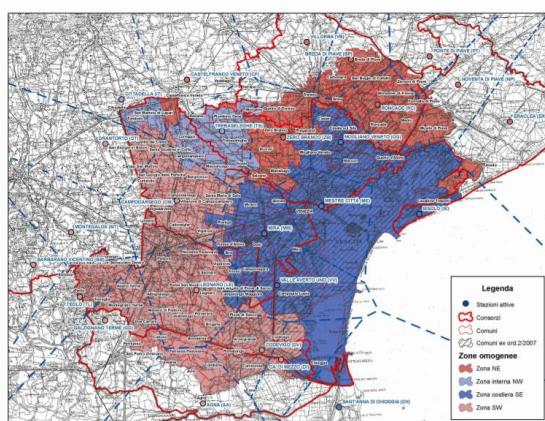


Figura 3 Curva CPP 3 Parametri da Linee guida Commissario Emergenza Veneto

Da questi dati si è poi completato lo scenario inserendo lo studio di AcegasApsAmga inerente al bacino in oggetto, relative principalmente agli eventi che hanno creato criticità alla rete negli ultimi anni.

Si è dunque appreso che in 13 ore si sono verificate precipitazioni di 160 mm (cumulata) con punte di 50-55 mm/h.

Conseguentemente, poiché tali eventi risultavano particolarmente gravosi per la rete, si è scelto di utilizzare proprio i dati AcegasApsAmga per la simulazione del funzionamento dell'invaso.

- a) Evento del 16 settembre 2009, pluviometro di Via Ferrarin (Legnaro). Quantità di pioggia giornaliera = 157.56 mm/g. Stato di calamità per l'emergenza maltempo nel Piovese e nella zona dei Colli Euganei.

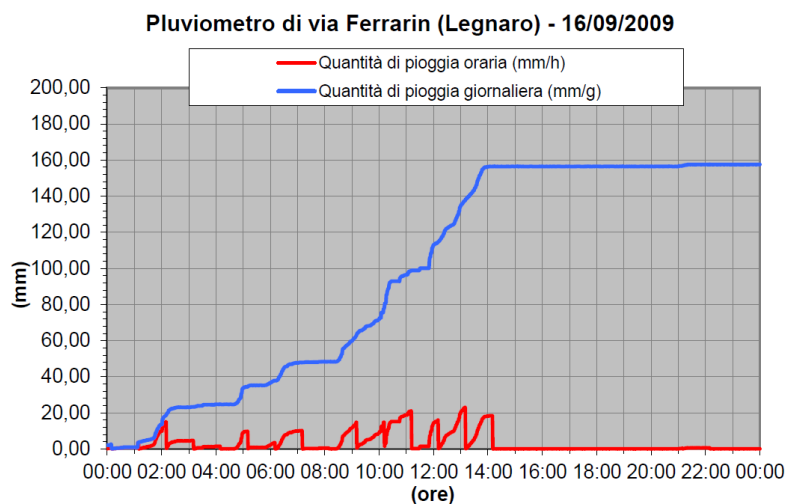


Figura 4 Estratto precipitazioni da relazione AcegasApsAmga spa

Al fine di massimizzare l'impatto delle precipitazioni si è scelto di simulare un evento con cumulata di 160 mm/g ma con cumulata oraria di 50 mm e cumulata di 150 mm in 3 h

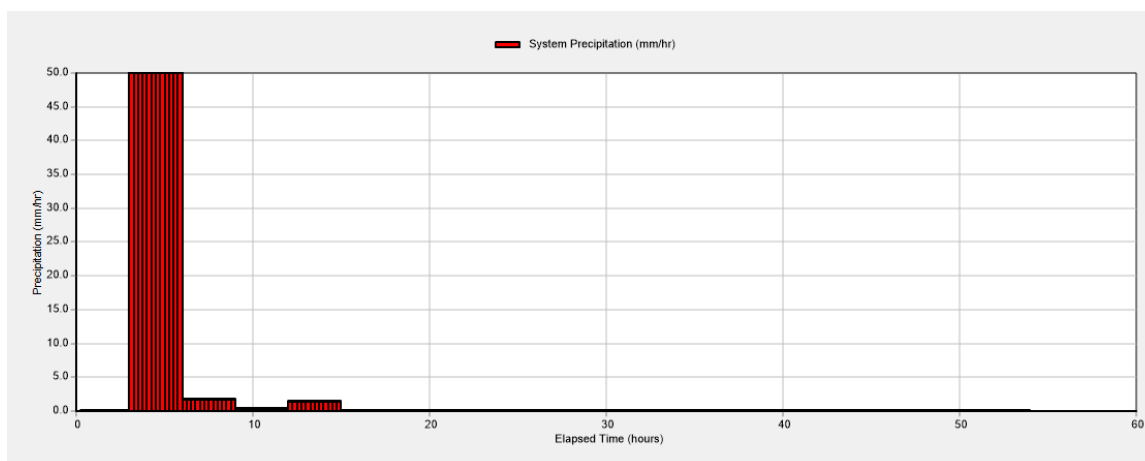


Figura 5 Precipitazioni modello SWMM

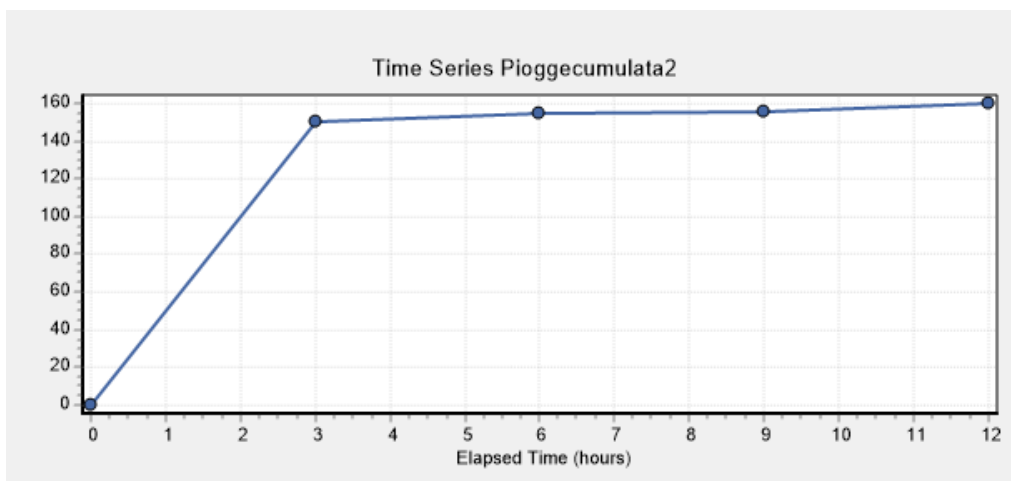


Figura 6 Grafico Cumulata

3 - Dati modellazione:

I dati relativi alla modellazione implementata sono stati assunti mediante interpretazione del materiale ricevuto da:

- Comune di Padova
- AcegasApsAmga Padova
- DTM ricostruito da LIDAR concessi dal SIT del Comune di Padova

In particolare si è acquisita la rete delle acque bianche, fornita nella relazione AcegasApsAmga, la quota del terreno elaborata dai dati LIDAR, il progetto di sistemazione di AcegasApsAmga e le elaborazioni idrauliche sempre a cura del concessionario.



Figura 7 Rete AcegasApsAmga

L'area è attraversata da una fitta rete fognaria (fognatura mista in diverse parti) che convoglia le acque piovane e gli scarichi fognari verso il collettore che si estende al di sotto di via Venezian.

Il collettore scarica poi i deflussi nella zona a sud della Tangenziale, sottopassando Ferrovia e Tangenziale stessa.

Il progetto a cura di AcegasApsAmga prevede la realizzazione di un nuovo tratto costituito da una serie di scatolari di grandezza variabile dai 2.5 x 1 m ai 2.1 x 1.1 m in via Venezian.

Il nuovo tracciato prevede prima dell'attraversamento in sotterraneo delle infrastrutture viarie (tangenziale) uno scolmatore che convogli la portata in eccesso verso il bacino di cui al presente progetto.

Il manufatto scolmatore è costituito da:

- Inserimento nello scatolare di tubazione DN 800 mm atto al collegamento al manufatto "B";
- Manufatto "B" con uno sfioro a quota 0.5 cm da quota fondo dello scatolare;
- un secondo collettore DN 800 fino al manufatto "A";
- Scarico in bacino.

Di seguito si verificano i seguenti dati:

- Efficacia invaso
- Volumetria sufficiente
- Scarico del bacino (con portata allo scarico indicata dalla relazione AcegasApsAmga)

La modellazione implementata vede la ricostruzione delle condotte principali a cui afferiscono i sottobacini delimitati secondo l'andamento della rete fognaria.

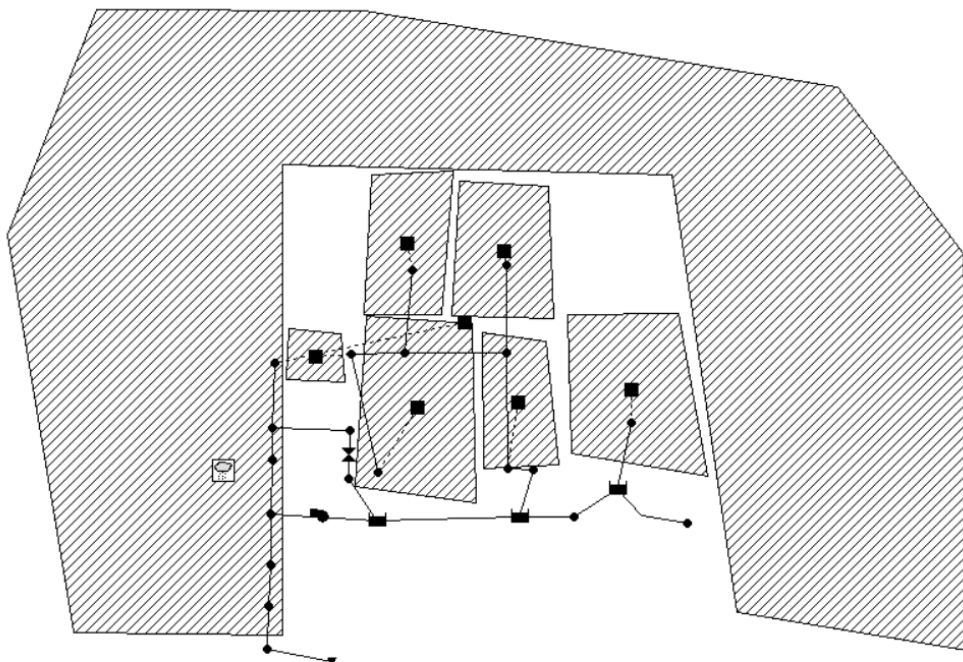


Figura 8 Modello SWMM

I parametri fisici del modello (pendenza media sottobacini, larghezza ecc.) sono stati desunti dal DTM a celle di 0.1m reso disponibile dall'elaborazione dei dati **LIDAR**; il dato è stato filtrato e depurato dalla maggior parte delle asperità (alberi ed edifici), tuttavia non si è scelto di effettuare una modifica più incisiva (rimozione totale) al fine di preservare le caratteristiche delle fossature.



Figura 9 DTM-DSM modello 2D

I parametri relativi al grado di urbanizzazione sono stati desunti mediante metodologia GIS partendo da foto aeree opportunamente elaborate al fine di restituire per ogni sottobacino la percentuale di superficie impermeabile e permeabile.

Il parametro pendenza della rete è stato rilevato dal progetto fornito.

Tutti i dati relativi alle scabrezze sono stati ragionevolmente assunti in funzione delle caratteristiche del bacino; è stata infine condotta un'analisi di sensibilità sui vari parametri.

Le simulazioni sono state condotte mediante software freeware **SWMM** ed implementate mediante il calcolo dell'onda Dinamica "Dynamic wave routing" che permette la risoluzione delle equazioni di De Saint Venant (caso monodimensionale) complete.

Le precipitazioni efficaci seguono un approccio legato al parametro Curve Number; la metodologia sviluppata dall'SCS americano è risultata una delle più utilizzate al mondo, con alti livelli di affidabilità.

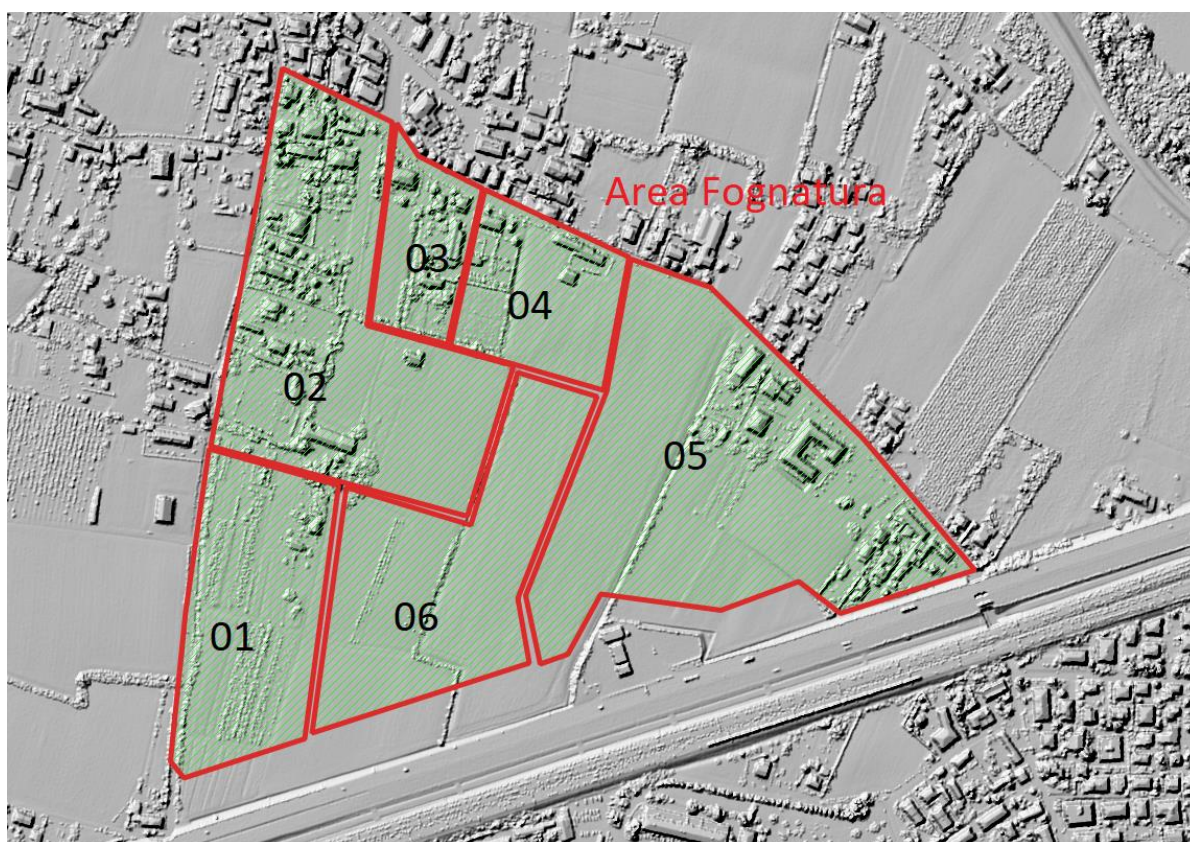
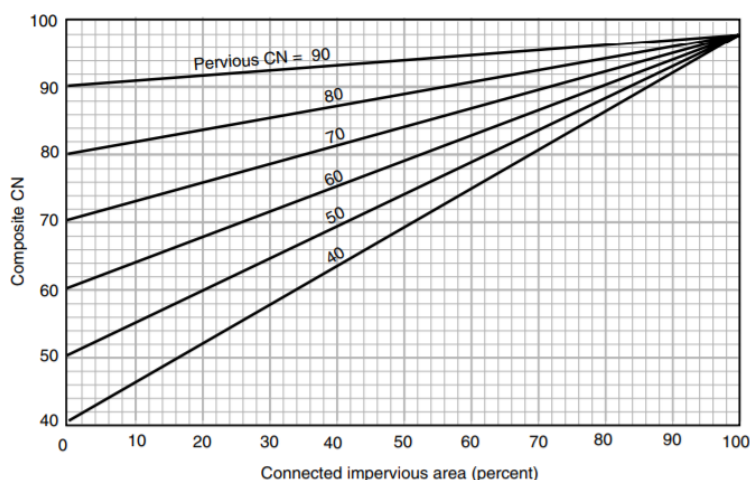


Figura 10 Sottobacini

Sottobacino	Area Ha	CN (curve number)	% Imp.
01	3.52	70	0
02	5.32	75	0
03	1.15	75	0
04	1.75	75	0
05	6.80	75	0
06	3.52	70	0
Acque Fogna	103	82	33

Il CN (curve number) viene corretto rispetto al valore dato grazie all'indicazione sulla percentuale di suolo completamente impermeabile; la correzione segue il seguente schema, calcolato automaticamente dal software.



Quanto alla simulazione dell'opera di diversione, essa è stata modellata come diversione puntuale; questo metodo permette di mantenere valide le equazioni utilizzate dal modello SWMM commettendo un errore modesto relativo all'immediato intorno dell'opera.

Gli effetti globali sono tuttavia ben rappresentati e ciò permette di mantenere valida l'ipotesi fatta e la modellazione stessa.

Per le condotte si è utilizzata una scabrezza secondo Manning di 0.012 s/mc, per i canali 0.03

La condizione allo scarico è stata posta al termine del tratto in progetto, opportunamente distanziata dall'area di interesse. Tale condizione vede lo scarico libero della portata.

Accanto alla simulazione monodimensionale è stata condotta una simulazione 2D al fine di vedere e verificare l'effettivo riempimento della cassa e le dinamiche che in essa si verrebbero a generare.

Tale simulazione prescinde dai volumi (che sono solo in entrata, mentre il funzionamento reale prevede entrata e uscita).

La simulazione mira come detto a verificare che la cassa si riempia in modo uniforme senza generare incrementi di tirante nelle aree limitrofe al restringimento, verificando inoltre che la quota di massimo invaso sia compatibile con l'altimetria del sito.

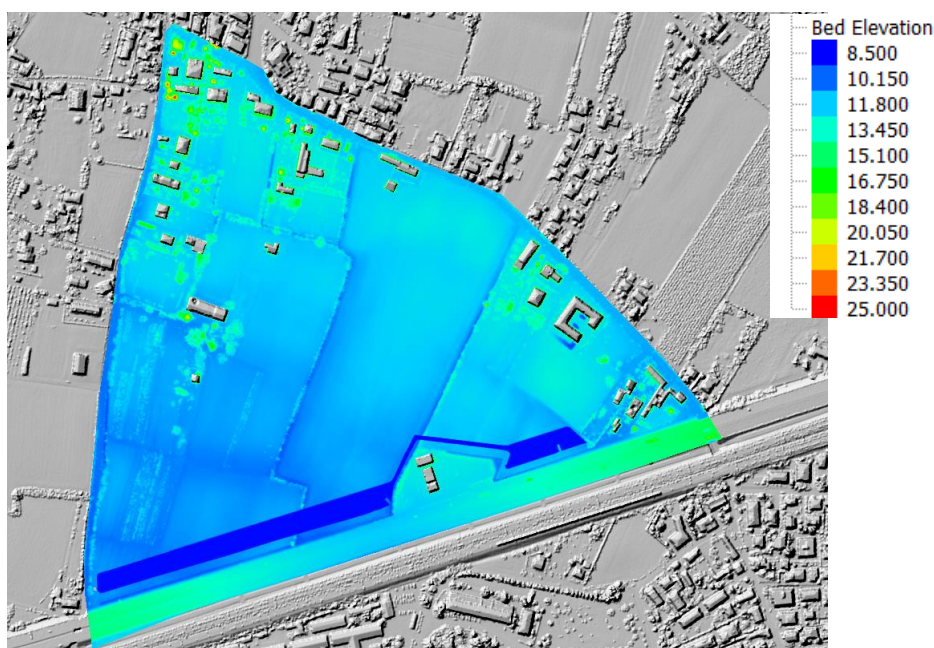


Figura 11 Geometria del modello (mesh di base)

La mesh di calcolo è costituita da elementi triangolari e puntuali, nella misura di:

Nodi: 51622

Elementi Triangolari: 101369

Quota fondo + 8.65 m s.l.m.m.

4 - Risultati modello:

Di seguito si riportano i risultati della modellazione 1D (SWMM) e 2D intesi come profili di moto delle condotte e curve relative all'andamento del tirante e della portata nei tratti indagati, nonché gli idrogrammi inerenti ai punti più significativi.

Di seguito si riportano i risultati maggiormente significativi.

Al fine di dimostrare l'effettivo riempimento, mediante un idrogramma tipo, simile a quello definitivo, privo della possibilità di scarico (rigurgito in rete), si mostreranno le fasi di riempimento della vasca simulate:

Durata simulazione totale: 84600 s

Idrogramma iniziale:

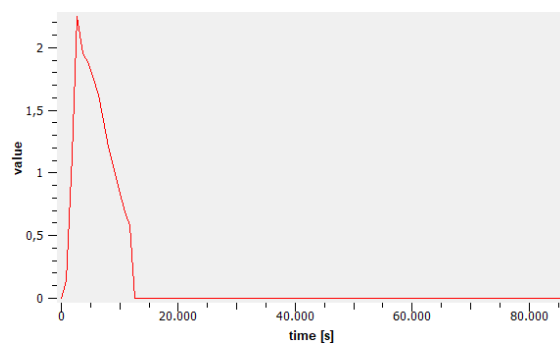


Figura 12 Idrogramma simulazione caricamento

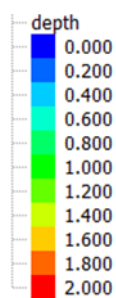


Figura 13 Caricamento dopo 33 min

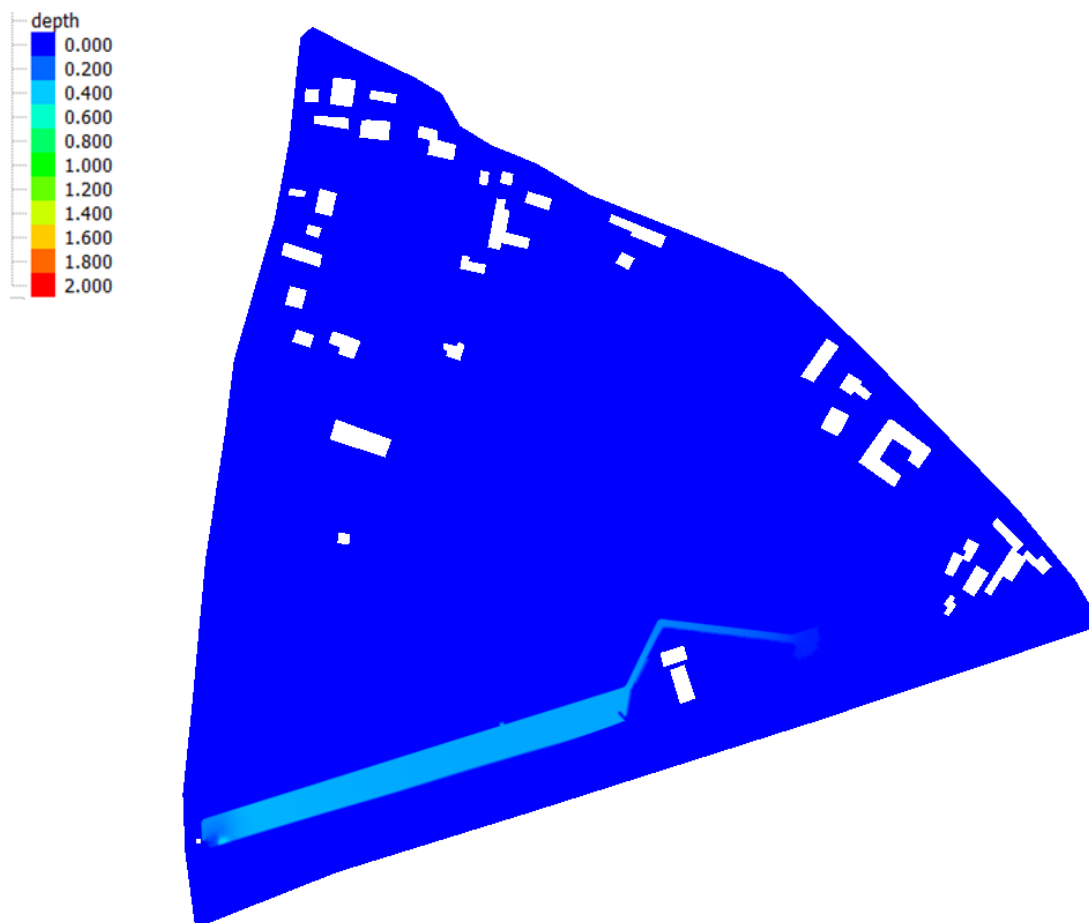


Figura 14 Situazione a 55 min

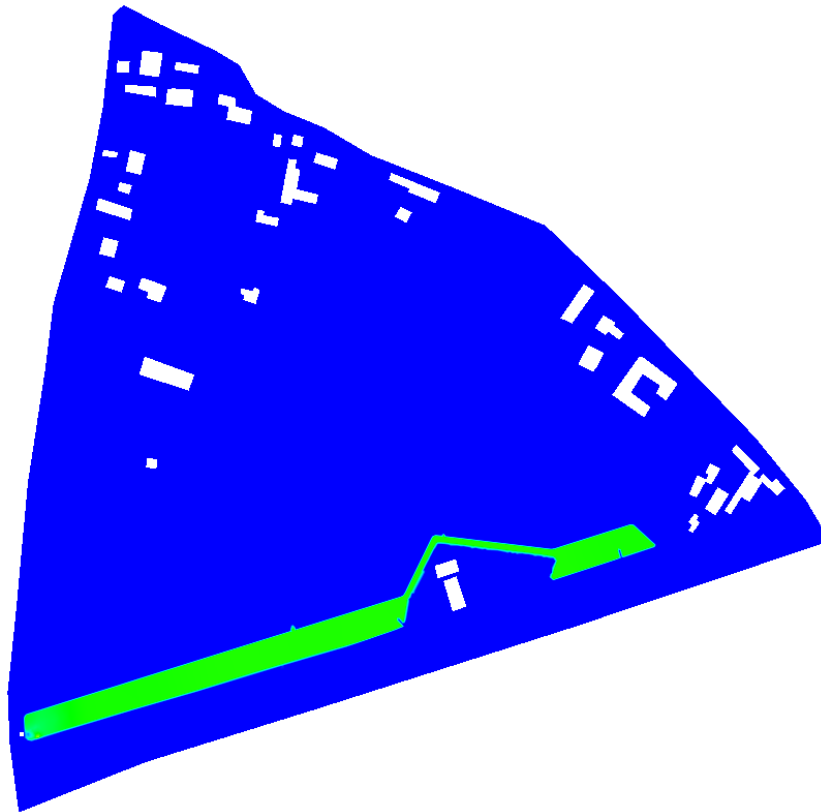
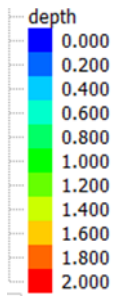


Figura 15 Situazione a 2h

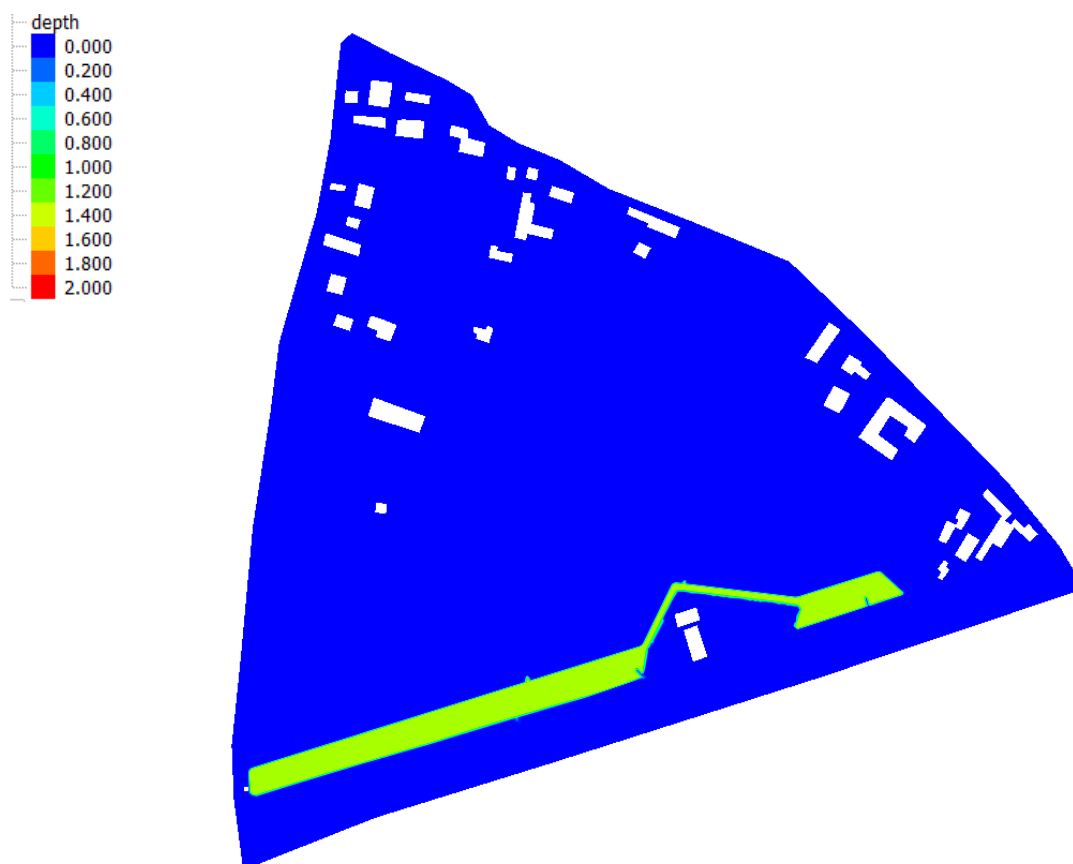
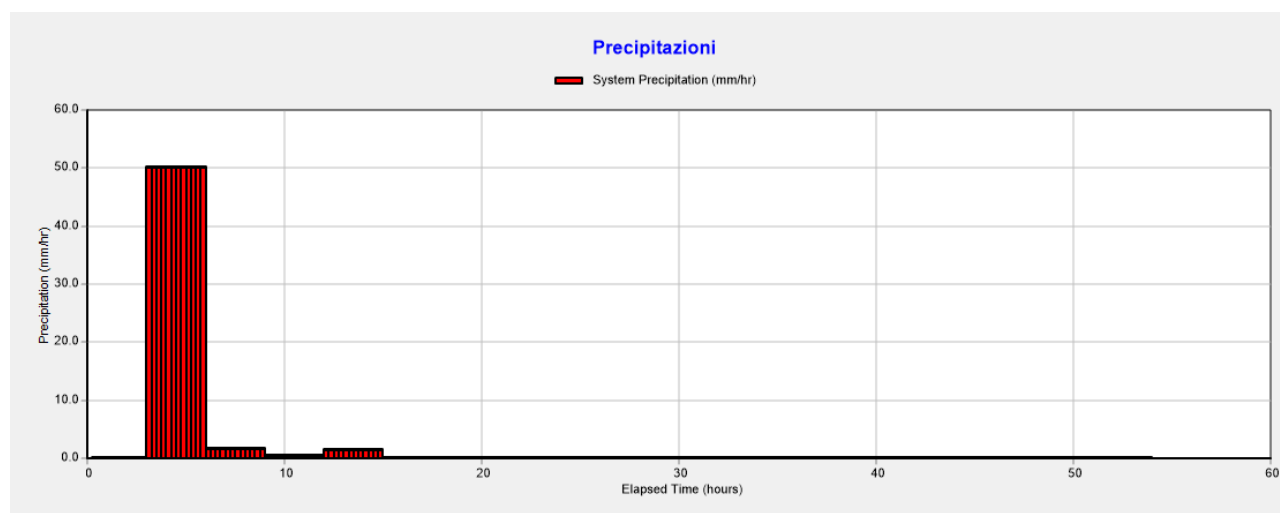


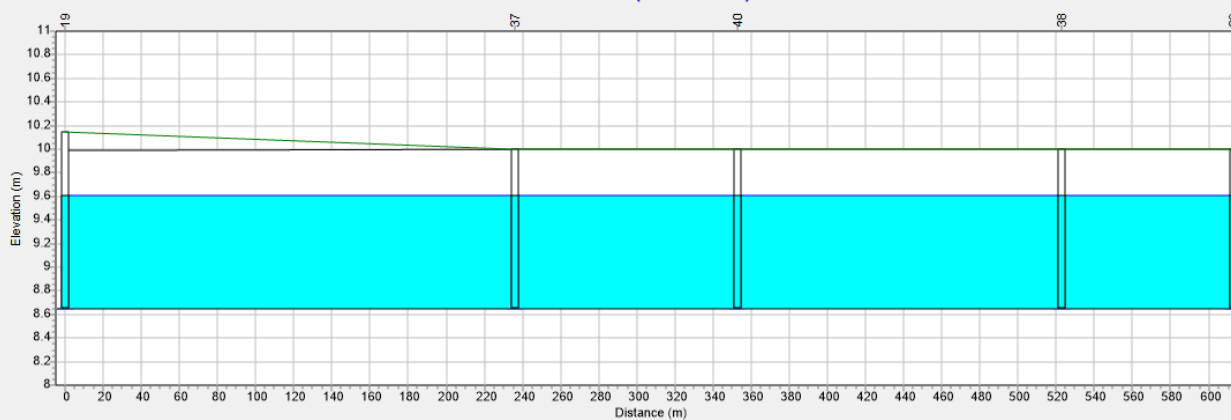
Figura 16 Situazione a 22 h Tirante 1.35m

Risultati modello 1D:

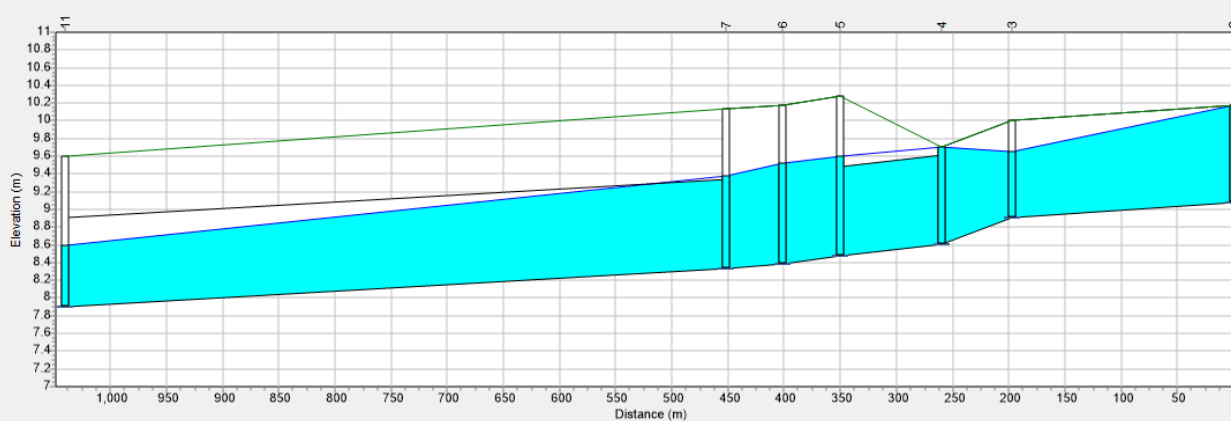




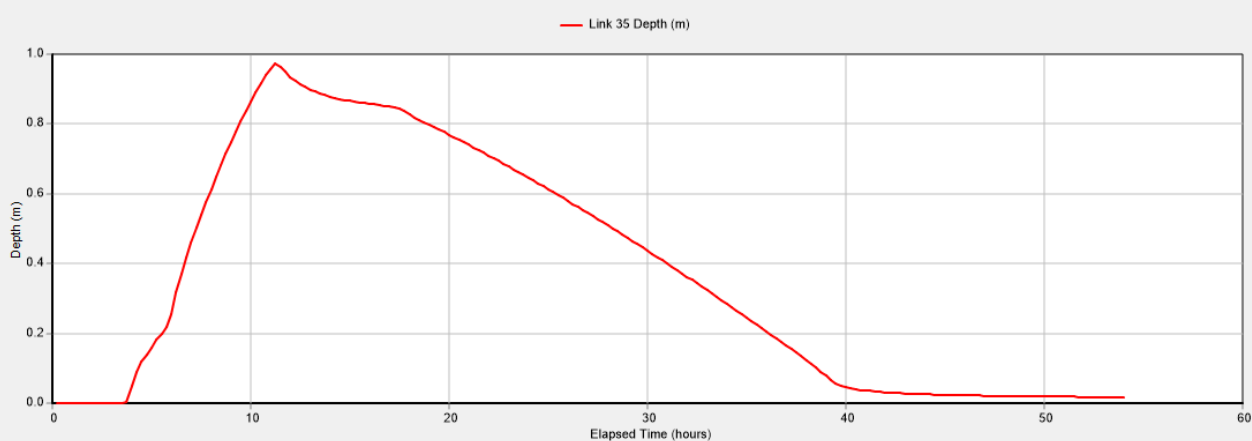
Profilo Cassa (max Invaso)



Profilo condotta nuova

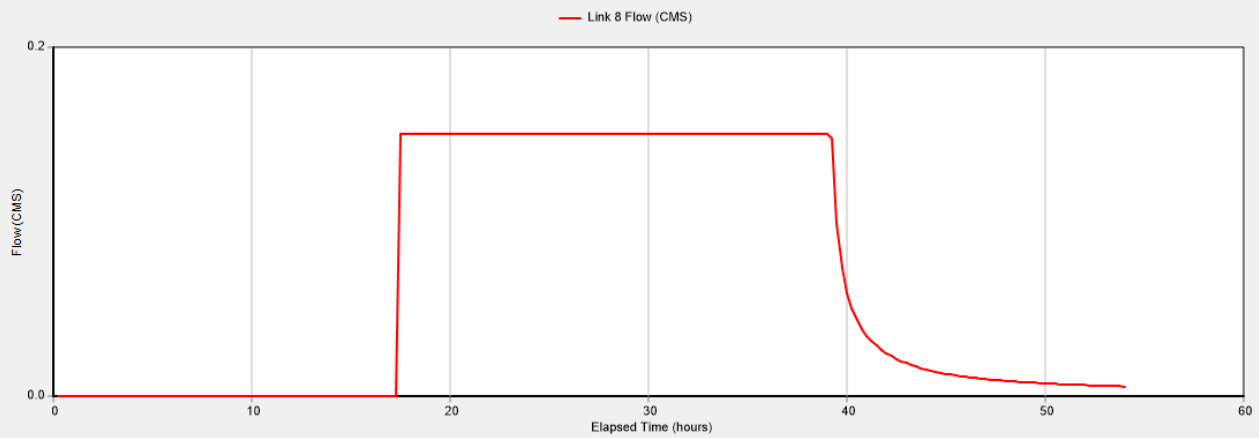


Tiranti nella Cassa

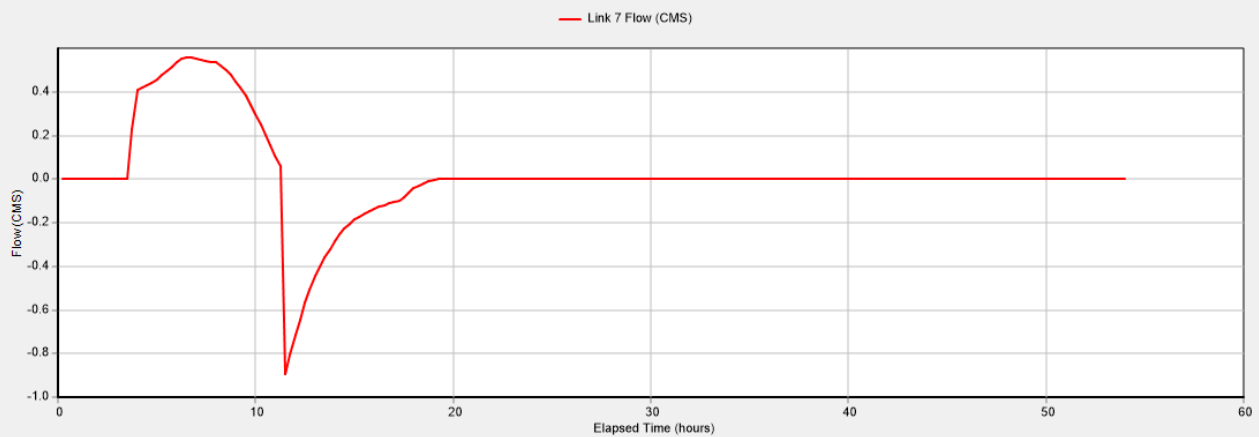




Portata Pompata



Portata in avvio e ritorno (sfioratore)



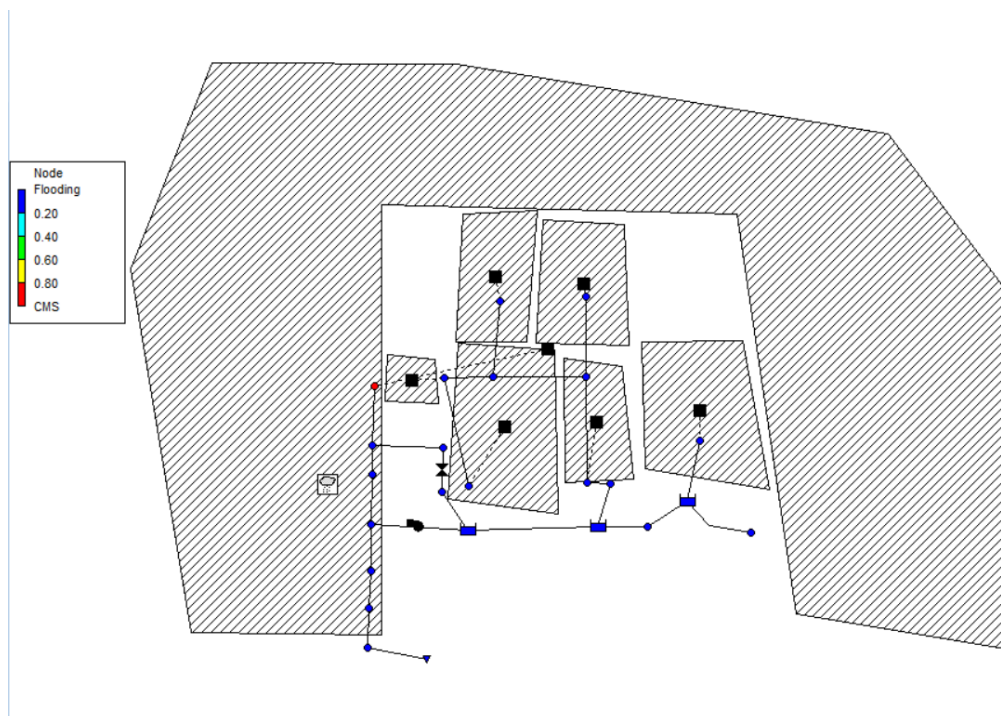
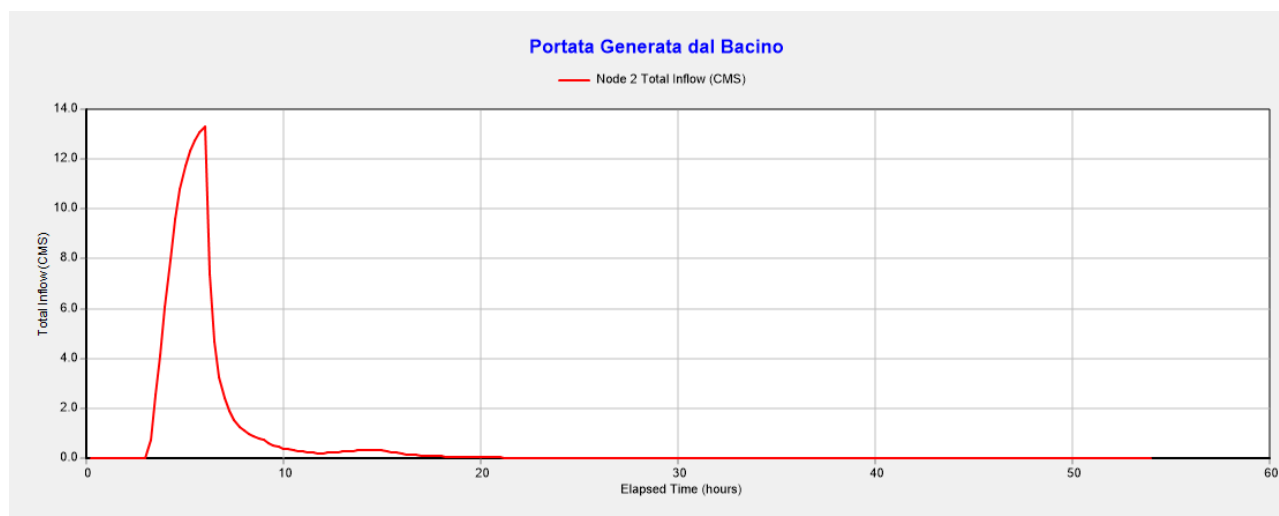
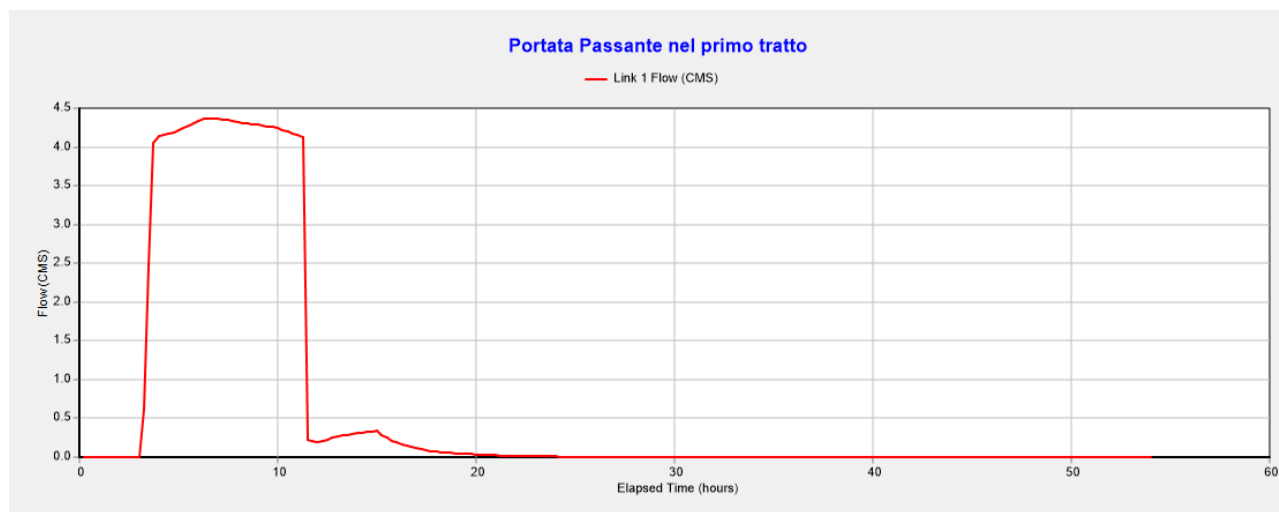


Figura 17 Nodi in Pressione





5 - Conclusioni:

MODELLO GENERALE DI ACEGASAPSAMGA

Le simulazioni effettuate trovano conferma nella relazione AcegasApsAmga dove la portata in arrivo è pari a circa 11 mc/s circa e i volumi ricercati sono di 103.815 mc.

STATO DI FATTO

Dalla conformazione geologica ed orografica del sito si evince come l'area prossima alla tangenziale sia un "basso morfologico" (in corrispondenza della previsto bacino), dove naturalmente tendono a raccogliersi le acque provenienti da tutto il bacino, mentre la zona residenziale (posta a nord) risulta rialzata rispetto alla predetta.

Attualmente i due sottopassi di Via Venezian e Via Fornaci sono posti alle estremità opposte del collettore meridionale, parallelo alla tangenziale, che raccoglie tutte le acque dei fossati del bacino afferente. Pertanto tale situazione, unita con l'impossibilità del fossato di scolare altrove, comporta a parere dello scrivente la possibilità di allagamento dei sottopassi.

Oltre a tale situazione, come evidenziato, a gravare la già complessa situazione si inserisce l'incapacità della rete di allontanare le portate (insufficienza della rete).

SOLUZIONE PROPOSTA

Come si evince dalla relazione di AcegasApsAmga il motivo principale, motore del progetto, è la risoluzione degli allagamenti della zona, ivi compresi i sottopassi che rendono oltremodo pericoloso il territorio.

Tale situazione risulta parzialmente risolta con lo scatolare in corso di realizzazione da parte di AcegasApsAmga che il presente modello lo considera realizzato.

Inoltre il modello ha inserito, per quanto possibile, i dati relativi alle condotte secondarie poste a monte dello scatolare di cui sopra. Si sottolinea che alcuni tratti dei collettori secondari a monte risultano essere in pressione.

Si precisa infine che eventuali altri allagamenti dovuti all'insufficienza della rete potrebbero permanere nei tratti di monte.

Conseguentemente risulta necessaria una indagine più accurata nei collettori di monte, per un eventuale loro futuro adeguamento. Qualora vi fossero ulteriori adeguamenti della rete a monte le opere oggetto della presente relazione dovranno essere verificate alla luce delle nuove condizioni.

Con la realizzazione dello scatolare di AceagaApsAmga e del bacino la situazione nel complesso dovrebbe comunque migliorare la criticità inerente all'allagamento dei sottopassi; infatti con la realizzazione del bacino si creerebbe un distacco effettivo tra la rete di scolo e la pubblica via su entrambi i lati impedendo così che le acque dei fossati possano corrivare al sottopasso.

A sostegno di detta ipotesi si riportano le foto tratte da Google Maps inerenti ai terminali del fossato a ridosso della tangenziale.



Figura 18 Via Fornaci



Figura 19 Via Venezian

In base a quanto simulato nel modello si sono verificate le quote ipotizzate in fase di progetto.

I terreni prossimi alla vasca dovranno essere considerati allagabili considerando tali superficie come sacrificabile qualora vi fosse necessità di superare la quota d'invaso pari a 10 m s.l.m.m.



CALCOLO DELLA PORTATA ACQUE NERE SVERSANTE IN VIA VENEZIAN

Abitanti dell'intero bacino del Fossetta	n.	5.500	
Considerata la planimetria delle reti di Fognatura, trasmesse da AcegasApsAmga si deduce che il bacino sgronda sia per via Fornaci che per via Venezian			
La rete in esame è di tipo misto			
Individuazione della % sversante in via Venezian (considerando sempre un coefficiente di sicurezza	%	50	
Abitanti sversanti in via Venezian	n.	2.750	
Consumo giornaliero	L/ab* giorno	250	
Coefficiente: mese di massimo consumo		1,50	
Coefficiente: giorno di massimo consumo		1,50	
Coefficiente: ora di massimo consumo		1,50	
Portata nera:	litri/sec	26,86	
Portata nera:	mc/h	96,7	
Qn - Portata nera in vai Venezian:	mc/sec	0,0268555	
5 Qn - Cinque volte la portata nera:	mc/sec		0,1342773

Moto uniforme

$$Q = b \cdot y \cdot k_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i_f}$$

Dove:

- Q è la portata
- y è l'altezza del pelo libero
- b è la larghezza dell'alveo
- k_s è il coefficiente di scabrezza o di Strickler-Manning
- R è il raggio idraulico
- i_f è la pendenza del fondo

Dati di input	
Dati di output	

		Colonna Qn	Colonna 5Qn
y	m	0,060	0,299
b	m	2,100	2,100
i	m/m	0,0005	0,0005
Ks	$m^{(1/3)}/s$	65	65
Raggio idraulico = Area bagnata / Perimetro bagnato			
Area bagnata = (b x y)		0,1254	0,1254
Perimetro bagnato = b + 2 x y		2,2194	2,2194
Raggio idraulico = Area / Perimetro bagnato		0,056488	0,056488
Portata	mc/s	0,026826	0,134357

Qn - Petanto l'altezza delle acque nere all'interno dello scatolare posto in via Venezian è pari a:	m	0,060	
5 Qn - Petanto l'altezza di 5 volte la Portata delle acque nere all'interno dello scatolare posto in via Venezian è pari a:	m		0,299
5 Qn - Petanto l'altezza di 5 volte la Portata delle acque nere all'interno dello scatolare posto in via Venezian è pari a (Valore arrotondato):	m		0,300