

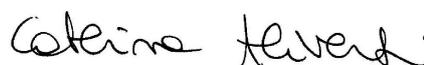
IL DIRETTORE TECNICO

(dott. arch. Michela Di Mento)



L'ESTENSORE

(dott. ing. Caterina Aliverti)



REV.	DATA	DIS.	CONTR.	APPR.	DESCRIZIONI REVISIONI
------	------	------	--------	-------	-----------------------



CONSORZIO PER LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE DI SCARICO DEL SAVONESE S.P.A

Oggetto:

**INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI NECESSARI PER
RIDURRE AL MINIMO IL RISCHIO DI INONDAZIONE DELLA ZONA COMPRESA
TRA CORSO MAZZINI, CORSO COLOMBO, VIA DANTE ALIGHIERI ED IL
TORRENTE LETIMBRO NEL COMUNE DI SAVONA**

Fase attività	STUDIO DI FATTIBILITA'	Allegato n.	1	Disegno n.	43052
				Scala	//
Titolo	Relazione illustrativa	Data	MAGGIO 2016		



NORD
MILANO
CONSULT

NORD MILANO CONSULT s.r.l. *Società di Ingegneria* - 21052 Busto Arsizio (VA) Via Bruno Raimondi, 5
tel. 0331-636702 - fax 0331-636713 e-mail segreteria@nordmil.com

In collaborazione con:

Studio di GEOLOGIA
dott. Geol. Marcello Ermia



STUDIO DI GEOLOGIA - 17031 Albenga (SV) Via Zara, 16
tel. : 01821985165

Con la consulenza di:

H.S. INGEGNERIA srl
Via Bonistalli 12, 50053 Empoli (FI)
Tel. e Fax 0571-725283 - e.mail: info@hsingegneria.it



**Consorzio per la Depurazione
delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A.**

**INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI NECESSARI
PER RIDURRE AL MINIMO IL RISCHIO DI INONDAZIONE**
della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri
ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona

STUDIO DI FATTIBILITA'

Relazione illustrativa

Maggio 2016

GRUPPO DI LAVORO

dott.ing. Caterina Aliverti

*Professionista incaricato
Sostenibilità ambientale, Strutture*

dott.ing. Sara Bordonaro

Coordinamento generale, Costruzioni idrauliche

ing. Stefano Dellavedova

Ingegneria ambientale

dott.arch. Francesca Brioschi

Urbanistica e Pianificazione territoriale

geom. Stefano Tessandri

Coordinamento operativo

geom. Alessandro Lucietto

Operazioni topografiche e rilievi

geom. Debora Scazzosi

Elaborazioni grafiche



Sommario

1	PREMESSE	3
2	FASE A): ACQUISIZIONE INFORMAZIONI PROPEDEUTICHE	5
2.1	Cartografia di base e Cartografia della rete di fognatura bianca comunale	5
2.2	Progetti e memoria storica relativa alla rete di fognatura bianca comunale	6
2.3	Reti di sottoservizi presenti nell'area di interesse	6
2.4	Pianificazione sovraordinata (Piano d'Ambito, Piano di Bacino, Piano di Gestione del rischio Alluvione)	7
2.5	Piano Urbanistico Comunale e Piano di Protezione civile	7
2.6	Dati pluviografici e pluviometrici	9
2.7	Prescrizioni della Polizia Municipale	9
2.8	Quadro geologico generale.....	9
3	FASE B): RILIEVO TOPOGRAFICO PLANOALTIMETRICO	13
3.1	Caposaldo	14
3.2	Anomalie riscontrate	15
3.3	Verifica e analisi dei dati acquisiti	17
3.3.1	<i>Verifica</i>	17
3.3.2	<i>Analisi</i>	18
4	FASE C): MODELLAZIONE IDRAULICA	19
4.1	Il software di calcolo	19
4.2	Pluviometria.....	21
4.2.1	<i>Ietogramma storico</i>	22
4.2.2	<i>Ietogrammi sintetici</i>	23
4.2.3	<i>Analisi degli ietogrammi</i>	24
4.3	Condizioni al contorno.....	25
4.3.1	<i>Portate di piena nel Torrente Letimbro</i>	25
4.3.2	<i>Livello del mare</i>	29
4.4	Schematizzazione della rete	30
4.5	Modellazione della rete	32
4.6	Risultati della modellazione idraulica	33
5	OGGETTO, SCOPO E DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO	35
6	ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE	37
6.1.1	<i>Valvola di non ritorno sul condotto di Corso Colombo</i>	37
6.2	Soluzione 1): Sistema di sollevamento mobile	38
6.2.1	<i>Descrizione</i>	38
6.2.2	<i>Fattibilità tecnica e amministrativa</i>	39
6.2.3	<i>Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica</i>	39
6.2.4	<i>Stima sommaria delle opere</i>	40
6.3	Soluzione 2): Stazione di sollevamento e vasca volano con scarico nel Torrente Letimbro	43
6.3.1	<i>Descrizione</i>	43
6.3.2	<i>Fattibilità tecnica e amministrativa</i>	44
6.3.3	<i>Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica</i>	46
6.3.4	<i>Stima sommaria delle opere</i>	47



6.4	Soluzione 3): Condotta di scarico a mare	50
6.4.1	Descrizione	50
6.4.2	Fattibilità tecnica e amministrativa	51
6.4.3	Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica	53
6.4.4	Stima sommaria delle opere	54
7	CONCLUSIONI	56
7.1	Confronto delle alternative.....	56
7.2	Considerazioni	58



1 PREMESSE

Questa società di ingegneria è risultata aggiudicataria della gara per l' *"incarico di rilievo topografico, studio idraulico e studio di fattibilità della rete delle acque meteoriche della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri e il Torrente Letimbro nel Comune di Savona, finalizzato all'individuazione degli elementi strutturali necessari per ridurre il rischio di inondazione"* indetta dal Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese S.p.A. nel settembre 2015.

L'incarico è stato avviato, in via d'urgenza, nel medesimo mese ed è stato poi perfezionato nel successivo mese di dicembre 2015.

Nello svolgimento dell'incarico, in primo luogo si è eseguita l'attività di acquisizione delle informazioni propedeutiche e pianificazione dell'intervento di cui è redatta e trasmessa specifica relazione. Parallelamente è stata avviata l'attività relativa al rilievo topografico planoaltimetrico dei manufatti della rete delle acque meteoriche nonché all'individuazione e verifica del deflusso delle acque superficiali e delle relative aree scolanti. A conclusione di detta attività è stata trasmessa la documentazione relativa alla restituzione del rilievo topografico planoaltimetrico.

I risultati di tale attività sono stati illustrati ai competenti funzionari del Consorzio congiuntamente ai funzionari del servizio fognature del Comune di Savona, presso gli uffici comunali. Nel corso di tale incontro sono state analizzate ulteriori cartografie storiche della rete di fognatura comunale. Dalla cartografia storica della rete fognaria comunale che è stato possibile reperire, ovvero planimetrie e profilo del condotto in Corso Colombo, sono emerse alcune informazioni che hanno consentito un ulteriore approfondimento circa le dimensioni e le quote di scorrimento di alcuni manufatti della rete di fognatura bianca in esame lungo Corso Colombo. È stato pertanto aggiornato il rilievo topografico con le informazioni desunte dalla cartografia storica relativamente ai manufatti non completamente ispezionabili.

È stata quindi avviata l'attività relativa alla modellazione e studio idraulico della rete delle acque meteoriche esistente in condizioni di moto vario con software di calcolo. Di essa è stata quindi trasmessa la specifica documentazione tecnica.

Sulla base delle risultanze della modellazione idraulica eseguita sono quindi stati studiati i possibili interventi atti a risolvere i punti critici della rete di drenaggio urbano al fine di minimizzare il rischio di allagamento della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona.

È stato pertanto redatto il presente studio di fattibilità di cui alla lettera d) del capitalato di incarico che consentirà di pianificare e programmare i possibili interventi attraverso la redazione delle successive fasi di progettazione previste dal D.Lgs 163/2006 e s.m.i. e dal relativo regolamento d.p.r. 207/2010 e s.m.i..



La presente relazione illustra pertanto l'esito delle verifiche e delle analisi condotte nelle precedenti fasi dell'incarico nonché identifica le possibili soluzioni alternative volte a minimizzare gli allagamenti.

In particolare in primo luogo è stata individuata una soluzione di carattere temporaneo e provvisoria, da adottare in situazioni di emergenza nel caso in cui si verificano eventi piovosi di notevole intensità prima della realizzazione delle opere definitive, per le quali sono state invece individuate diverse alternative.



2 FASE A): ACQUISIZIONE INFORMAZIONI PROPEDEUTICHE

La prima fase dell'incarico ha riguardato l'acquisizione delle seguenti informazioni e/o documenti propedeutici alla pianificazione delle attività:

- Cartografia di base e Cartografia della rete di fognatura bianca comunale;
- Progetti e memoria storica relativi alla rete di fognatura bianca comunale;
- Reti di sottoservizi presenti nell'area di interesse;
- Pianificazione sovraordinata (Piano d'Ambito, Piano di Bacino, Piano di Gestione del rischio Alluvione);
- Piano Urbanistico Comunale e Piano di Protezione civile;
- Dati pluviografici e pluviometrici;
- Prescrizioni della Polizia Locale per l'esecuzione della successiva attività di rilievo.

Vengono pertanto nei successivi paragrafi illustrate le informazioni propedeutiche acquisite.

2.1 Cartografia di base e Cartografia della rete di fognatura bianca comunale

Per una corretta esecuzione delle attività di rilievo topografico del tracciato dei collettori e di definizione del deflusso delle acque superficiali e delle relative aree scolanti si è provveduto ad acquisire la cartografia di base necessaria.

- **CTR**: dal sito della Regione Liguria si è acquisito stralcio di interesse della *Carta Tecnica Regionale 1:5000 del 2007 - II Edizione 3D / DB Topografico* come di seguito specificato

Estensione territoriale:	1447634.75, 4903257.57, 1459974.77, 4903257.57, 1459974.77, 4915175.05, 1447634.75, 4915175.05, 1447634.75, 4903257.57
Sistema di coordinate di output:	Coordinate Piane - Gauss-Boaga - Fuso Ovest
Formato di output:	ESRI Shapefile GEOTIFF

- **Aerofotogrammetrico**: dall'ufficio SIT del Comune di Savona si è acquisito stralcio dell'aerofotogrammetrico comunale dell'area di interesse.
- **Shapefile**: dall'ufficio SIT del Comune di Savona si è acquisito stralcio dello shapefile contenente le informazioni relative alla fognatura bianca comunale dell'area di interesse.
- **Cartografia storica** della fognatura bianca comunale: planimetria della rete nell'area oggetto di studio e profilo del condotto di Corso Colombo.



2.2 Progetti e memoria storica relativa alla rete di fognatura bianca comunale

I funzionari dell'ufficio *Manutenzione fognature* del Comune di Savona hanno evidenziato la presenza dei seguenti nodi critici nella rete di fognatura bianca, con conseguenti problemi di allagamento:

- incrocio tra Corso Cristoforo Colombo e Via Lorenzo Giacchero;
- incrocio tra Via Orazio Grassi e Via Bartolomeo Guidobono;
- incrocio tra Via Orazio Grassi e Corso XX Settembre.

Tali problematiche di allagamento si sono riscontrate in occasione di eventi meteorici intensi, come buon ultimo l'evento meteorico del 14 e 15/11/2014.

2.3 Reti di sottoservizi presenti nell'area di interesse

Preliminarmente è stata effettuata una verifica con gli uffici Qualità, Mobilità e Parcheggi e Manomissioni e occupazioni suolo pubblico del Comune di Savona circa le reti dei sottoservizi presenti nell'area di interesse ed acquisiti i contatti dei rispettivi Enti competenti.

È stato quindi eseguito un sopralluogo in sito e sono stati presi contatti con i referenti tecnici di ciascun ente competente consentendo di accertare innanzitutto la presenza o meno dei relativi impianti nell'area oggetto di studio e, in caso affermativo, di acquisire informazioni, seppur qualitative stante il livello dell'attività di studio, circa i relativi tracciati e profondità.

In dettaglio sono stati contattati i seguenti Enti per gli specifici sottoservizi:

- ✓ Acquedotto Savona per la rete dell'acquedotto;
- ✓ Italgas per la rete del gasdotto di media e bassa pressione urbana;
- ✓ Snam per la rete del metanodotto;
- ✓ Uffici Tecnici Comunali per la rete di fognatura bianca e nere e per la rete di pubblica illuminazione;
- ✓ ENEL per la rete elettrica di media e bassa tensione;
- ✓ TELECOM, Wind-Interut, Fastweb e Vodafone per la rete telefonica ed a fibre ottiche.

Nell'area oggetto di studio risultano presenti tutti i sottoservizi degli Enti sopraccitati ad eccezione del metanodotto SNAM per il quale il medesimo ente ha escluso la presenza di propri impianti in detta area.

In relazione alle soluzioni che il presente studio di fattibilità andrà ad individuare verranno evidenziate, in via preliminare, eventuali interferenze tra le opere da realizzare e le reti dei sottoservizi interferite che dovranno essere, nelle successive fasi di progettazione, oggetto di



ulteriore ed accurata indagine anche con sopralluoghi specifici con i referenti tecnici degli Enti competenti.

2.4 Pianificazione sovraordinata (Piano d'Ambito, Piano di Bacino, Piano di Gestione del rischio Alluvione)

Il Piano d'Ambito dell'ATO Centro Ovest 1, in cui ricadono le aree di intervento, è stato approvato con deliberazione di Giunta Provinciale n.71 del 22/4/2015 a seguito dell'adeguamento del piano d'ambito precedente alla riorganizzazione, mediante la predisposizione della bozza dei due piani stralcio in ottemperanza alle indicazioni della L.R.1/2014 ed alle nuove linee programmatiche regionali in materia di servizio idrico integrato, portata alla attenzione dei comuni nel corso della riunione in sede congiunta dell'Assemblea dell'ATO Centro Ovest 1 e dell'Assemblea dell'ATO Centro Ovest 2.

(<http://www.provincia.savona.it/aree-tematiche/tutela-ambiente/acque/ato/piano-ambito>)

Dal sito della Provincia di Savona si è acquisito il Piano di Bacino relativo al Torrente Letimbro.
(<http://www.provincia.savona.it/aree-tematiche/pianificazione-progetti/piani-bacino/cartografia-di-piano/16-letimbro>)

Dal sito della Regione Liguria e dal sito dell'Autorità di Distretto Idrografico Appennino Settentrionale (Autorità di Bacino del Fiume Arno) si è acquisito il progetto di Piano di Gestione del rischio Alluvione (PGRA) ex Direttiva 200/60/CE e D. Lgs. 49/2010 relativo al Torrente Letimbro.

(http://www.appenninosettentrionale.it/dist/?page_id=1716)

2.5 Piano Urbanistico Comunale e Piano di Protezione civile

Il Comune di Savona è dotato di Piano Urbanistico Comunale (PUC) approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 20 del 03/08/2010.

(http://www.comune.savona.it/IT/Page/t02/view_html?idp=6620)

Si riporta di seguito stralcio dalla cartografia di interesse.

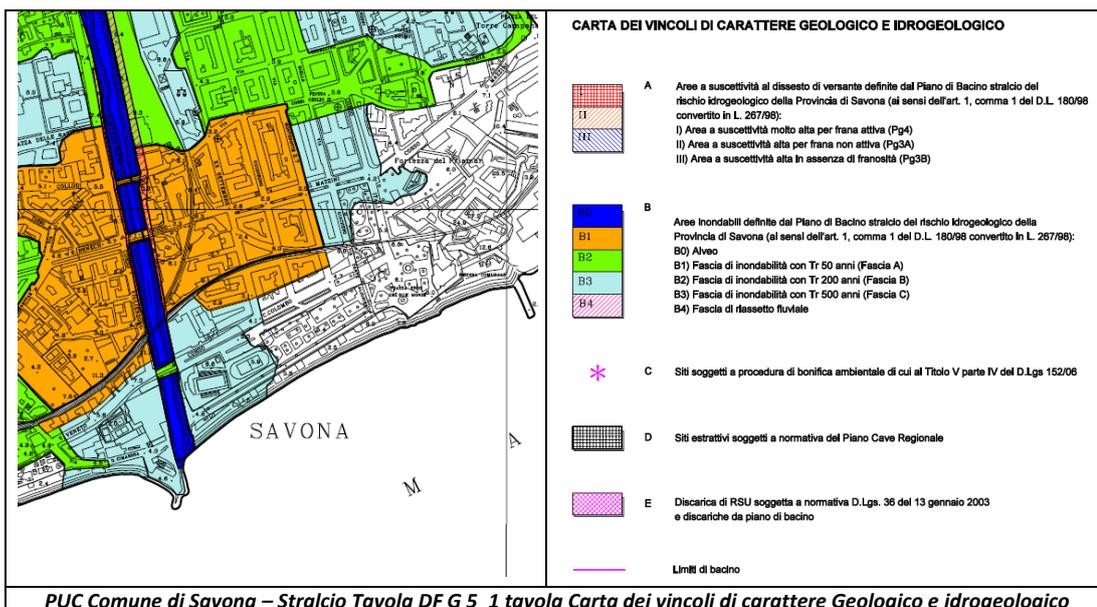
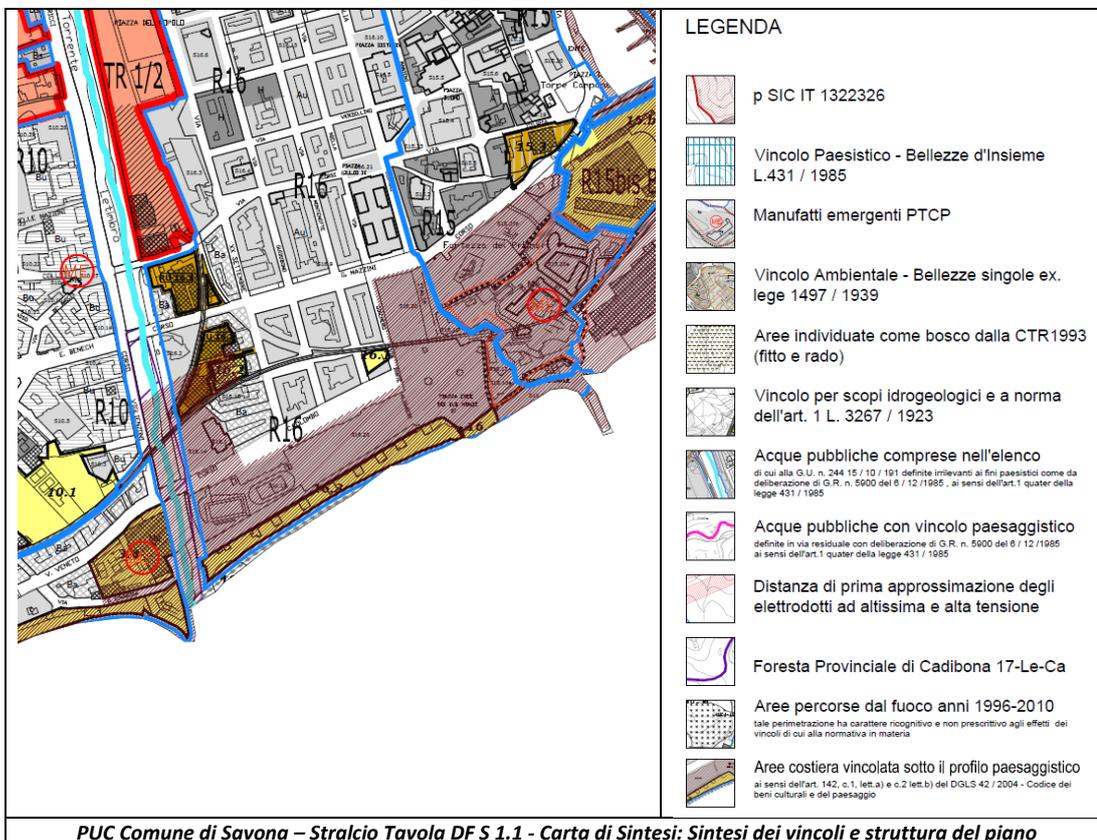


Consorzio per la Depurazione
delle Acque di Scarico del
Savonese S.p.A.

INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI NECESSARI
PER RIDURRE AL MINIMO IL RISCHIO DI INONDAZIONE
della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri
ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona

STUDIO DI FATTIBILITA'

Relazione illustrativa



Le aree oggetto di intervento risultano soggette ai seguenti vincoli:



- SIC IT 1322326
- Area costiera vincolata sotto il profilo paesaggistico ai sensi dell'art.142 c.1 lett.a) e c.2 lett.b) del d.lgs. 42/2004
- Acque pubbliche comprese nell'elenco di cui alla G.U. n.244 del 15/10/1991 definite irrilevanti ai fini paesaggistici come da deliberazione G.R. n.5900 del 06/12/1985, ai sensi dell'art.1 quater della legge 431/1985

Le aree oggetto di intervento risultano inoltre essere classificate aree inondabili secondo il piano di bacino stralcio del rischio idrogeologico della Provincia di Savona (art.1 c.1 del D.L.180/98 convertito in L. 267/98) per piene con tempo di ritorno di 500 anni del Torrente Letimbro.

Il Comune di Savona è dotato inoltre di un Piano di Protezione civile comunale.

(http://www.comune.savona.it/IT/Page/t02/view_html?idp=6584)

2.6 Dati pluviografici e pluviometrici

Dal sito di ARPAL Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Ligure si sono acquisiti gli annali idrologici relativi al periodo compreso tra il 2003 e il 2010 e le registrazioni della stazione meteorologica di Savona – Istituto nautico tra il 2011 e il 2015.

(<http://www.arpal.gov.it/homepage/meteo/pubblicazioni/annali-idrologici.html>)

Sono inoltre stati richiesti a ARPAL i parametri delle elaborazioni statistiche delle curve di possibilità pluviometrica relative a tempi di ritorno di 10, 50 e 200 anni, riferite alle registrazioni pluviometriche della stazione meteorologica di Savona – Istituto nautico, utilizzati nella successiva fase di modellazione idraulica della rete.

2.7 Prescrizioni della Polizia Municipale

Nella fase a) dell'incarico si sono inoltre concordate con la Polizia Municipale e l'Ufficio Traffico e Suolo Pubblico del Comune di Savona le modalità, giorni e orari più opportuni per l'esecuzione della fase di rilievo della fognatura, in particolar modo per l'apertura dei chiusini delle camerette di ispezione ubicati presenti nella carreggiata stradale o in incroci caratterizzati da intenso traffico veicolare.

2.8 Quadro geologico generale

Il quadro geologico dell'area di studio è stato definito dall'analisi di una serie di documenti di geologia generale inerenti l'area oggetto di studio integrato da alcune stratigrafie di sondaggi eseguite nel corso del tempo per la realizzazione di opere pubbliche insistenti nell'area in parola; a tal proposito la documentazione contemplata è stata:



- Carta Geologica con elementi di geomorfologia – Regione Liguria - Tavoletta 229.4 - Scala 1:25.000
- Carta Geolitologica con elementi di tettonica a corredo dello studio di Piano Urbanistico Comunale - Comune di Savona – Scala 1:10.000
- Stratigrafie dei sondaggi eseguiti in Loc. S. Croce in prossimità del Campo Sportivo di Via Cristoforo Colombo (reperiti sul sito della Regione Liguria – Livello Stratigrafie e Sondaggi)

Dal punto di vista geologico l'area di studio corrisponde alla porzione più avanzata della piana alluvionale di sponda orografica sinistra del T. Letimbro di raccordo ai depositi di spiaggia attuali e da questi separati per la presenza della barra litoranea sulla quale è impostata l'area della passeggiata a mare. I materiali che costituiscono tale deposito alluvionale, sulla base delle stratigrafie di sondaggio analizzate, sono granulometricamente ascrivibili a materiali della natura delle ghiaie, ghiaie sabbiose con locali intercalazioni di lenti limoso, limoso argillose.

L'area è caratterizzata da una copertura urbana compatta al punto che le acque ruscellanti non hanno possibilità di infiltrazione superficiale; l'unica via di drenaggio è rappresentata dalla locale rete di smaltimento delle acque bianche oggetto del presente studio; è doveroso inoltre evidenziare che le acque superficiali che non trovano immediato recapito nelle rete di smaltimento locale, tendono a dirigersi, per mera questione topografica, verso il punto di minimo assoluto di Via Mazzini – Via XX Settembre – Via Belloro ($Q_{min.}=2.4-2.5$ m). Tale area risulta inoltre l'area di maggior criticità in riferimento ai periodi di ritorno di eventi alluvionali come indicato nella cartografia di Piano di Bacino.

Nel contesto descritto si evidenzia, idrogeologicamente, la presenza di una falda di subalveo che viene alimentata dal T. Letimbro e la cui soggiacenza è direttamente correlata al livello di scorrimento dei deflussi all'interno dell'alveo; nelle condizioni di massima criticità (minima soggiacenza) tale livello è presumibilmente attestato attorno a 1.5-2.0 m di profondità dal locale piano campagna.

Si deve segnalare in ultimo, come elemento di criticità rilevante al deflusso delle acque del T. Letimbro, la presenza della barra litoranea in prossimità dello sbocco a mare la quale obbliga, per consentire il deflusso a mare delle acque torrentizie, l'innalzamento del loro livello e la conseguente interferenza con l'attuale scarico della rete di smaltimento delle acque bianche considerate.

Si sintetizzano nelle figure delle pagine seguenti gli elementi raccolti a supporto del quadro geologico descritto.



CARTA DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Estratto auto allestito della "Carte geologica con elementi di Geomorfologia – Regione Liguria



QUATERNARIO



COPERTURE SCIOLTE: coltri detritiche eluvio-colluviali.



ALLUVIONI: depositi fluviali attuali e recenti; depositi di spiaggia.
Olocene



ALLUVIONI ANTICHE: conglomerati, alternanze di argille sabbiose e/o conglomerati minuti;
conglomerati con matrice rossa argillosa.
Quaternario - Pliocene



Area di studio



SONDAGGI GEOGNOSTICI REPERITI

Planimetria



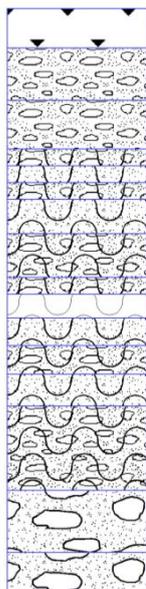
Area di studio

Ubicazione Sondaggi

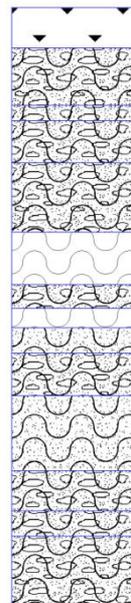
Stratigrafie

Sondaggio: **RegLiguria-3879**
Indagine: del: 6/6/1990
S.CROCE

Sondaggio: **RegLiguria-3880**
Indagine: del: 6/8/1990
S.CROCE



0 m - RIPORTI (2 m)
2 m - GHIAIA SABBIOSA E/O SABBIA GHIAIOSA (2.6 m)
4.6 m - GHIAIA SABBIOSA E/O SABBIA GHIAIOSA (2.4 m)
7 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1 m)
8 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (1 m)
9 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1 m)
10 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (1.8 m)
11.8 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (2.2 m)
14 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1 m)
15 m - LIMO (1.3 m)
16.3 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (1.5 m)
17.8 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1.5 m)
19.3 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (1.7 m)
21 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (4 m)
25 m - CIOTTOLI E SABBIA (3 m)
28 m - CIOTTOLI E SABBIA (2 m)
30 m -



0 m - RIPORTI (2 m)
2 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (3 m)
5 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (0.5 m)
5.5 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (2.1 m)
7.6 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (3.7 m)
11.3 m - LIMO (2.7 m)
14 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1 m)
15 m - LIMO (0.75 m)
15.75 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (1.15 m)
16.9 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (2.1 m)
19 m - LIMO SABBIOSO E/O SABBIA LIMOSA (4 m)
23 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (2 m)
25 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (1.1 m)
26.1 m - GHIAIA SABBIO-LIMOSA (3.9 m)
30 m -



3 FASE B): RILIEVO TOPOGRAFICO PLANOALTIMETRICO

Per un corretto e puntuale studio è stato eseguito un rilievo topografico planoaltimetrico della rete delle acque meteoriche nell'area compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona.

Il rilievo è stato ulteriormente esteso a nord fino alla Via Luigi Corsi per una adeguata definizione dello schema idraulico della rete delle acque meteoriche afferente all'area di interesse nonché delle relative aree scolanti di competenza.



Area oggetto di rilievo

Nello svolgimento dell'attività sono stati rilevati:

- tracciato, diametro e materiale dei collettori principali e secondari;
- dimensioni e caratteristiche dei manufatti particolari della rete;
- quota assoluta sul livello del mare dello scorrimento delle condotte e quota stradale dei chiusini delle camerette di ispezione;
- anomalie quali presenza di depositi, problemi strutturali della rete o interferenze con altre reti di sottoservizi.



Consorzio per la Depurazione
delle Acque di Scarico del
Savonese S.p.A.

INDIVIDUAZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI NECESSARI
PER RIDURRE AL MINIMO IL RISCHIO DI INONDAZIONE
della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri
ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona

STUDIO DI FATTIBILITA'

Relazione illustrativa

3.1 Caposaldo

Il rilievo topografico planoaltimetrico, svolto nel mese di settembre 2015, è stato eseguito con metodo celerimetrico mediante l'impiego di stazione totale e distanziometro elettronico ed assumendo come caposaldo plano-altimetrico il vertice IGM 95 cod. 093701 ubicato in Piazzale Eroe Dei Due Mondi a Savona, avente le seguenti coordinate:

Roma40	Piane (Gauss-Boaga)	ETRF2000	Piane (UTM-ETRF2000)
ϕ 44° 18' 07"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"
λ -03° 58' 09"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"
	N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600
	E: 1458770	E: 458740	E: 458740
	N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600
	E: 1458770	E: 458740	E: 458740

e quota assoluta 6,28 m slm, come da scheda dell'Istituto Geografico Militare di seguito riportata.

Il rilievo è stato restituito sulla cartografia aerofotogrammetrica del comune, sovrapponibile alla *Carta Tecnica Regionale 1:5000 dal 2007 - II Edizione 3D / DB Topografico* della Regione Liguria con Sistema di coordinate Piane - Gauss-Boaga - Fuso Ovest (Foglio 229062).

	Savona - Piazzale Eroe Dei Due Mondi (Seduta in travertino)		093701	229 sez. IV. 093 IVNO																												
	Nazione: Italia Regione: Liguria Provincia: Savona Comune: Savona Carabinieri: Savona		Punto di integrazione (geotrav, etc.) Con quota derivata da caposaldo di livellazione (Rete Fond.) Produttore: IGM																													
Materializzazione: Centrino in acciaio inox del tipo GPS da livellazione infisso sulla seconda seduta prospiciente i Bagni Savona.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Roma40</th> <th>Piane (Gauss-Boaga)</th> <th>ETRF2000</th> <th>Piane (UTM-ETRF2000)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ϕ 44° 18' 07"</td> <td>ϕ 44° 18' 09"</td> <td>ϕ 44° 18' 09"</td> <td>ϕ 44° 18' 09"</td> </tr> <tr> <td>λ -03° 58' 09"</td> <td>λ 08° 28' 58"</td> <td>λ 08° 28' 58"</td> <td>λ 08° 28' 58"</td> </tr> <tr> <td></td> <td>N: 4905630</td> <td>N: 4905600</td> <td>N: 4905600</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E: 1458770</td> <td>E: 458740</td> <td>E: 458740</td> </tr> <tr> <td></td> <td>N: 4905630</td> <td>N: 4905600</td> <td>N: 4905600</td> </tr> <tr> <td></td> <td>E: 1458770</td> <td>E: 458740</td> <td>E: 458740</td> </tr> </tbody> </table>		Roma40	Piane (Gauss-Boaga)	ETRF2000	Piane (UTM-ETRF2000)	ϕ 44° 18' 07"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"	λ -03° 58' 09"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"		N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600		E: 1458770	E: 458740	E: 458740		N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600		E: 1458770	E: 458740	E: 458740	Vertici collegati: R N032P ##### Pozzetto I categoria Alto (A) DH = -0,533
Roma40	Piane (Gauss-Boaga)	ETRF2000	Piane (UTM-ETRF2000)																													
ϕ 44° 18' 07"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"	ϕ 44° 18' 09"																													
λ -03° 58' 09"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"	λ 08° 28' 58"																													
	N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600																													
	E: 1458770	E: 458740	E: 458740																													
	N: 4905630	N: 4905600	N: 4905600																													
	E: 1458770	E: 458740	E: 458740																													
Accesso: Da Corso Mazzini imboccare Corso Italia (200 metri circa dalla fortezza PRIAMAR). Proseguire fino al mare oltrepassando la ferrovia e transitando nell'area pedonale fino a Piazza Garibaldi.																																
Informazioni: Nell'Istituto Tecnico Secondario Superiore ALBERTI-DA VINCI, ubicato a Savona in via alla Rocca nASC(176)35/a - Tel./Fax.:019-801389 ; Email : lbasv@tin.it, è presente una stazione permanente GPS. Le differenze da sommare algebricamente alle coordinate della presente scheda per ottenere quella della stazione permanente sono: Delta lat.= 0ASC(176) 00' 05,7091 Delta long.= -0ASC(176) 01' 02,42438 Delta h. = 54,077 m																																
Segnalizzato: 10/06/2002 Ultima ricognizione: 16/12/2009				<p>Attenzione: le coordinate geografiche sono approssimate al secondo. Le coordinate piane e le quote hanno cifre significative fino al decimetro</p>																												
Questa scheda è di proprietà dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE. Stampata il 01/10/2015, db: 02/12/2014																																

Scheda monografia caposaldo IGM 95 cod. 093701



Il rilievo è stato ulteriormente integrato con sopralluoghi, pedonamenti, e rilevamenti particolareggiati con l'impiego di cordella metrica; si è altresì provveduto al rilievo dei manufatti interrati ispezionabili della rete meteorica producendo la corrispondente scheda monografica in cui sono riportati i dati di profondità, in ingresso ed uscita da ciascun manufatto, i diametri e i materiali delle condotte e la relativa documentazione fotografica.

Nell'elaborato di restituzione del rilievo (*Allegato 2.1 - Rilievo: Schema rete acque meteoriche*) sono riportati lo schema della rete delle acque meteoriche, le quote altimetriche assolute s.l.m. sia del piano stradale che di scorrimento delle condotte, il senso di deflusso delle stesse (determinato in base alle quote assolute di scorrimento rilevate ed alle informazioni dedotte dalla cartografia storica) nonché diametro e materiale ed i manufatti che possono cambiare il comportamento idraulico della rete stessa.

3.2 Anomalie riscontrate

Nel corso dei rilievi sono state riscontrate varie anomalie, come risulta evidenziato anche dalle schede monografiche, di cui alla documentazione già trasmessa, dei manufatti ispezionati che segnatamente sono:

- Tratti parzialmente otturati per presenza di sedimenti consolidati (manufatti di ispezione C10, C11, C14, C17, C18, C23, C29, C38, C41, C131, C152, C153);

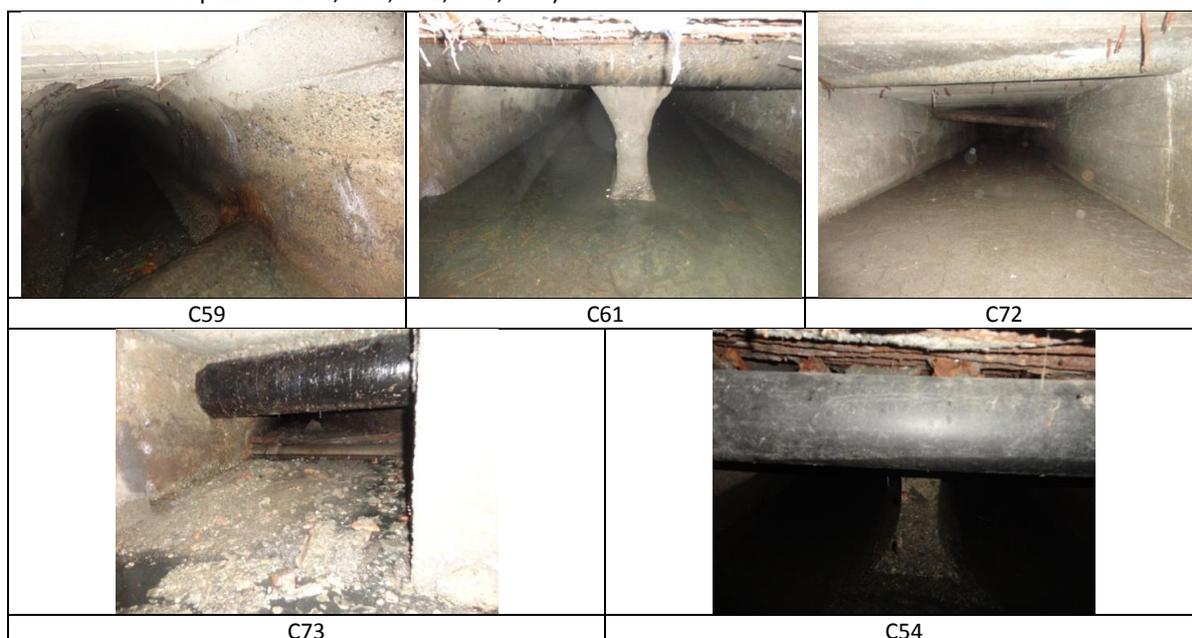




- Tubazioni rinvenute in alcuni manufatti ma con soluzione di continuità rispetto ai manufatti precedenti e successivi (manufatti di ispezione C10, C38, C72);



- Presenza di attraversamento di sottoservizi all'interno della sezione delle condotte (manufatti di ispezione C54, C59, C61, C72, C73)



- Tubazioni con problemi strutturali (manufatti di ispezione C153, C58)





- Presenza di sacchi di sabbia nella cameretta C39;



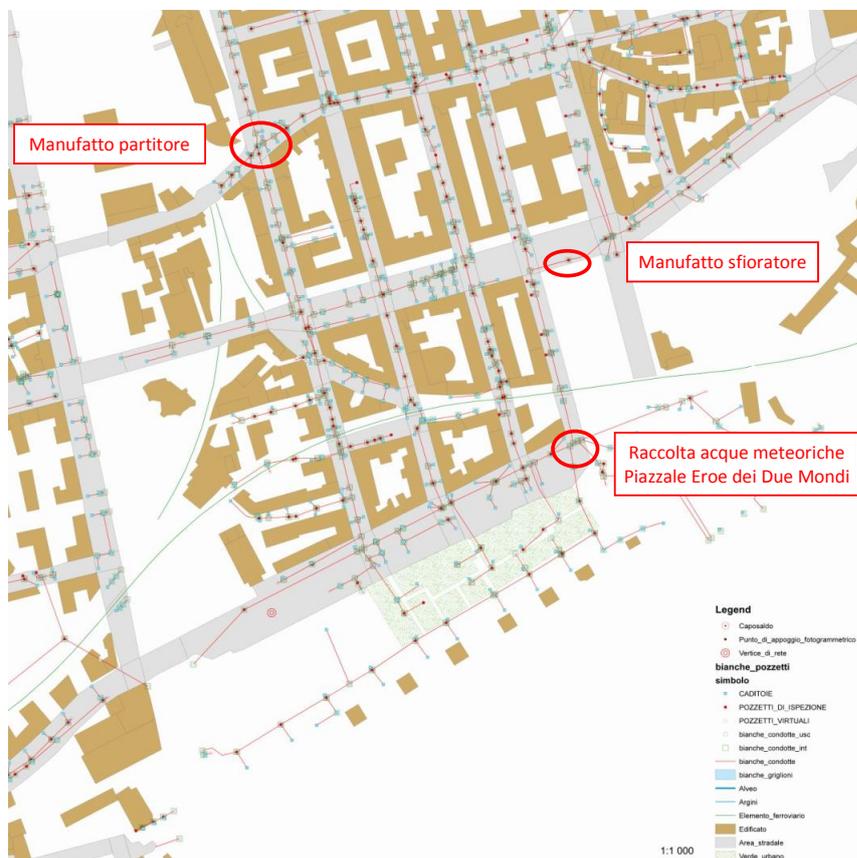
- Mancato ritrovamento di alcuni chiusini d'ispezione indicati invece nella cartografia poiché probabilmente coperti dal manto stradale.

3.3 Verifica e analisi dei dati acquisiti

3.3.1 Verifica

I risultati del rilievo svolto in sito sono stati verificati con il tracciato della rete fognaria fornito dal Comune di Savona da cui sono emerse alcune incongruenze:

- la rete di raccolta delle acque meteoriche di Piazzale Eroe dei Due Mondi parrebbe non essere collegata alla condotta presente in Corso Cristoforo Colombo;
- in corrispondenza dell'incrocio tra Via XX Settembre e Via Luigi Corsi è presente un manufatto ripartitore delle rete delle acque meteoriche che convoglia una prima parte delle portate provenienti da nord nella condotta di Via Luigi Corsi e l'eccedenza nella doppia condotta (costituita da n.2 tubazioni in cls del diametro di mm.1000 cadauna) di Via XX Settembre;
- in Corso Mazzini in corrispondenza dell'area a verde è presente un manufatto, che è risultato inaccessibile, che potrebbe essere un'opera di sfioro della rete di fognatura nera/mista atta a convogliare le portate di supero nella condotta di acque meteoriche presente in Via Lorenzo Giacchero. Nelle successive fasi di progettazione sarà necessario prevedere un'indagine accurata, eventualmente anche con video-ispezioni, al fine di verificarne l'effettiva funzione.



Stralcio cartografia della rete di fognatura bianca fornita dal Comune di Savona

3.3.2 Analisi

Dall'analisi del rilievo condotto è emerso che la condotta in Corso Colombo presenta una contropendenza rispetto al manufatto di scarico nel Torrente Letimbro, infatti, contrariamente a quanto ipotizzato nella fase a) dell'attività di incarico, ove in base alla documentazione reperita si era supposto che la condotta avesse pendenza est-ovest nella direzione del manufatto di scarico nel Torrente Letimbro, dall'analisi delle quote altimetriche assolute di scorrimento è emerso un punto di "corda molle" in corrispondenza dell'innesto con il condotto proveniente da Via XX Settembre.

L'analisi delle quote stradali evidenzia inoltre dei punti di minimo in corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria sopraelevata ed in particolare un punto di minimo assoluto in corrispondenza dell'incrocio tra Via Bartolomeo Guidobono, Via Orazio Grassi, Via Filippo Busserio e Via Tommaso Belloro con quota assoluta +1,80 m slm.



4 FASE C): MODELLAZIONE IDRAULICA

La fase c) dell'incarico ha riguardato la modellazione idraulica della rete di fognatura oggetto di intervento a seguito delle risultanze delle indagini condotte nelle precedenti attività.

4.1 Il software di calcolo

Per la modellazione in moto vario della rete di fognatura bianca si è utilizzato il software SWMM - Storm Water Management Model dell'EPA.

SWMM è un modello completo di simulazione idrologica e di qualità delle acque di bacini urbani. Il modello viene distribuito dall'U.S. EPA e consente di sviluppare applicazioni riguardanti le acque di prima pioggia e di dilavamento urbano e la gestione idraulica dei sistemi di drenaggio al fine della laminazione delle piene. Il codice di calcolo è in grado di simulare sia gli aspetti idraulici, sia di qualità delle acque delle reti di drenaggio.

Il modello SWMM è stato creato inizialmente da Metcalf e Eddy nel 1971 ed è stato migliorato più volte nel corso degli anni e tutt'oggi viene costantemente aggiornato ed arricchito in nuove versioni. Nelle simulazioni è stata utilizzata la versione SWMM 5.1 (release 5.1.010) prodotto da Water Supply and Water Resources Division of the U.S. Environmental Protection Agency's National Risk Management Research Laboratory, con l'assistenza della società di consulenza CDM, Inc. Continua ad essere ampiamente usato per la progettazione e analisi di eventi di precipitazione eccezionale, fognature miste, fognature sanitarie ed altre reti di fognatura nelle aree urbane, con molte applicazioni nelle zone non-urbane per reti di canali.

Si può utilizzare il modello afflussi-deflussi SWMM sia in fase di progettazione sia nel caso di verifica. SWMM si applica per simulare un evento singolo, ma anche per fare delle simulazioni continue con ietogrammi storici e/o sintetici. Nel modello viene considerata una variazione spaziale della pioggia, la ritenzione superficiale viene sottratta tutta alla parte iniziale del pluviogramma, le superfici contribuenti sono permeabili e impermeabili, lo scorrimento superficiale è calcolato tramite l'equazione di continuità e l'equazione di Manning e l'infiltrazione è valutata secondo il metodo di Green e Ampt o con la legge di Horton.

Il codice di calcolo SWMM è in grado di simulare la propagazione di piena con il metodo dell'onda cinematica (Kinematic Wave), ma anche con le equazioni di De Saint Venant (Dynamic Wave). Il moto in pressione è ammesso grazie allo stratagemma della fessura di Preissman e nei nodi è considerato il volume dei pozzetti in congruenza con i livelli idrici.

Il programma opera in ambiente Windows. Per ogni simulazione i risultati possono essere visualizzati con tabelle, grafici, profili longitudinali e direttamente sulla planimetria della rete mediante l'utilizzo di una diversa colorazione (per esempio il grado di riempimento dei condotti).

Il modello ha una struttura a "blocchi" o moduli. I principali sono:



- "rain block": per l'inserimento e la gestione dei dati pluviometrici;
- "runoff block": per la generazione del deflusso superficiale sul bacino a partire dalla pioggia;
- "transport block": per la propagazione all'interno dei condotti fognari delle acque sia nere che bianche in ingresso.

SWMM rappresenta i vari processi idrologici che producono il deflusso dalle aree urbane. Questi includono:

- precipitazioni;
- evaporazione d'acqua;
- accumulo e scioglimento della neve;
- infiltrazione di pioggia negli strati insaturi del terreno;
- percolazione di acqua infiltrata negli strati dell'acqua freatica;
- interflow fra acqua freatica e la rete di fognatura;

La variabilità spaziale di questi processi è realizzata dividendo la zona di studio in sottobacini, subcatchment, ognuna delle quali viene divisa sulla base dell'area permeabile ed impermeabile. Il flusso terrestre può essere diretto fra i subcatchments, o nei punti di entrata di una rete di fognatura.

SWMM inoltre contiene un insieme flessibile di possibilità per la modellazione idraulica usate per dirigere le portate e le affluenze esterne attraverso la rete di fognatura delle condotte, dei canali, delle unità di trattamento e di invaso e delle strutture di diversione. Questi includono:

- rete di drenaggio con numero di maglie illimitato;
- impiego di un'ampia varietà di figure chiuse standard ed aperte delle condotte come pure per canali naturali;
- elementi speciali di modello quali le unità trattamento/di invaso, i divisori di flusso, le pompe, gli stramazzi e luci di fondo;
- applicare i flussi e gli input esterni di qualità dell'acqua alle acque di superficie, dal interflow dell'acqua freatica, dall'infiltrazione pioggia-dipendente/dall'affluenza, dal flusso sanitario del tempo asciutto e dalle affluenze prestabilite dall'utente;
- utilizzare l'onda cinematica o i metodi di percorso dinamici completi di flusso dell'onda;
- modellare i vari regimi di flusso, come lo stagno, il sovraccarico, il flusso d'inversione ed accumulazione di superficie;
- applicare le regole dinamiche prestabilite dall'utente di controllo per simulare il funzionamento delle pompe, delle aperture dell'orifizio e dei livelli della sommità degli sbarramenti;



Oltre che alla modellazione, generazione e trasporto dei flussi, SWMM può anche valutare la produzione dei carichi inquinanti connessi al deflusso. SWMM è stato impiegato in numerosi studi relativi a precipitazioni intense. Le applicazioni tipiche includono:

- disegno dei componenti della rete di fognatura e di canali per controllo dell'inondazione;
- tracciato normale dell'inondazione dei sistemi naturali della scanalatura (SWMM 5 è un modello FEMA-approvato per gli studi di NFPI);
- progettazione delle strategie di controllo per la minimizzazione dei trabocchi della rete fognaria.

Si rimanda alla specifica documentazione allegata alla relazione relativa alla fase c) per ulteriori dettagli.

4.2 Pluviometria

Il modello afflussi-deflussi presente nel codice di calcolo trasforma una successione temporale di afflussi – rappresentata da una serie pluviometrica – in una successione temporale di deflussi.

Le serie pluviometriche possono essere costituite da ietogrammi isolati, relativi a eventi singoli, o da serie temporali continue, comprendenti numerosi eventi di pioggia separati da periodi di tempo asciutto.

A loro volta gli ietogrammi e le serie continue possono essere storici, ossia costituiti dalle effettive registrazioni pluviometriche, o sintetici, ossia costruiti secondo schemi concettuali di diversa natura. Nei casi di dimensionamento o di verifica di opere esistenti si ricorre al tracciamento di ietogrammi sintetici ottenuti dalle curve di possibilità pluviometrica.

In genere, uno ietogramma di progetto riesce a riprodurre, con il tempo di ritorno assegnato, solo alcune o solo una delle caratteristiche di un idrogramma osservato (intensità del picco, volume totale, etc.). Per questo motivo, al fine di determinare quale tipo di ietogramma sintetico sia più opportuno adottare nel caso specifico, è stata eseguita una analisi di confronto fra le forme adimensionali degli ietogrammi sintetici e quella dello ietogramma storico relativo all'evento meteorico verificatosi in data 14-15 novembre 2014.

In particolare sono stati analizzati i seguenti ietogrammi sintetici:

- ietogramma rettangolare: rappresenta una pioggia ad intensità costante in tutta la sua durata. È probabilmente il più diffuso per la sua grande semplicità, ma presenta i seguenti limiti:
 - o occorre determinare a priori la durata di pioggia dell'evento critico,
 - o l'intensità è nulla prima e dopo l'evento di durata critica, quindi il volume complessivo risulta sottostimato rispetto agli eventi reali,



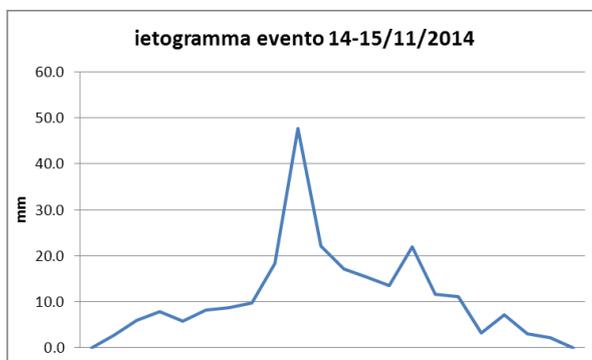
- non riproduce la variabilità ed i picchi di intensità durante l'evento.
- ietogramma triangolare: introduce l'effetto di picco trascurato dalla ietogramma rettangolare ma sottostima l'altezza complessiva dell'evento esattamente come lo ietogramma rettangolare
- ietogramma Chicago: rispetto allo ietogramma costante rappresenta meglio alcune caratteristiche degli ietogrammi osservati, come la presenza del picco di intensità, la precipitazioni antecedenti e seguenti l'istante del picco, i volumi totali. Nello ietogramma Chicago, la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica per la medesima durata.

4.2.1 ietogramma storico

Come ietogramma storico di riferimento si è scelto quello registrato dalla Stazione Meteorologica ARPAL di Savona in occasione dell'evento meteorico verificatosi il 14 e 15 novembre 2014.

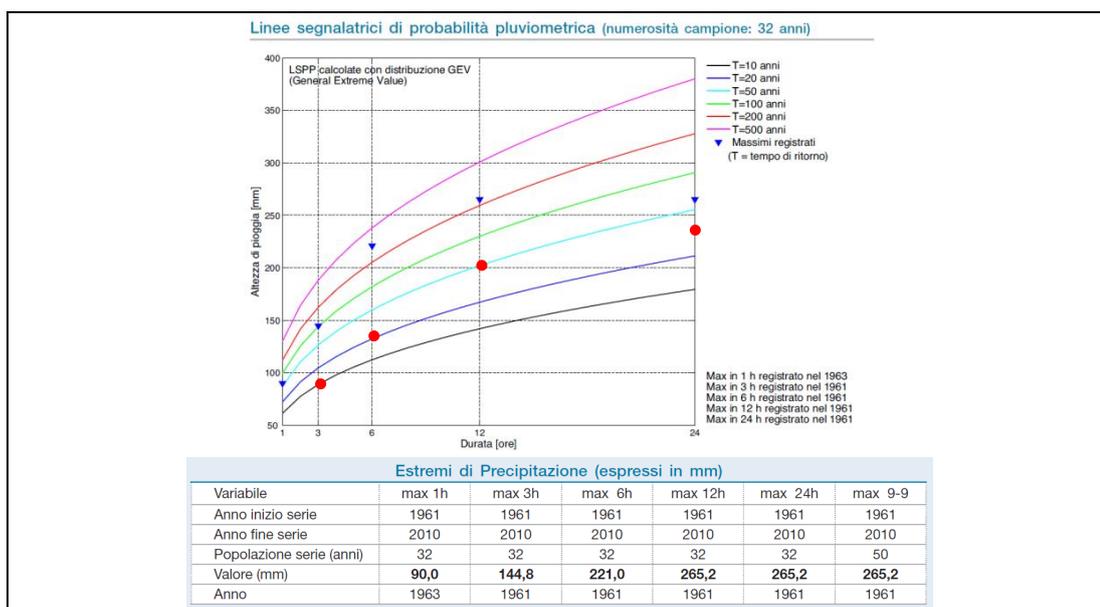
Stazione, SAVONA - ISTITUTO NAUTICO				
Parametro, PRECIPITAZIONE - PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)				
Inizio rilevazione	Fine rilevazione	Valore	Dataset	Valido
14/11/2014 20.00	14/11/2014 21.00	0	Tutti i dati	Sì
14/11/2014 21.00	14/11/2014 22.00	2,8	Tutti i dati	Sì
14/11/2014 22.00	14/11/2014 23.00	6	Tutti i dati	Sì
14/11/2014 23.00	15/11/2014 0.00	7,8	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 0.00	15/11/2014 1.00	5,8	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 1.00	15/11/2014 2.00	8,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 2.00	15/11/2014 3.00	8,8	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 3.00	15/11/2014 4.00	9,8	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 4.00	15/11/2014 5.00	18,4	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 5.00	15/11/2014 6.00	47,8	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 6.00	15/11/2014 7.00	22,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 7.00	15/11/2014 8.00	17,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 8.00	15/11/2014 9.00	15,4	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 9.00	15/11/2014 10.00	13,6	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 10.00	15/11/2014 11.00	22	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 11.00	15/11/2014 12.00	11,6	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 12.00	15/11/2014 13.00	11,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 13.00	15/11/2014 14.00	3,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 14.00	15/11/2014 15.00	7,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 15.00	15/11/2014 16.00	3	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 16.00	15/11/2014 17.00	2,2	Tutti i dati	Sì
15/11/2014 17.00	15/11/2014 18.00	0	Tutti i dati	Sì

Fonte sito ARPA Liguria



Ietogramma evento 14-15 novembre 2014

Tale evento risulta significativo poichè corrisponde, in funzione della durata, a tempi di ritorno compresi tra 10 e 50 anni, come si evince dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, relative alla Stazione di rilevamento di Savona, ottenute dalle analisi svolte nell'ambito della pubblicazione "Atlante climatico della Liguria".



"Atlante climatico della Liguria" pag.66 con evidenziato in rosso l'evento del 14-15/11/2014

4.2.2 Ietogrammi sintetici

Lo schema di Capitolato/Convenzione di cui al presente incarico prevede che il modello idraulico abbia in ingresso come dati di input le condizioni di pioggia riferite a periodi di ritorno di 10, 50 e 200 anni.

Sono stati pertanto richiesti all'ARPA Liguria i parametri delle elaborazioni statistiche (distribuzione di probabilità GEV) delle serie storiche delle massime altezze annuali di



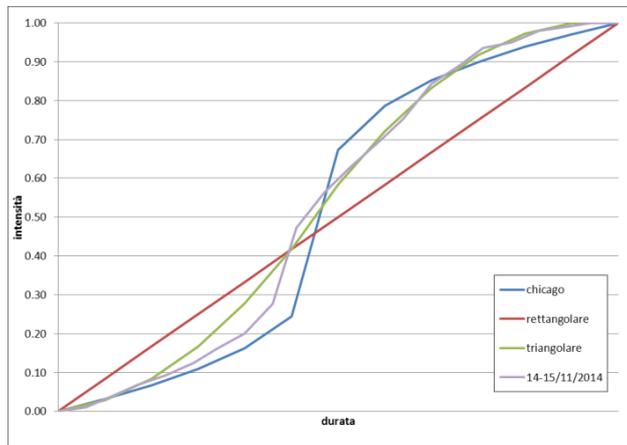
precipitazione di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive, registrate dalla stazione metereologica di Savona Istituto Nautico. Dai dati ottenuti sono state ricavate le seguenti Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica relative ai tempi di ritorno richiesti:

Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica		
Tempo di ritorno	a	n
10 anni	23,82	0,34
50 anni	44,24	0,34
200 anni	63,70	0,34

e quindi gli ietogrammi sintetici di progetto di tipo rettangolare, triangolare e Chicago con picco centrato.

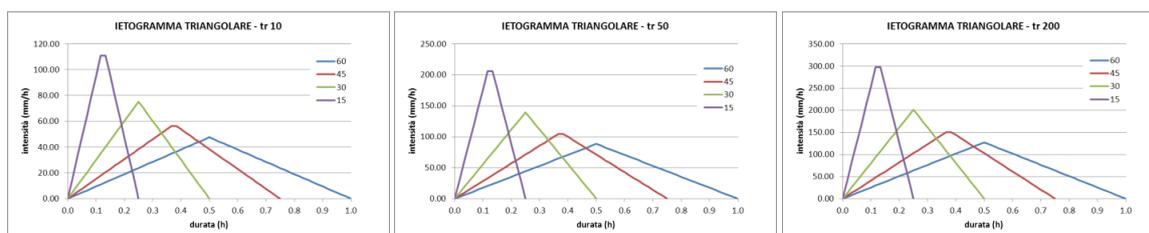
4.2.3 Analisi degli ietogrammi

Il confronto fra le forme adimensionali degli ietogrammi rettangolare, triangolare e Chicago e quella dello ietogramma storico relativo all'evento meteorico verificatosi in data 14-15 novembre 2014 ha evidenziato che lo ietogramma sintetico che meglio descrive l'andamento dell'evento storico è quello di tipo triangolare.



Confronto fra le forme degli ietogrammi adimensionizzati

Pertanto sono stati ricavati gli ietogrammi sintetici di forma triangolare relativi a tempi di ritorno di 10, 50 e 200 anni di durata pari a 15, 30, 45 e 60 minuti da inserire nel codice di calcolo.



Ietogrammi triangolari utilizzati per le simulazioni nel codice di calcolo



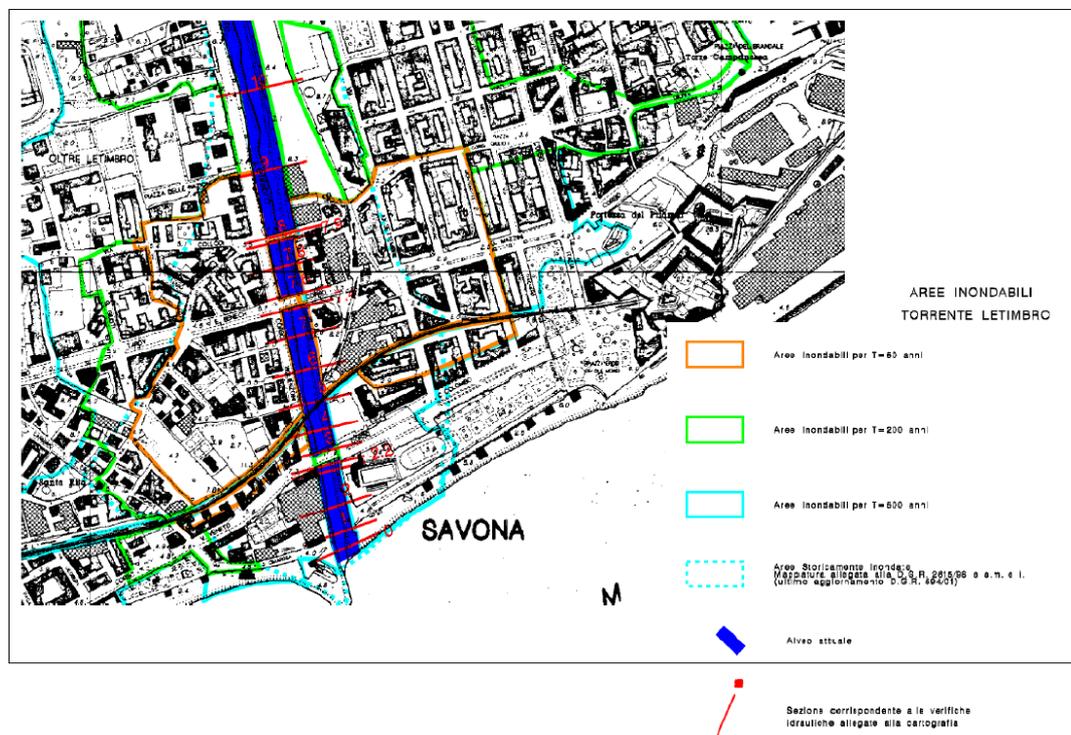
4.3 Condizioni al contorno

4.3.1 Portate di piena nel Torrente Letimbro

Per impostare le condizioni al contorno nel punto di scarico della rete nel Torrente Letimbro si sono considerati i risultati delle verifiche idrauliche svolte sul corso d'acqua nell'ambito del *PIANO DI BACINO LETIMBRO - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art.1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n.180, convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.* della Provincia di Savona, di cui si riporta di seguito stralcio.

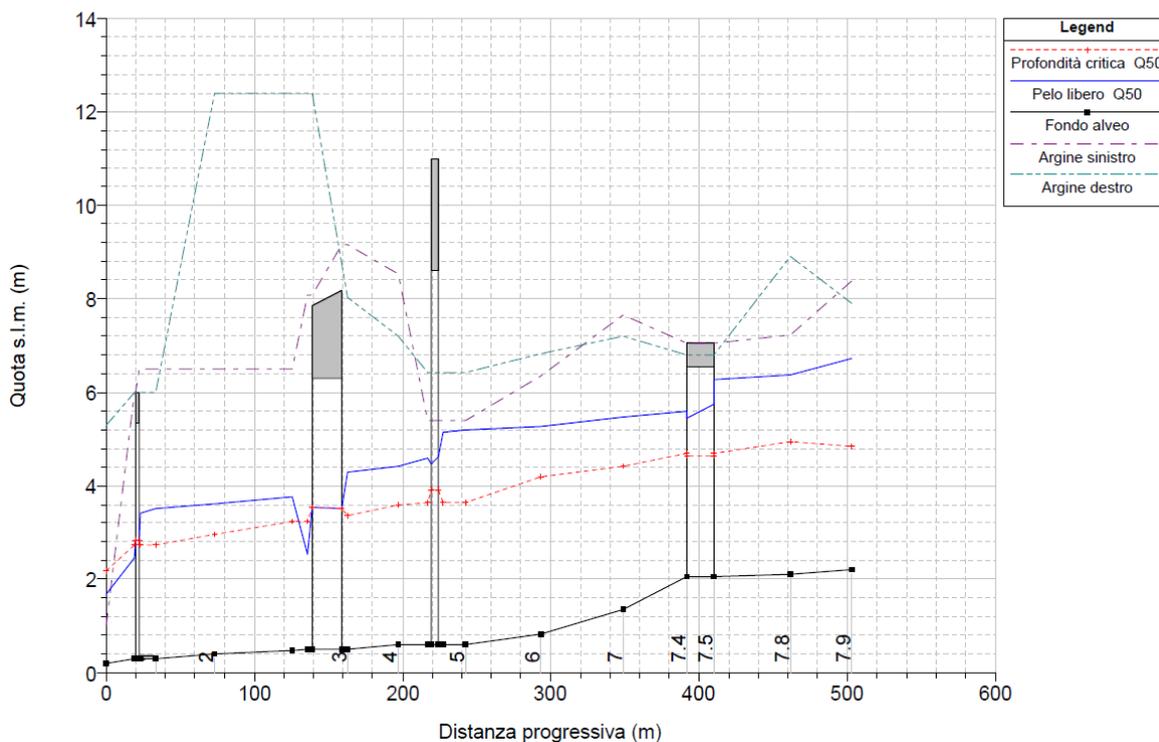
In particolare si sono effettuate 2 simulazioni: nel primo caso si è ipotizzato il Torrente Letimbro in periodo asciutto, nel secondo caso si è assunta la quota assoluta del pelo libero del corso d'acqua relativa a evento con tempo di ritorno di 50 anni e pari a 2,53 m slm.

Corre l'obbligo evidenziare che tale quota pari a 2,53 m slm, che si riscontra alla sezione 2.2 subito a valle del ponte di Corso Colombo in corrispondenza dello scarico della rete fognaria in esame, è inferiore rispetto alle quote del pelo libero della corrente che si insaturano nelle sezioni subito a monte (sez.3 - quota 4,29 m slm) e subito a valle (sez.2.1 - quota 3,76 m slm).





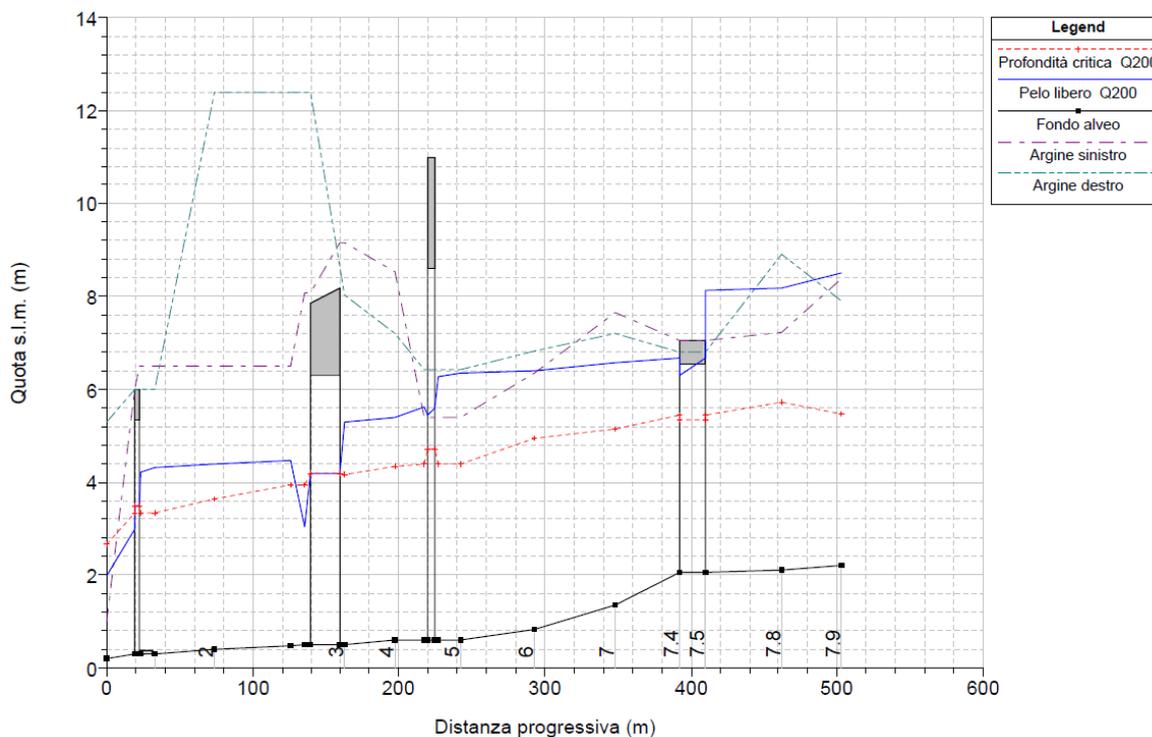
Torrente Letimbro – ripermimetrazione foce – Profilo per T=50 anni



Torrente Letimbro - ripermimetrazione foce						Profilo T=50 anni				
Sezioni	Portata totale (m ³ /s)	Fondo alveo (m)	Argine sinistro (m)	Argine destro (m)	Pelo libero (m)	Profondità critica (m)	Energia (m ²)	Velocità (m/s)	Area bagnata (m ²)	N° Froude
7.9	490	2.2	8.38	7.9	6.71	4.84	7.04	2.55	192.34	0.4
7.8	490	2.12	7.22	8.9	6.36	4.95	6.94	3.36	145.86	0.53
7.6	490	2.06	7.04	6.81	6.28	4.7	6.79	3.17	154.79	0.49
7.5	Bridge									
7.4	490	2.06	7.04	6.81	5.59	4.7	6.32	3.79	129.33	0.65
7	490	1.36	7.64	7.21	5.46	4.41	6.12	3.61	135.84	0.6
6	490	0.84	6.34	6.83	5.28	4.2	5.93	3.58	136.92	0.6
5	490	0.6	5.4	6.43	5.2	3.65	5.72	3.17	154.41	0.5
4.6	490	0.6	5.4	6.43	5.15	3.65	5.68	3.22	152.34	0.51
4.5	Bridge									
4.4	490	0.6	5.4	6.43	4.6	3.65	5.3	3.71	132.09	0.63
4	490	0.59	8.53	7.2	4.42	3.59	5.2	3.91	125.4	0.67
3	490	0.5	9.17	8.02	4.29	3.36	5.03	3.8	128.97	0.65
2.5	Bridge									
2.2	490	0.5	8.08	12.4	2.53	3.22	4.92	6.85	71.52	1.62
2.1	490	0.47	6.5	12.4	3.76	3.24	4.63	4.12	118.98	0.75
2	490	0.4	6.5	12.4	3.61	2.97	4.33	3.76	130.36	0.7
1	490	0.3	6.5	6	3.5	2.73	4.1	3.42	143.13	0.64
0.6	490	0.3	6.5	6	3.41	2.73	4.05	3.53	138.72	0.67
0.5	Bridge									
0.4	490	0.3	6	6	2.46	2.73	3.89	5.3	92.53	1.22
0	490	0.2	1	5.3	1.68	2.18	3.38	5.83	84.93	1.7



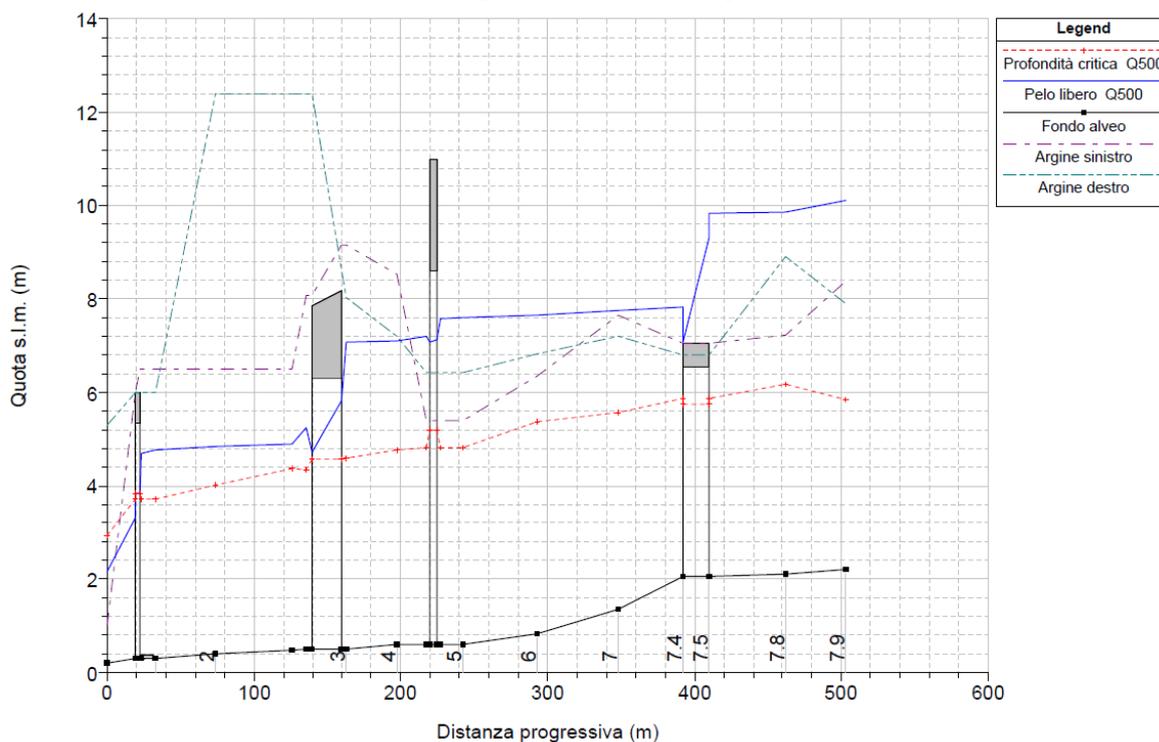
Torrente Letimbro – ripermimetrazione foce – Profilo per T=200 anni



Torrente Letimbro - ripermimetrazione foce							Profilo T=200 anni				
Sezioni	Portata totale (m ³ /s)	Fondo alveo (m)	Argine sinistro (m)	Argine destro (m)	Pelo libero (m)	Profondità critica (m)	Energia (m ²)	Velocità (m/s)	Area bagnata (m ²)	N° Froude	
7.9	710	2.2	8.38	7.9	8.5	5.47	8.84	2.57	276.43	0.34	
7.8	710	2.12	7.22	8.9	8.19	5.73	8.76	3.35	212.17	0.44	
7.6	710	2.06	7.04	6.81	8.14	5.43	8.65	3.18	223.22	0.41	
7.5	Bridge										
7.4	710	2.06	7.04	6.81	6.68	5.43	7.57	4.19	169.56	0.62	
7	710	1.36	7.64	7.21	6.57	5.15	7.39	4	177.47	0.59	
6	710	0.84	6.34	6.83	6.41	4.93	7.21	3.97	178.99	0.58	
5	710	0.6	5.4	6.43	6.34	4.38	7	3.61	196.5	0.5	
4.6	710	0.6	5.4	6.43	6.28	4.38	6.96	3.65	194.43	0.51	
4.5	Bridge										
4.4	710	0.6	5.4	6.43	5.62	4.38	6.51	4.18	169.82	0.62	
4	710	0.59	8.53	7.2	5.4	4.34	6.4	4.42	160.73	0.67	
3	710	0.5	9.17	8.02	5.3	4.16	6.22	4.26	166.55	0.65	
2.5	Bridge										
2.2	710	0.5	8.08	12.4	3.02	3.93	6.14	7.81	90.87	1.64	
2.1	710	0.47	6.5	12.4	4.47	3.95	5.67	4.84	146.61	0.8	
2	710	0.4	6.5	12.4	4.39	3.63	5.34	4.32	164.32	0.71	
1	710	0.3	6.5	6	4.3	3.34	5.08	3.9	182.01	0.64	
0.6	710	0.3	6.5	6	4.22	3.34	5.03	4	177.67	0.67	
0.5	Bridge										
0.4	710	0.3	6	6	3	3.34	4.82	5.99	118.59	1.22	
0	710	0.2	1	5.3	1.99	2.66	4.27	6.77	106.22	1.76	



Torrente Letimbro – ripermimetrazione foce – Profilo per T=500 anni

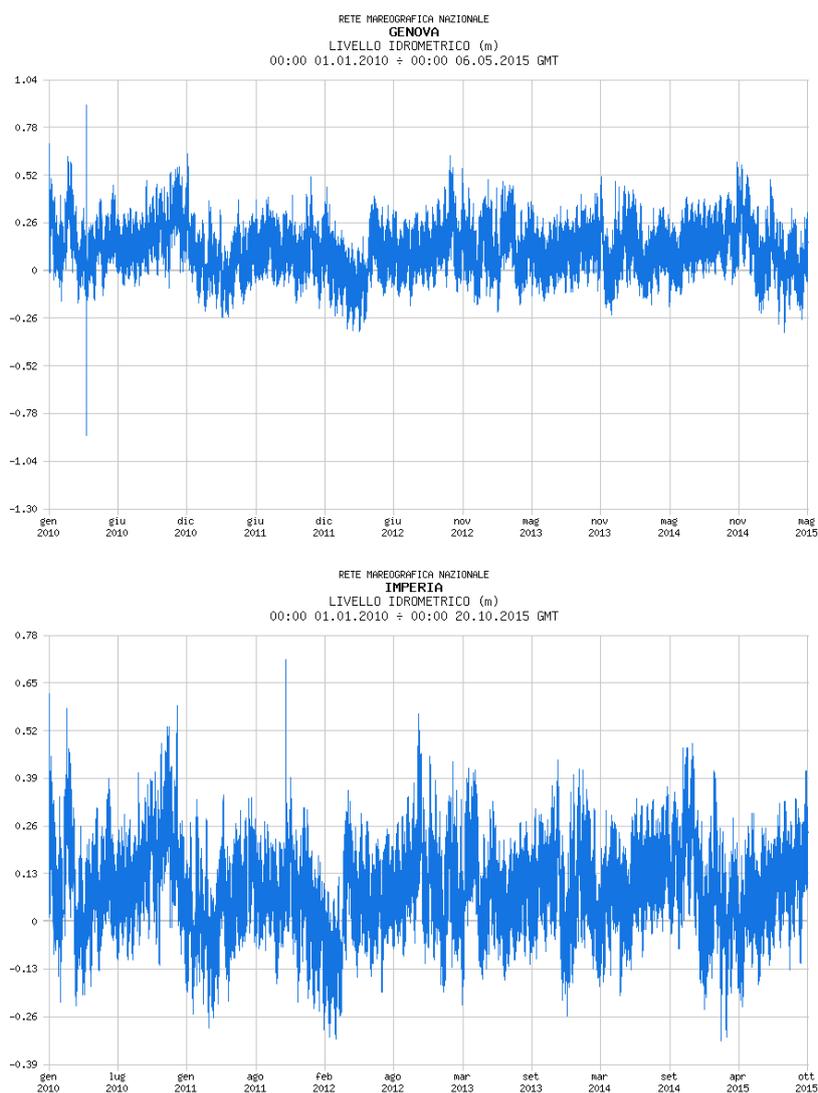


Torrente Letimbro - ripermimetrazione foce							Profilo T=500 anni				
Sezioni	Portata totale (m ³ /s)	Fondo alveo (m)	Argine sinistro (m)	Argine destro (m)	Pelo libero (m)	Profondità critica (m)	Energia (m ²)	Velocità (m/s)	Area bagnata (m ²)	N° Froude	
7.9	850	2.2	8.38	7.9	10.11	5.84	10.41	2.41	352.32	0.28	
7.8	850	2.12	7.22	8.9	9.86	6.16	10.35	3.11	273.02	0.36	
7.6	850	2.06	7.04	6.81	9.83	5.86	10.28	2.98	285.37	0.34	
7.5	Bridge										
7.4	850	2.06	7.04	6.81	7.83	5.86	8.65	4.01	211.91	0.53	
7	850	1.36	7.64	7.21	7.76	5.57	8.51	3.83	222.22	0.5	
6	850	0.84	6.34	6.83	7.65	5.36	8.38	3.77	225.51	0.49	
5	850	0.6	5.4	6.43	7.6	4.81	8.22	3.49	243.62	0.44	
4.6	850	0.6	5.4	6.43	7.57	4.81	8.19	3.51	242.27	0.44	
4.5	Bridge										
4.4	850	0.6	5.4	6.43	7.21	4.81	7.91	3.71	228.93	0.48	
4	850	0.59	8.53	7.2	7.11	4.78	7.85	3.83	222.08	0.49	
3	850	0.5	9.17	8.02	7.07	4.6	7.74	3.65	232.9	0.47	
2.5	Bridge										
2.2	850	0.5	8.08	12.4	5.24	4.34	6.4	4.77	178.17	0.72	
2.1	850	0.47	6.5	12.4	4.88	4.36	6.27	5.23	162.56	0.82	
2	850	0.4	6.5	12.4	4.84	4.01	5.93	4.61	184.3	0.72	
1	850	0.3	6.5	6	4.78	3.7	5.65	4.15	204.89	0.64	
0.6	850	0.3	6.5	6	4.69	3.7	5.6	4.24	200.62	0.67	
0.5	Bridge										
0.4	850	0.3	6	6	3.31	3.7	5.37	6.36	133.67	1.22	
0	850	0.2	1	5.3	2.17	2.94	4.79	7.26	118.75	1.79	



4.3.2 Livello del mare

Per determinare l'influenza delle maree e delle mareggiate sullo scarico della fognatura di Corso Colombo sono stati scaricati, dal sito di ISPRA, i dati dalla rete mareografica nazionale registrati negli ultimi 5 anni dalla stazione di Genova e dalla stazione di Imperia.

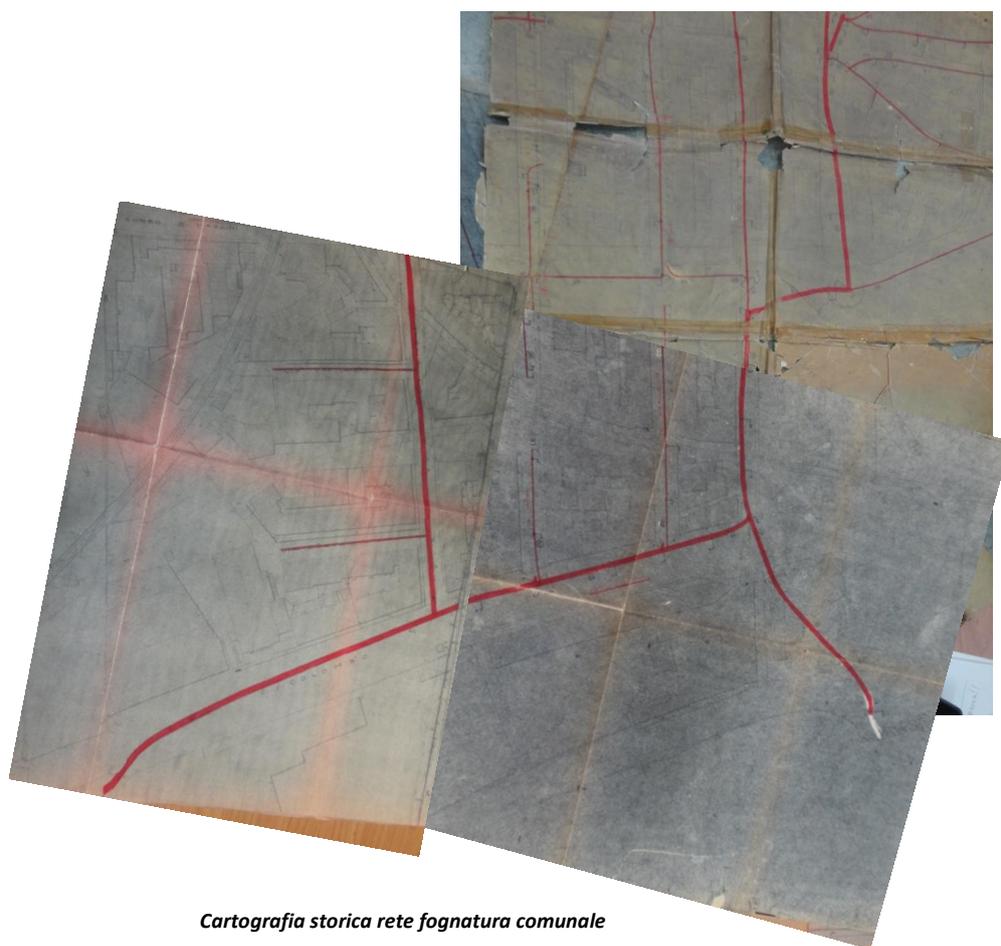


Si è reputata l'influenza delle maree e delle mareggiate trascurabile rispetto alla portata di piena nel Torrente Letimbro per le condizioni al contorno della modellazione.

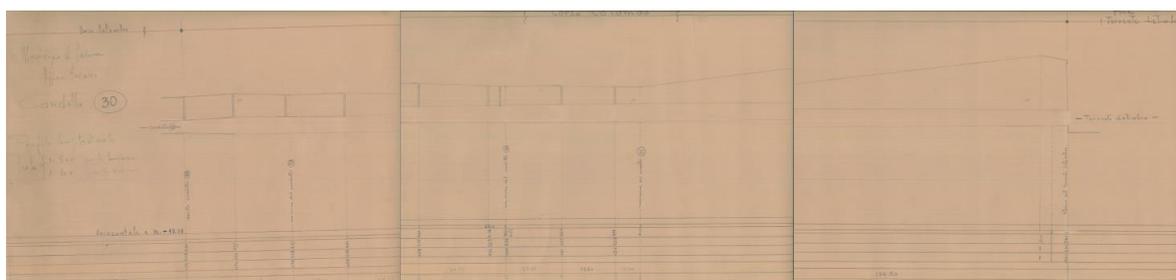


4.4 Schematizzazione della rete

La rete fognaria inserita nel modello SWMM, come anticipato, è stata ricostruita sulla base delle informazioni acquisite nell'ambito del rilievo topografico eseguito nonché dalle informazioni dedotte dalla cartografia storica della rete di fognatura messa a disposizione dal Comune di Savona.



Cartografia storica rete fognatura comunale

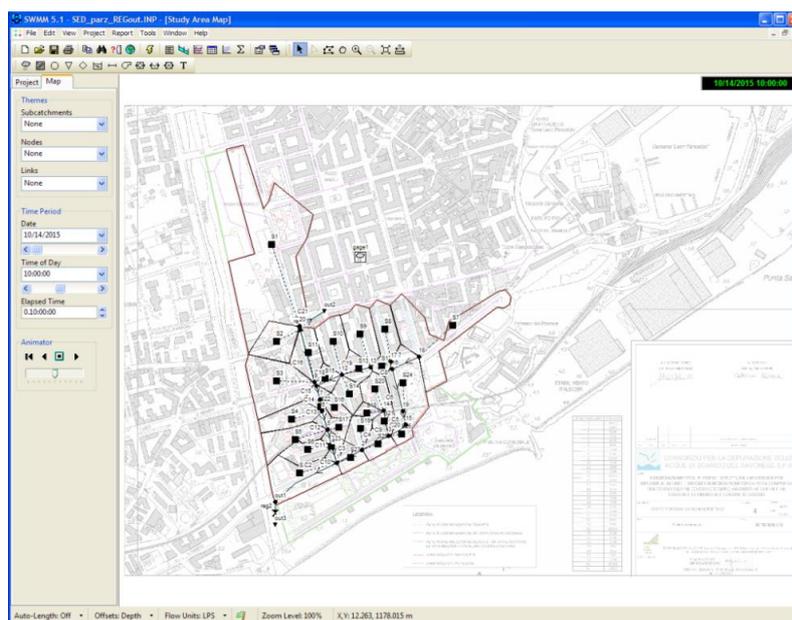
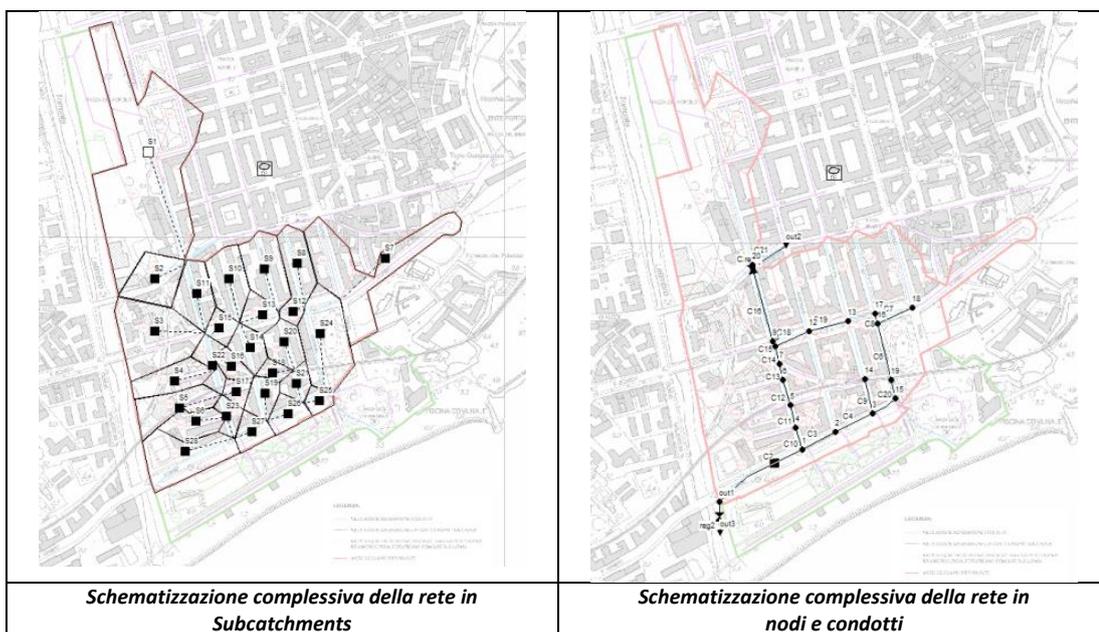


Profilo fognatura Corso Colombo



I dati sono poi ulteriormente stati confrontati con quanto riportato nella relazione descrittiva delle attività di pulizia straordinaria delle condotte di acque bianche situate nel quadrilatero compreso tra Via XX Settembre, Via Guidobono, Corso Mazzini e Corso Colombo nel Comune di Savona svoltesi nel mese di agosto 2015.

Si riporta di seguito lo schema della rete meteorica in esame inserito nel modello di calcolo SWMM.



Schematizzazione complessiva della rete in Subcatchments, Nodes e Links



4.5 Modellazione della rete

I principali parametri di simulazione idraulica utilizzati sono i seguenti:

- Scabrezza tubazioni: $0,015 \text{ s/m}^{(1/3)}$
- Massima infiltrazione Horton: 76 mm/h
- Minima infiltrazione Horton: 6 mm/h
- Costante decadimento Horton: 4
- Invasi superficiali aree pavimentate: 1 mm
- Invasi superficiali aree permeabili: 3 mm

La simulazione è stata eseguita in condizioni di stato di fatto della rete, ovvero considerando un deposito di sedimento di circa 50 cm nel condotto di Corso Colombo nel tratto compreso tra Via Guidobono e Via Giacchero e un deposito di circa 20 cm nel condotto di Via Giacchero. Il quantitativo di deposito in tale condotto è stato rivisto rispetto alle stime iniziali in quanto la cartografia storica fornita dal Comune di Savona riporta in Via Giacchero un condotto con sezione alta circa 1,40 m, inferiore rispetto alla sezione ipotizzata inizialmente, pari circa a 1,90 m, congruentemente al condotto in Corso Colombo.

La modellazione è stata eseguita ipotizzando 2 condizioni al contorno differenti:

- portata di magra nel Torrente Letimbro e quindi sbocco della fognatura a luce libera;
- portata di piena con tempo di ritorno 50 anni nel Torrente Letimbro corrispondente ad un battente pari a 2,53 m slm e quindi sbocco della fognatura con luce sotto battente.

Si riportano di seguito alcuni stralci significativi dalle modellazioni eseguite relativi alla modellazione di un evento meteorico con tempo di ritorno 10 anni nell'ipotesi di Torrente Letimbro in magra e nell'ipotesi di transito nel Torrente Letimbro di una portata con battente 2,53 m.

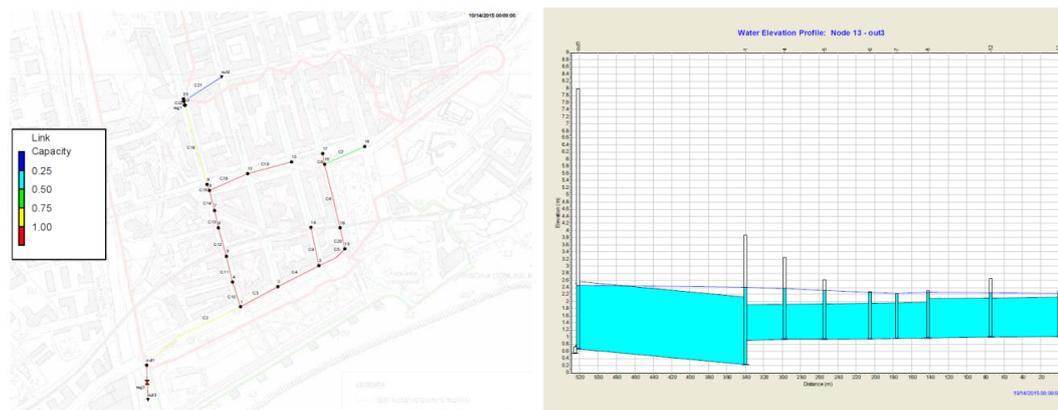
Simulazione evento meteorico Tr 10 anni con Torrente Letimbro in magra



Grado di riempimento dei condotti e profilo dei condotti di Corso Colombo - Via XX Settembre



Simulazione evento meteorico Tr 10 anni con Torrente Letimbro in piena



Grado di riempimento dei condotti e profilo dei condotti di Corso Colombo - Via XX Settembre

Si rimanda alla specifica documentazione allegata alla relazione relativa alla fase c) per il dettaglio delle simulazioni idrauliche eseguite.

4.6 Risultati della modellazione idraulica

Come illustrato precedentemente, è stata eseguita una simulazione del funzionamento della rete di fognatura bianca nelle condizioni di stato di fatto in risposta ad eventi con tempo di ritorno di 10, 50 e 200 anni nonché in risposta all'evento meteorico occorso in data 14-15/11/2014.

Nella simulazione eseguita si è considerato che il collettore DN 1200 mm sito in Via Luigi Corsi sia in grado di ricevere tutte le portate deviate dal manufatto partitore posto all'incrocio tra Via XX Settembre e Via Luigi Corsi senza creare effetti di rigurgito sulla rete in esame.

Corre l'obbligo alla scrivente società evidenziare che la scelta del tempo di ritorno da assumere alla base del dimensionamento o della verifica di una rete di fognatura meteorica dipende dalla scelta del rischio di insufficienza della rete stessa considerato accettabile anche in relazione alla entità degli investimenti necessari per garantire il grado di sicurezza prescelto. Infatti al diminuire della probabilità di insufficienza aumenta il valore dei capitali immobilizzati in opere che sempre più raramente risulteranno sfruttate appieno e aumentano i vincoli sul territorio urbanizzato interessato. Per condotti fognari si utilizzano tempi di ritorno compresi tra 1 e 20 anni a seconda che l'insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali non pericolosi e/o con possibilità di smaltimento alternativo oppure che l'insufficienza determini situazioni pericolose e senza possibilità di smaltimento alternativo delle acque meteoriche. Tempi di ritorno di progetto compresi tra 20 e 100 anni sono utilizzati per il dimensionamento e verifica di vie d'acqua



superficiali di convogliamento delle acque meteoriche eccedenti la capacità idraulica delle fognature in siti urbanizzati in cui l'allagamento provochi danni inaccettabili agli insediamenti.¹

Dalle risultanze delle simulazioni eseguite emerge che il sistema fognario oggetto di studio risulta insufficiente a smaltire qualsiasi portata se il Torrente Letimbro è in piena, diversamente, se il Torrente Letimbro è in magra, la rete di drenaggio risulta in grado di smaltire con un adeguato franco di sicurezza solo portate con tempo di ritorno di 10 anni, è in grado di smaltire portate relative ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni ma senza franco di sicurezza mentre risulta insufficiente a smaltire le portate relative ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni in qualsiasi condizione.

La criticità principale della rete fognaria in esame è legata a problemi di rigurgito che si verificano in occasione delle piene nel Torrente Letimbro e di ingresso di portate fluviali all'interno della rete fognaria. Tale fenomeno di ingresso di acqua dal corso idrico alla rete fognaria si riscontra già con battenti di 1 m nel Torrente Letimbro.

Il condotto che risente maggiormente di tale fenomeno di rigurgito risulta essere la doppia tubazione Ø 1000 mm presente in Via XX Settembre a causa della ridotta sezione delle condotte e delle quote assolute di posa.

In particolare nel caso di piena con tempo di ritorno cinquantennale nel Torrente Letimbro, secondo le risultanze del *PIANO DI BACINO LETIMBRO - Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art.1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n.180, convertito in legge 03/08/1998 n.267 e s.m.* della Provincia di Savona, si instaura un battente con quota assoluta pari a 2,53 m slm – con le riserve espresse in precedenza - che è superiore alla quota di piano campagna del tratto di Via XX Settembre compreso tra Corso Mazzini e Via Grassi nonché alla quota stradale di Via Guidobono in corrispondenza dell'incrocio con Via Tommaso Belloro.

Insufficienze si riscontrano anche nella condotta di Via Guidobono a causa della presenza di sedimenti nella condotta principale di Corso Colombo.

Corre l'obbligo alla scrivente società altresì evidenziare che i risultati delle simulazioni eseguite sono influenzati dai parametri di taratura inseriti nel modello, si ribadisce pertanto la raccomandazione di prevedere un monitoraggio dei dati pluviometrici e di portata in sezioni significative della rete al fine di tarare e validare il modello, utilizzando in ingresso dati relativi ad eventi registrati e confrontando gli idrogramma calcolati dal modello con quelli effettivamente registrati in fognatura. Tale monitoraggio risulta particolarmente importante anche per escludere la possibilità di fenomeni di rigurgito dalla condotta posta in Via Luigi Corsi nella condotta di Via XX Settembre.

¹ "Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione" pagg.38-39, Centro Studi Deflussi Urbani, Hoepli 2001.



5 OGGETTO, SCOPO E DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO

La parte meridionale del territorio del Comune di Savona è soggetta a fenomeni di allagamento in occasione di eventi meteorici intensi a causa della probabile insufficienza della rete di fognatura delle acque meteoriche a smaltire le portate al Torrente Letimbro.

Pertanto il Comune di Savona con Determinazione della Giunta Comunale n.352 del 22/10/2014 dava il mandato al Consorzio Depurazione Acque del Savonese di eseguire una ricognizione sulla situazione idrogeologica del territorio savonese finalizzata alla studio e individuazione delle attività da attuare per garantire una diminuzione del rischio idraulico nel territorio comunale.

Alla luce dello studio effettuato dal consorzio e di quanto verificatosi in occasione del successivo evento meteorico straordinario avvenuto in data 14 e 15/11/2014, il Comune dava mandato al Consorzio Depurazione Acque del Savonese di attivare con urgenza l'attività di pulizia delle condotte di acque bianche situate nel quadrilatero compreso tra Via XX Settembre – Via Guidobono – Corso Mazzini – Corso Colombo, oltre che il successivo rilievo e studio idraulico della rete finalizzato all'individuazione degli interventi strutturali necessari per ridurre al minimo il rischio di inondazione.

L'attività di pulizia delle condotte di fognatura è stata conclusa nel mese di agosto 2015 e pertanto si è dato avvio alla successiva fase di rilievo e studio idraulico sopra citati a cura della scrivente società.

Dalle verifiche condotte è emerso che il principale problema della rete di fognatura in esame è dovuto a problemi di rigurgito che si verificano in occasione delle piene nel Torrente Letimbro e conseguente ingresso di portate fluviali all'interno della rete fognaria. Tale fenomeno di ingresso di acqua dal corpo idrico alla rete fognaria si riscontra già con battenti di 1 m nel Torrente Letimbro.

Stante i risultati della modellazione idraulica e l'origine della principale criticità della rete di drenaggio urbano in esame, legata al rigurgito delle portate fluviali, l'eventuale ulteriore pulizia dai sedimenti depositati nel condotto fognario esistente in Corso Colombo risolverebbe solo possibili criticità locali connesse alla difficoltà di scarico di collettori secondari nel condotto principale, ma non risolverebbe l'origine delle problematiche di allagamento dell'area in esame.

Sono pertanto state analizzate le possibili soluzioni volte a risolvere tale criticità e minimizzare il rischio di allagamento della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona.

Sono state valutate le possibili soluzioni tecniche in grado di risolvere le criticità esistenti nella rete di drenaggio urbano in occasione di eventi meteorici con tempo di ritorno di 10 anni. Alla luce delle attuali evoluzioni normative in corso di definizione, secondo le quali le reti di fognatura dovranno in futuro essere dimensionate per portate con tempo di ritorno di 10 anni ma



altrettanto essere verificate anche per portate relative a tempi di ritorno di 50 anni, le soluzioni individuate nel presente studio sono state verificate anche per eventi relativi a tempi di ritorno di 50 anni.

Nel dettaglio le opere previste sono state predimensionate al fine di smaltire la portata di punta con tempo di ritorno 10 anni, pari a 1,5 mc/s come emerso dalle modellazioni idrauliche condotte, e comunque verificate anche nell'ulteriore situazione con tempo di ritorno 50 anni.

Sono state pertanto identificate possibili soluzioni alternative volte a minimizzare gli allagamenti.

In particolare in primo luogo è stata individuata una soluzione di carattere temporaneo e provvisoria, da adottare in situazioni di emergenza nel caso in cui si verificano eventi piovosi di notevole intensità prima della realizzazione delle opere definitive.

Per le opere definitive sono state individuate soluzioni alternative con scarico nel Torrente Letimbro, previo sollevamento e laminazione delle portate di picco in una vasca volano, o con scarico a mare, con o senza sistema di sollevamento.

Stante la natura delle criticità della rete di drenaggio, legate agli effetti di rigurgito delle acque fluviali nella rete di fognatura, in tutte le soluzioni si è prevista l'installazione di una valvola di non ritorno sul punto di scarico nel Torrente Letimbro della condotta esistente di Corso Colombo; tale valvola permetterà lo scarico delle portate meteoriche in condizioni di magra del corso d'acqua e di una quota parte di tali portate anche in condizioni di piena del torrente. A favore di sicurezza, nel presente studio di fattibilità le opere sono state pre-dimensionate in modo da essere in grado di smaltire autonomamente le portate di progetto, senza considerare la frazione di portate meteoriche che comunque saranno scaricate nel torrente in piena.

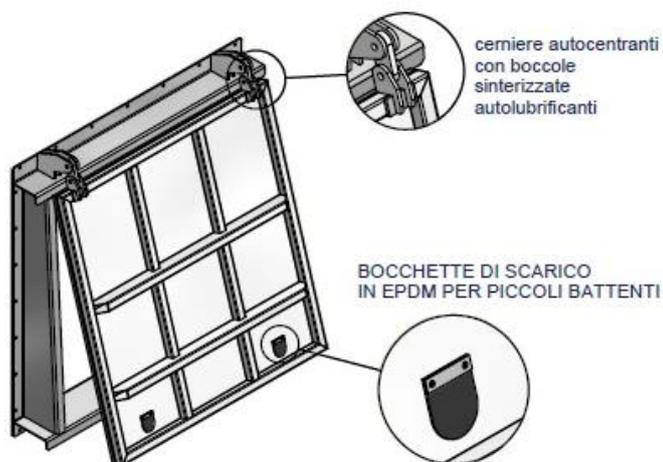


6 ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE

Vengono di seguito illustrate tutte le soluzioni tecniche analizzate al fine di poter risolvere le criticità presenti e ridurre il rischio di inondazione della zona compresa tra Corso Mazzini, Corso Colombo, Via Dante Alighieri ed il Torrente Letimbro nel Comune di Savona.

6.1.1 Valvola di non ritorno sul condotto di Corso Colombo

Tutte le soluzioni prevedono l'installazione di una valvola di non ritorno sulla bocca di scarico del condotto esistente di Corso Colombo nel Torrente Letimbro al fine di risolvere i problemi di rigurgito delle acque di piena fluviali nella rete di fognatura comunale che creano sofferenza in tutto il sistema di drenaggio della zona oggetto dell'intervento. Si è previsto una valvola clapet a sezione rettangolare delle dimensioni di 2300 x 1200 mm in acciaio INOX AISI 316, resistente all'aggressività delle acque saline, opportunamente irrigidito, completa di bocchette di scarico per piccoli battenti in EPDM.



Valvola a clapet in acciaio con bocchette di scarico per piccoli battenti in EPDM



6.2 Soluzione 1): Sistema di sollevamento mobile

Come richiesto dalla Committente, è stata valutata una possibile soluzione tecnica avente carattere temporaneo e provvisoria che possa essere attuata in situazioni di emergenza, nel caso in cui si verificano eventi piovosi di notevole intensità prima della realizzazione delle opere definitive.

Tale ipotesi è caratterizzata dal noleggio delle attrezzature elettromeccaniche, fornitura di tubazioni e dalla preventiva realizzazione di modeste opere civili.

6.2.1 Descrizione

Quale soluzione temporanea e provvisoria si è prevista l'adozione di gruppi motopompe a noleggio che aspirino direttamente dal collettore di Corso Colombo e rilancino le portate nel Torrente Letimbro, oltre l'installazione della valvola clapet sul manufatto di scarico dell'esistente condotto di Corso Colombo nel Torrente Letimbro.

In particolare tale soluzione prevede il noleggio a freddo di n. 6 motopompe anti-intasamento monoblocco in grado di sollevare una portata complessiva di 500 l/s e garantire una prevalenza di circa 10 m; si sono previste macchine dotate di cabine insonorizzate per garantire il minor impatto acustico e di un quadro di comando che permette un funzionamento automatico con avvisi e arresti stabiliti dai galleggianti, di cui la macchina è equipaggiata. Le motopompe saranno posizionate lungo Corso Colombo nelle aree normalmente adibite al parcheggio delle automobili e dei motocicli sul lato Nord della strada, indicativamente tra il civico n.20 e la scalinata di accesso alla Chiesa del Sacro Cuore.



Esempi di applicazione di motopompe

Questa soluzione, sebbene di carattere temporaneo e provvisorio, richiede che siano realizzate tre canne di ispezione sul condotto fognario in mattoni esistente con sezione 300 x 200 cm di Corso Colombo; le ispezioni saranno dotate di chiusino in ghisa con passo d'uomo ϕ 600 mm al fine di poter inserire le tubazioni di aspirazione delle motopompe (due per ogni singola botola). Le



tubazioni pescanti, in gomma con anima metallica spiralata e dotate di griglia di fondo, saranno fornite insieme alle relative motopompe.

Ogni motopompa dovrà essere inoltre equipaggiata di una propria tubazione di mandata, non compresa nel contratto di noleggio, costituita da tubi in acciaio zincato DN 200 mm montati in serie tramite giunti a sfera, per una lunghezza complessiva media pari a circa 120 m per ciascuna macchina. Si prevede di posizionare le tubazioni di mandata sul marciapiede lungo Corso Colombo fino al parapetto del ponte dove le acque aspirate dal condotto comunale verranno scaricate direttamente nel Torrente Letimbro. Stante le pressioni di esercizio delle motopompe, si è esclusa la possibilità di utilizzare manichette flessibili come tubazioni di mandata per il rischio di "sbandieramento".

Si prevede di stoccare tutte le apparecchiature e attrezzature in un'area, di proprietà del Consorzio per la Depurazione delle Acque di Scarico del Savonese o del Comune di Savona stesso, idonea dal punto di vista logistico e funzionale in quanto l'utilizzo delle motopompe avverrà in condizioni di emergenza e pertanto i tempi di trasporto dal deposito alla zona d'intervento dovranno essere il più brevi possibile.

6.2.2 Fattibilità tecnica e amministrativa

Stante il carattere temporaneo e provvisorio della soluzione 1, si è previsto il sollevamento di una portata pari a 500 l/s, inferiore alla portata di punta con tempo di ritorno 10 anni e pari a circa 1.500 l/s.

Dal punto di vista tecnico tale soluzione presenta pertanto un rischio di insufficienza maggiore rispetto alle soluzioni di carattere definitivo, ma tollerabile rispetto al carattere provvisorio della soluzione stessa.

L'installazione delle motopompe in caso di emergenza richiederà la riduzione della disponibilità dei parcheggi per autovetture e dei parcheggi per motoveicoli lungo Corso Colombo e l'indisponibilità dell'utilizzo del parcheggio sotterraneo, nei pressi della chiesa, nonché del marciapiede lato nord fino al parapetto sul Torrente Letimbro; sarà comunque garantito l'accesso alla Chiesa ed alla Parrocchia del Sacro Cuore.

Dal punto di vista amministrativo la soluzione 1 prevede una occupazione temporanea di suolo pubblico in occasione di eventi meteorici straordinari e durante la fase di realizzazione delle canne di ispezione sul collettore ubicato in Corso Colombo per l'alloggiamento delle tubazioni di aspirazione delle motopompe.

6.2.3 Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica

Sebbene sia a carattere provvisorio, la soluzione 1 presenta delle opere definitive quali l'installazione della valvola di non-ritorno sul manufatto di sbocco nel Torrente Letimbro del



collettore esistente ubicato in Corso Colombo e la realizzazione delle canne di ispezione sul medesimo collettore per l'alloggiamento delle tubazioni di aspirazione delle motopompe.

Dal punto di vista paesaggistico le opere di carattere definitivo devono essere autorizzate ai sensi del d.lgs. 42/2004 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Sebbene la durata dell'intervento sia limitata sarà la fase di attivazione del sistema provvisorio a generare la maggior parte degli impatti negativi. Per ridurre l'impatto ambientale della soluzione, si è prevista l'adozione di motopompe insonorizzate. Inoltre la posizione delle apparecchiature è stata valutata in modo da garantire l'accesso alla Chiesa ed alla Parrocchia del Sacro Cuore.

6.2.4 Stima sommaria delle opere

La stima delle opere è stata differenziata tra il primo anno e gli anni successivi poiché nelle voci di spesa del primo anno sono stati inseriti anche i costi di fornitura e posa della valvola clapet sul manufatto di scarico del condotto esistente di Corso Colombo, i costi di realizzazione delle canne di ispezione sul condotto di Corso Colombo nonché i costi di acquisto delle tubazioni di mandata delle motopompe.

Nella stima delle opere sotto riportata si è ipotizzato il verificarsi di n.3 eventi meteorici nel periodo di 6 mesi di noleggio, di durata pari a 3 giorni cadauno, che comportino l'attivazione del sistema di sollevamento provvisorio.



Noleggio 6 mesi – costo primo anno

Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
SOLUZIONE 1							
1		Sistema di sollevamento mobile e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
COSTO PRIMO ANNO							
1.1		Manufatti per ispezione fognatura esistente: canne d'ispezione passo d'uomo DN 600 mm	cad	3,00	3.000,00	9.000,00	
1.2		Fornitura tubi zincati DN 200 mm con giunto a sfera	ml	720,00	60,00	43.200,00	
1.3		Nolo a freddo di sistema di sollevamento composto da n°6 motopompe per Qtot. 500 l/sec: per la durata di 6 mesi	cad	6,00	19.800,00	118.800,00	
1.4		Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316: dim. int. mt. 2,30x1,20	cad	1,00	18.000,00	18.000,00	
1.5		Installazione e disinstallazione di sistema di sollevamento composto da n°6 motopompe per Qtot. 500 l/sec: per ogni intervento e della durata di giorni tre	cad	3,00	17.000,00	51.000,00	
1.6		Costo di gestione per ogni intervento d'installazione	cad	3,00	18.000,00	54.000,00	
1.7		Varie				6.000,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							300.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (I.V.A. 10% e Imprevisti)							40.000,00
IMPORTO TOTALE 1^ ANNO							340.000,00



Noleggio 6 mesi – costo anni successivi

COSTO DAL SECONDO ANNO						
1.8	Nolo a freddo di sistema di sollevamento composto da n°6 motopompe per Qtot. 500 l/sec: per la durata di un anno	cad	6,00	19.800,00	118.800,00	
1.9	Installazione di sistema di sollevamento composto da n°6 motopompe per Qtot. 500 l/sec: per ogni intervento e della durata di giorni tre	cad	3,00	17.000,00	51.000,00	
1.10	Costo di gestione per ogni intervento d'installazione	cad	3,00	18.000,00	54.000,00	
1.11	Varie				6.200,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA						230.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (I.V.A. 10% e Imprevisti)						30.000,00
IMPORTO TOTALE DAL 2^ ANNO						260.000,00



6.3 Soluzione 2): Stazione di sollevamento e vasca volano con scarico nel Torrente Letimbro

La seconda soluzione individuata prevede la realizzazione di una stazione di sollevamento con scarico nel Torrente Letimbro accoppiata a una vasca volano di accumulo. Con questo sistema è possibile invasare all'interno della vasca volano la portata di picco durante l'evento meteorico per poi rilasciarla, sollevandola tramite la relativa stazione, nel corso d'acqua una volta terminata l'onda di piena.

Come richiesto dalla Committente, questa soluzione è stata divisa in tre lotti esecutivi di cui il primo prevede la realizzazione della sola stazione di sollevamento (in grado di sollevare la portata di 500 L/s) e relativa mandata, il secondo prevede la costruzione di una vasca di accumulo del volume utile di 1200 m³ (necessario a laminare la portata di piena di un evento con tempo di ritorno pari a $T_r=10$ anni) mentre il terzo prevede l'ampliamento del volume di accumulo, grazie alla costruzione di una seconda vasca, affiancata alla prima, per raggiungere la volumetria utile complessiva di 4300 m³ (necessaria a laminare la portata di piena di un evento con tempo di ritorno pari a $T_r=50$ anni).

6.3.1 Descrizione

LOTTO 1

Nel 1° lotto esecutivo si prevede la realizzazione del manufatto di presa dal condotto esistente di Corso Colombo, della stazione di sollevamento, ubicata sotto il parcheggio della piscina comunale di Corso Colombo, e relativa tubazione di mandata, oltre l'installazione della valvola clapet sul manufatto di scarico del condotto di Corso Colombo nel Torrente Letimbro.

La stazione di sollevamento sarà alimentata dall'acqua proveniente dal condotto fognario esistente in mattoni di Corso Colombo, tramite un manufatto di connessione in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 4,00 x 2,00 x h 3,80 m, adiacente al condotto esistente e collegato idraulicamente allo stesso tramite fori o soglia di sfioro. Il manufatto sarà collegato alla stazione di sollevamento mediante tre tubazioni ϕ 630 mm in PVC rigido SN8 dotate di paratoie motorizzate.

La stazione di sollevamento, ubicata sotto il contro-viale di Corso Colombo in prossimità del parcheggio della piscina comunale, sarà realizzata in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 8,00 x 5,00 x h 5,70 m, completa di pozzetto valvolame, ed attrezzata con 4 (3+1R) elettropompe sommergibili da 15 kW cadauna in grado di sollevare una portata complessiva di circa 500 L/s e garantire una prevalenza di 6 m; esse convoglieranno l'acqua al Torrente Letimbro tramite una tubazione DN 630 mm in PEAD PE100 PN10 posata circa un 1,5 m sotto il piano stradale e con sbocco subito a valle del ponte circa 6 m al di sopra dell'esistente punto di scarico, a circa 170 m dalla foce a mare del corso d'acqua. Il manufatto di sollevamento verrà inoltre dotato di tre paratoie motorizzate in acciaio AISI 316 di luce quadrata 1000 x 1000 mm quale



predisposizione per il futuro collegamento idraulico alle vasche volano che saranno realizzate con le opere di 2° e 3° lotto.

Al fine di ridurre i costi di gestione della stazione di sollevamento si è prevista una logica di automazione: normalmente le acque meteoriche continueranno ad essere convogliate al Torrente Letimbro tramite il condotto di Corso Colombo esistente e le paratoie sulle 3 tubazioni DN 630 mm di alimentazione della stazione di sollevamento saranno chiuse; in caso di superamento di un determinato valore battente all'interno del collettore esistente, definito in modo tale da non superare la quota assoluta dei chiusini stradali fognari più bassi, si attiverà l'apertura delle paratoie motorizzate ed il conseguente funzionamento della stazione di sollevamento.

LOTTO 2

Nel secondo lotto è prevista la costruzione di una vasca volano, connessa alla stazione di sollevamento realizzata con le opere di 1° lotto, in grado di laminare i picchi delle portate di piena con tempo di ritorno 10 anni.

La vasca volano, del volume utile di circa 1200 m³, sarà realizzata in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 60,00 x 12,50 x h 2,50 m, sotto la parte orientale del parcheggio della piscina comunale; sarà connessa idraulicamente alla stazione di sollevamento, e quindi al condotto di Corso Colombo, attraverso una luce quadrata 1000 x 1000 mm, collegata alla paratoia motorizzata già predisposta con le opere di 1° lotto, e sarà attrezzata con n.3 idroeiettori da 10 kW ciascuno per la pulizia e la movimentazione dell'acqua.

LOTTO 3

Nel 3° lotto è prevista la costruzione di un'ulteriore vasca volano adiacente a quella realizzata in precedenza, per una volumetria complessiva di circa 4300 m³, e connessa alla stazione di sollevamento, in grado di laminare i picchi delle portate di piena con tempo di ritorno 50 anni.

La vasca volano, del volume di circa 3100 m³, sarà realizzata in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 60,00 x 33,50 x h 2,50 m, sotto la parte occidentale del parcheggio della piscina comunale, in adiacenza rispetto allo sviluppo longitudinale alla vasca realizzata con le opere di 2° lotto; sarà connessa idraulicamente alla stazione di sollevamento, e quindi al condotto di Corso Colombo, attraverso due luci quadrate di dimensioni 1000 x 1000 mm cadauna, collegate alle paratoie motorizzate già predisposte con le opere di 1° lotto, e sarà attrezzata con 9 idroeiettori da 10 kW ciascuno per la pulizia e la movimentazione dell'acqua.

6.3.2 Fattibilità tecnica e amministrativa

La soluzione 2 prevede la realizzazione di una vasca volano, con funzione di laminazione dei picchi di portate, e di una stazione di sollevamento, con funzione di convogliamento delle portate meteoriche al Torrente Letimbro.



La fattibilità tecnica della soluzione 2 è stata verificata con un opportuno pre-dimensionamento delle opere che ha valutato diverse combinazioni di portate sollevate e dimensioni della vasca volano. La soluzione condivisa con la committente è stata quella di sollevare portate meteoriche fino a 500 l/s e immagazzinare nella vasca volano la parte di idrogramma di picco eccedente tale valore, relativo a eventi con tempi di ritorno sia di 10 anni che di 50 anni, suddividendo la realizzazione di tali opere in 3 lotti esecutivi:

- 1° lotto: stazione di sollevamento
- 2° lotto: vasca volano della volumetria utile di 1200 mc in grado di laminare le portate di picco con tempo di ritorno 10 anni
- 3° lotto: vasca volano della volumetria utile complessiva di 4300 mc in grado di laminare le portate di picco con tempo di ritorno 50 anni

A completamento di tutte le opere si ridurrà significativamente il rischio di insufficienza della rete di drenaggio delle acque meteoriche rispetto alla situazione attuale anche in occasione di eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Secondo una verifica catastale condotta, le opere ricadono in aree di proprietà pubblica (comunale o demanio marittimo in concessione): è pertanto assicurata la disponibilità delle aree.

Durante la realizzazione delle opere, particolarmente nel caso della realizzazione delle due vasche volano di 2° e 3° lotto, sarà necessario limitare ed escludere la fruibilità dell'esistente parcheggio a servizio della piscina.

In sede di progettazione si dovranno eseguire le opportune verifiche relativamente alla compatibilità della realizzazione delle vasche volano e il possibile progetto di ampliamento della piscina comunale nonché dell'opportunità di realizzazione di un parcheggio interrato.

Sulla base delle informazioni acquisite circa le reti di sottoservizi risultano presenti, nell'area interessata dalle opere, le reti di acquedotto, gasdotto di media e bassa pressione urbana, fognatura comunale nera, linee elettrica di bassa e media tensione, pubblica illuminazione e linee telefoniche. La verifica preliminare condotta tende ad escludere la necessità di interventi di spostamento delle reti stesse, anche se dovranno essere rispettate, soprattutto con particolare riferimento al gasdotto di media tensione, le opportune distanze prescritte dalla normativa vigente sia in fiancheggiamento che in attraversamento.

Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere condotte verifiche, anche con sopralluoghi specifici con i referenti tecnici degli Enti competenti, volte ad accertare accuratamente la posizione dei sottoservizi al fine di evitare interferenze.

Dal punto di vista amministrativo le opere dovranno essere autorizzate ai sensi del d.lgs. 152/2006 e s.m.i. e del r.d. 503/1904 poiché si attiverà un nuovo scarico nel Torrente Letimbro, dovranno essere richiesta l'autorizzazione per manomissione del suolo pubblico e permesso di costruire al Comune.



In sede di progettazione sarà valutata la necessità di ottenere ulteriori autorizzazioni, nulla osta e/o permessi.

6.3.3 Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica

Le opere previste nella soluzione 2, nei diversi lotti di esecuzione, possono essere considerate in prima approssimazione compatibili dal punto di vista ambientale.

Sebbene verrà realizzato un nuovo punto di scarico delle acque meteoriche nel Torrente Letimbro, verranno ridotte le portate di picco complessivamente scaricate nel corso d'acqua, rispetto alla situazione attuale, poiché i volumi di piena saranno laminati dalla vasca volano.

In sede di progettazione si potrà inoltre valutare l'opportunità di adibire parte della vasca volano a vasca di prima pioggia con collettamento di un volume di acque meteoriche di prima pioggia all'impianto di depurazione centralizzato di Savona. Tale possibilità migliorerebbe significativamente l'impatto ambientale della rete di drenaggio delle acque meteoriche esistente sull'ambiente con particolare riguardo al Torrente Letimbro e all'ecosistema marino nei pressi della foce del corso d'acqua.

Per la realizzazione della vasca volano saranno necessari sbancamenti e movimenti di terra significativi che comunque non altereranno l'attuale assetto morfologico del territorio poiché le opere saranno realizzate in un'area già urbanizzata. Gli interventi non compromettono l'ambiente e l'equilibrio degli ecosistemi rispetto alla situazione attuale in quanto le opere saranno interrato.

Sebbene la durata dell'intervento sia limitata, sarà la fase di "cantiere" a generare la maggior parte degli impatti negativi che comunque avranno carattere limitato nel tempo e saranno contenuti da opportuni interventi di mitigazione.

Dal punto di vista paesaggistico le opere di carattere definitivo devono essere autorizzate ai sensi del d.lgs. 42/2004 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".



6.3.4 Stima sommaria delle opere

Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
SOLUZIONE 2							
2		Stazione di sollevamento con tubazione di scarico nel Torrente Letimbro, Vasca Volano e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
1° LOTTO: STAZIONE DI SOLLEVAMENTO, CONDOTTA DI SCARICO E VALVOLA A CLAPET							
2.1		Manufatto di connessione con fognatura esistente: dim.int. mt.4,00x2,00x3,80	mc	20,00	900,00	18.000,00	
2.2		Paratoia motorizzata in acciaio inox AISI 316: DN 630 mm	cad	3,00	9.500,00	28.500,00	
2.3		Tubazione a gravità PVC SN8 DN 630 mm	ml	90,00	610,00	54.900,00	
2.4		Stazione di sollevamento: realizzazione manufatto di sollevamento dim. int. mt.8,00x5,00x5,70 e manufatto valvolame dim. int. mt.8,00x3,00x1,70	mc	100,00	900,00	90.000,00	
2.5		Stazione di sollevamento: installazione di elettropompa Q/cad c.a.170 l/sec	cad	4,00	36.000,00	144.000,00	
2.6		Stazione di sollevamento: collegamenti idraulici in acciaio inox AISI 316, saracinesche e valvole	a corpo	1,00	40.000,00	40.000,00	
2.7		Stazione di sollevamento: impianto elettrico	a corpo	1,00	50.000,00	50.000,00	
2.8		Paratoia motorizzata in acciaio inox AISI 316: dim. 1000x1000 mm.	cad	3,00	16.000,00	48.000,00	
2.9		Condotto in PE.A.D. PE100 PN10 DN 630 mm	ml	160,00	600,00	96.000,00	
2.10		Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316: dim. int. mt. 2,30x1,20	cad	1,00	18.000,00	18.000,00	
2.11		Varie				12.600,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							600.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (Imprevisti, Spese tecniche compreso contributi ed I.V.A. 22%, I.V.A. 10% sui lavori)							200.000,00
IMPORTO TOTALE 1° LOTTO							800.000,00



Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
SOLUZIONE 2							
2		Stazione di sollevamento con tubazione di scarico nel Torrente Letimbro, Vasca Volano e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
		2° LOTTO: VASCA VOLANO CAPACITA' 1200 mc					
2.12		Vasca Vonano: dim.int. mt.12,50x60,00x2,50	mc	1000,00	500,00	500.000,00	
2.13		Vasca Vonano: installazione di idroeiettore Q/cad. c.a 110 l/sec	cad	3,00	24.000,00	72.000,00	
2.14		Vasca Vonano: implementazione impianto elettrico	a corpo	1,00	15.000,00	15.000,00	
2.15		Varie				13.000,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							600.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (Imprevisti, Spese tecniche compreso contributi ed I.V.A. 22%, I.V.A. 10% sui lavori)							200.000,00
IMPORTO TOTALE 2° LOTTO							800.000,00



Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
SOLUZIONE 2							
2		Stazione di sollevamento con tubazione di scarico nel Torrente Letimbro, Vasca Volano e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
3° LOTTO: ULTERIORE VASCA VOLANO CAPACITA' 4320 mc							
2.16		Vasca Vonano: dim.int. mt.32,50x60,00x2,50	mc	2100,00	500,00	1.050.000,00	
2.17		Vasca Vonano: installazione di idroeiettore Q/cad. c.a 110 l/sec	cad	9,00	24.000,00	216.000,00	
2.18		Vasca Vonano: ulteriore implementazione impianto elettrico	a corpo	1,00	25.000,00	25.000,00	
2.19		Varie				9.000,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							1.300.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (Imprevisti, Spese tecniche compreso contributi ed I.V.A. 22%, I.V.A. 10% sui lavori)							400.000,00
IMPORTO TOTALE 3° LOTTO							1.700.000,00



6.4 Soluzione 3): Condotta di scarico a mare

La terza soluzione prevede la realizzazione di una condotta di scarico sottomarina in due varianti: con e senza stazione di rilancio, con punto di scarico a una distanza di 200 m dalla costa e a profondità di 10 m sotto il livello del mare, oltre l'installazione della valvola clapet sul manufatto di scarico del condotto di Corso Colombo nel Torrente Letimbro.

In questo caso non si prevede alcun volume di laminazione, pertanto le opere sono state pre-dimensionate per gestire la portata di picco di progetto con tempo di ritorno 10 anni, pari a 1500 L/s. I risultati dei calcoli eseguiti sono stati fortemente influenzati dalle condizioni idrauliche e plano-altimetriche locali: lo scarso dislivello geodetico disponibile fra il livello idrico massimo ammissibile nel condotto di Corso Colombo (in base alla quota assoluta dei chiusini stradali fognari più depressi) e la quota del mare vincola le scelte progettuali a soluzioni con tubazioni a gravità di grande diametro, caratterizzate quindi da ridotte velocità e di conseguenza limitate perdite di carico, oppure a soluzioni con tubazioni di diametro minore ma dotate di stazione di sollevamento a causa delle notevoli perdite di carico distribuite lungo lo sviluppo della condotta.

6.4.1 Descrizione

3A) CONDOTTA DI SCARICO A MARE A GRAVITA'

La soluzione 3A prevede una condotta di scarico sottomarina DI 1200 mm senza stazione di sollevamento.

In particolare si prevede la realizzazione di un manufatto di connessione in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 4,00 x 2,00 x h 3,80 m, adiacente al condotto esistente di Corso Colombo e collegato idraulicamente allo stesso tramite fori o soglia di sfioro, da cui avrà origine la tubazione di scarico equipaggiata con una paratoia motorizzata in acciaio AISI 316 di luce circolare DN 1200 mm. Tale tubazione sarà in PEAD spiralato SN4 con DN 1200 mm e avrà lunghezza complessiva pari a 370 m, di cui 110 m posati sotto strada e i restanti 260 m posati dapprima sotto la spiaggia e poi sul fondale marino. Al termine del tratto di condotta sotto strada, in prossimità del muro di sostegno della passeggiata lungomare Walter Tobagi, è prevista la realizzazione di un manufatto d'ispezione in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 2,00 x 4,00 x h 5,70 m.

Nel tratto terminale della tubazione, in corrispondenza dello scarico, verrà inserita una valvola a membrana antiriflusso in gomma DN 1300 mm per evitare, soprattutto durante le mareggiate, l'intrusione dell'acqua di mare nella condotta.

La tubazione sottomarina avrà tracciato rettilineo ortogonale alla linea di costa per circa 150 m dalla battigia e leggermente inclinato verso levante negli ultimi 50 m per minimizzare le turbolenze indotte dal moto ondoso e dalle correnti che giungono da sud-ovest ed i conseguenti effetti di deposito dei sedimenti in prossimità della bocca di scarico.



3B) STAZIONE DI SOLLEVAMENTO E CONDOTTA DI SCARICO A MARE

La soluzione 3B prevede una condotta di scarico sottomarina DN 710 mm con stazione di rilancio.

In particolare si prevede la realizzazione di un manufatto di connessione in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 4,00 x 2,00 x h 3,80 m, adiacente al condotto esistente di Corso Colombo e collegato idraulicamente allo stesso tramite fori o soglia di sfioro. Il manufatto sarà collegato alla stazione di sollevamento mediante tre tubazioni ϕ 630 mm in PVC rigido SN8 dotate di paratoie motorizzate.

La stazione di sollevamento, ubicata sotto il contro-viale di Corso Colombo in prossimità del parcheggio della piscina comunale, sarà realizzata in c.a. gettato in opera, delle dimensioni interne di circa 8,00 x 5,00 x h 5,70 m, completa di pozzetto valvolame, ed attrezzata con 3 (2+1R) elettropompe sommergibili da 150 kW cadauna in grado di sollevare una portata complessiva di circa 1500 L/s e garantire una prevalenza di 17 m.

Le elettropompe convoglieranno l'acqua alla tubazione di scarico DN 710 mm in PEAD PE 100 PN 10 di lunghezza complessiva pari a 340 m, di cui 80 m posati sotto strada e i restanti 260 m posati dapprima sotto la spiaggia e poi sul fondale marino.

Nel tratto terminale della tubazione di scarico verrà inserita una valvola a membrana antiriflusso DN 700 mm in gomma per evitare, soprattutto durante le mareggiate, l'intrusione dell'acqua di mare nella condotta.

La tubazione sottomarina avrà tracciato rettilineo ortogonale alla linea di costa per circa 150 m dalla battigia e leggermente inclinato verso levante negli ultimi 50 m per minimizzare le turbolenze indotte dal moto ondoso e dalle correnti che giungono da sud-ovest ed i conseguenti effetti di deposito dei sedimenti in prossimità della bocca di scarico.

Al fine di ridurre i costi di gestione della stazione di sollevamento si è prevista una logica di automazione: normalmente le acque meteoriche continueranno ad essere convogliate al Torrente Letimbro tramite il condotto di Corso Colombo esistente e le paratoie sulle 3 tubazioni DN 630 di alimentazione della stazione di sollevamento saranno chiuse; in caso di superamento di un determinato valore di battente all'interno del collettore esistente, definito in modo tale da non superare la quota assoluta dei chiusini stradali fognari più bassi, si attiverà l'apertura delle paratoie motorizzate ed il conseguente funzionamento della stazione di sollevamento.

6.4.2 Fattibilità tecnica e amministrativa

La soluzione 3 concerne la realizzazione di un nuovo scarico a mare delle portate meteoriche, in caso di piena del Torrente Letimbro, in grado di smaltire la portata di picco relativa a eventi con tempo di ritorno di 10 anni e pari a 1500 l/s.



Dal punto di vista tecnico, stante le perdite di carico che si generano con uno scarico sottomarino posto a 200 m di distanza dalla costa ed ad una profondità di 10 m, le uniche soluzioni fattibili sono risultate essere:

- A) Scarico con una tubazione DN 1200mm
- B) Stazione di rilancio con scarico con una tubazione DN 710 mm

Altri diametri di condotta di scarico sottomarino senza stazione di sollevamento non sono risultati compatibili con le quote geodetiche esistenti.

La presente soluzione, in entrambe le varianti, risulta tecnicamente non compatibile con lo smaltimento di portate con tempo di ritorno di 50 anni.

Da un esame della normativa di settore, nonché da contatti preliminari con i competenti uffici di Provincia di Savona – Settore Ambiente, ARPAL, Regione Liguria – Ufficio difesa del suolo, Regione Liguria – Ufficio ecosistema marino non sono emerse prescrizioni specifiche relative alla distanza ed alla profondità minime di scarico di condotte sottomarine di acque meteoriche provenienti da fognature bianche di tipo separato. Nel caso in cui, a seguito di ulteriori indagini, approfondimenti normativi e/o prescrizioni, dovesse emergere la necessità di incrementare la distanza e/o la profondità di scarico, la soluzione 3 potrebbe non essere più tecnicamente fattibile.

Nel presente studio di fattibilità è stato scelto in via preliminare, quale materiale della tubazione di scarico sottomarina, il PEAD; nelle successive fasi progettuali, a seguito delle risultanze di specifiche indagini sull'andamento del fondale marino nonché sulla tipologia del materiale di fondo, sarà definito il materiale più idoneo per la realizzazione della condotta (PEAD, acciaio, PRFV, calcestruzzo, etc...)

Secondo una prima verifica catastale condotta, le opere ricadono in aree di proprietà pubblica (comunale o demanio marittimo in concessione): è pertanto assicurata la disponibilità delle aree.

Durante la realizzazione delle opere sarà necessario ridurre in minima parte la fruibilità dell'esistente parcheggio a servizio della piscina.

In sede di progettazione si dovranno eseguire le opportune verifiche relativamente alla compatibilità della realizzazione delle opere e il possibile progetto di ampliamento della piscina comunale.

Sulla base delle informazioni acquisite circa le reti di sottoservizi risultano presenti, nell'area interessata dalle opere, le reti di acquedotto, gasdotto di media e bassa pressione urbana, fognatura comunale nera, collettore consortile, linee elettrica di bassa e media tensione, pubblica illuminazione e linee telefoniche. La verifica preliminare condotta tende ad escludere la necessità di interventi di spostamento delle reti stesse, anche se dovranno essere rispettate, soprattutto con particolare riferimento al gasdotto di media tensione, le opportune distanze prescritte dalla normativa vigente sia in fiancheggiamento che in attraversamento.



Nelle successive fasi di progettazione dovranno essere condotte verifiche, anche con sopralluoghi specifici con i referenti tecnici degli Enti competenti, volte ad accertare accuratamente la posizione dei sottoservizi al fine di evitare interferenze.

Ai sensi del D.M. 24/01/1996, poiché è prevista la posa di nuovi manufatti con conseguente movimentazione di sedimenti in ambiente marino, in sede di progettazione dovranno essere eseguite specifiche indagini fitozobentonitiche, riprese filmate lungo la direttrice del tracciato, caratterizzazione fisica, chimica e microbiologica dei materiali da movimentare, prelievi di campioni dei sedimenti.

Dal punto di vista amministrativo le opere dovranno essere autorizzate:

- dal Comune per gli aspetti demaniali, di manomissione del suolo pubblico e per il permesso di costruire;
- dalla Capitaneria di Porto per gli aspetti legati alla sicurezza della navigazione;
- dall'ufficio regionale Settore Ecosistema Costiero e Acque relativamente a :
 - o Parere di idoneità tecnica (ai sensi dell'art. 12 del regolamento sul codice Sicurezza Navigazione) sulla adeguatezza e stabilità della condotta;
 - o Autorizzazione ambientale ai sensi dell'art. 109 del D.lgs. 152/06 per immersione in mare di manufatti.

Potrebbe inoltre essere richiesto un Documento di Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico da parte della Soprintendenza dei Beni Archeologici.

In sede di progettazione sarà valutata la necessità di ottenere ulteriori autorizzazioni, nulla osta e/o permessi.

6.4.3 Sostenibilità ambientale e compatibilità paesaggistica

Le opere previste nella soluzione 3, nelle due diverse ipotesi di intervento, possono essere considerate in prima approssimazione compatibili dal punto di vista ambientale.

Il punto di scarico previsto non interessa formazioni di posidonia oceanica ed è ad una distanza tale da poter, in prima approssimazione, assicurare una tutela della fascia costiera balneare.

Dal punto di vista paesaggistico le opere di carattere definitivo devono essere autorizzate ai sensi del d.lgs. 42/2004 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".



6.4.4 Stima sommaria delle opere

Nella definizione della stima sommaria delle opere della soluzione 3A – Tubazione a gravità di scarico a mare si è considerata la posa della condotta con tecnica microtunneling.

Condotta di scarico a mare a gravità posata con tecnica microtunneling

Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
SOLUZIONE 3A							
3A		Tubazione a gravità di scarico a mare e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
3A.1		Manufatto di connessione e camera d'arrivo microtunneling con fognatura esistente: dim.int. mt.4,00x2,00x3,80	mc	20,00	900,00	18.000,00	
3A.2		Paratoia motorizzata in acciaio inox AISI 316: DN 1200 mm	cad	1,00	20.000,00	20.000,00	
3A.3		Microtunneling Tubazione in GRES DN 1200 mm.: su strada	ml	110,00	3.500,00	385.000,00	
3A.4		Manufatto d'ispezione e camera di spinta microtunneling: dim. int. mt.4,00x4,50x5,70	mc	50,00	900,00	45.000,00	
3A.5		Tubazione in PE.A.D. spiralato SN4 DN 1200 mm.: scarico a mare	ml	260,00	2.000,00	520.000,00	
3A.6		Valvola a membrana antiriflusso in gomma DN 1300 mm.	cad	1,00	48.000,00	48.000,00	
3A.7		Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316: dim. int. mt. 2,30x1,20	cad	1,00	18.000,00	18.000,00	
3A.8		Varie				16.000,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							1.070.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (Imprevisti, Spese tecniche compreso contributi ed I.V.A. 22%, I.V.A. 10% sui lavori)							330.000,00
IMPORTO TOTALE							1.400.000,00



Stazione di sollevamento e condotta di scarico a mare

Numero d'ordine	Numero di tariffa	Indicazioni delle opere e provviste	Unità di misura	Quantità	Prezzo €	Importo €	Importo Totale €
		SOLUZIONE 3B					
3B		Stazione di sollevamento con tubazione di scarico a mare e installazione di valvola a clapet scarico esistente nel Torrente Letimbro					
3B.1		Manufatto di connessione con fognatura esistente: dim.int. mt.4,00x2,00x3,80	mc	20,00	900,00	18.000,00	
3B.2		Paratoia motorizzata in acciaio inox AISI 316: DN 630 mm	cad	3,00	9.500,00	28.500,00	
3B.3		Tubazione a gravità PVC SN8 DN 630 mm	ml	90,00	610,00	54.900,00	
3B.4		Stazione di sollevamento: realizzazione manufatto di sollevamento dim. int. mt.8,00x5,00x5,70 e manufatto valvolame dim. int. mt.8,00x3,00x1,70	mc	100,00	900,00	90.000,00	
3B.5		Stazione di sollevamento: installazione di elettropompa Q/cad c.a.750 l/sec	cad	3,00	105.000,00	315.000,00	
3B.6		Stazione di sollevamento: collegamenti idraulici in acciaio inox AISI 316, saracinesche e valvole	a corpo	1,00	90.000,00	90.000,00	
3B.7		Stazione di sollevamento: impianto elettrico	a corpo	1,00	200.000,00	200.000,00	
3B.8		Tubazione in PE.A.D. PE100 PN10 DN 710 mm.: su strada	ml	80,00	780,00	62.400,00	
3B.9		Tubazione in PE.A.D. PE100 PN10 DN 710 mm.:	ml	260,00	1.500,00	390.000,00	
3B.10		Valvola a membrana antiriflusso in gomma DN 700 mm.	cad	1,00	16.000,00	16.000,00	
3B.11		Valvola a clapet in acciaio inox AISI 316: dim. int. mt. 2,30x1,20	cad	1,00	18.000,00	18.000,00	
3B.12		Varie				17.200,00	
LAVORI A BASE D'ASTA E RELATIVI ONERI SICUREZZA							1.300.000,00
SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (Imprevisti, Spese tecniche compreso contributi ed I.V.A. 22%, I.V.A. 10% sui lavori)							400.000,00
IMPORTO TOTALE							1.700.000,00



7 CONCLUSIONI

7.1 Confronto delle alternative

Le alternative ipotizzabili e ipotizzate sono risultate tutte tecnicamente fattibili.

Si è perciò provveduto al confronto dei costi complessivi, comprensivi di:

- ammortamento del capitale con interesse del 3%, calcolato per una vita utile delle opere civili di 30 anni, dei macchinari di 10 e dei collettori di 50;
- costi di gestione annuali ipotizzando il verificarsi di n.3 eventi meteorici all'anno, di durata pari a 3 giorni cadauno, che comportino l'attivazione dei sistemi di sollevamento.

Nella tabella seguente si riportano di risultati ottenuti.



	Soluzione 1: Sistema di sollevamento mobile	Soluzione 2: Stazione di sollevamento e vasca volano con scarico nel Torrente Letimbro				Soluzione 3: Condotta di scarico a mare		
		Lotto 1	Lotto 1+2	Lotto 1+2+3	3 A	3 B		
Opere civili	€ 11.000,00	€ 147.000,00	€ 828.000,00	€ 2.211.000,00	€ 83.700,00	€ 143.000,00		
Opere elettromeccaniche	€ 22.000,00	€ 447.000,00	€ 566.000,00	€ 883.000,00	€ 114.200,00	€ 883.000,00		
Collettori	€ 107.000,00	€ 206.000,00	€ 206.000,00	€ 206.000,00	€ 1.202.100,00	€ 774.000,00		
Totale investimento	€ 140.000,00	€ 800.000,00	€ 1.600.000,00	€ 3.300.000,00	€ 1.400.000,00	€ 1.800.000,00		
amm. Opere civili	€ 561,21	€ 7.499,83	€ 42.243,95	€ 112.803,58	€ 4.270,31	€ 7.295,75		
amm. Opere elettromeccaniche	€ 2.579,07	€ 52.402,04	€ 66.352,47	€ 103.514,54	€ 13.387,72	€ 103.514,54		
amm. Collettori	€ 4.158,61	€ 8.006,29	€ 8.006,29	€ 8.006,29	€ 46.720,21	€ 30.081,89		
Costo gestione	€ 320.000,00	€ 2.000,00	€ 1.500,00	€ 1.500,00	€ 1.000,00	€ 25.000,00		
Totale costo annuo	€ 327.298,89	€ 69.908,16	€ 118.102,71	€ 225.824,41	€ 65.378,25	€ 165.892,18		



7.2 Considerazioni

Alla luce del quadro di confronto sopra riportato, si ritiene che possa essere opportuno attuare la soluzione 1, di carattere temporaneo e provvisoria, che prevede il noleggio di motopompe, solo nella misura in cui si dovesse rendere necessaria per la riduzione del rischio nel breve periodo, nell'attesa di realizzazione di interventi di tipo definitivo, siano essi quella della soluzione 2 (stazione di sollevamento con scarico nel Torrente Letimbro e vasca volano), anche su più lotti, o quelli previsti dalla soluzione 3 (condotta di scarico a mare con o senza stazione di sollevamento).

Detta soluzione, stante gli importi stimati, deve essere il più circoscritta possibile nel tempo.

Per quanto riguarda le soluzioni di carattere definitivo, in primo luogo si ritiene meno opportuna la soluzione 3B, che prevede una stazione di sollevamento con scarico a mare, rispetto alle soluzioni 3A e 2 (1° e 2° lotto) con cui è confrontabile per portate e tempo di ritorno di progetto, pari a 10 anni, atteso che oltre ad avere un maggior costo di investimento iniziale ha anche un più marcato costo annuo di ammortamento e gestione.

La soluzione 3A con condotta di scarico a mare senza stazione di sollevamento risulta appena meno onerosa in termini di costo di investimento iniziale ma in particolare più economica in riferimento ai costi di ammortamento e gestione annuale rispetto alla soluzione 2 (1° e 2° lotto) con cui è confrontabile per portate e tempo di ritorno di progetto, pari a 10 anni. È però opportuno evidenziare che l'attuazione di quest'ultima soluzione 2 (1° e 2° lotto) offrirebbe in futuro il vantaggio di poter ampliare le opere, con l'ulteriore vasca prevista nel 3° lotto, dimensionata per ridurre ulteriormente il rischio di allagamento fino a eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Corre l'obbligo evidenziare altresì che la soluzione 2 potrebbe assicurare una maggior tutela dell'ambiente, considerata l'opportunità di separazione e collettamento a depurazione delle acque di prima pioggia a fronte della realizzazione della vasca volano, anche in relazione all'eventualità, non così remota, di possibili scarichi anomali nella rete di drenaggio.

Infine sempre la soluzione 2 dovrebbe richiedere un iter autorizzativo più snello e rapido rispetto alla soluzione 3, consentendo una più rapida realizzazione delle opere.

Alla luce delle considerazioni esposte, si ritiene che la scelta della soluzione definitiva ottimale tra le due possibilità individuate nel presente studio (3A e 2) potrà essere effettuata procedendo con un approfondimento di studio di entrambe le soluzioni con un livello di progettazione superiore, supportato anche da specifiche indagini (ex. andamento e tipologia del fondale marino) e pareri preventivi rilasciati dagli Enti competenti con particolare riferimento alla soluzione 3A.

L'ESTENSORE

(dott.ing. Caterina Aliverti)