



COMUNE DI PADOVA

AREA LL.PP.

Settore Opere Infrastrutturali, Manutenzioni e Arredo Urbano
Servizio Infrastrutture

REALIZZAZIONE DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE DEL BACINO FOSSETTA

1° Stralcio: via Venezian

PROGETTO ESECUTIVO

doc.

4

RELAZIONE IDRAULICA DI CUI AL PROGETTO PRELIMINARE

Codice S2O: A580

Nome file: APPR_04_OPI_4

Il Progettista
(Ing. Carlo Fortini)



SERVIZI
ORGANIZZAZIONE
OPERE



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

LLPP: OPI 2017/007

CUP: H97B17000000004

Data: 23 Aprile 2018

Rup

Ing. Massimo Benvenuti

Capo Settore

Arch. Luigino Gennaro

Capo Area

Arch. Luigino Gennaro

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato



COMUNE DI PADOVA

AREA LL.PP.

Settore Opere Infrastrutturali, Manutenzioni e Arredo Urbano
Servizio Infrastrutture

PROGETTO PRELIMINARE

REALIZZAZIONE DEGLI INVASI DI LAMINAZIONE DEL BACINO FOSSETTA

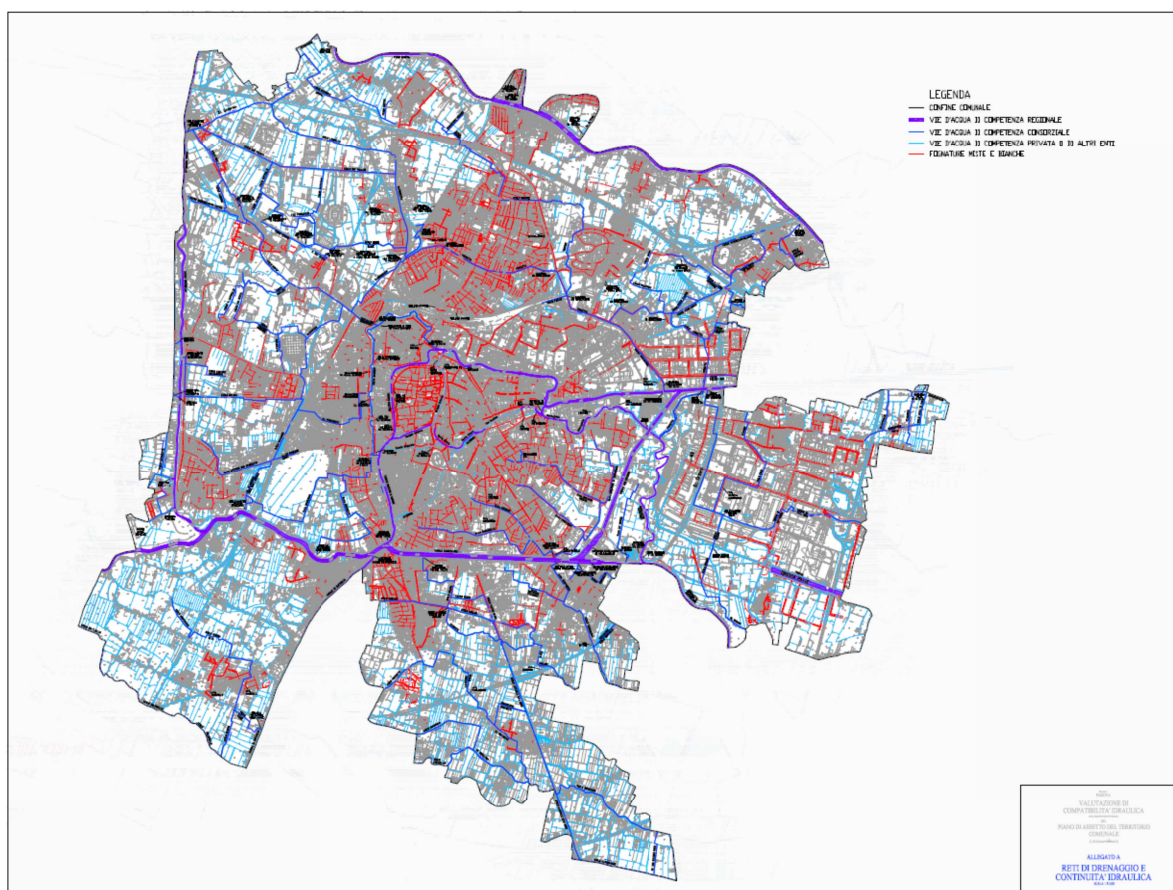
N° Progetto	CUP	Elaborato	
Nome file		A	
Data Luglio 2016	LLPP	RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA	
Progettisti	Rup	Capo Settore	Capo Area
Ing. Arch. Pietro Farinati Geom. Lorenzo Segato Geom. Massimiliano Maulu	Ing. Massimo Benvenuti	Arch. Luigino Gennaro	Arch. Luigino Gennaro

INDICE DEGLI ARGOMENTI

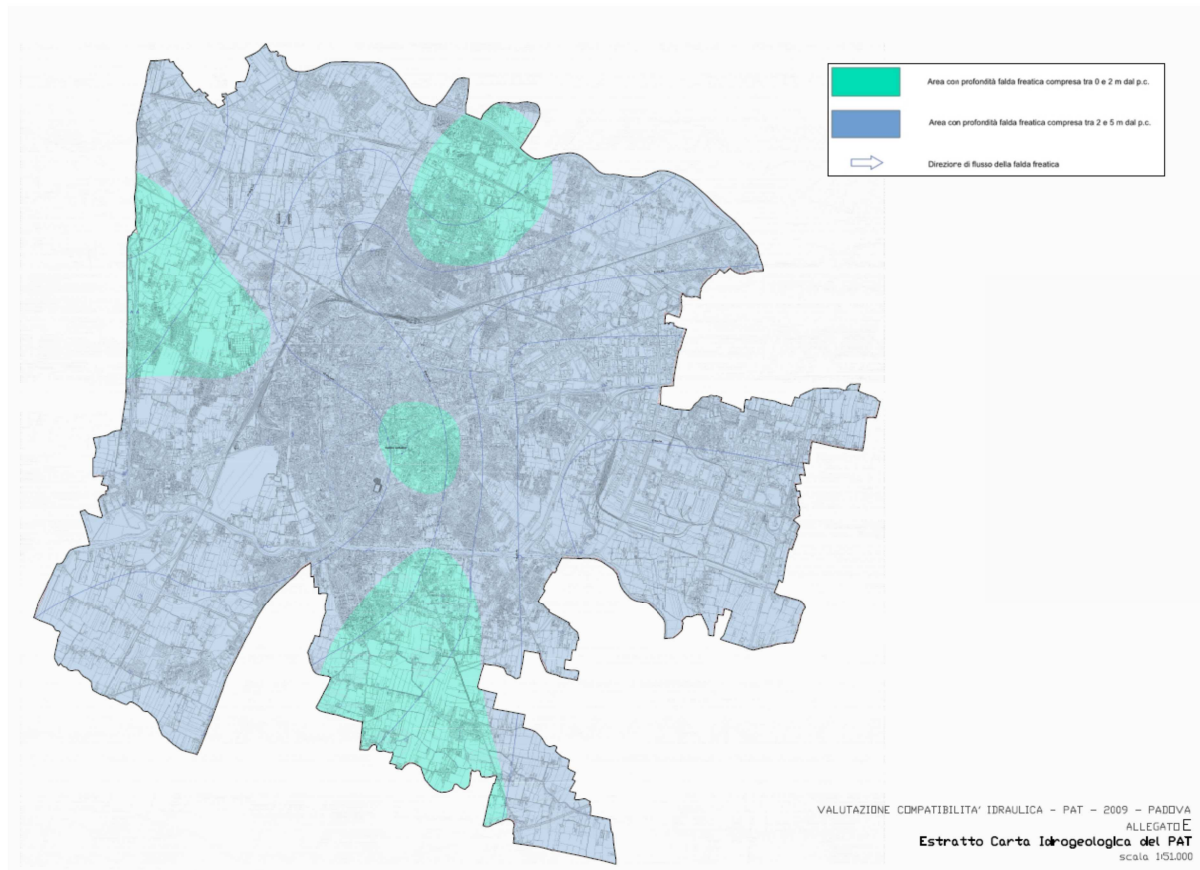
1. IDROGRAFIA DEL COMUNE DI PADOVA.....	2
2.1 Acque di pioggia e situazione di piena	6
4. I LAVORI DI POTENZIAMENTO DELLE CONDOTTE DI ACEGAS APS AMGA ED IL PROGETTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DEL COMUNE DI PADOVA	12
5. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE OPERE DI 1° STRALCIO.....	17
6. CONFORMITÀ AL PROGETTO GENERALE E VALUTAZIONE SUI NUOVI ASSETTI IDRAULICI	20
7. MODELLAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO.....	22
1.1.PREMESSA.....	22
1.2.IL MODELLO GEOMETRICO DELLA RETE FOGNARIA.....	23
1.3.CARATTERIZZAZIONE PLUVIOMETRICA.....	28
1.4.LE SIMULAZIONI.....	30
9. CONSIDERAZIONI IN MERITO AGLI ASPETTI AMBIENTALI, GEOLOGICI, GEOTECNICI, IDROGEOLOGICI, IDRAULICI LEGATI ALLA REALIZZAZIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE.....	37
10. SICUREZZA DEI CANTIERI.....	38
11. CONFORMITA' URBANISTICA E PROCEDURE ESPROPRIATIVE.....	38
12. CONCLUSIONI.....	38

1. IDROGRAFIA DEL COMUNE DI PADOVA.

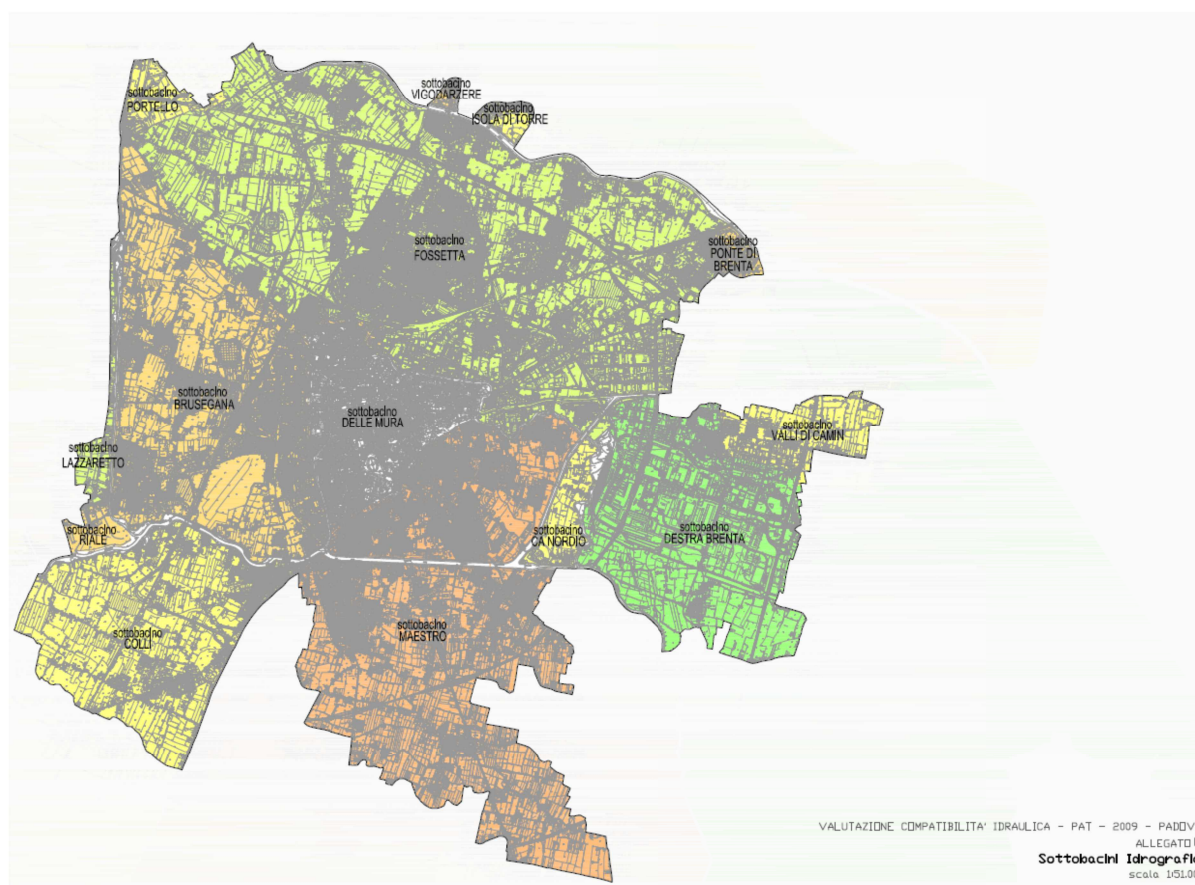
Il comune di Padova è solcato da una serie di scoli di bonifica che defluiscono principalmente da nord ovest verso sud est (vedi Allegato A e B) . Gli scoli sono concepiti in genere sia per funzione di bonifica che per funzione irrigua. Gran parte di questi scoli sono stati trasformati, durante la progressiva urbanizzazione del territorio, in collettori fognari. La rete di scolo è competenza del Consorzio di Bonifica Bacchiglione, il quale ha suddiviso il territorio comunale nei principali sottobacini idrografici (vedi Allegato C), tra i quali figura quello Fossetta e Portello.



Allegato A- Reti di drenaggio e continuità idraulica



Allegato B- Carta Idrogeologica del Comune di Padova



Allegato C- Sottobacini Idrografici gestiti dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione -Brenta.

I sottobacini Fossetta e Portello occupano la parte nord del territorio comunale: sono compresi tra la sponda destra del fiume Brenta a nord, fino al confine con il Comune di Noventa Padovana, il Piovego e il Roncajette Superiore a sud, le mura nord della città, fino a via Beato Pellegrino (ad eccezione di una piccola zona appartenente al sottobacino Brusegana), via Montà ad ovest, fino al canale Brentella. Il sottobacino Fossetta ha un'estensione di circa 3.200 ha e presenta una manifesta insufficienza del suo collettore principale (da cui frequenti allagamenti nel quartiere Arcella). In condizioni di magra le acque del Fossetta defluiscono fino all'impianto di sollevamento della zona industriale di Padova per poi essere recapitate all'impianto di depurazione di Cà Nordio. In condizioni di piena lungo il Fossetta entrano in funzione due scolmatori di piena: il primo scarica le acque

in eccesso nel collettore Scolmatore da cui vengono poi recapitate al Piovego tramite l'idrovora San Lazzaro che può smaltire una portata di 15 mc/s; il secondo, posto a valle della botte a sifone San Lazzaro sottopassante il Piovego, scarica le acque in eccesso nel canale Roncajette – Bacchiglione , durante le piene il Fossetta risulta rigurgitato ed il solo impianto di sollevamento non è in grado di smaltire tutta la portata in arrivo. Una parte non trascurabile del bacino non risulta servita da fognatura (ad esempio la zona a nord di Montà, la zona delle Padovanelle, gran parte del quadrante est e parte di Ponte di Brenta). Esterne al confine del Bacino Fossetta perchè a nord del fiume Brenta, ma interne al confine comunale, vi sono le zone di Ponte Vigodarzere e di Isola di Torre. La prima scarica le acque bianche nel Muson dei Sassi tramite l'impianto di sollevamento Quartiere del Pino mentre la fognatura (di tipo separato) recapita le sue acque alla rete di Vigodarzere e quindi al depuratore di Cadoneghe. Isola di Torre scarica le sue acque di magra direttamente al depuratore di Cadoneghe; in condizioni di piena, mediante uno scolmatore , scarica le acque in eccesso nel fiume Brenta. L'area è servita da fognatura separata che recapita all'impianto di depurazione di Cadoneghe. Il bacino Portello, situato nella zona a nord ovest del territorio comunale, è un'area piuttosto ridotta che fa parte dei bacini idrografici in Limena. In condizioni ordinarie le sue acque vengono convogliate attraverso lo scolo Governo in parte al canale Brentella tramite sollevamento meccanico ed in parte al fiume Brenta, con deflusso naturale, attraverso le chiavica Zaguri. Tale sottobacino non è servito attualmente da fognatura.

2 IL RISCHIO IDRAULICO.

2.1 Acque di pioggia e situazione di piena .

Una procedura messa in atto dagli Enti di controllo per conseguire la difesa della città in caso di piena transitante sul Bacchiglione è quella di evitare il “collegamento di piena” chiudendo il sostegno del Ponte dei Cavai e , se a valle si verifica una concomitante piena del Brenta con innalzamento dei livelli nel Roncajette Inferiore, si chiudono il contrassegno di San Gregorio e quello di Cà Nordio, impedendo il rigurgito delle acque all'interno dei canali cittadini. Questo modo di procedere fino a poco tempo fa comportava che la

mitigazione delle portate provenienti dal bacino urbano fosse affidata unicamente alla capacità d'invaso dei canali.

Si accenna inoltre al fatto che il disordinato sviluppo urbanistico del secondo dopoguerra ha causato la diminuzione degli invasi e la tombinatura di una parte considerevole dei corsi d'acqua cittadini: particolarmente nel centro storico sono state costruite solo una parte delle canalizzazioni fognarie necessarie, mentre nelle zone periferiche e semicentrali la copertura di rete fognaria è stata raggiunta sfruttando soprattutto la presente rete dei Consorzi di Bonifica. Negli ultimi anni sono state affrontate tre priorità: a) potenziamento dell'Idrovora San Lazzaro a servizio dello Scolmatore in Piovego del Collettore Fossetta; b) la sistemazione dello scolo Fossetta fino allo Scolmatore in Piovego; c) costruzione di un impianto idrovoro a Cà Nordio (smaltimento delle portate provenienti dai canali interni alla città, interclusi in situazioni di piena).

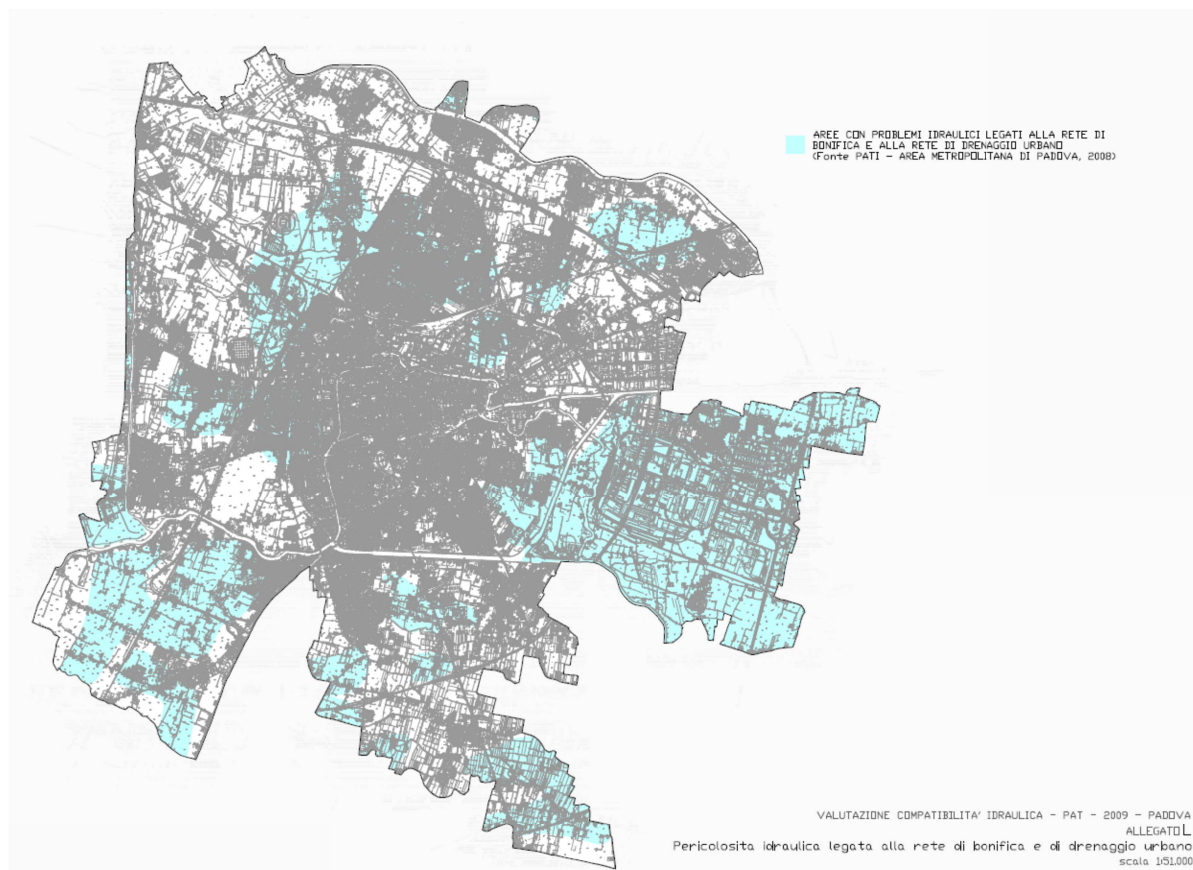
Rimangono da affrontare le altre priorità, in particolare una rivisitazione della programmazione generale delle opere idraulico- fognarie sia per la gestione “qualitativa” che per la gestione “quantitativa” delle acque di pioggia.

2.2. Il rischio idraulico.

Nel comune di Padova possiamo parlare di rischio idraulico relativo ai maggiori fiumi e di rischio idraulico relativo alla rete secondaria (di bonifica) e/o cittadina (fognatura bianca). La condizione di rischio può dar luogo ad eventi di diversa gravità: sia le inondazioni che possono derivare dalle piene dei fiumi principali sia le esondazioni di una certa entità da reti di bonifica sono calamità naturali; è evidente tuttavia che per la limitata estensione dei bacini di bonifica rispetto alle aree inondabili dai fiumi, la gravità dei fenomeni è nettamente minore nel caso delle bonifiche (ancor di più ovviamente per le reti cittadine).

Per quanto riguarda le reti di bonifica è riscontrabile una situazione generale di invecchiamento. La rete di bonifica che garantisce l'irrigazione ed il drenaggio della parte periurbana del territorio, per lo più progettata e realizzata nel secolo scorso, presenta zone con franco di bonifica insufficiente durante l'intero corso dell'anno e non solo in occasione delle piene. Il considerevole mutamento della destinazione d'uso dei suoli, che ha prodotto

notevoli incrementi dei coefficienti udometrici, è una delle principali cause dell'attuale diffusa insufficienza delle reti locali di drenaggio consorziale; l'utilizzo promiscuo a fine di collettamento anche dei reflui di fognatura nera o mista hanno creato nel tempo localizzati problemi di “qualità” dell'acqua convogliata.



Allegato D- Carta della Pericolosità idraulica

2.3 Rischio idraulico relativo alla rete secondaria.

Con riferimento alle piene dei corsi d'acqua maggiori (Brenta e Bacchiglione) si è già visto da subito come i manufatti a presidio del centro storico di Padova consentano di affrontare anche eventi eccezionali (citiamo su tutto l'alluvione del 1966 in occasione del quale la città è rimasta praticamente indenne). Ciò avviene soprattutto per la collocazione pianoaltimetrica del centro urbano. Le piene del Brenta in genere non interessano Padova

in quanto viene chiuso il manufatto all'inizio del Brentella e viene chiuso il contrassegno di San Gregorio sul Piovego bloccando in tal modo eventuali rigurgiti dal Brenta provenienti da Stra. Il transito delle piene del fiume Bacchiglione avviene, dopo la chiusura del sostegno di Ponte dei Cavai e dei contrassegni di Cà Nordio e San Gregorio, unicamente lungo il canale Scaricatore andando poi a suddividersi al nodo idraulico di Voltabarozzo in parte verso il Brenta con il canale San Gregorio ed in parte verso il Bacchiglione- Roncajette. Alla relativa sicurezza offerta dai manufatti di regolazione presenti fa però riscontro la condizione di alcuni tratti di arginature del Piovego e del Brentella; un'altra condizione critica è data dai livelli idrometrici che si instaurano a valle di Voltabarozzo in corrispondenza del sostegno di Cà Nordio; in questo punto le acque di scarico defluiscono in Bacchiglione liberamente solo quando quest'ultimo non rigurgita il Roncajette Superiore (per questo una idrovora in corrispondenza della confluenza del Roncajette nel Bacchiglione è in grado di smaltire una portata di 15 mc/s e provvede a scaricare le acque nel Bacchiglione anche nel caso in cui non sia possibile il deflusso a gravità).

Per quanto riguarda la rete secondaria ed all'area di nostro interesse, vanno messi in evidenza i seguenti punti:

a) la situazione di criticità dello scolo Fossetta (in realtà parzialmente ridimensionata ulteriormente a seguito dell'esecuzione di alcune opere pubbliche) e dell'intero sistema fognario tributario (estesi allagamenti del quartiere Arcella con eventi di precipitazione caratterizzati anche da basso tempo di ritorno).

A parte le aree ricadenti in zone a pericolosità idraulica PAI , altre zone del Comune devono essere considerate a “rischio idraulico” sia per intervenute “inondazioni storiche”, sia per essere soggette a rigurgito del flusso di piena, sia infine per essere semplicemente a rischio di ristagno idrico per motivazioni legate alla morfologia locale. Dette zone , di interesse per il progetto che trattiamo possono essere così individuate:

1) area di circa 135 ettari con drenaggio allo scolo Ponte di Brenta, collocata a nord dell'Ippodromo e dell'Autostrada A4;

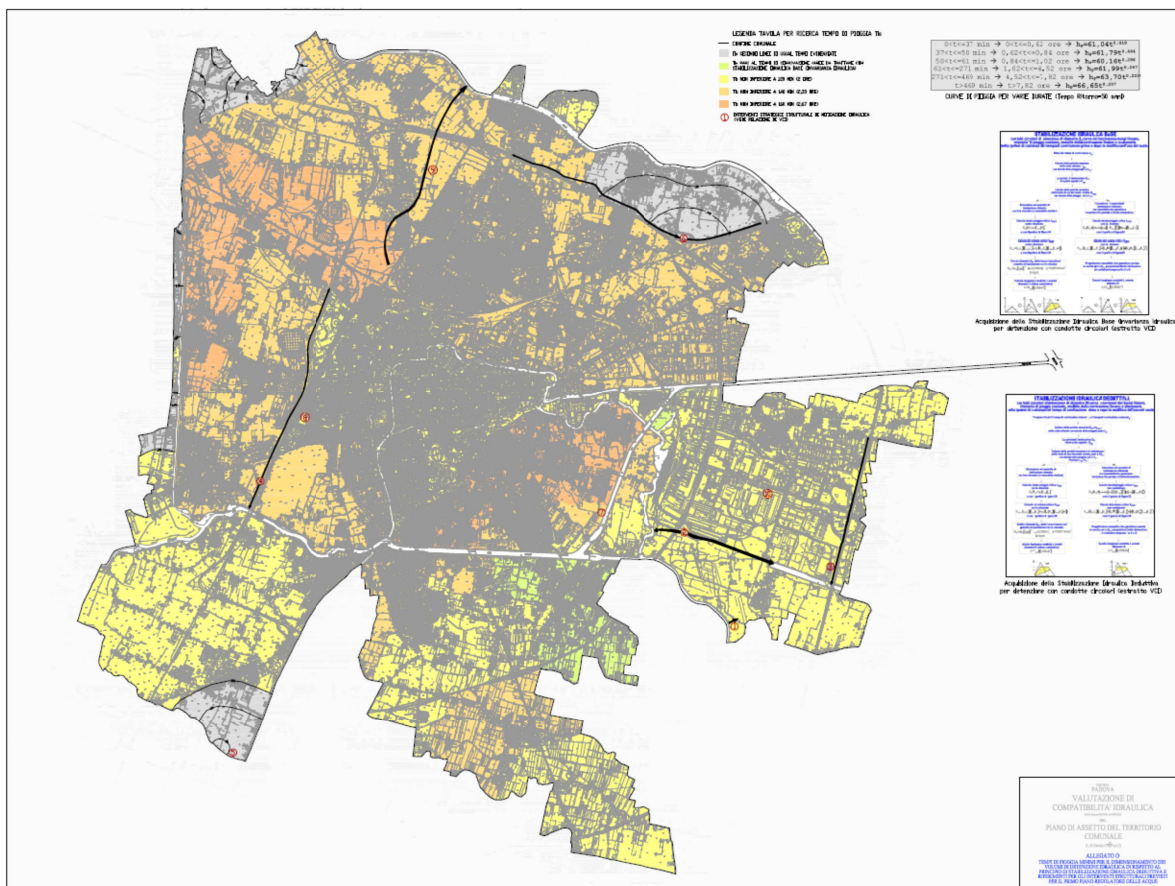
2) area di circa 42 ettari a ridosso di via Madonna della Salute con drenaggio al collettore Fossetta;

3) vasta area di circa 220 ettari in zona Arcella (via Michelangelo Buonarroti, via Tiziano Vecelio, via Durer, via Altichieri da Zevio, prima parte di via Saetta) con drenaggio allo scolo Fossetta.

3. RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Una corretta mitigazione idraulica deve comportare la definizione di un modello di intervento che modifica o perlomeno limita l'evoluzione della piena nell'ambito di intervento (ad esempio volumi di laminazione che assorbono un certo volume d'acqua ritardandone il deflusso). Chiaramente si devono prevedere opere legate a costi di realizzazione e di esercizio; se attualizziamo questi costi e confrontiamo i costi ricavati col danno prodotto avremo la classica curva a “sacco” che potrebbe indirizzare circa la “dimensione” ottima correlata al minimo costo. Intuitivamente per una “dimensione “ della mitigazione molto piccola prevarrà il danno mentre per una “dimensione “ molto grande prevarrà il costo delle opere. Nell'ottica di trovare una soluzione che comporti un giusto costo (idealmente al “ventre” della curva a sacco) va altresì tenuto conto che il territorio risulta fortemente antropizzato e quindi “poco disponibile” a subire modifiche senza la previsione di elevati oneri economici.

Il modello di difesa strutturale legato alla realizzazione delle vasche di laminazione del presente progetto contribuisce alla riduzione del rischio idraulico della zona considerata.



Allegato E

**4. I LAVORI DI POTENZIAMENTO DELLE CONDOTTE DI ACEGAS APS
AMGA ED IL PROGETTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE DEL
COMUNE DI PADOVA**

AcegasApsAmga ha redatto in data 12-01-2010 il progetto definitivo del 1° Stralcio delle opere di ristrutturazione della rete fognaria del bacino Via Fornaci – Via Venezian – Via Ippodromo.

Tale progetto riguarda la costruzione di un nuovo tratto terminale del collettore fognario principale a servizio del bacino scolante delimitato da Corso Irlanda, la nuova tangenziale nord di Padova (con parallela linea ferroviaria PD-VE) e il fiume Brenta (Figura 1).



Figura 1-Inquadramento dell'area d'intervento

Il collettore terminale esistente parte dall'area dei nuovi sottopassi di Via Venezian (stradale e ferroviario) e dopo avere corso verso sud parallelo a Via Venezian ed a Via dell'Ippodromo, raggiunge lo scatolare 200x170 che parte dall'incrocio della stessa Via dell'Ippodromo con Via Chilesotti.

Il tracciato del condotto, ed ancora più le sue dimensioni e lo stato di conservazione, provocano notevoli problemi per la raccolta e lo smaltimento delle acque reflue di tutto il bacino di competenza, avente dimensioni di circa 145 ha, di cui 1/3 urbanizzato e 2/3 agricolo. Il condotto ha inizialmente un diametro di 60 cm, nel tratto in cui attraversa i due rilevati stradale e ferroviario, per poi diventare di 80 cm nel tratto che taglia la proprietà privata dell'ippodromo e che percorre poi Via dell'Ippodromo.



Figura 2-Tratta a cielo aperto della condotta $\Phi 600$ (Via Venezian)

Tali dimensioni risultano assolutamente non idonee alla funzione a cui è chiamato il condotto; il tracciato in gran parte non accessibile (area ippodromo) rende difficile intervenire per controlli e manutenzioni; la vetustà della struttura produce frequenti rotture ed ostruzioni; l'area di competenza è in costante crescita urbanistica.

Tutte queste condizioni provocano un grave e pericoloso stato di malfunzionamento della rete, evidenziato da allagamenti e disagi vari per la popolazione non appena si manifestano eventi meteorici anche di modesta entità.

Si ricorda che la rete è di tipo misto, il che accresce ulteriormente i problemi.



Figura 3-Allagamento del sottopasso di Via Venezian a seguito dell'evento meteorico del 25/05/2015

Consapevoli di tale stato di cose, il Comune di Padova e AcegasApsAmga hanno ritenuto di prevedere un intervento di ristrutturazione e di ammodernamento della rete fognaria per tutto il bacino, privilegiando ovviamente le opere relative al collettore terminale.

Il progetto di 1° Stralcio riguarda, appunto la costruzione di un idoneo collettore principale che, partendo appena a nord del sottopasso autostradale, dove raccoglie le acque di tutto il bacino attraverso il condotto esistente di Via Venezian, prosegue verso sud e poi verso est fino a collegarsi con lo scatolare principale in corrispondenza dell'incrocio tra Via Ippodromo e Via Chilesotti.

Il progetto definitivo di primo stralcio prevedeva un costo complessivo di € 1.100.000,00.

A seguito degli approfondimenti intervenuti in sede di progettazione esecutiva, riguardanti principalmente la bonifica degli ordigni bellici, le operazioni di trivellazione del rilevato ferroviario, l'opportunità di eseguire un tratto di condotto a nord dell'autostrada, le difficoltà operative della realizzazione del tratto su carreggiata stradale in Via dell'Ippodromo, le risultanze delle procedure di acquisizione delle aree private, e la revisione dei prezzi in virtù dell'aggiornamento del progetto, i costi per l'esecuzione di tutta l'opera sono leggermente lievitati.

Trattandosi comunque di un'opera di primaria importanza, l'Amministrazione ha deciso di procedere, nell'obiettivo di portare a conclusione un intervento che serve a mettere in sicurezza un'ampia area del territorio padovano.

Data l'entità dell'intervento e poiché i vari tratti presentano caratteristiche tecniche, costruttive ed ambientali diverse, AcegasApsAmga ha ritenuto di suddividere l'opera in tre lotti i quali potranno sia essere eseguiti in contemporanea da tre appaltatori, accelerando così al massimo il completamento dell'opera, sia essere eseguiti in tempi diversi, qualora le modalità di finanziamento e altre condizioni impongano tale scelta.

Il presente progetto rappresenta il Lotto A dei lavori, quello che prevede la posa del nuovo collettore terminale, il quale parte dal punto F (da dove parte lo scatolare 200x170), presso l'incrocio tra Via Ippodromo e Via Chilesotti, percorre tutta Via Ippodromo,

intercetta il condotto esistente Ø 80 cm in corrispondenza del punto D e giunge infine al punto C, da dove partirà il lotto di lavori successivo (Lotto B).

Al fine di avere una visione d'insieme di tutta l'opera riguardante il 1° Stralcio, nella presente relazione riguardante il progetto di Lotto A, si riporta la descrizione complessiva dell'intervento, così come ripresa dal progetto definitivo in data 12/01/2010.

5. CARATTERISTICHE GENERALI DELLE OPERE DI 1° STRALCIO

Il progetto di 1° Stralcio della ristrutturazione della rete fognaria del Bacino di Via Fornaci – Via Venezian - Via Ippodromo prevede la costruzione di un nuovo collettore che, partendo dal punto in cui convergono condotti principali realizzati di recente da altri Enti (punto A), attraversa il rilevato ferroviario, costeggia Via Venezian, entra nella proprietà dell'ippodromo fino a raggiungere Via dell'Ippodromo e percorre quest'ultima fino al punto F in corrispondenza del pozzetto esistente, da cui parte il collettore principale (scatolare cm 200x170) che convoglia le acque verso il depuratore.



Figura 4-Primo stralcio del progetto

Come si può notare, i punti di partenza e di arrivo risultano obbligati; il tracciato intermedio è stato scelto con l'andamento più lineare e funzionale possibile con tratte rettilinee.

Nel punto A convergono: da nord il condotto \varnothing 180 cm che attraversa la tangenziale, da est il condotto \varnothing 140 cm realizzato dalle Ferrovie che, a sua volta, è collegato da un lato con il vecchio \varnothing 60 cm proveniente da Via Venezian nord e dall'altro con i due \varnothing 140 cm realizzati sempre dalle Ferrovie in sostituzione del fossato originariamente esistente tra i due rilevati (ferroviario e stradale).

Il punto A rappresenta pertanto il nodo cruciale di tutto lo schema fognario del bacino nord-est di Padova.

Da questo punto, ove verrà realizzato un pozzetto di raccordo e di modulazione delle portate, si prevede di realizzare un condotto del diametro di 180 cm con attraversamento

del rilevato della doppia linea ferroviaria mediante microtunneling secondo le modalità già autorizzate dalle Ferrovie.

All'uscita sud dell'attraversamento viene previsto un altro pozzetto di raccordo. Da questo punto dovrebbe proseguire un collettore a sezione analoga a quella del Ø 180 cm.

Date le condizioni di posa della condotta, imposte dalle quote di partenza e di arrivo della stessa, unite alle quote del terreno e del piano stradale, risulta necessario scegliere una sezione di condotta che consenta di garantire un idoneo strato di ricoprimento. La sezione che permette di rispettare le condizioni di cui sopra, è lo scatolare con misure interne di cm. 250x100. Pertanto, dal punto B al punto F verrà posta tale canalizzazione. Questa sarà completa di pozzetti di raccordo gettati in opera in corrispondenza delle intersezioni o dei cambi di tracciato e di camerette d'ispezione lungo il tracciato.

In corrispondenza al punto D viene intercettato l'esistente Ø 80 cm, il quale viene mantenuto per tutto il tratto D-F ad integrazione della capacità complessiva del sistema.

Nel progetto di 1° Stralcio si prevede inoltre la messa in esercizio dell'attraversamento dell'autostrada, già realizzato alcuni anni fa con condotto Ø 180 cm, ed attualmente non utilizzato in quanto non collegato a monte ad alcun collettore. Si prevede quindi di proseguire tale Ø 180 cm verso est (tratto L-M-N) fino a collegarsi all'esistente Ø 60 cm che rappresenta l'attuale condotto principale a servizio di tutta l'area a nord dell'autostrada.

Per motivi legati allo spessore del ricoprimento, con particolare riferimento alla stradina esistente laterale di Via Venezian, il tratto L-M-N viene previsto con sezione scatolare cm 250x100, analoga a quella di tutto il tratto B-C-F.

Il dimensionamento di tutte le condotte previste nel presente progetto, rispetta le previsioni del progetto generale delle fognature del Comune di Padova, del quale il presente progetto rappresenta uno stralcio conforme.

A cura di AcegasApsAmga, viene anche realizzato il completamento del raccordo tra i due pozzetti esistenti (H e T), posti immediatamente ad est del nuovo sottopasso

ferroviario di Via Venezian: il condotto ha diametro di 140 cm e sostituisce l'esistente tratto del Ø 60 cm.

La posa dei collettori sarà completata con tutti i manufatti e gli accessori necessari e con i ripristini stradali e delle aree private. Nei tratti in cui la condotta percorre sedi stradali, in particolare su Via Ippodromo, saranno posti nuovi pozzetti sifonati con caditoie in ghisa.

Particolarmente importanti saranno i pozzetti di ispezione ed i pozzetti di raccordo, in quanto rappresentano punti di verifica, pulizia, eventuali regolazioni delle portate, ecc.. I principali (d'angolo o di raccordo), saranno in calcestruzzo armato gettato in opera, ben raccordati alle condotte e dotati di passo d'uomo con chiusino in ghisa. Nelle tratte rettilinee intermedie, si realizzeranno delle camerette d'ispezione sopra gli scatolari mediante prolunghe e passo d'uomo con chiusino in ghisa.

Per realizzare le opere sui tratti ricadenti in proprietà private, è risultata necessaria l'imposizione di servitù di passaggio su aree private. Le aree saranno comunque ripristinate a regola d'arte.

Si sottolinea che nel tratto in cui la condotta corre parallela a Via Venezian, si prevede di posare la condotta stessa lateralmente alla strada, su proprietà privata, in quanto l'esigua larghezza della carreggiata non consente la posa dello scotolare e perché è comunque necessario avere a disposizione una fascia carrabile sia per l'esecuzione dell'intervento, sia per il transito di altri mezzi.

Sopra la nuova condotta potrà, in futuro, essere realizzato un allargamento della carreggiata stradale in prolungamento e con la stessa sezione della nuova rampa del sottopasso.

6. CONFORMITÀ AL PROGETTO GENERALE E VALUTAZIONE SUI NUOVI ASSETTI IDRAULICI

Il progetto di 1° Stralcio rappresenta una parte funzionale del "Progetto Generale per la ristrutturazione delle reti fognarie a nord del Bacchiglione", redatto in data 13/7/1975,

approvato dal Comune di Padova con deliberazione del C.C. n°397 del 26/7/1977 e dalla Commissione Tecnica Regionale nella seduta in data 19/10/1978, argomento n°538.

In base a tale progetto, tutte le acque miste del bacino Via Fornaci, Via Venezian e Via Ippodromo confluiscono su un collettore terminale Ø 180 cm (tratto 136 e tratto 137) che si collega all'esistente scatolare che parte dall'incrocio tra Via dell'Ippodromo e Via Chilesotti. Di questo condotto previsto nel progetto generale (Ø 180 cm), è stato realizzato solamente il tratto che attraversa la tangenziale, con un tracciato spostato leggermente verso ovest rispetto al tracciato dell'esistente condotto Ø 60 + Ø 80 cm che taglia l'area dell'Ippodromo.

Nel progetto di 1° Stralcio si prevede di proseguire proprio con il medesimo diametro previsto nel progetto generale, almeno per la parte che attraversa la ferrovia (tratto A-B).

Come detto sopra, per problemi legati alle quote di posa ed alle quote del terreno, è risultato necessario adottare una sezione scatolare che ha un'area leggermente inferiore, ma che offre una portata superiore a quella del Ø 180 a seguito dell'aumento della pendenza (da 0,650 a 0,766 m/km: +17%) rispetto alle previsioni del progetto generale.

Si evidenzia che nel presente progetto si prevede altresì il mantenimento in essere dell'esistente Ø 80 cm posto lungo Via dell'Ippodromo (ristrutturato di recente), che può assorbire una portata aggiuntiva di circa 350 l/s. Peraltro, questo condotto esistente, da solo, fino ad oggi è in grado di assorbire eventi di modesta e media entità. La nuova rete consente di trasportare una portata di oltre 10 volte maggiore.

Finora si è parlato del rispetto delle previsioni del progetto generale approvato. E non poteva essere altrimenti, anche in considerazione che le opere di progetto sono inserite in uno schema idraulico già consolidato, specialmente per quanto riguarda la rete a valle dell'area oggetto di studio.

Tuttavia, essendo in corso da parte di AcegasApsAmga, una proposta di aggiornamento delle prospettive di regolazione e/o di separazione delle portate tra acque reflue urbane e acque interessanti l'area agricola, finalizzata ad una diminuzione del carico idraulico affluente al depuratore e ad una maggiore efficienza e funzionalità della rete esistente, la condotta di progetto, in un prossimo futuro, sarà sgravata di una grossa portata di acque meteoriche, dirottate provvisoriamente su bacini di laminazione o, meglio

ancora, convogliate alla rete di bonifica consorziale. Con tale nuova impostazione potrà essere notevolmente aumentato il tempo di ritorno posto a base dei calcoli idraulici nel progetto generale del '76.

In questa logica è già stato realizzato un bacino di espansione, nell'ambito dei lavori del raddoppio della linea ferroviaria, con la posa di n°2 condotti Ø 140 cm affiancati che garantiscono una capacità di oltre 2300 m³ d'invaso. Con le opere previste in progetto, tale bacino viene finalmente collegato al nuovo collettore finale e quindi utilizzato, dando così un forte contributo alla riduzione del rischio idraulico della zona.

Ovviamente, dovrà essere quanto prima completamente ristrutturata tutta la rete fognaria e di bonifica dell'intera area a nord della tangenziale, al fine di mettere in piena sicurezza un bacino che storicamente risulta assai sofferente dal punto di vista idraulico.

Già le opere di progetto, tuttavia, daranno un notevole contributo, sicuramente per la parte meridionale del bacino, ma anche per tutta la parte nord, che potrà contare su un ricettore capiente ed efficiente: le portate del collettore finale vengono infatti più che decuplicate, vengono eliminate le varie strozzature attualmente presenti, si mette in esercizio un capiente bacino di espansione.

7. MODELLAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO

1.1. PREMESSA

Al fine di simulare il comportamento del bacino sia nello stato di fatto che nello stato di progetto, si è deciso di costruire un modello rappresentativo della rete di drenaggio.

Il sottobacino interessato dagli interventi, di superficie pari a circa 145 ha, fa parte del bacino idraulico Fossetta (Fig.5): quest'ultimo occupa la zona nord, ha estensione di circa 3220 ha, è delimitato dal fiume Brenta a nord e dal canale Piovego a sud. L'area comprende gli insediamenti urbani di Pontevigodarzere, Arcella, Mortise, Ponte di Brenta e Noventa Padovana; il Bacino "Fossetta" è attraversato, da Ovest verso Est, dal canale omonimo, che scola le proprie acque in parte a gravità nel Roncayette, in parte a seguito di sollevamento meccanico (idrovara S.Lazzaro – 15 m³ /sec) con scarico nel canale Piovego.

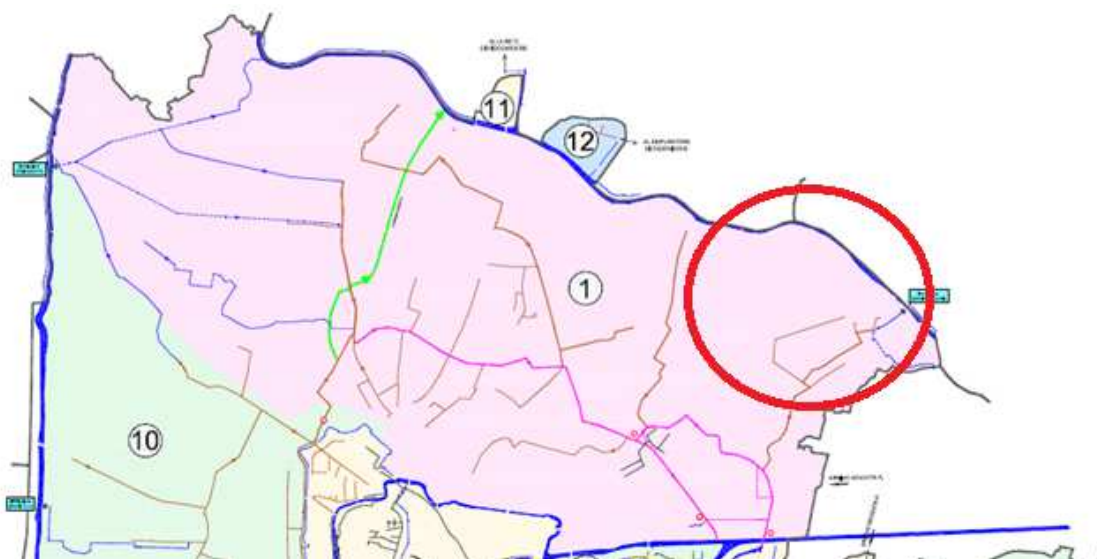


Figura 5-Il bacino idraulico Fossetta (1) e il sottobacino "Ippodromo"

La modellazione idraulica del sottobacino è stata compiuta attraverso il software InfoWorks ICM (Integrated Catchment Modeling). Attraverso questo applicativo è stato possibile ottenere la simulazione del comportamento del sistema integrato, che comprende sia le reti di smaltimento delle acque urbane che i corpi idrici ricettori. Il software consente di creare e risolvere, in regime di moto vario, reti intubate, descritte con elementi puntuali (pozzetti) e lineari (condotte), modelli idraulici bidimensionali (2D) per lo studio della propagazione dell'esondazione in aree su cui è definita una griglia a elementi triangolari sulla base di un modello digitale del terreno (DTM) e modelli idraulici misti (1D-2D) con la modellazione ibrida monodimensionale nel canale e bidimensionale nel territorio inondabile (floodplain).

Questo processo è risultato utile come strumento di supporto alla progettazione, in particolare per la verifica del dimensionamento delle condotte.

1.2. IL MODELLO GEOMETRICO DELLA RETE FOGNARIA

Prima di tutto, sono stati analizzati accuratamente i file provenienti dalla cartografia AcegasApsAmga, che andranno a costituire lo scheletro portante del modello. Il primo step consiste nel confronto tra gli attributi assegnati a ciascun elemento della rete, presenti nella

cartografia AcegasApsAmga, con le tabelle presenti nel software, le quali contengono tutti i dati riguardanti le componenti della rete fognaria.

In seguito, si è proceduto all'importazione della geometria della rete nel software InfoWorks ICM.

Si ottiene allora la rappresentazione geometrica della rete, nella quale gli elementi lineari rappresentano le condotte e i nodi, creati automaticamente dal software, rappresentano i pozzetti.

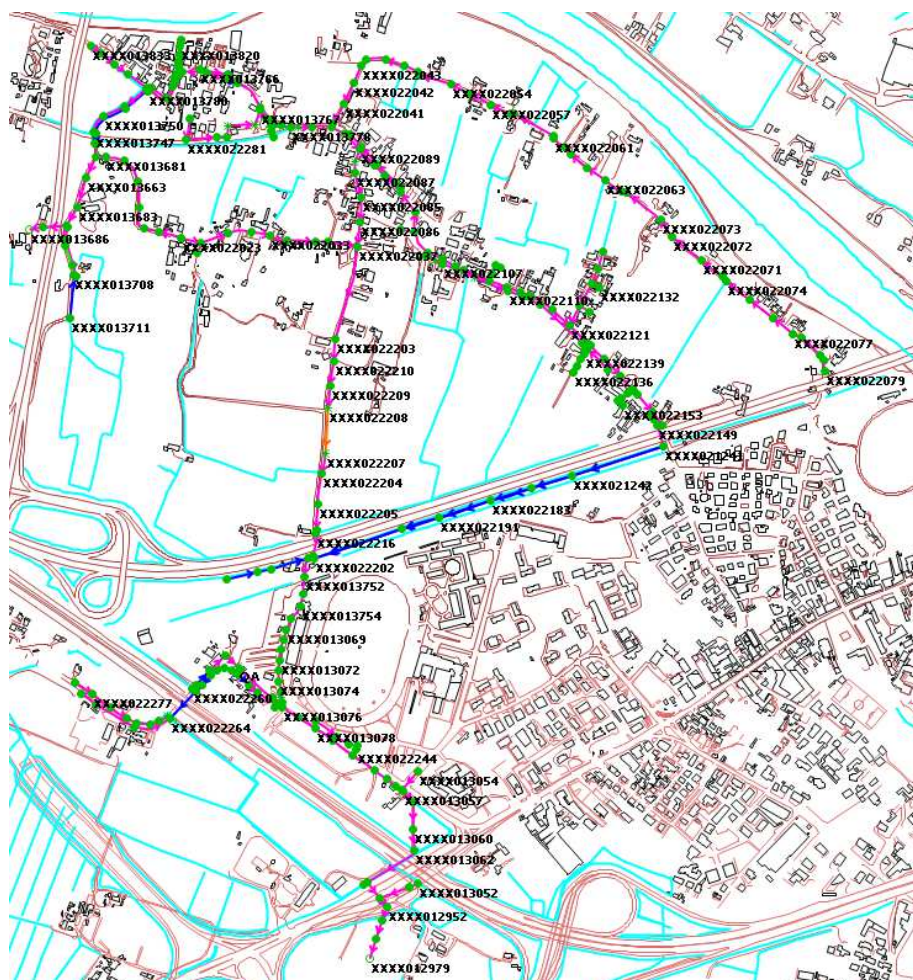


Figura 6-Rete fognaria del bacino

Ogni condotta deve essere caratterizzata da alcuni attributi necessari alla simulazione:

- Diametro
- Forma della sezione

- I nodi rappresentativi dei pozzetti sono caratterizzati da:

- Tipologia (pozzetto outfall storage)

- Le quote dei nodi sono state assegnate dapprima attraverso l'importazione del rilievo



Nello step successivo sono stati creati i sottobacini, i quali rappresentano porzioni del

Nella tabella 1 sono illustrate le superfici considerate nel modello.

Tabella 1- Superfici

Descrizione	Tipo Modello Ruscellamento	Coefficiente Ruscellamento	Tipo di Superficie	Pendenza Terreno (m/m)	Tipologia Perdite Iniziali	Valore Perdite Iniziali (m)	Coeff. Afflusso / Deflusso
strade	Rel	1	Impervious	0	Slope	0.000071	0.9
tetti	Rel	1	Impervious	0	Abs	0	0.9
permeabile	Rel	4	Pervious	0	Abs	0.002	0.1

Nella tabella 2 sono illustrati i diversi usi del suolo, che andranno a caratterizzare in modo univoco i sottobacini.

Tabella 2-Uso del suolo

ID dell'uso Suolo	Densità Abitativa (persone/ha)	Indice Superficie 1	Default Area Tipo 1 (%)	Indice Superficie 2	Default Area Tipo 2 (%)	Indice Superficie 3	Default Area Tipo 3 (%)
zona industriale	10	10	47	20	48	30	5
zona residenziale	22.5	10	35	20	55	30	10
zona verde	2	10	10	20	10	30	80
misto	7.9	10	25	20	30	30	45

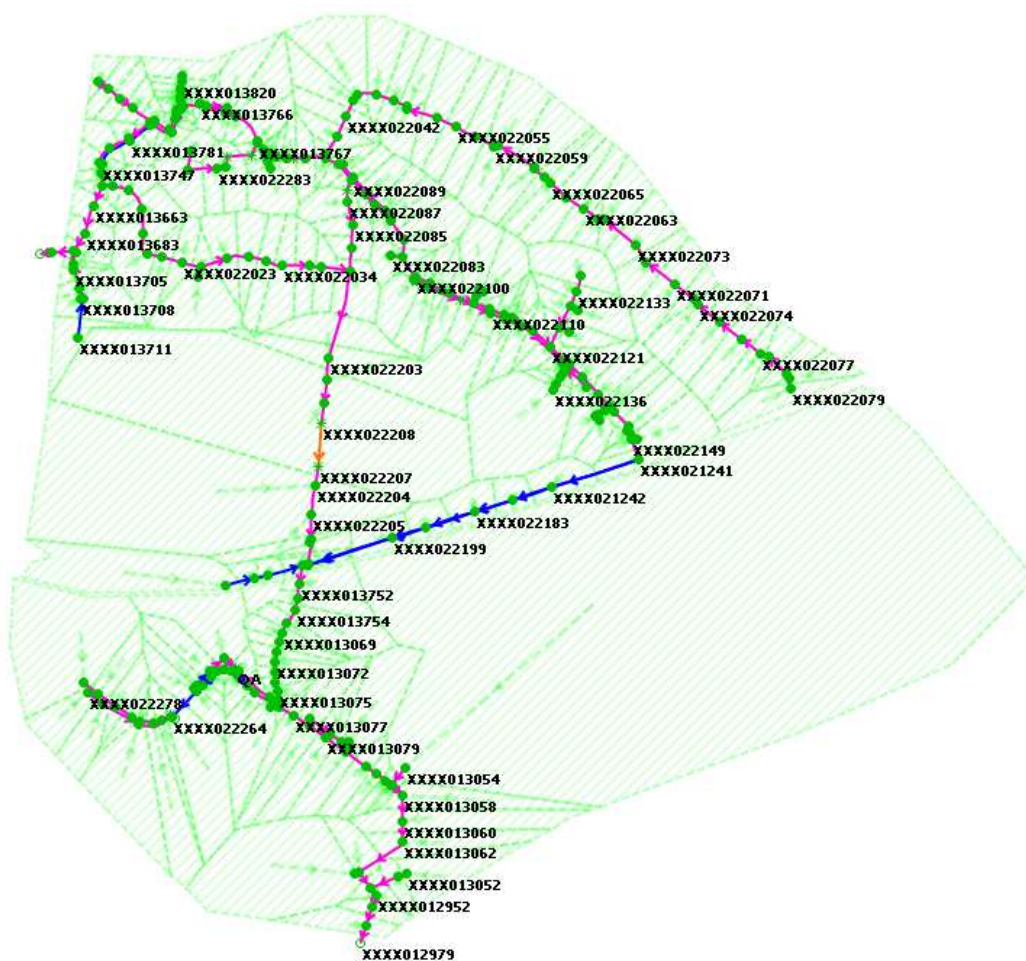


Figura 8-Bacinizzazione dell'area di interesse

In molte zone del bacino, la morfologia della superficie è caratterizzata da un'importante criticità, dovuta al fatto che i campi sono posti a una quota maggiore di quella della strada. Questa configurazione fa sì che, in caso di eventi meteorici, i campi vadano a scolare direttamente sulla rete fognaria, creando, oltre al sovraccarico, danneggiamenti alle tubazioni dovuti all'ingresso di terra e fogliame.

Tale situazione è particolarmente sentita in Via Venezian (fig.9): la condotta $\Phi 600$ che corre parallela alla strada, in caso di pioggia, funge da recapito diretto per una superficie scolante di circa 40 ettari.



Figura 9-Visualizzazione 3D di una porzione di Via Venezian

In queste condizioni risulta fondamentale coadiuvare il potenziamento della rete fognaria sia con l'adeguamento dei fossati di scolo dei campi che con la costruzione di volumi di laminazione. Tali interventi saranno coordinati dal Comune di Padova e dai privati cittadini. Grazie al software InfoWorks è stato possibile verificare il volume di invaso necessario alla risoluzione dei problemi idraulici della zona.

1.3. CARATTERIZZAZIONE PLUVIOMETRICA

Negli ultimi anni, si è assistito ad un crescente intensificarsi degli scrosci, che hanno causato numerose criticità in molte zone dell'area di Padova. A tal proposito, si è deciso di utilizzare, al posto dei dati di letteratura (relativi alle piogge rilevate dalla stazione pluviografica di Padova nel periodo 1938-1994), i dati ARPAV, che vanno a considerare i parametri delle curve di possibilità pluviometrica nel periodo dal 2000 al 2014, relativi alla stazione di Padova - Orto Botanico (Tab.3).

Tabella 3-Parametri delle curve di possibilità pluviometrica (dati ARPAV)

Tr	a	n
2 anni	41.281991	0.5644909
5 anni	52.652892	0.5825433

10 anni	60.148089	0.590759
20 anni	67.321842	0.5969268
50 anni	-	-
100 anni	-	-

L'elaborazione dei dati per l'importazione nel software InfoWorks è avvenuta attraverso la costruzione di ietogrammi di tipo Chicago. Tali ietogrammi di progetto sono caratterizzati:

- Dalla durata totale t_p dell'evento
- Dall'altezza di pioggia totale h_p
- Dalla distribuzione nel tempo dell'altezza di pioggia totale h_p

Convenzionalmente, si assegna allo ietogramma di progetto e alla corrispondente portata al colmo nella rete di drenaggio il tempo di ritorno Tr della curva di possibilità climatica utilizzata per la costruzione dello ietogramma.

La determinazione dello ietogramma di progetto si fonda sulla conoscenza:

- Della curva di possibilità climatica dell'altezza di pioggia puntuale $h(t, Tr)$;
- Del coefficiente di riduzione $r(t, A) = 0.35-0.40$
- Di una procedura per distribuire nel tempo l'altezza di pioggia puntuale $h(t, T)$

Il picco di pioggia si ha in corrispondenza del tempo t_r , scelto da noi.

L'intensità della pioggia antecedente il picco è data dalla formula:

$$i_a(t) = n * a * \left(\frac{t_a}{r}\right)^{n-1} \quad (t \leq t_r)$$

Mentre l'intensità della pioggia successiva al picco è data da:

$$i_b(t) = n * a * \left(\frac{t_b}{(1-r)}\right)^{n-1} \quad (t > t_r)$$

Nelle quali:

- t_a = tempo mancante al verificarsi del picco
- t_b = tempo trascorso dal verificarsi del picco

Si ottengono allora gli ietogrammi di progetto della figura 8.

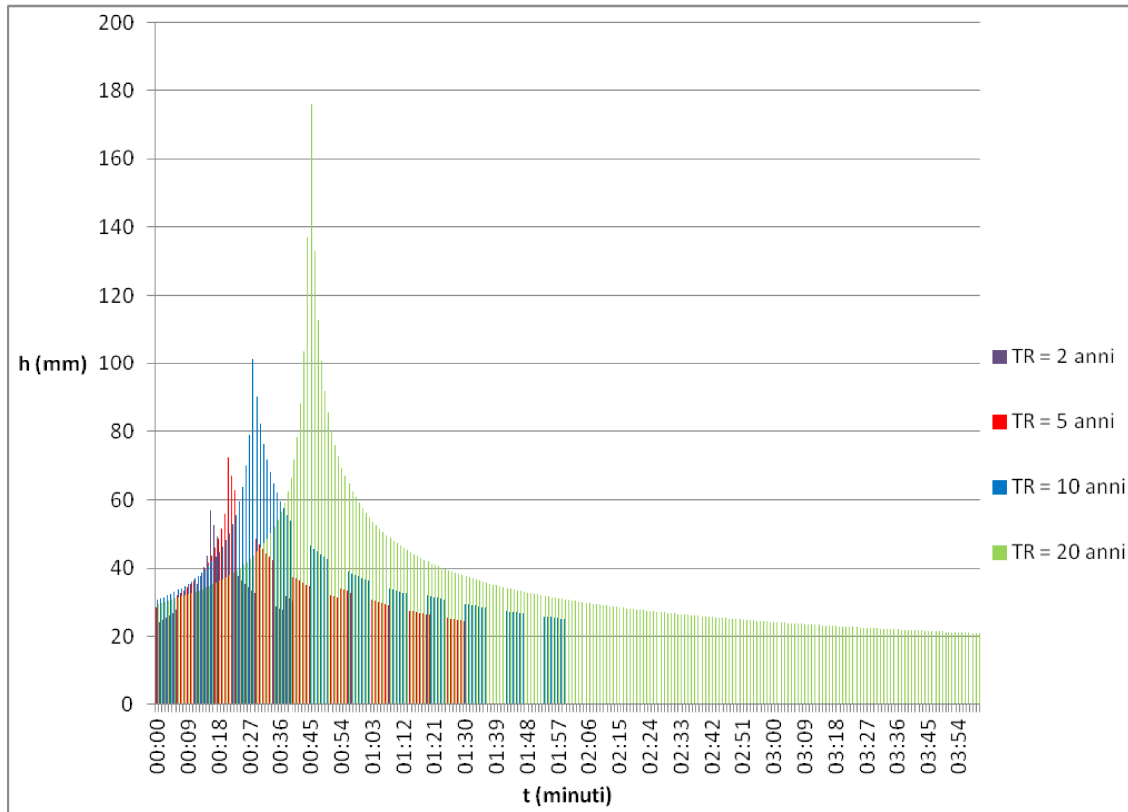


Figura 10-ietogrammi Chicago

1.4. LE SIMULAZIONI

1.4.1. -Stato Di Fatto

Al fine di verificare la congruità del modello, in prima istanza, è stata effettuata una simulazione della rete nello stato di fatto. Si è scelto di utilizzare un tempo di ritorno pari a $Tr = 5$ anni, che, per quanto riguarda i parametri ARPAV a ed n , è praticamente corrispondente al $Tr = 10$ anni relativo ai parametri di letteratura.

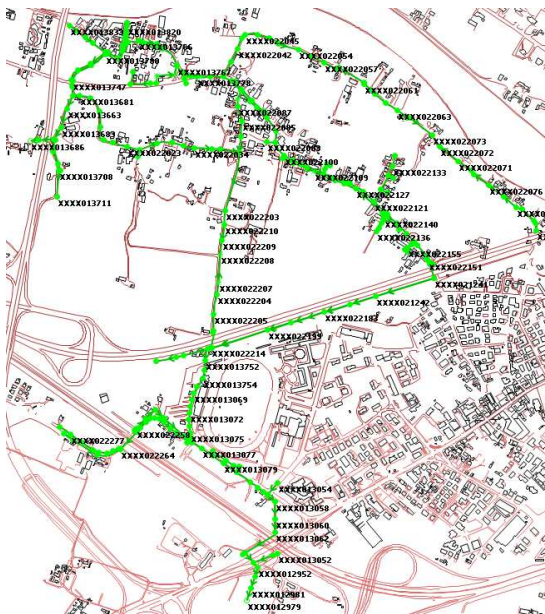


Figura 11-Rete al tempo t = 0

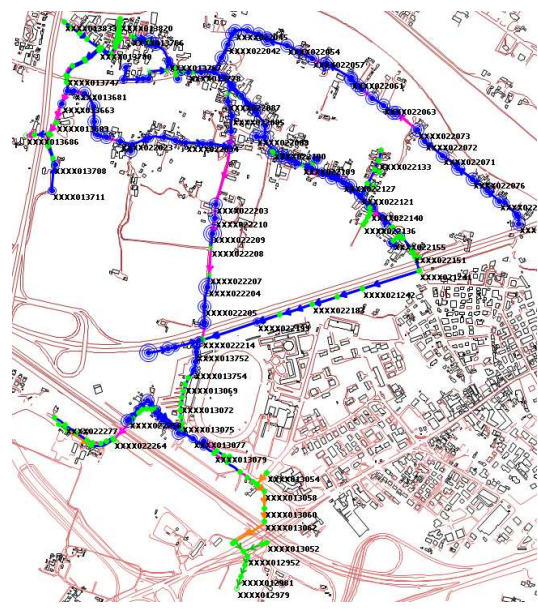


Figura 12- Rete al tempo 01 : 40

I cerchi concentrici blu rappresentano gli allagamenti in corrispondenza dei pozzetti.

I tematismi riferiti alle condotte hanno il seguente significato:

- Condotte verdi: il loro livello di riempimento è inferiore all'80%;
- Condotte arancioni: il loro livello di riempimento è maggiore o uguale all'80%; Condotte blu: sono com
- Condotte rosa: sono completamente piene perché risultano insufficienti dal punto di vista del dimensionamento.

I risultati del modello sono in effetti coerenti con gli allagamenti che avvengono nella zona.

1.4.2. Stato Di Progetto

Le successive simulazioni hanno riguardato l'inserimento delle soluzioni progettuali già discusse precedentemente.

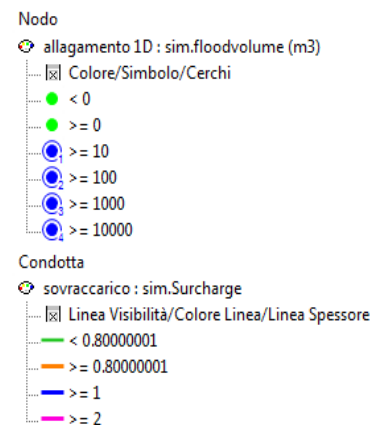


Figura 13- Rete al tempo 01 : 40

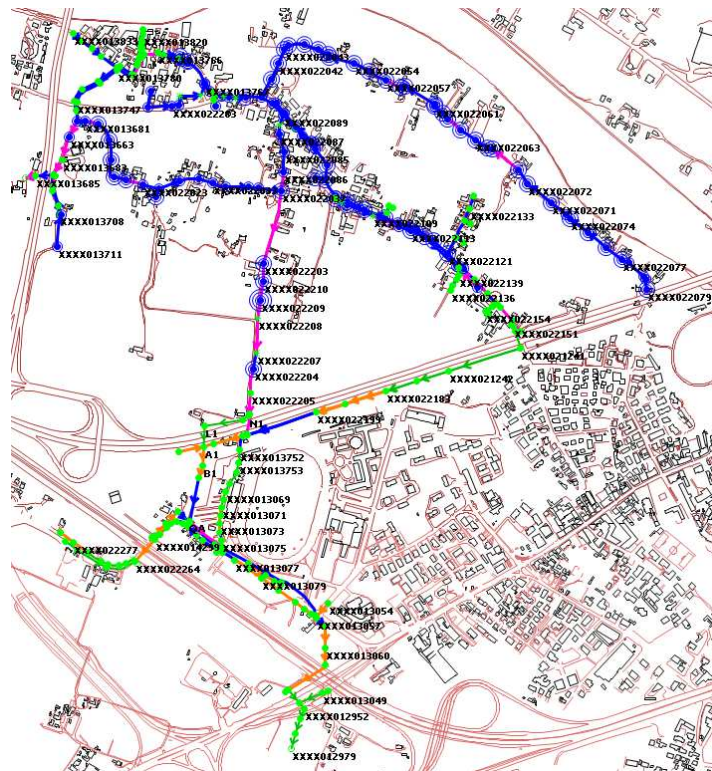


Figura 14-Rete al tempo $t = 40$ minuti

Come si può osservare dal particolare nella fig. 14, la posa in opera delle nuove condotte va a risolvere in modo eccellente la situazione nell'area di chiusura del bacino.

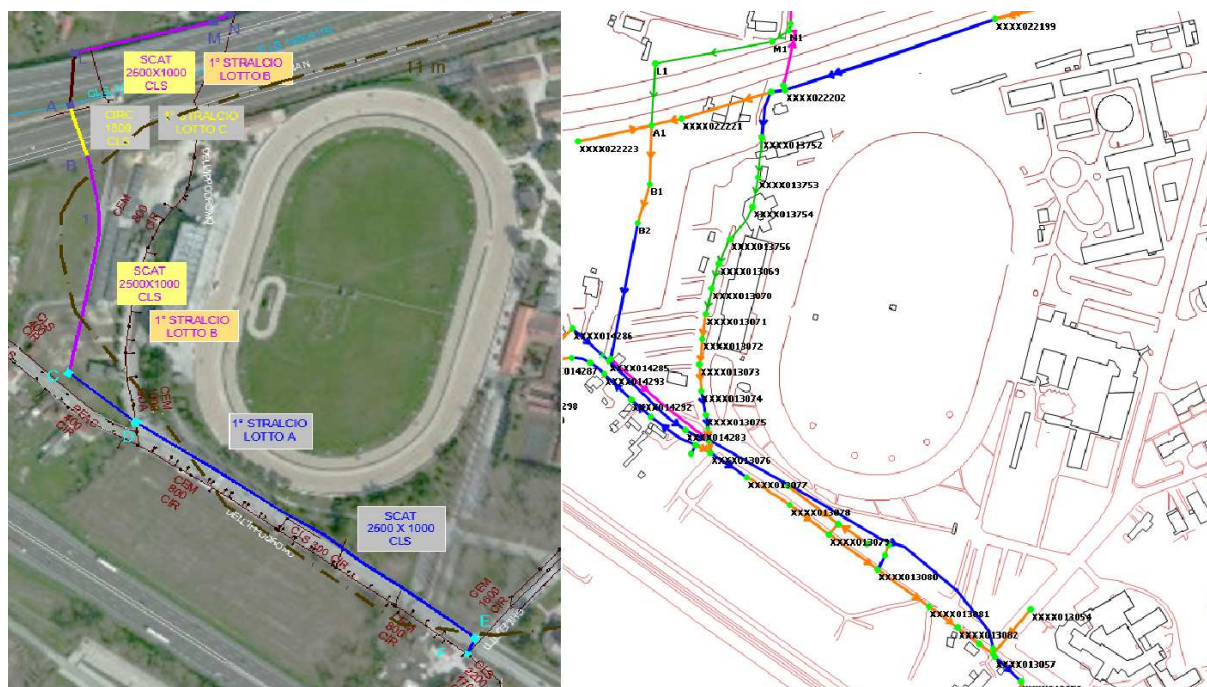


Figura 15-Particolare del comportamento idraulico delle nuove condotte del 1°stralcio

Permane però una situazione critica nelle zone di via Fornaci, via Venezian, via Ceron e via Faà di Bruno.

A tal proposito, a prescindere dai futuri interventi che verranno eseguiti sulla rete fognaria, risultano fondamentali gli interventi di adeguamento dei fossati di scolo dei campi e la costruzione di volumi di laminazione.

Il software InfoWorks ICM permette la simulazione dei sistemi integrati costituiti dai sistemi di drenaggio urbano e dai corsi d'acqua.

Grazie al modello digitale di terreno, attorno ai fossati di laminazione è possibile costruire la cosiddetta "magliatura", nella quale viene svolta una simulazione in 2D dell'allagamento.

Oltre ai fossati collocati in corrispondenza dei campi, si è deciso di costruire un nuovo, grande fossato che corre parallelo alla Tangenziale Nord di Padova. Le simulazioni hanno permesso di calcolare il volume necessario per far sì che non si presentino più le criticità causate dagli allagamenti.



Figura 16-Vista Google Earth della zona interessata dalla costruzione del fossato di laminazione

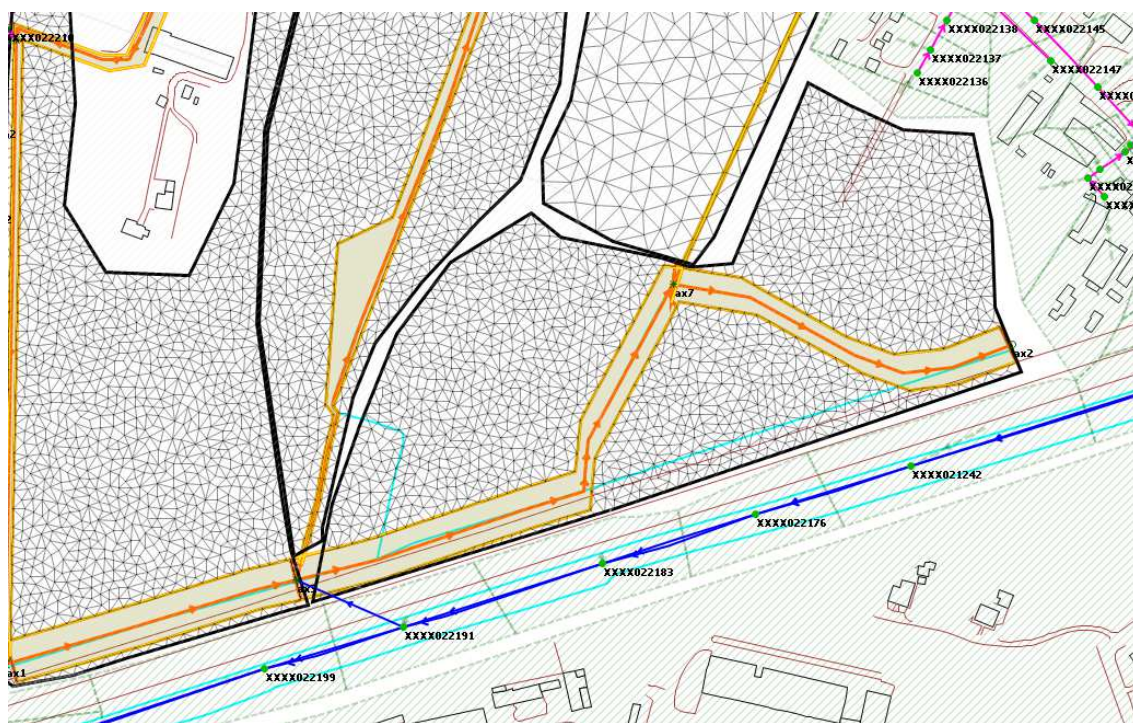


Figura 17-Modellazione del fossato con magliatura 2D

Le varie simulazioni hanno permesso di verificare che il volume d'invaso necessario alla laminazione della portate in eccesso risultava pari a circa 14.000,00 m³. La lunghezza del tracciato del fossato è pari a circa 640 m. Sono state calcolate dunque le dimensioni della sezione trapezoidale del fossato, evidenziate nella fig.17.

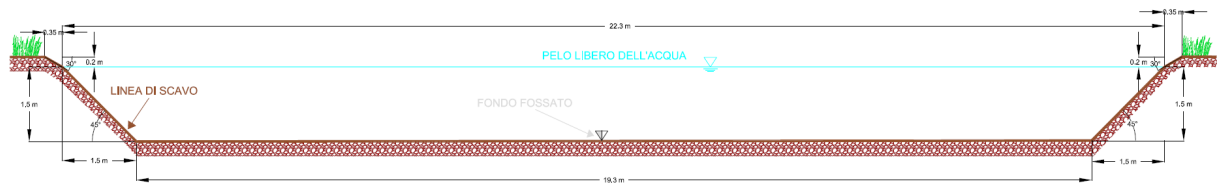


Figura 18-Sezione del fossato

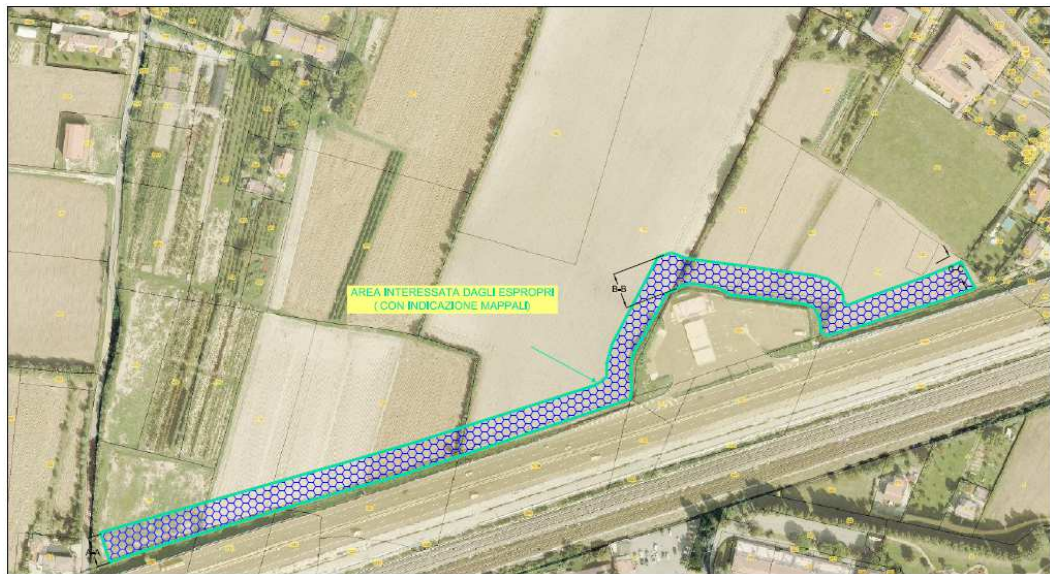


Figura 19-Planimetria catastale con aree interessate dagli espropri

Sono stati aggiunti anche i volumi derivanti dalla sistemazione delle canalette che corrono attorno ai campi, ed è stata lanciata una simulazione comprendente tutti gli interventi fino ad ora considerati (fig.18).

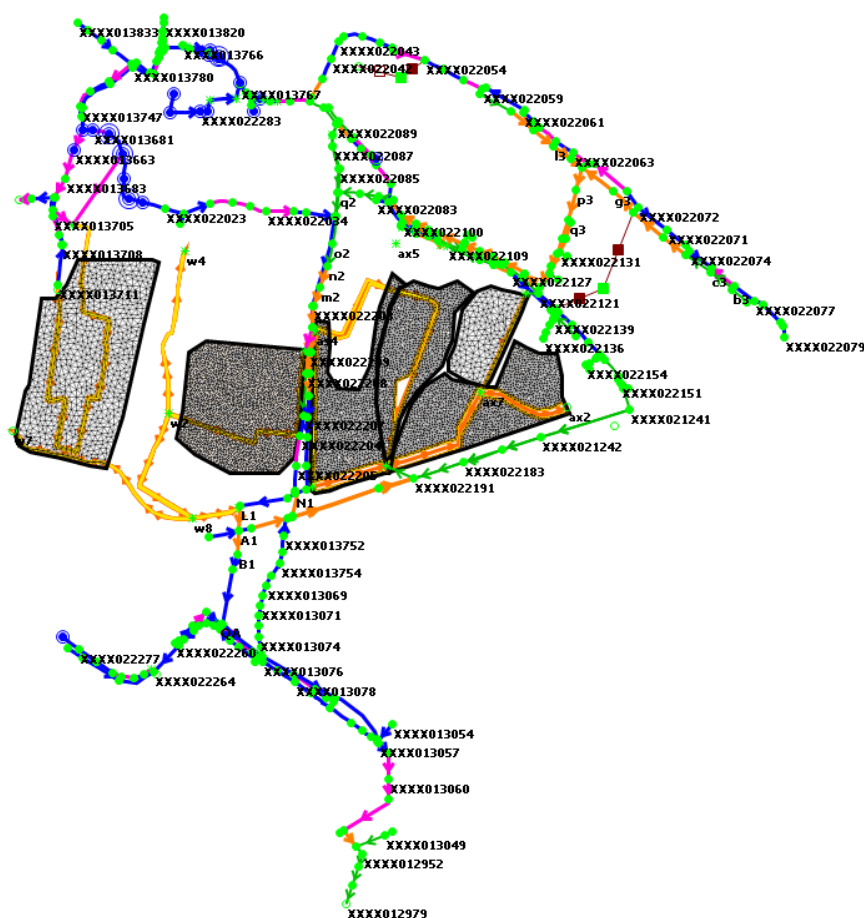


Figura 20-Comportamento della rete con le nuove condotte e i fossati di laminazione

Nello stadio finale, le criticità idraulico fognarie dell'area Ippodromo - Venezian, fatta eccezione per una piccola porzione collocata nella zona di Via Madonna del Rosario, risultano completamente risolte.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE.

Vasca laminazione 1 : Area allagabile 5.000 mq;

Vasca laminazione 2 : Area allagabile 3.000 mq;

Vasca laminazione 3 :Area allagabile 20.000 mq;

Vasca laminazione 4 : Area allagabile 12.000 mq;

9. CONSIDERAZIONI IN MERITO AGLI ASPETTI AMBIENTALI, GEOLOGICI, GEOTECNICI, IDROGEOLOGICI, IDRAULICI LEGATI ALLA REALIZZAZIONE DELLE VASCHE DI LAMINAZIONE.

Per quanto riguarda gli aspetti geologici, idrogeologici ed archeologici, si fa presente quanto segue:

In base a quanto è risultato da indagini geologiche e da recenti scavi effettuati nelle zone interessate dai lavori, avvalorato dalla relazione geologica allegata al progetto, non sono emersi problemi particolari relativamente alla realizzazione delle opere di progetto.

Non sono previste opere fuori terra e neppure strutture rilevanti dal punto di vista statico e comunque tali da influenzare il comportamento meccanico del terreno.

I lavori vengono realizzati in zona pianeggiante interessata da terreni di copertura alluvionale, mediamente sciolti.

Gli scavi più profondi verranno protetti da palancole metalliche, più per motivi legati alla sicurezza dei lavoratori che per possibili dissesti dei terreni interessati.

Gli scavi raramente raggiungono profondità superiori ai ml. 2,50. Data la possibile presenza di falda, si prevede l'installazione di well-point: tale accorgimento sarà legato anche all'andamento stagionale del periodo in cui si svolgeranno i lavori.

Le opere di progetto non alterano minimamente l'equilibrio idrogeologico dell'area oggetto d'intervento.

Le opere avranno invece una positiva ricaduta sulla struttura idraulica della zona, contribuendo in maniera significativa alla risoluzione dei gravi problemi di raccolta e smaltimento delle acque reflue e acque meteoriche di un'area che, da questo punto di vista, è sempre stata sofferente.

Non esistono motivi per ritenere che per l'area interessata e per la tipologia dei lavori possano manifestarsi reperti archeologici. Tuttavia, nella fase realizzativa verranno adottati

tutti gli accorgimenti necessari alla realizzazione dell'opera a regola d'arte e nel rispetto di eventuali rinvenimenti di interesse storico.

Nella progettazione e realizzazione dell'opera vengono rispettate le Norme Statali e Regionali vigenti in materia di terre e rocce da scavo.

Alla presente si allega apposita Indagine Ambientale, come previsto dalla DGRV 2424/2008.

Sulla base di tale Indagine, è emerso che i terreni provenienti dagli scavi previsti in progetto, potranno avere le seguenti destinazioni d'uso: realizzazione sottofondi, siti a destinazione produttiva, impianti industriali.

Per quanto riguarda l'eventuale presenza di ordigni bellici nella zona di intervento, il presente progetto prevede una verifica generalmente su tutta l'area, con particolare attenzione al tratto di attraversamento del rilevato ferroviario: in questo caso, le metodologie di ricerca saranno particolari (perforazioni longitudinali) e quindi anche piuttosto costose.

10. SICUREZZA DEI CANTIERI

Per quanto riguarda i problemi legati alla sicurezza dei cantieri, la normativa di riferimento è il D. Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Al presente progetto esecutivo viene allegato apposito Piano di Sicurezza e Coordinamento nonché il Fascicolo dell'opera.

11. CONFORMITA' URBANISTICA E PROCEDURE ESPROPRIATIVE.

Gli interventi sono compatibili con gli strumenti urbanistici.

Le aree sono da acquisire al Patrimonio comunale tramite procedura espropriativa.

12. CONCLUSIONI

Si conclude la presente relazione sottolineando la grande importanza dell'opera prevista la quale, unitamente a quelle del Lotto B e del Lotto C e del Lotto D, darà un forte

contributo al risanamento igienico-sanitario ed idraulico di un importante bacino dell'area nord est di Padova. L'opera dovrà essere continuata e possibilmente completata con un'altra serie di opere all'interno del bacino, rivolte alla ristrutturazione, all'ammodernamento ed alla diversificazione delle acque di tutta la rete fognaria e di bonifica, nell'obiettivo di dare sicurezza e funzionalità ad una importantissima struttura che coinvolge tutto il territorio ed i suoi abitanti.