

# COMUNE DI PADOVA

## PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA AREA DI PEREQUAZIONE N. 5 "FORCELLINI-CANESTRINI"

ELAB. N° <b>G/1</b>	STUDIO DI VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA CON PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA (aggiornato al 15/05/2016 in ossequio alle prescrizioni della D.G.C. Padova n.168/2016 e della lettera prot.10950/2015 del Consorzio Bonifica Bacchiglione) <b>RELAZIONE CON ALLEGATI DI INQUADRAMENTO</b>	SCALA -
------------------------	---	------------

### I PROPONENTI:

- |                        |                         |
|------------------------|-------------------------|
| 1 – Iris s.r.l.        | 9 – Sciortino Annamaria |
| 2 – Turetta Stefano    | 10 – Sciortino Loredana |
| 3 – Miola Michela      | 11 – Sciortino Eugenio  |
| 4 – Miola Matteo       | 12 – Maci Giuseppe      |
| 5 – Miola Mauro        | 13 – Lischetti Annalisa |
| 6 – Piccinato Gianna   | 14 – Sorrentino Michela |
| 7 – Piccinato Bertilla | 15 – E.I.S.P. s.r.l.    |
| 8 – Piccinato Roberto  | 16 – R.G.L. s.r.l.      |

### PROGETTO GENERALE:

ARCH. ANGELO BARBATO      ARCH. GASTONE BONALDO      ARCH. ANTONIO MISTICONI

### PROGETTO IDRAULICO:

ING. GIULIANO ZEN – Posizione A1070 – Ordine TV  
Dr. JACOPO DE ROSSI – Posizione 300 – Ordine Geologici del Veneto

REDATTO IL	10/2015	AGG.	05/2016	AGG.	-	AGG.	-	AGG.	-
------------	---------	------	---------	------	---	------	---	------	---



Comune di Padova

PROGETTO PER  
**Piano Urbanistico Attuativo, relativo ad area  
di perequazione n°5, denominato "Forcellini-Canestrini"**

ELABORATO  
**Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica con progetto  
preliminare degli interventi di mitigazione idraulica**  
(aggiornato al 15/05/2016 in ossequio alle prescrizioni della D.G.C. Padova 168/2016 e della lettera prot.  
10950/2015 del Consorzio di Bonifica Bacchiglione)

DATA  
**15 maggio 2016**

TECNICI

ing. Giuliano Zen  
Ordine Treviso, posizione A1070

dr. Jacopo De Rossi  
Ordine Geologi Veneto, posizione 300

## 01 - NORMATIVE E RIFERIMENTI PRINCIPALI

- D.G.R.V. n°3637 del 13 dicembre 2002, L. 3 agosto 1998, n. 267 - individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

- D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009, "L. 3 agosto 1998, n° 267- Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n°1322/2006 e n°1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n.304 del 3 aprile 2009". ALLEGATO A, Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

- Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (PATI) della Comunità Metropolitana di Padova e relativo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica (**VCI-PATI**).

- Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di Padova e relativo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica (**VCI-PAT**).

Con la presente versione della VCI del PUA "Forcellini-Canestrini" viene dato aggiornamento agli elaborati in ossequio alle prescrizioni dettate dalla **D.G.C. Padova n.168/2016** e alla **lettera prot. 10950/2015 del Consorzio di Bonifica Bacchiglione**. In particolare vengono ricalcolati i valori del volume di invaso per rispettare il principio di stabilizzazione idraulica induttiva tarato sul contributo specifico di piena massimo, da garantire all'uscita dell'area di Piano, non superiore a **2 l/s/ha**.

## 02 - SCOPO DEL LAVORO

Scopo dello Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica (**VCI**) nella progettazione urbanistica, è tener conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove edificazioni, considerando le interferenze che queste avranno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare. La VCI verifica la coerenza delle previsioni edilizio-urbanistiche con le condizioni idrauliche del territorio e definisce le misure compensative e/o per la mitigazione del pericolo idraulico secondo il principio di **stabilizzazione idraulica base** (o di **invarianza idraulica**), **stabilizzazione idraulica deduttiva** e/o **stabilizzazione idraulica induttiva** (vedi **VCI-PATI**). A tale scopo sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti: a) analisi degli eventi piovosi ed individuazione di quelli più gravosi per l'area; b) determinazione delle portate massime di piena, conseguenti agli interventi previsti; c) bilancio idraulico, con determinazione degli eventuali maggiori volumi d'acqua da smaltire, derivanti dall'intervento. La relazione si completa con la definizione progettuale (con dettaglio da progetto di massima) degli interventi destinati a rendere compatibile l'intervento in riferimento alla situazione idrografica e di pericolosità idraulica locale.

## 03 - INDIVIDUAZIONE INTERVENTO

La presente relazione viene redatta su incarico e per conto di **Iris S.r.l. ed altri** in relazione al progetto del Piano Urbanistico Attuativo (**PUA**) relativo all'area di perequazione n°5 in Comune di Padova denominato "**Forcellini-Canestrini**", da realizzarsi tra via Forcellini e via Canestrini (in allegato **A** viene presentato un estratto da ortofoto con individuazione del sedime interessato dal PUA).

L'area si pone immediatamente a sud-est del "**Parco Iris**". L'intero PUA si estende per circa 10 ettari, in gran parte interessati da superfici destinate attualmente a uso prevalentemente agricolo o assimilabile all'uso agricolo.

In allegato **B** si riporta un estratto delle previsioni urbanistiche vigenti (area classificata come "zona di perequazione integrata"). In allegato **C** viene riportato un estratto della planimetria di progetto.

L'intero P.U.A. é suddivisibile in "unità minime di intervento" (UMI) numerate da **1** a **7**. All'interno delle UMI verranno edificate le strutture residenziali in progetto; la **UMI 1** identifica la superficie destinata a verde/parco pubblico.

La zona di interesse é di proprietà privata. Dal punto di vista urbanistico l'intervento oggetto di VCI ricade in area "**Idonea a condizione**" (vedi allegato **D**).

## **04 - VARIAZIONE USO IDROLOGICO DEL SUOLO**

Attualmente il terreno é completamente ineditato (vedi allegato **A**); siamo in presenza di zone inerbite e/o incolte costituenti in parte fascia di rispetto stradale, con radi stradine e accessi sterrati, presenza sporadica di recinzioni, siepi ed alberi a basso/alto fusto. Tenendo conto del tipo di utilizzo idrologico del suolo e tenendo conto della caratterizzazione litologica dei terreni (come vedremo a natura prevalentemente limo-argillosa) alla superficie interessata dal PUA é attribuibile attualmente un **coefficiente di deflusso orario medio** pari a **0,09**.

Per valutare la variazione del coefficiente di deflusso nelle condizioni ad intervento urbanistico-edilizio "realizzato" la presente VCI utilizza come "riferimento numerico" i coefficienti di deflusso elencati nell'Allegato A della D.G.R.V. n. 1841:

- 1) aree agricole: 0,10
- 2) superfici permeabili: 0,20
- 3) superfici semipermeabili: 0,6
- 4) superfici impermeabili: 0,9

La planimetria **G/2** riassume l'uso idrologico del suolo e la suddivisione in sottobacini nella situazione a PUA realizzato. Come vedremo di seguito l'ambito é stato suddiviso in sottoaree ognuna interessata da **mitigazione idraulica per detenzione**; é prevista una unica strozzatura idraulica nel punto **E**.

Nell'analisi sono state considerate le seguenti aree idrologicamente omogenee:

**TIPO 1)** superficie destinata a tetto privato, marciapiede privato, strada privata, aiuole private minori, pedonali e sedime di recinzioni. Per il TIPO 1 si utilizza un coefficiente di deflusso pari a **0,90** ;

**TIPO 2)** superficie destinata a verde privato o all'attività sportiva (superficie prevalentemente orizzontale senza particolari vincoli di natura idrologica ma idraulicamente compartimentata). Per il TIPO 2 si utilizza un coefficiente di deflusso pari a **0,20** ;

**TIPO 3)** superficie a verde privato adattata a "conformazione concava" imposta, con delimitazione "fisica" al drenaggio superficiale e garanzia dell'assorbimento prevalentemente in loco dei flussi di pioggia. Per il TIPO 3 si utilizza un coefficiente di deflusso pari a **0,20** ;

**TIPO 4)** superficie a verde pubblico adattata a "conformazione concava" imposta, con delimitazione fisica al drenaggio superficiale e garanzia dell'assorbimento prevalentemente in loco dei flussi di pioggia. Per il TIPO 4 si utilizza un coefficiente di deflusso pari a **0,20** ;

**TIPO 5)** superficie destinata a verde compartimentato con presenza sporadica di elementi impermeabilizzanti (pista ciclabile o marciapiede) e superficie prevalentemente orizzontale senza particolari vincoli di natura idrologica. Per il TIPO 5 si utilizza un coefficiente di deflusso pari a **0,40**.

Per l'area oggetto di intervento i coefficienti di deflusso caratteristici, ad intervento realizzato, sono stimabili come di seguito illustrato (vedi **tavola G/2**):

- 1) per la zona afferente al punto **H**

$$(3430 \times 0,90 + 4570 \times 0,3 + 5970 \times 0,20) / (3430 + 4570 + 5970) = 5652 / 13970 = \mathbf{0,405}$$
 ;

2) per la zona a parco e verde pubblico

$$(69100 \times 0,2) / (69100) = \mathbf{0,20}$$
 ;

3) per la zona afferente al punto **L**

$$(1171 \times 0,3 + 4071 \times 0,90 + 3550 \times 0,30 + 1158 \times 0,9) / (1171 + 4071 + 3550 + 1158) = 6122 / 9950 = \mathbf{0,615}$$

4) per la zona afferente al punto **M** (lato ovest)

$$(630 \times 0,9 + 1880 \times 0,4 + 350 \times 0,9) / (630 + 1880 + 350) = \mathbf{0,571}$$
 ;

4) per la zona afferente al punto **M** (lato est)

$$(2920 \times 0,9 + 1130 \times 0,9 + 3630 \times 0,3 + 1120 \times 0,3 + 1280 \times 0,9) / (2920 + 1130 + 3630 + 1120 + 1280) = \mathbf{0,617}$$
 .

Una stima attendibile del coefficiente di deflusso orario relativa "all'intera" area interessata dal futuro Piano è quindi

$$(13970 \times 0,405 + 69100 \times 0,20 + 9950 \times 0,615 + 2860 \times 0,571 + 10080 \times 0,617) / 105960 = \mathbf{0,316}$$
 .

## 05 - TIPO IDROLOGICO DI TERRENO

Le caratteristiche geologico-stratigrafiche dell'area, sono descritte negli elaborati specialistici del Piano di Assetto del Territorio Comunale (PAT) e caratterizzati in dettagli nella Relazione Geologica allegata al PUA. Il terreno, negli strati più superficiali e nelle parti non ancora alterate dagli interventi antropici, è composto da un primo strato di terreno **organico** a tessitura prevalentemente **limo-argillosa** (vedi allegato **E**). Più in particolare vale la seguente caratterizzazione di dettaglio (estrapolata dalla Relazione Geologica del PUA):

1) al di sotto del primo strato di terreno vegetale, la situazione stratigrafica vede una discreta omogeneità nei terreni presenti nel primo metro e mezzo di sottosuolo (terreni principalmente limi-argillosi e/o argille-limose, generalmente **molto compatti** se non **sovracconsolidati**);

2) oltre -1,5 m dal piano campagna si rilevano terreni a granulometria da fine a medio-fine, limi debolmente argillosi con sabbie fini, sabbie fini a tratti debolmente limose;

3) oltre i 2,5-2,7 m dal piano campagna, è rinvenibile la saltuaria presenza di argilla, talora limosa compatta (di color grigio, talora grigio-azzurro) ovvero livelli composti da sabbie fini e limi.

Sussiste quindi una capacità **non trascurabile** di generare deflusso superficiale in situazione di forte precipitazione. La capacità attuale di assorbire le acque di pioggia per infiltrazione è comunque non irrilevante soprattutto per la presenza di coltri superficiali vegetali e suolo incolto.

Nel caso di variazione delle condizioni di permeabilità a progetto realizzato è prevedibile che la rete contermine di drenaggio possa subire un impatto non trascurabile a seguito della variazione idrologica dell'uso del suolo connesso al processo edilizio-urbanistico; in ragione della variazione del tasso di impermeabilizzazione l'impatto potrebbe essere anche non trascurabile anche a seguito della drastica riduzione dei tempi di corrivazione.

## 06 - ALTIMETRIA, FALDA E DRENAGGIO

L'area di progetto appartiene alla "bassa" Pianura Veneta, comprensorio caratterizzato, dal punto di vista idrogeologico, da un sistema di falde sovrapposte in pressione alloggiato in acquiferi a permeabilità piuttosto modesta e da una soprastante falda libera la cui superficie si pone appena al di sotto del p.c. La suddetta falda libera risulta alimentata da acqua di precipitazione oltre che essere in collegamento idraulico con la rete idraulica locale a pelo libero. Come deriva dall'allegato **G** la profondità di tale falda si attesta in loco entro un intervallo che va da 2 a 5 m dal piano campagna. Più in particolare (vedi Relazione Geologica del PUA) vale la seguente caratterizzazione di dettaglio:

1) la falda freatica si attesta a profondità maggiori a 2,3 m dal piano campagna nel settore sud-orientale dell'area;

2) nella parte occidentale del PUA la profondità risulta essere superiore ai 3 metri dal piano campagna.

L'area del PUA appartiene al grande bacino idrografico di circa 1900 ettari, di competenza del Consorzio Bacchiglione, drenante al sistema dello scolo Maestro. Il bacino è così perimetrabile: canale Roncajette → canale San Gregorio → tratto di canale Scaricatore → confini comunali fra Padova e Ponte San Niccolò → scolo Albignasego → confine fra Padova e Albignasego → tratto di canale della Battaglia → tratto di fiume Bacchiglione → tratto di tronco Maestro → canale Orto Botanico e → canale San Massimo. Attraverso il "sostegno" di San Massimo vi è comunicazione tra il Piovego ed il Roncajette Superiore, il quale, dopo aver sottopassato a sifone il canale navigabile San Gregorio, riceve le acque del canale Fossetta e in Cà Nordio confluisce nel Roncajette Inferiore. Con il sistema evidenziato si ottiene una **netta separazione** tra il sistema fluviale esterno alla città (Bacchiglione, canale San Gregorio, canale Piovego e fiume Brenta) ed il sistema di acque interne alla città (Tronco Maestro, Fossa Bastioni, Alicorno, Roncajette Superiore e Fossetta). Nel punto più basso del sottobacino dello scolo Maestro le acque di pioggia vengono scaricate naturalmente nel Roncajette fino a che i livelli idrometrici lo consentono; in corrispondenza delle porte a ventola che consentono la chiusura dello scarico naturale e lo sfioro delle acque nello scolo Inferiore di Casalsarugo è stata costruita l'idrovora Maestro, che lavora in parallelo alla chiavica, con scarico nel Roncajette-Bacchiglione in caso di necessità (portata massima di circa 14 m<sup>3</sup>/s).

La zona di territorio compresa tra il canale Scaricatore e il centro storico della città è servita da fognatura mista collegata all'impianto di depurazione di Ca' Nordio.

Il Genio Civile Regionale di Padova è l'Autorità idraulica competente (nell'ambito del territorio comunale di Padova) per i fiumi Brenta, Bacchiglione-Roncajette, Brentella, canali Tronco Maestro e Tronco Comune, canale Piovego, canale San Gregorio, canale Scaricatore, canale San Massimo, canale Santa Chiara e canale Battaglia per le opere idrauliche ed i manufatti connessi alla rete idraulica regionale principale. Il Comune di Padova risulta proprietario della rete fognaria e degli impianti di sollevamento e di depurazione (l'azienda APS spa gestisce il servizio idrico integrato). Il Consorzio di Bonifica Bacchiglione è competente nella realizzazione delle opere pubbliche di bonifica e nella manutenzione ordinaria e straordinaria dei canali di bonifica e dei relativi manufatti (impianti idrovori, manufatti di regolazione e manovra) collocati in gran parte del territorio comunale.

Nell'area illustrata in precedenza, a monte del canale Scaricatore, gli scoli Bassanello, Crescini, Canestrini, Modena e Superiore di Terranegra, drenano attraverso la botte a sifone di Voltabarozzo tutta l'area ricompresa dalle arginature dei canali Scaricatore e San Gregorio.

Anche al fine di caratterizzare in modo adeguato le considerazioni di seguito esposte circa la pericolosità idraulica che interessa la zona del PUA illustriamo, preliminarmente e brevemente, le principali opere idrauliche che regolano localmente la gestione delle acque di piena:

1) sostegno regolatore di Voltabarozzo (vedi allegato **F**). Grande manufatto idraulico dotato di luci a battente della larghezza netta di 7,20 m con paratoie piane a scorrimento azionate da sistema oleodinamico. Ognuna delle luci può essere interclusa con un sistema di chiusura a panconi, qualora sia necessario mantenere le paratoie. La soglia di fondo è a quota 5,7 m s.m.m.; in condizioni ordinarie il dislivello tra i peli liberi di monte e di valle è di 7,5 m.

2) Sostegno scaricatore di Voltabarozzo sul canale San Gregorio (vedi allegato **F**). Il sostegno, che presenta lateralmente una conca di navigazione, è stato realizzato in concomitanza alla nuova inalveazione del canale San Gregorio. La funzione principale è di scaricare parte della portata di piena del Bacchiglione al fiume Brenta (dal 30% al 50% della portata), lungo il sistema del San Gregorio - Piovego - Brenta. A valle la quota di regolazione è di 8,6 ÷ 9 m s.m.m. mentre le luci di scarico hanno la stessa dimensione di quelle del sostegno regolatore.

3) Sostegno di San Massimo. Posizionato sul raccordo Piovego-Roncajette; manufatto necessario a mantenere la differenza di livello tra i due canali (differenza fra il fondo a monte e quello a valle 4,10 m). Attualmente consiste in due paratoie piane a scorrimento sovrapposte (funziona come luce a battente), aventi una corsa complessiva di sollevamento di 6,80 m, intestate la prima a quota 5,35 m s.m.m. e la seconda (che si solleva assieme alla prima quando viene da questa raggiunta) a quota 8,56 m s.m.m.; la luce netta è di 5,96 m. Il manufatto mantiene differenze di quota dei peli liberi per consentire la navigazione sul Piovego; inoltre il manufatto permette di gestire lo scarico delle acque del Piovego quando, chiuso i sostegni di Ponte Dei Cavai e San Gregorio, è necessario smaltire le acque del centro di Padova e le acque scaricate dalle idrovore del Consorzio Bacchiglione.

4) Controsostegno di San Gregorio. Il manufatto "difende" Padova dal Brenta in caso di risalita dell'acqua per rigurgito mediante porte vinciane ed una paratoia piana di riserva (luce netta di 12,30 m) che funziona a battente su una soglia di fondo a quota 5,40 m s.m.m. e con sommità a quota 13,00 m s.m.m.

5) Controsostegno di Ca' Nordio. Il manufatto preserva i "canali interni" di Padova da un eventuale rigurgito dal Bacchiglione attraverso l'asta del Roncajette; il Bacchiglione, regolato normalmente a quota 4,50 ÷ 5,00 m s.m.m., raggiunge spesso livelli attorno agli 11 m s.m.m. (raggiunti 11,90 m s.m.m. nel novembre 1966).

6) Botte a sifone sotto il canale San Gregorio. La botte assicura la continuità del Roncajette Superiore sotto il San Gregorio. La sezione centrale è costituita da due canne da 3,50x2,50 m, con spigoli smussati; lunghezza complessiva 95,10 m compresi i raccordi (84,90 m effettivi di tubazione).

Dal punto di vista dell'idrografia "locale" l'area del PUA (vedi allegato **F**) è caratterizzata da alcuni fossi e da alcune scoline minori che attraversano i campi, convoglianti le acque superficiali essenzialmente nello scolo Superiore di Terranegra attraverso un fossato ricevente che sottopassa via Gerardo attraverso una condotta DN60 cm in cls (vedi allegato **H**). Lo scarico del citato fossato si colloca all'incirca a metà del tratto di scolo Superiore di Terranegra compreso fra l'immissione dello scolo Gustavo Modena e lo scolo Canestrini (vedi allegato **F**).

In zona la fognatura é di tipo misto. Lungo via Canestrini e via Crescini transitano le dorsali di fognatura a servizio del centro storico (progettate dal prof. Marzolo nel 1939, costituita da rete separata all'interno delle mura e nell'area di via Facciolati tra via Crescini e via Canestrini con recapito finale del flusso di acqua nera al depuratore di Cà Nordio) e della zona a nord del canale Scaricatore (progetto degli ingegneri Mascellani e Pretner risalente al 1976, attraverso rete mista e recapito finale a Cà Nordio). In definitiva il bacino di utenza a nord del Bacchiglione, comprendente centro storico, il bacino Fossetta, le zone Comino-Crescini, la zona industriale sud e via Vigonovese, recapitano all'impianto di depurazione di Cà Nordio.

L'area interessata dal PUA Forcellini-Canestrini presenta superfici con debole pendenza media da nord/ovest verso sud/est caratterizzata da quote variabili da 9,8-10 a 9,5-9,6 sul riferimento della Carta Tecnica Comunale.

La rete locale di drenaggio in zona é caratterizzata da un fossato posto al limite nord del PUA, con quote di talweg attualmente impostate su valori di -0,7/-0,9 m sul riferimento di piano (**m s.r.**). L'area sud del PUA, collocata immediatamente a nord di via Canestrini, recapita alla locale rete di drenaggio composta fondamentalmente dai collettori di fognatura mista ivi passanti e dallo scolo consortile Canestrini (quest'ultimo completamente intubato e localmente parzialmente intasato in vari punti da depositi di materiale sedimentato).

La rete di drenaggio schematicamente illustrata risulta in genere inadeguata al corretto deflusso delle acque di pioggia a causa, ma non solo, di condizioni correlabili alla relativa scarsa manutenzione.

Con i lavori la zona oggetto di PUA (come verrà meglio contestualizzato di seguito) subirà locali e leggeri innalzamenti dei piani medi di calpestio dei nuovi volumi edilizi rispetto alle giaciture attualmente presenti nel contesto territoriale.

Nella situazione attuale il drenaggio sulla superficie del PUA é quindi garantito in gran parte dall'infiltrazione naturale mentre, con precipitazioni significative, il deflusso superficiale residuo (anche non marginale tenuto conto del tipo di terreno "pesante" che caratterizza il primo suolo) risulta afferente alla confermine rete di drenaggio.

## **07 - PERICOLO IDRAULICO**

L'Autorità di Bacino di Venezia 4 Fiumi dell'Alto Adriatico (**ABV**) attraverso il Piano Assetto Idraulico del Bacino del Bacchiglione-Brenta (**PAI**) ha sviluppato l'analisi del pericolo idraulico connesso ai fiumi maggiori che interessano Padova (Bacchiglione e Brenta in particolare). Il PAI individua tre classi di pericolosità in base al valore del "fattore di pericolosità": il territorio interessato dalla rotta per piene con tempo di ritorno 100 anni é classificato come P3 per una fascia di 150 m dalla linea dell'argine; il territorio circostante alla fascia P3, con presenza di un tirante d'acqua superiore a 1 m, viene classificato come P2 (é classificato, inoltre, come P2 il territorio immediatamente a valle ed a monte della zona di rotta, per una fascia di 150 m ed una lunghezza di circa 1 km). Tutto il resto delle aree storicamente allagate viene fatto rientrare nel tipo P1. La perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica classata, nel senso ora esposto, non interessa l'area del PUA.

Brenta e Bacchiglione sono comunque fonte di problemi per il territorio di Padova. Tra gli eventi alluvionali documentati che nel lontano passato hanno interessato il Brenta, i più critici per altezza del livello idrico e durata dell'evento sono quelli del settembre 1882 e del novembre 1966. L'evento di piena del settembre 1882 provocò una rotta per sormonto dell'argine in sponda destra a Limena e fu danneggiata gravemente la stessa briglia di Stra. La rotta di Limena provocò l'allagamento di circa 2.000 ha di campagna. L'esondazione del Bacchiglione e dei suoi affluenti provocò l'allagamento delle zone più depresse del Comune di Padova. In occasione dell'evento alluvionale del novembre 1966 il territorio compreso tra il Piovego, il Brenta ed il Bacchiglione fu quasi integralmente sommerso a causa di tracimazioni e rotte arginali che si verificarono lungo i canali Battaglia, Piovego e Roncajette. Altri eventi di piena hanno interessato i territori del padovano; limitandoci a date successive al 1900 ricordiamo in particolare quella del 1905 (esondazione del fiume Bacchiglione con allagamenti a Padova, Conselve, Piove di Sacco, Bovolenta e della campagna a sud di Padova), quella del 1907 (rotta dell'argine sinistro del Roncajette a Ponte San Nicolò con allagamento del centro abitato) e l'ultima del 2010 (rotta a Ponte San Nicolò). Anche il Bacchiglione é quindi causa di pericolosità e di rischio per il territorio di Padova.

Con specifico riferimento alla zona di interesse va segnalato come i modelli matematici messi a punto dall'ABV, a monte di Voltabarozzo, evidenziano una propagazione dell'onda di piena cinquantenaria col mantenimento quasi ovunque di valori accettabili del franco arginale ad eccezione di alcuni tratti (particolarmente in corrispondenza di Tencarola) in cui il franco risulta compromesso dall'abbassamento locale della quota arginale. Sempre i modelli matematici, per l'evento centenario, segnalano sormonti arginali localizzati ed una maggiore estensione delle zone di riduzione del valore del franco idraulico.

In genere le piene del Brenta non interessano direttamente Padova in quanto viene chiuso il manufatto all'inizio del Brentella e viene chiuso il controsostegno di San Gregorio sul Piovego (bloccando in tal modo eventuali rigurgiti dal Brenta verso Padova). Per quanto riguarda le piene del Bacchiglione il transito avviene, dopo la chiusura del sostegno di Ponte dei Cavai e dei controsostegni di Ca' Nordio e San Gregorio, in parte verso il canale di Battaglia e nella stragrande maggioranza delle piene lungo il canale Scaricatore andando poi a suddividersi al nodo idraulico di Voltabarozzo fra il Brenta (attraverso il canale San Gregorio) e il Bacchiglione-Roncajette. Alla relativa "sicurezza" offerta dai manufatti di regolazione presenti (parzialmente illustrati in precedenza) fa però riscontro la condizione di alcuni tratti delle 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 Ca' 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 m<sup>3</sup>/s e provvede a sollevare le acque nel Bacchiglione anche nel caso in cui non sia possibile il deflusso a gravità).

Altre considerazioni idrauliche si possono esporre per il San Gregorio (vedi allegato **F**). Il canale San Gregorio (e con esso il Piovego) in caso di piena cinquantenaria nel Brenta e per effetto del rigurgito che si registra da Stra dal Brenta stesso, manifesta una generale riduzione del franco arginale. Secondo studi dell'ABV l'evento centenario provocherebbe sormonti ed esondazioni estese a quasi tutto il canale ad eccezione del tratto a valle del manufatto di Voltabarozzo dove sono più elevate le quote degli argini. Durante l'evento del 1966 si ebbero lungo l'argine destro del Piovego rotte arginali che contribuirono ad allagare una vasta area compresa tra Piovego, Bacchiglione e Brenta. L'ABV ha identificato le tratte fluviali più critiche ed in particolare quelle ove sono da attendersi sormonti arginali per piene di determinati tempi di ritorno; va tuttavia evidenziato come manchi una definitiva e attendibile simulazione della dinamica di esondazione al di fuori degli alvei fluviali.

Da quanto illustrato, e stante la documentazione di pericolosità idraulica classata (così come licenziata dall'ABV) in riferimento al PUA in oggetto si ritiene di non poter affrontare la pericolosità idraulica correlata a possibili sormonti arginali in "sinistra" canale Scaricatore e in "sinistra" canale San Gregorio. Ricordiamo che le quote arginali in zona risultano di 3-4 m superiori alle quote di piano campagna e stradali che caratterizzano l'ambito interessato dal progettato PUA.

Dalla cartografia di pericolosità idraulica del PATI della Comunità Metropolitana di Padova risultano invece soggette a rischio idraulico alcune aree contermini il fiume Bacchiglione, il fiume Brenta, il canale Battaglia, il canale Brentella, la prima parte del tronco Maestro, il Piovego, il canale Roncajette, il canale San Gregorio, oltre ad altre aree minori in cui è presente una conformazione particolarmente "concava" del suolo. In riferimento all'area oggetto di analisi va riportata la presenza di una situazione di pericolosità idraulica per una area di circa 90 ettari in zona Forcellini-Terranegra a cavallo delle vie Canestrini, Forcellini e parte finale di via Gattamelata con drenaggio agli scoli Gustavo Modena e Canestrini (superficie coincidente di fatto con la zona a "idoneità urbanistica condizionata" come da allegato **D**). In realtà i fenomeni alluvionali (che hanno interessato questa zona di Padova particolarmente nel 2009, nel 2010 e nel 2014) sono riconducibili ad una pericolosità idraulica di tipo "locale" in quanto la causa dei fenomeni è funzionale alle seguenti evenienze:

- 1) urbanizzazione sviluppata negli ultimi decenni senza mitigazione idraulica degli interventi;
- 2) relativa ridotta manutenzione delle vie d'acqua (particolarmente quelle tombinate);
- 3) relativo sottodimensionamento delle sezioni di deflusso intubate, relativa bassa densità e cattivo stato di conservazione dei punti di accesso alla rete (caditoie a nido d'ape, caditoie a bocca di lupo, canalette di drenaggio, ecc...).

Il Comune di Padova si sta apprestando ad appaltare la costruzione di un vaso di laminazione lungo lo Scolo Superiore di Terranegra (in grado di garantire circa 15.000 mc di vaso) e ciò dovrebbe dare giovamento alla riduzione della pericolosità idraulica in zona.

In definitiva la zona del PUA risente "**direttamente**" di pericolosità idraulica di tipo **locale**, in quanto interessabile da fenomeni di rigurgito dagli scoli contermini o dalle vie d'acqua riceventi. In particolare lungo gli assi viari contermini le vie Canestrini e Forcellini (a tempi di ritorno correlabili la progettualità di natura urbanistica) sono stimabili fenomeni alluvionali che interessano tiranti idrici variabili fra 10-15 a 40-50 cm con velocità dei fenomeni alluvionali valutabili in qualche decina di centimetri al secondo. Anche l'area agricola interna al PUA é interessata, seppur localmente, da fenomeni alluvionali caratterizzabili attraverso ristagni incontrollati di flusso di pioggia di qualche decina di centimetri di altezza e velocità di sviluppo dei fenomeni alluvionali in genere relativamente trascurabili.

Padova non é dotata di Piano Comunale delle Acque e quindi non sono disponibili valutazioni numeriche attendibili e circostanziate circa la pericolosità idraulica in zona. Verifiche di prima stima permettono comunque di avvalorare il quadro della pericolosità idraulica accennato in precedenza e valevole in particolare per la parte di PUA disposta lungo via Canestrini.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica di tipo comprensoriale, come accennato in precedenza, dalla relativa vicinanza di vie d'acqua di maggior importanza (es. il Roncayette o il San Gregorio) viene messo in evidenza la probabilità, relativamente caratterizzabile ma comunque percepibile, che la zona in questione possa essere interessata da fenomeni alluvionali di entità consistente a seguito di rotte arginali. Come già espresso in precedenza detta eventualità non può essere qui valutata interessando situazioni idrauliche qualificabili attraverso tempi di ritorno non considerabili nella presente relazione ed interessando situazioni idrauliche afferenti competenze istituzionali extra ambito comunale.

## 08 - VALUTAZIONE IDRAULICA

L'impatto del nuovo intervento (PUA residenziale) in quanto correlato ad una variazione **non trascurabile** del tasso di impermeabilizzazione, non può ritenersi nullo o limitato, anche alla luce della caratterizzazione locale idrologica ed idrografica attuale del territorio. L'aumento del tasso di impermeabilizzazione è comunque mitigabile ponendo attenzione ai problemi legati allo smaltimento delle acque meteoriche drenate; in particolare è necessario tener conto del contesto idrografico locale e vanno integrati i volumi idraulici persi in quanto l'impermeabilizzazione riduce e localmente annulla l'infiltrazione nei terreni, con un conseguente aumento delle portate di punta e con la diminuzione dei tempi di corruzione.

Per quanto riguarda specificatamente la pericolosità idraulica "locale" (come accennato nel paragrafo precedente) è necessario introdurre il concetto di rischio idraulico "residuo", nel caso specifico caratterizzabile soprattutto da alluvionabilità della viabilità di accesso al futuro PUA (in particolare lungo via Canestrini e lungo via Forcellini). Le due vie, in particolare la parte sud-est dell'ambito del PUA, risultano interessate da pericolosità idraulica assimilabile alla caratterizzazione **moderata** (di tipo **P1** ovvero, indicativamente, livelli idrici di piena in genere inferiori a 50 cm con velocità di picco dei fenomeni alluvionali dell'ordine di qualche decina di centimetri al secondo). Si ritiene che l'entità stimabile per tale rischio "residuo" non comporti livelli di pregiudizio tali da negare l'attuazione dell'intervento edilizio; sono inoltre in previsione opere idrauliche che dovrebbero drasticamente ridurre la pericolosità idraulica locale (cassa di laminazione sul Superiore di Terranegra e altre opere pubbliche da parte del Comune di Padova e/o da parte del Consorzio Bacchiglione).

## 09 - PREVISIONI/PRESCRIZIONI DI MITIGAZIONE IDRAULICA COGENTI

Il quadro delle previsioni e prescrizioni di mitigazione idraulica vigente é complesso in riferimento al PUA oggetto della presente relazione. L'elenco seguente é riconducibile a prescrizioni imposte particolarmente dallo Studio di Compatibilità Idraulica del PAT di Padova (**VCI-PAT**) e dallo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica del PATI della Comunità Metropolitana di Padova (**VCI-PATI**).

La progettazione idraulica, illustrata nei paragrafi successivi a livello di progettazione di massima, **deve rispondere al quadro delle prescrizioni e/ vincoli di seguito riassunto:**

**01) Invarianza Idraulica.** Il nuovo intervento di impermeabilizzazione del suolo **non deve aumentare i coefficienti udometrici di piena relativamente alle aree di intervento**, così da garantire la compatibilità con le condizioni idrografiche della rete scolante collocata a valle (**VCI-PATI**).

**02) Stabilizzazione Idraulica Induttiva.** Il progetto dell'intervento deve prevedere e correttamente dimensionare le opere di mitigazione idraulica in rispetto al principio di **stabilizzazione idraulica induttiva** definito attraverso il contributo specifico di piena non superiore a 5 l/s/ha (**VCI-PATI**). La scelta di imporre il vincolo di 5 l/s/ha risponde inoltre alla necessità di tener conto del fatto che i territori soggiacenti e contigui al PUA sono interessati da pericolosità idraulica non trascurabile e sono interessati da sollevamento meccanico dei flussi di piena. **Con nota prof.10950 del 18/12/2015 il Consorzio di Bonifica Bacchiglione impone che il principio di stabilizzazione idraulica induttiva sia acquisito adottando un valore del contributo specifico di piena ulteriormente ridotto e non superiore a 2 l/s/ha.**

**03) Stabilizzazione Idraulica deduttiva.** Il progetto dell'intervento deve prevedere e correttamente dimensionare le opere di mitigazione idraulica in rispetto al principio di **stabilizzazione idraulica deduttiva** definito attraverso una valore del "tempo di corrivazione esterno" (previsione **VCI-PAT**) pari a **160** min ovvero **2,67** ore (vedi allegato I).

**04) Recupero invasi superficiali.** Per la mitigazione idraulica dell'intervento si dovrà in ogni caso destinare una superficie pari ad almeno **500 m<sup>2</sup>/ha** finalizzata alla realizzazione di invasi superficiali, salvo motivate necessità che impediscano il rispetto di questa ultima prescrizione in funzione della destinazione d'uso o delle caratteristiche della zona (**VCI-PATI**).

**05) Dimensionamento corretto dell'idraulica convenzionale.** Prediligere nella progettazione degli interventi basse o trascurabili pendenze di drenaggio superficiale. Dimensionare correttamente la densità della rete di punti di assorbimento (grigliati, chiusini, canalette di drenaggio, ecc...) a favore di un più veloce accumulo dell'acqua di pioggia nei volumi interrati di laminazione. Prescrizione derivata dalla **VCI-PATI**.

**06) Stalli di sosta permeabili.** Incentivare l'uso di schemi costruttivi che rendano permeabili le pavimentazioni destinate agli stalli di sosta veicolare pubblici/privati; quando possibile le pavimentazioni andranno realizzate su di un opportuno sottofondo che garantisce l'efficienza del drenaggio ed una capacità di invaso (porosità efficace) non inferiore ad una lama d'acqua di 15 cm (**VCI-PATI**).

**07) Salvaguardare le vie d'acqua esistenti.** E' obbligatorio salvaguardare sempre le vie di deflusso dell'acqua per garantire lo scolo e contenere il ristagno. In particolare: a) salvaguardare e/o ricostituire i collegamenti con fossati o corsi d'acqua esistenti; b) rogge e fossati non devono subire interclusioni o perdere la funzionalità idraulica; c) eventuali ponticelli o tombotti interrati devono garantire una luce di passaggio mai inferiore a quella maggiore fra la sezione immediatamente a monte o quella immediatamente a valle della parte di fossato a pelo libero; d) l'eliminazione di fossati o volumi profondi a cielo libero non può essere attuata senza la previsione di adeguate misure di compensazione idraulica; e) nella realizzazione di nuove arterie stradali, ciclabili o pedonali, confermini a corsi d'acqua o fossati, si deve evitare il tombamento dando la precedenza ad interventi di spostamento (in caso di assoluta e motivata necessità il tombamento dovrà rispettare la capacità di flusso preesistente e il rispetto del volume preesistente, volume conteggiato per tratti idraulicamente omogenei sino al ciglio superiore più basso del fossato/canale). Prescrizioni derivate da **VCI-PAT** e **VCI-PATI**.

**08) Verde compartimentato.** Nelle aree a verde la configurazione plano-altimetrica, quando possibile, deve agevolare l'assorbimento di parti non trascurabili di precipitazione defluenti dalle aree impermeabili limitrofe e contribuire, nel contempo, alla laminazione dei contributi di piena in transito nelle reti idrografiche (**VCI-PATI**).

**09) Rimodellazione morfologica.** In presenza di pericolosità idraulica "bassa" o "moderata" (rispettivamente tipo **P0** o tipo **P1**) il piano di imposta dei fabbricati deve essere convenientemente fissato su di una quota superiore al piano campagna medio circostante; tale quota dovrà essere superiore al piano campagna medio circostante di una quantità da precisare attraverso una analisi morfologica locale alla luce dei fenomeni esondativi o di ristagno idrico storicamente accaduti o prevedibilmente possibili fissato il tempo di ritorno minimo di 50 anni. Prescrizione derivata dalla **VCI-PATI**.

**10) Vani interrati.** In presenza di pericolosità idraulica "moderata" o "bassa" (rispettivamente tipo **P0** o **P1**, vedi allegato **D**) è sconsigliabile la costruzione di volumi interrati o, in alternativa, prevedere adeguati sistemi di impermeabilizzazione / drenaggio e quanto necessario per evitare la formazione di volumi edilizi interclusi in caso di eventuale allagamento eccezionale correlato ad eventi di precipitazione a frequenza bassissima e quindi di natura catastrofica (**VCI-PATI**).

**11) Parere Consorzio su opere di drenaggio.** Poiché l'intervento edilizio/urbanistico comporta un aumento della superficie impermeabile uguale o superiore a 1.000 m<sup>2</sup> netti, è necessario acquisire il parere idraulico sulle opere compensative di mitigazione idraulica rilasciato dal Consorzio di Bonifica "Bacchiglione" (**VCI-PATI**).

**12) Schema idraulico.** Il progetto dovrà indicare lo schema idraulico che collega l'area di intervento con la rete consortile vicina (nel nostro caso scolo Superiore di Terranegra) definendo tutte le eventuali affossature private o linee fognarie interessate dal percorso dell'acqua di pioggia (**VCI-PATI**).

**13) Acque nere.** Le acque nere generate nel PUA devono essere raccolte e trattate separatamente rispetto alla rete di drenaggio delle acque meteoriche. La qualità delle acque meteoriche defluenti all'esterno dell'ambito di nuova espansione insediativa verso gli scoli consorziali ricettori dovrà essere in ogni caso idonea all'uso irriguo (**VCI-PATI**). Valutare l'utilizzo di disoleatori a valle di superfici destinate a parcheggio o transito significativo di veicoli motorizzati (**VCI-PATI**).

**14) Norme idrauliche specifiche.** Dimostrazione di aver previsto e correttamente progettato opere di mitigazione idraulica; i volumi di invaso devono essere collegati alla rete di drenaggio dell'area di intervento e devono essere dotati di uno o più sistemi di regolazione (strozzature idrauliche) in grado di garantire l'utilizzo degli invasi in situazione di forte evento pluviometrico (**VCI-PATI**).

**15) Separazione idraulica.** L'ambito di intervento per il quale é previsto un sistema di laminazione per detenzione deve essere "idraulicamente circoscritto". Eventuali condotte o canali esistenti, in attraversamento o in contiguità, non potranno interagire direttamente con il sistema di laminazione dell'ambito ma "bypassarlo" con opportune opere idrauliche come deviazioni e/o botti a sifone (**VCI-PATI**).

**16) Bocca tarata.** I manufatti di laminazione degli eventuali sistemi di mitigazione idraulica devono essere dotati di un setto con bocca tarata e relativo stramazzo di troppo pieno, posizionato nella mezzeria del manufatto stesso. Il fondo di ogni manufatto di laminazione dovrà avere quota di almeno 10 cm più bassa della quota di scorrimento (all'arrivo della bocca tarata). La bocca tarata stessa dovrà essere protetta a monte da una griglia per evitare che corpi grossolani creino intasamento e, verso valle, da un opportuno "clapet" per evitare rigurgiti da valle. La parte superiore del manufatto (se deve essere "chiuso" o "protetto") dovrà essere presidiata da grata metallica calpestabile e di facile rimozione. La quota di scorrimento della bocca tarata dovrà tenere conto della quota del ricettore idraulico di valle, al fine di non ridurre il tirante di laminazione effettivo e, conseguentemente, l'invaso utile (**VCI-PATI**).

**17) Piano di Tutela delle Acque.** Nell'intervento deve essere rispettato il Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Veneto (**VCI-PATI**).

## 10 - PRECIPITAZIONI

Nel predisporre la presente **VCI** sono state utilizzate le elaborazioni statistiche del "Commissario Delegato emergenza eventi eccezionali del 26/09/2007" raccolte nel lavoro "Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" realizzato nel 2009. Dalla citata analisi regionalizzata è possibile derivare la curva delle precipitazioni massime annue nella forma a 3 parametri  $h=at/(b+t)^c$  essendo **h** la precipitazione in mm, **t** la durata di precipitazione in ore ed **a**, **b** e **c** opportuni coefficienti. Nel citato studio Padova ricade nella zona denominata "sud-occidentale". I risultati delle elaborazioni per piovosità a tempo di ritorno di 50 anni porta ai seguenti valori: **a**=83,56; **b**=0,242; **c**=0,817.

## 11 - CALCOLI IDRAULICI PRELIMINARI

Per i calcoli idraulici di predimensionamento è stato utilizzato il metodo della corrivazione (del prof. Turazza dell'Università di Padova) secondo le procedure e gli sviluppi teorici deducibili dallo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica del PAT di Padova (riproposti parzialmente in allegato **J**).

Il PUA in oggetto, come sarà meglio precisato al paragrafo successivo, prevede delle opere di rimodellazione morfologica per acquisire la compatibilità in riferimento all'acclarata pericolosità idraulica che interessa la zona e alcune opere (fossati) destinate a mitigare l'intervento di parziale impermeabilizzazione attraverso la tecnica della detenzione. In riferimento a questo secondo aspetto l'area del PUA è stata considerata nella sua interezza (vedi planimetria **tavola G/2**) prevedendo in particolare un unico punto di controllo del processo di laminazione individuato con lettera **E**. Nel punto **E** l'area afferente è di 105.960 mq con coefficiente di deflusso ad opere realizzate pari a **0,316**. Come accennato si prevede di acquisire la laminazione attraverso fossati a cielo aperto collocati nell'area verde pubblica caratterizzati da fondo largo **100** cm e scarpa delle sponde 1/1 (vedi tavola **G/3**). I coefficienti di deflusso ad opere edilizie ed urbanistiche realizzate sono stati stimati al paragrafo **4**.

Per la zona viene determinato il volume necessario a conseguire la laminazione in rispetto dei principi di invarianza idraulica (**punto 01** del paragrafo **09**), in rispetto al principio di stabilizzazione induttiva tarato sul contributo specifico di piena non superiore a **2** l/s/ha (vedi **punto 02**, paragrafo **09**), infine in rispetto al principio di stabilizzazione deduttiva qualificato dal "tempo di corrivazione esterno" di 160 min (vedi **punto 03** del paragrafo **09**).

In sede di predimensionamento non viene considerato, nei risultati finali, l'apporto dei piccolissimi invasi (reti domestiche e tubi di diametro inferiore a 30 cm) e l'apporto delle scoline agricole secondarie. Nei calcoli viene iterativamente ipotizzato che la portata laminata vari, in funzione del carico idraulico sull'asse della luce circolare (bocca tassata ipotizzata), fra il valore nullo (tirante nullo) e un valore massimo pari alla portata di laminazione; si utilizza quindi un modello lineare stazionario con curva area-tempi lineare e precipitazione efficace di intensità costante ipotizzata uniformemente distribuita sull'area oggetto di intervento (modello della corrivazione). Il volume di laminazione viene ricavato utilizzando fossati a sezione trapezoidale con altezza massima del tirante di laminazione pari a circa 130 cm in prossimità del pozzetto di laminazione (punto **E**).

### Rispetto del principio di stabilizzazione idraulica base (invarianza idraulica)

#### DATI IN INGRESSO

Tr = tempo di ritorno considerato [anni] .....	: 50
A = parametro curva di pioggia $h=At/(B+t)^C$ [h in mm e t in ore].	: 87,879
B = parametro curva di pioggia $h=At/(B+t)^C$ [h in mm e t in ore].	: 0,238
C = parametro curva di pioggia $h=At/(B+t)^C$ [h in mm e t in ore].	: 0,812
Sbac = area del bacino/lotto idraulico [mq] .....	: 105960
TCora = tempo corrivazione attuale [min] .....	: 60
TCdopo = tempo corrivazione futuro [min] .....	: 60
FTora = coefficiente afflusso attuale (corretto per pendenza) ...	: 0,09
FTdopo = coefficiente afflusso futuro (corretto per pendenza) ...	: 0,316
HL = altezza fascia di lavoro del volume d'invaso [cm] .....	: 130
DF = differenza DOPO-PRIMA fra i coefficienti di afflusso [-]....	: 0,226

## RISULTATI

UMora = coefficiente udometrico attuale in [l/s/ha] ..... : 18,473  
UMdopo = coefficiente udometrico futuro in [l/s/ha] ..... : 64,861  
QMora = portata massima attuale in [l/s] ..... : 195,739  
QMdopo = portata massima futura in [l/s] ..... : 687,262  
QL = portata di laminazione considerata [l/s] ..... : 195,74  
UL = portata specifica di laminazione [l/s/ha] ..... : 18,473  
Tcrit = durata pioggia che massimizza invaso [min] ..... : 118,1  
UMcrit = coefficiente udometrico critico [l/s/ha] ..... : 43,483  
VpicCRI = volume specifico d'invaso critico [mc/ha] ..... : 209,418  
Vinvaso = volume d'invaso minimo necessario [mc] ..... : **2219**  
DW = diametro luce idraulica (bocca tassata) in mm ..... : 284  
VP1= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni attuali [mc]. : 8772,2  
VP2= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni future [mc].. : 6593,6  
DDV= VP2 - VP1 = deficit di invaso futuro-attuale [mc] ..... :-2178,6

Per l'area oggetto di calcolo, passando da un coefficiente di afflusso orario pari a 0,09 ad un coefficiente di afflusso orario pari a 0,32, si ottiene la stabilizzazione idraulica base attraverso un volume di invaso di 2.219 mc gestito allo sbocco da un foro circolare diametro 284 mm con tirante massimo, in corrispondenza della portata di laminazione QL = 195,74 l/s, pari a 130 cm. Il deficit stimato di volume di pioggia, gestito dall'invaso di 209 mc/ha, ammonta complessivamente a -2179 mc.

## Rispetto del principio di stabilizzazione induttiva (limite 2 l/s/ha)

### DATI IN INGRESSO

Tr = tempo di ritorno considerato [anni] ..... : 50  
A = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 87,879  
B = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 0,238  
C = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 0,812  
Sbac = area del bacino/lotto idraulico [mq] ..... : 105960  
TCora = tempo corrivazione attuale [min] ..... : 60  
TCdopo = tempo corrivazione futuro [min] ..... : 60  
FTora = coefficiente afflusso attuale (corretto per pendenza) ... : 0,09  
FTdopo = coefficiente afflusso futuro (corretto per pendenza) ... : 0,316  
UMindu = portata specifica limite di piena imposta [l/s/ha] ..... : 2  
HL = altezza fascia di lavoro del volume d'invaso [cm] ..... : 130  
DF = differenza DOPO-PRIMA fra i coefficienti di afflusso [-].... : 0,226

### RISULTATI

UMora = coefficiente udometrico attuale in [l/s/ha] ..... : 18,473  
UMdopo = coefficiente udometrico futuro in [l/s/ha] ..... : 64,861  
QMora = portata massima attuale in [l/s] ..... : 195,739  
QMdopo = portata massima futura in [l/s] ..... : 687,262  
QL = portata di laminazione imposta da UL [l/s] ..... : 21,19  
UL = portata specifica di laminazione induttiva [l/s/ha] ..... : 2  
Tcrit = durata pioggia che massimizza invaso [min] ..... : 210,5  
UMcrit = coefficiente udometrico critico [l/s/ha] ..... : 29,72  
VpicCRI = volume specifico d'invaso critico [mc/ha] ..... : 359,128  
Vinvaso = volume d'invaso minimo necessario [mc] ..... : **3805,32**  
DW = diametro luce idraulica (bocca tassata) in mm ..... : **94**  
VP1= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni attuali [mc]. : 10171,9  
VP2= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni future [mc].. : 7645,7  
DDV= VP2 - VP1 = deficit di invaso futuro-attuale [mc] ..... :-2526,2

Per l'area oggetto di calcolo si ottiene la stabilizzazione idraulica induttiva cercata attraverso un volume di invaso di **3.805** mc gestito allo sbocco da un foro circolare diametro 94 mm con tirante massimo, in corrispondenza della portata di laminazione QL = 21,19 l/s, pari a 130 cm. Il deficit stimato di volume di pioggia, gestito dall'invaso di 359 mc/ha, ammonta complessivamente a -2.526 mc.

## Rispetto del principio di stabilizzazione deduttiva

### DATI IN INGRESSO

Tr = tempo di ritorno considerato [anni] ..... : 50  
A = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 87,879  
B = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 0,238  
C = parametro curva di pioggia  $h=At/(B+t)^C$  [h in mm e t in ore]. : 0,812  
Sbac = area del bacino/lotto idraulico [mq] ..... : 105960  
TCora = tempo corrivazione attuale [min] ..... : 60  
TCdopo = tempo corrivazione futuro [min] ..... : 60  
FTora = coefficiente afflusso attuale (corretto per pendenza) ... : 0,09  
FTdopo = coefficiente afflusso futuro (corretto per pendenza) ... : 0,316  
HL = altezza fascia di lavoro del volume d'invaso [cm] ..... : 130  
DF = differenza DOPO-PRIMA fra i coefficienti di afflusso [-].... : 0,226  
TCest = tempo di corrivazione esterno imposto [min] ..... : 160

### RISULTATI

UMora = coefficiente udometrico attuale in [l/s/ha] ..... : 18,473  
UMdopo = coefficiente udometrico futuro in [l/s/ha] ..... : 64,861  
QMora = portata massima attuale in [l/s] ..... : 195,739  
QMdopo = portata massima futura in [l/s] ..... : 687,262  
QLdedu = portata massima con TCest e FTora [l/s] ..... : 107,81  
QL = portata di laminazione considerata [l/s] ..... : 107,81

UL = portata specifica di laminazione [l/s/ha] .....	: 10,175
Tcrit = durata pioggia che massimizza invaso [min] .....	: 150,8
UMcrit = coefficiente idrometrico critico [l/s/ha] .....	: 37,145
VpicCRI = volume specifico d'invaso critico [mc/ha] .....	: 271,744
Vinvaso = volume d'invaso minimo necessario [mc] .....	: 2879,4
DW = diametro luce idraulica (bocca tassata) in mm .....	: 211
VP1= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni attuali [mc].	: 9362,9
VP2= pioggia trattenuta nel bacino nelle condizioni future [mc]..	: 7037,6
DDV= VP2 - VP1 = deficit di invaso futuro-attuale [mc] .....	: -2325,3

Per l'area oggetto di calcolo si ottiene la stabilizzazione idraulica deduttiva tarata sul tempo di corrivazione esterno di 160 min attraverso un volume di invaso di 2.879 mc gestito allo sbocco da un foro circolare diametro 211 mm con tirante massimo, in corrispondenza della portata di laminazione QL = 107,81 l/s, pari a 130 cm. Il deficit stimato di volume di pioggia, gestito dall'invaso di 272 mc/ha, ammonta complessivamente a -2.325 mc. Come nelle altre situazioni di calcolo l'andamento della portata entro il pozzetone di laminazione e' stato ipotizzato variare linearmente da 0 fino al valore della portata di laminazione al momento in cui l'invaso e' massimo con durata della precipitazione pari al valore critico della stessa.

Con riferimento alla zona afferente il punto **E** (vedi **tavola G/2**) il volume di invaso maggiore si ottiene col rispetto del principio di stabilizzazione induttiva regolato dal contributo specifico di piena pari a 2 l/s/ha. Il volume minimo d'invaso necessario ammonta a **3.805 mc** con tirante di laminazione pari a **130 cm** e diametro della bocca tassata pari a **94 mm**.

## 12 - PROGETTO IDRAULICO PRELIMINARE E INDICAZIONI PROGETTUALI PRELIMINARI

Le opere di mitigazioni idraulica previste dalla pratica urbanistica sono destinate a ridurre l'effetto della maggior impermeabilizzazione causata dagli edifici e dagli interventi di urbanizzazione correlati; secondo quanto disposto dalla **VCI-PATI** dette opere acquistano valore di "interesse pubblico" in quanto riducono il rischio idraulico nelle aree poste a valle delle zone oggetto di intervento. Vale l'ulteriore indicazione della **VCI-PATI**: per le opere di mitigazione idraulica deve essere sempre individuato il soggetto destinato alla manutenzione obbligatoria ed eterna. Deve essere inoltre tenuto presso l'UTC un apposito archivio dei progetti al fine di permettere future integrazioni o controlli allo stato dei manufatti.

Il presente paragrafo illustra con dettaglio da progetto di massima le soluzioni costruttive ed i manufatti idraulici destinati a rendere compatibile l'attuazione del PUA in relazione alla situazione idraulica ed idrografica locale e contermina. Si prende atto che i Progettisti del PUA, preliminarmente all'emissione della presente Relazione, hanno informalmente ottenuto benestare all'intervento di mitigazione da parte degli Uffici Comunali preposti.

Il progetto di mitigazione idraulica, di seguito illustrato con dettaglio da progetto di massima, permette di rispondere ai vincoli e alle prescrizioni elencate nel paragrafo **09**.

L'intervento edilizio-urbanistico viene ipotizzato con la "distribuzione" di aree idrologicamente omogenee come definito in allegato **G/2**; in tal modo viene garantito il rispetto del coefficiente di deflusso stimato nel calcolo ed è acquisita la possibilità di esecuzione dell'intervento per "stralci" funzionali.

Le quote "minime" al calpestio **del piano terra** dei volumi residenziali (vedi allegato **G/2**) **rispetteranno le seguenti prescrizioni** (tutte le quote sono espresse sul caposaldo di riferimento del PUA). In particolare:

1) per le UMI n°3, 4 e 5 deve essere garantita una quota di +0,8/+0,9 m s.r. (via Canestrini presenta una quota stradale di +0,10/+0,20 m s.r.). Nella parte pubblica delle strade e dei parcheggi deve essere prevista una quota variabile fra +0,20 e +0,40 con conformazione della stessa atta ad impedire ristagni d'acqua. Il verde pubblico (siglato 3-4-5/C) dovrà essere adeguatamente compartimentato attraverso cordolature e la giacitura media dello stesso dovrà essere in genere di 5-10 cm inferiore alla quota assoluta stradale contermina. Le quote di strade e marciapiedi privati varieranno fra +0,40 e +0,70 come indicato in planimetria. La rete di fognatura bianca avrà caratteristiche ricorrenti (tubazioni in cls diametro variabile fra 30 e 80 cm, tubazioni di allaccio in PVC con diametro variabile fra 16 e 25 cm); la fognatura bianca destinata a gestire le superfici carraie e a parcheggio pubblico sarà dotata di

disoleatore in linea tarato su di una superficie impermeabile "teorica" di 1200 mq. Gli scorrimenti delle tubazioni principali di drenaggio presenteranno quote variabili da -0,803 m s.r. fino alla quota del punto di scarico indicato con "L" (caratterizzata dal valore -1,075 m s.r.). Tutta l'acqua di pioggia intercettata dalla fognatura bianca convenzionale verrà portata nel punto **L** ovvero ad un fossato con valenza di laminazione.

2) per la UMI n°6 deve essere garantita, al calpestio del piano terra dei fabbricati, una quota di +0,6/+0,65 m s.r. (via Canestrini presenta una quota stradale di +0,05/+0,15 m s.r.). Nella parte pubblica della UMI le strade ed i parcheggi (siglati 6/C) devono essere previsti ad una quota variabile fra +0,20 e +0,35 m s.r. con conformazione degli stessi atti ad impedire ristagni d'acqua. Il verde pubblico, indicato con 6/B, andrà adeguatamente compartimentato attraverso cordolatura e la giacitura media dello stesso dovrà essere in genere di 5-10 cm inferiore alla quota assoluta stradale contermini. Le quote di strade e marciapiedi privati varieranno fra +0,35 e +0,55 m s.r. La rete di fognatura bianca avrà caratteristiche ricorrenti (tubazioni in cls diametro variabile fra 30 e 50 cm, tubazioni di allaccio in PVC con diametro variabile fra 16 e 25 cm); la fognatura bianca destinata a gestire le superficie carraie e a parcheggio pubblico sarà dotata di disoleatore in linea tarato su una superficie impermeabile "teorica" di 400 mq. Gli scorrimenti delle tubazioni principali di drenaggio presenteranno quote variabili da -0,902 m s.r. fino alla quota del punto di scarico (caratterizzata dal valore -1,152 m s.r.). Tutta l'acqua di pioggia intercettata dalla fognatura bianca convenzionale verrà portata nel punto **M** ovvero ad un fossato avente valenza di invaso di laminazione.

3) per la UMI n°7 deve essere garantita, al calpestio del piano terra dei fabbricati (7/A), una quota di +0,5/+0,6 m s.r. (via Canestrini presenta una quota stradale di -0,05/+0,05 m s.r.). Nella parte pubblica della UMI le strade ed i parcheggi (siglati 7/B) devono essere previsti ad una quota variabile fra +0,20 e +0,30 m s.r. con conformazione delle stesse atti ad impedire ristagni d'acqua. Il verde pubblico (siglato 7/D) andrà adeguatamente compartimentato attraverso cordolature e la giacitura media dello stesso dovrà essere in genere di 5-10 cm inferiore alla quota assoluta stradale contermini. Le quote di strade e marciapiedi privati varieranno fra +0,30 e +0,45 (m s.r.). La rete di fognatura bianca avrà caratteristiche ricorrenti (tubazioni in cls diametro variabile fra 30 e 80 cm, tubazioni di allaccio in PVC con diametro variabile fra 16 e 25 cm); la fognatura bianca destinata a gestire le superficie carraie e a parcheggio pubblico sarà dotata di disoleatore in linea tarato su di una superficie impermeabile teorica di 1.500 mq. Gli scorrimenti delle tubazioni principali di drenaggio presenteranno quote variabili da -0,691 m s.r. fino alla quota del punto di scarico (-1,152 m s.r.). Tutta l'acqua di pioggia intercettata dalla fognatura bianca convenzionale verrà portata nel punto **M** (fossato di laminazione meglio contestualizzato nel prosieguo della presente relazione).

4) per la UMI n°2 deve essere garantita, al calpestio del piano terra dei fabbricati, una quota di +0,6 m s.r. (via Forcellini presenta una quota stradale di +0,10/+0,15 m s.r.). Nella parte pubblica della UMI le strade ed i parcheggi devono essere previsti ad una quota variabile fra +0,20 e +0,50 con conformazione degli stessi atti ad impedire ristagni d'acqua. Il verde pubblico andrà adeguatamente compartimentato attraverso cordolatura e la giacitura media dello stesso dovrà essere in genere di 5-10 cm inferiore alla quota assoluta stradale contermini. Le quote di strade e marciapiedi privati varieranno fra +0,30 e +0,50 (m s.r.). La rete di fognatura bianca avrà caratteristiche ricorrenti (tubazioni in cls diametro variabile fra 30 e 60 cm, tubazioni di allaccio in PVC con diametro variabile fra 16 e 25 cm); la fognatura bianca correlata alla gestione delle superficie carraie ed a parcheggio pubblico sarà dotata di disoleatore in linea tarato su una superficie impermeabile teorica di 2.000 mq. Gli scorrimenti delle tubazioni principali di drenaggio presenteranno quote variabili fra -0,581 m s.r. fino alla quota del punto di scarico (caratterizzata dal valore -1,018 m s.r.). Tutta l'acqua di pioggia intercettata dalla fognatura bianca convenzionale verrà portata nel punto **H** ovvero ad un fossato di laminazione meglio contestualizzato nel prosieguo della presente relazione. Le parti a "verde privato" della UMI n.2 (quelle di maggior estensione), verranno riconfigurate a morfologia concava con quote variabili fra i valori maggiori (pari a +0,40/+0,30 m s.r.) fino ai valori minori (da +0,10 m a +0,25 m s.r.).

5) la superficie della UMI n°1 (verde/parco pubblico) verrà localmente "riconfigurata" al fine di ottenere una suddivisione in sottozone con drenaggio tipico delle sistemazioni agricole alla "padovana". L'andamento del terreno verrà quindi riconfigurato per acquisire le baulature necessarie con direzione di drenaggio verso scoline agricole secondarie minori e verso fossati destinati ad acquisire i volumi di invaso

destinati a garantire la mitigazione idraulica nell'intero PUA. La rimodellazione proposta comporta una volumetria di terreno da allontanare/spostare simile a quello da "riportare" nelle UMI da 2 a 7 per portare i sedimenti degli edifici a livelli ritenuti di sicurezza in relazione ai fenomeni esondativi che interessano le vie Forcellini e Canestrini; in tal modo é garantita l'invarianza dei fenomeni di ristagno d'acqua di piena che possono ricorrere nelle citate vie in quando non viene modificato il volume complessivo a disposizione per l'acqua di alluvionamento.

La laminazione dei picchi di piena, "maggiorati" rispetto alla situazione in essere a seguito dell'attuazione del PUA, verrà acquisita attraverso la predisposizione di **fossati di invaso**. In particolare:

1) da **01** a **02**, fossato lungo 145 m; volume complessivo garantito **433,8** mc ovvero **2,992** mq/m; quota iniziale -1,264 m s.r. al punto **02** e finale -1,336 m s.r. nel punto **01**. Nel punto **E** é previsto il manufatto di laminazione (si rimanda alla tavola **G/3** per le sezioni caratteristiche ed i particolari costruttivi principali).

2) da **03** a **02**, fossato lungo 50 m; volume complessivo da garantire **140,9** mc ovvero **2,818** mq/m; quota iniziale -1,239 m s.r. al punto **03** e finale -1,264 m s.r. nel punto **02**.

3) da **04** a **03**, fossato lungo 180 m; volume complessivo da garantire **471,87** mc ovvero **2,621** mq/m; quota iniziale -1,149 m s.r. al punto **04** e finale -1,239 m s.r. nel punto **03**.

4) da **05** a **03**, fossato lungo 151 m; volume complessivo da garantire **399,62** mc ovvero **2,646** mq/m; quota iniziale -1,164 m s.r. al punto **05** e finale -1,239 m s.r. nel punto **03**.

5) da **06** a **05**, fossato lungo 35 m; volume complessivo da garantire **87,19** mc ovvero **2,491** mq/m; quota iniziale -1,147 m s.r. al punto **06** e finale -1,164 m s.r. nel punto **05**.

6) da **07** a **05**, fossato lungo 140 m; volume complessivo da garantire **334,46** mc ovvero **2,389** mq/m; quota iniziale -1,084 m s.r. al punto **07** e finale -1,164 m s.r. nel punto **05**.

7) da **10** a **09**, fossato lungo 145 m; volume complessivo da garantire **335,6** mc ovvero **2,314** mq/m; quota iniziale -1,065 m s.r. al punto **10** e finale -1,137 m s.r. nel punto **09**.

8) da **09** a **08**, fossato lungo 180 m; volume complessivo da garantire **464,58** mc ovvero **2,581** mq/m; quota iniziale -1,137 m s.r. al punto **09** e finale -1,227 m s.r. nel punto **08**.

9) da **11** a **08**, fossato lungo 55 m; volume complessivo da garantire **147,7** mc ovvero **2,685** mq/m; quota iniziale -1,2 m s.r. al punto **11** e finale -1,227 m s.r. nel punto **08**.

10) da **12** a **08**, fossato lungo 151 m; volume complessivo da garantire **393,4** mc ovvero **2,605** mq/m; quota iniziale -1,152 m s.r. al punto **12** e finale -1,227 m s.r. nel punto **08**.

11) da **13** a **12**, fossato lungo 55 m; volume complessivo da garantire **133,9** mc ovvero **2,435** mq/m; quota iniziale -1,125 m s.r. al punto **13** e finale -1,152 m s.r. nel punto **12**.

12) da **14** a **12**, fossato lungo 140 m; volume complessivo da garantire **331,24** mc ovvero **2,366** mq/m; quota iniziale -1,082 m s.r. al punto **14** e finale -1,152 m s.r. nel punto **12**.

Il volume garantito dai fossati compresi fra il punto 1) e il punto 12) é di **3.674,26** mc. Il volume garantito dai collettori di fognatura "convenzionale" aventi diametro superiore o uguale a 30 cm (vedi tavola **G/2**) ammonta a  $8,5 + 5,7 + 7,6 + 7,8 + 5,9 + 2,5 + 2,3 + 1,9 + 1,9 + 0,9 + 1,8 + 3,2 + 3,2 + 4 + 1,4 + 3,3 + 3,3 + 1,6 + 27,7 + 37 + 3,1 + 0,7 + 14,6 + 10,5 + 4,1 + 3,3 + 1,4 + 0,6 + 3,4 + 0,6 + 0,6 + 1,6 + 7,6 + 1 + 2,9 + 2,4 + 1,5 + 8,2 + 4,3 + 4,5 + 1,3 + 0,7 + 1 + 0,7 + 14,6 + 17,1 + 4 + 7,9 + 6,5 + 6,2 + 6,2 + 1,9 + 0,7 + 6,3 + 3,4 + 0,5 + 0,8 = 287,6$  mc.

La somma fra 287,6 e 3.674,26 é pari a **3.961,86** mc; **valore superiore** al minimo imposto dal calcolo preliminare pari a 3.805 mc. Si sottolinea inoltre come non si sia tenuto conto della residua capacità dei fossati, in situazione di piena, di assorbire l'acqua di pioggia per infiltrazione al sottosuolo.

Per permettere l'esecuzione dei fossati di laminazione esposti precedentemente ai punti da 1) a 12) sono previsti i seguenti lavori integrativi lungo il fossato privato di drenaggio collocato ai confini nord del PUA:

a) nel punto **A** sistemazione dello scarico sullo scolo Superiore di Terranegra (spurgo, risezionamento e protezione spondale con sassi);

b) fra **B** ed **A** pulizia, spurgo e risezionamento del fossato attuale per acquisire quote di scorrimento variabili fra -1,58 m s.r. e -1,65 (il tombinamento su via Gerardo andrà rifatto mantenendo i diametri in essere ma con quote di scorrimento di 30 cm inferiori a quelle attuali);

c) fra **F** e **B** pulizia, spurgo e risezionamento del fossato attuale per acquisire quote di scorrimento variabili fra -1,51 m s.r. e -1,58 m s.r.; verrà adotta una sezione trapezoidale larga 50 cm al fondo con scarpa 1/1;

d) fra **I** ed **F** pulizia, spurgo e risezionamento del fossato attuale, o esecuzione di nuovo fossato, per acquisire quote di scorrimento variabili fra -1,43 m s.r. e -1,51 m s.r.; anche in questo caso verrà adotta una sezione trapezoidale larga 50 cm al fondo con scarpa 1/1;

e) fra **C** ed **I** pulizia, spurgo e risezionamento del fossato attuale, o esecuzione di nuovo fossato, per acquisire quote di scorrimento variabili fra -1,34 m s.r. e -1,43 m s.r.; anche in questo caso verrà adotta una sezione trapezoidale larga 50 cm al fondo con scarpa 1/1;

e) spurgo e pulizia dei rimanenti fossati esistenti sul lato nord ed ovest del PUA (vedi tavola **G/2**).

Nella tavola **G/3** vengono presentati i particolari costruttivi della bocca tassata prevista nel punto **E** (pozzetto di laminazione). Il punto di controllo sarà dotato di stramazzo di troppo pieno onde garantire lo scarico in eccesso a seguito aumento contenuto della quota di pelo libero in occasione di eventi di pioggia a tempo di ritorno superiore a 50 anni (come previsto dalla DGR 3637/2002). Il punto di controllo sarà dotato di valvola antiriflusso per impedire rigurgiti dal fossato ricevente. La strozzatura idraulica sarà acquisita attraverso "foro tarato" realizzato attraverso l'uso di piastrine in acciaio inox (vedi **tavola G/3**). Dai conteggi preliminari eseguiti il diametro del foro di laminazione dovrà assumere il valore limite di **94** mm;

Nel progetto di massima esposto é garantita l'attuazione di quanto elencato al precedente paragrafo **09**. In particolare:

1) rispetto dei principi di invarianza idraulica, stabilizzazione induttiva e stabilizzazione deduttiva imposti da **VCI-PATI** e **VCI-PAT**;

2) gli invasi di laminazione sono prevalentemente a carattere superficiale (fossati);

3) nella progettazione sono previsti interventi con basse o trascurabili pendenze di drenaggio superficiale. In sede di progettazione esecutiva si procederà a dimensionare correttamente la densità della rete di punti di assorbimento (grigliati, chiusini, canalette di drenaggio, ecc...) a favore di un più veloce accumulo dell'acqua di pioggia nei volumi interrati di laminazione;

4) in sede di progettazione esecutiva sarà possibile utilizzare totalmente o parzialmente la tecnica costruttiva degli stalli di sosta di tipo "permeabile". In ogni caso il predimensionamento eseguito, dal punto di vista idraulico, rende ammissibile la progettazione degli stalli di sosta con superficie finita in asfalto o in betonella debolmente drenante;

5) sono state salvaguardate ed é prevista la manutenzione straordinaria con spurgo e risezionamento delle vie d'acqua esistenti;

6) tutti i tipi di verde (privato e pubblico di PUA) sono di tipo "compartimentato" a conformazione concava;

7) é prevista una rivisitazione della morfologia attuale onde salvaguardare dal pericolo idraulico i volumi edilizi residenziali in progetto. La parte di viabilità pubblica e privata é collocata su quote leggermente maggiori rispetto ai sedimenti attuali delle vie Canestrini e Forcellini. Le condizioni di rischio idraulico residuo (in fase di "accesso" **alla** viabilità del PUA) saranno ulteriormente ridotte quando sarà terminata la vasca di laminazione prevista dal Comune di Padova lungo lo scolo Superiore di Terranegra;

8) salvo imposizioni di natura urbanistica non é negata, ma sconsigliata, la costruzione di volumi interrati. Tenuto conto del contesto di pericolosità idraulica che caratterizza la zona contermina al PUA é sconsigliabile la costruzione di volumi interrati se non prevedendo adeguati sistemi di impermeabilizzazione / drenaggio, la compartimentazione idraulica dei volumi interrati/seminterrati e la garanzia di quote di accesso agli stessi che tengano conto della citata pericolosità idraulica in essere;

9) il presente progetto di massima, ed eventualmente il progetto esecutivo del PUA (o stralci funzionali del PUA), dovranno acquisire il parere idraulico del Consorzio di Bonifica Bacchiglione di Padova;

10) il presente progetto di massima caratterizza lo schema idraulico di collegamento fra sedime di intervento e rete consortile vicina (scolo Superiore di Terranegra);

11) le acque nere del PUA saranno raccolte separatamente dalle acque meteoriche. Sono previsti manufatti di disoleatura onde garantire l'idoneità all'uso irriguo dell'acqua di pioggia drenata;

12) i volumi di invaso sono collegati alla rete di drenaggio locale e sono dotati di strozzatura idraulica in grado di garantire l'utilizzo degli invasi in situazione di forte evento pluviometrico;

13) l'ambito di intervento risulta "idraulicamente circoscritto" e non sono previste condotte/fossati esistenti o nuovi in attraversamento al sedime del PUA con possibilità di interagire col sistema di laminazione;

14) il manufatto di laminazione é dotato di bocca tarata e stramazzo di troppo pieno; il fondo del ogni manufatto di laminazione é 10 cm più basso della quota di scorrimento all'arrivo. La bocca tarata andrà protetta a monte con griglia e sarà dotata, verso valle, di valvola antiriflusso (vedi **tavola G/3**).

15) la progettazione preliminare delle opere idrauliche del PUA rispetta il Piano di Tutela delle Acque vigente della Regione Veneto.

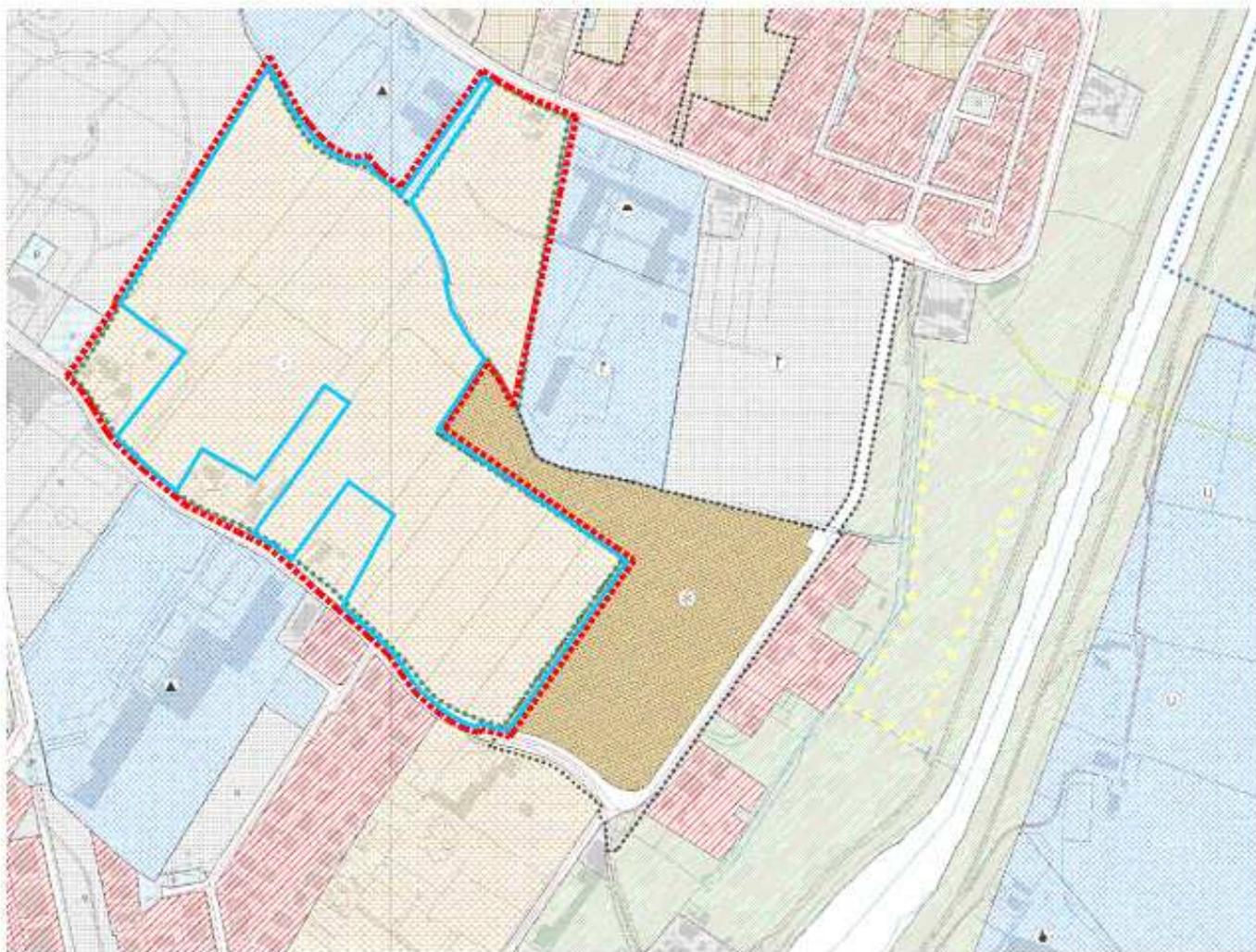
Padova, 15 maggio 2016



The image shows a circular professional stamp of the Ordine Ingegneri Provincia di Treviso, with the text "ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI TREVISO" around the perimeter and "A 1070" in the center. Below the stamp is a handwritten signature in blue ink that reads "Giuliano TEB".



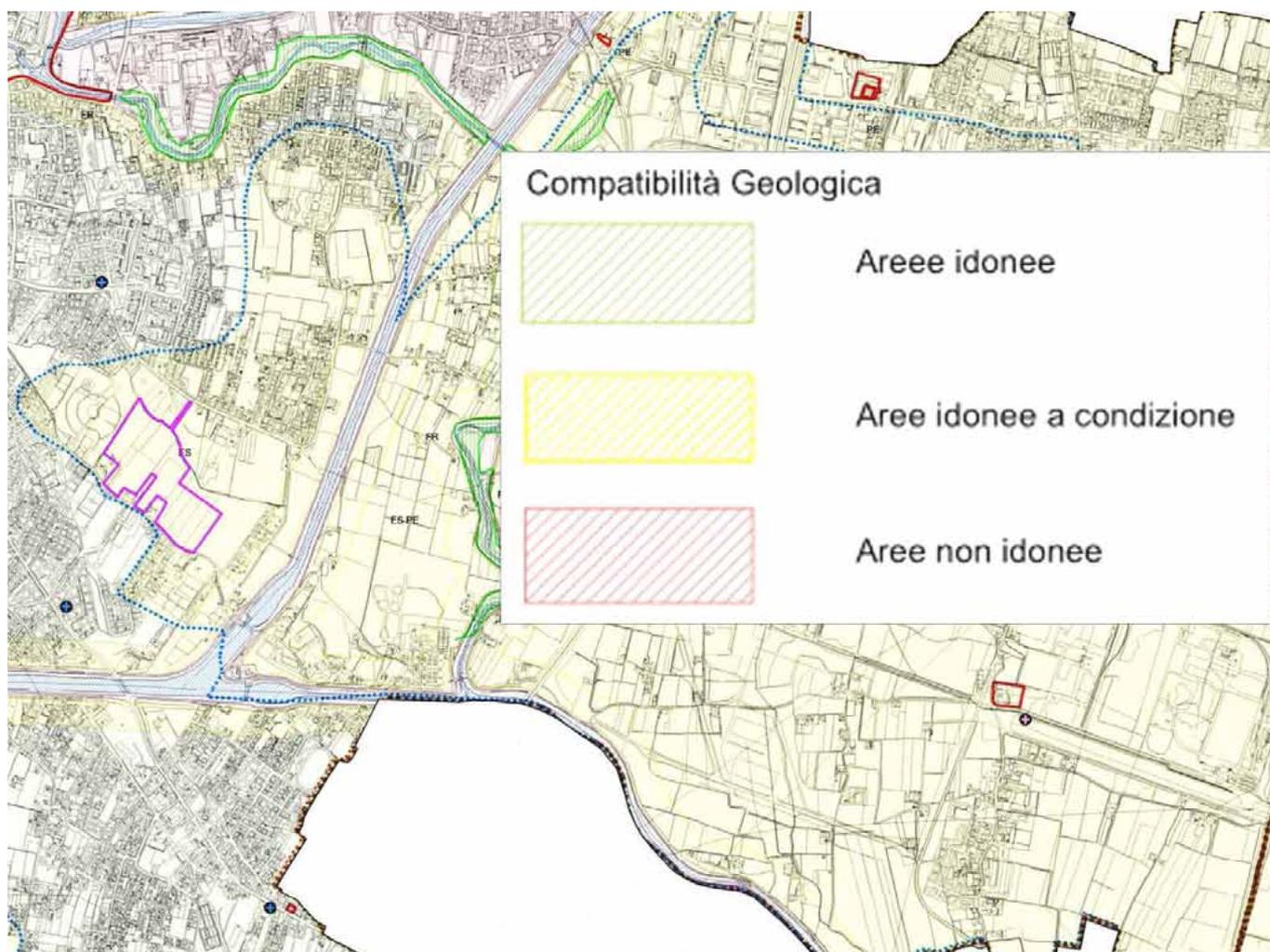
**Allegato A**  
**Estratto Ortofoto**  
immagine scala 1:5.000  
zona di interesse evidenziata con perimetro **celeste**



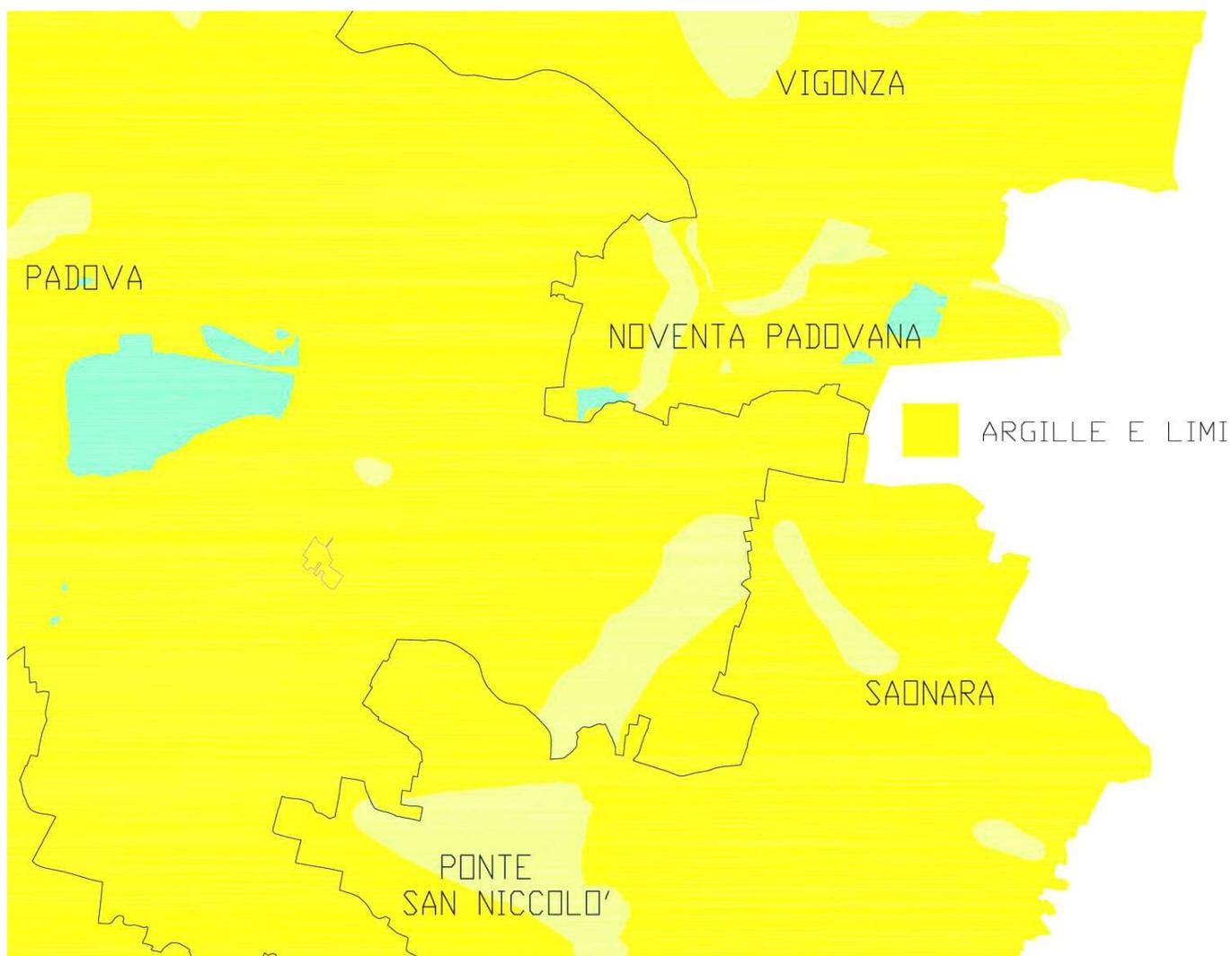
**Allegato B**  
**Estratto PRG di Padova**  
immagine scala 1:5.600  
zona di interesse evidenziata in **celeste**



**Allegato C**  
**Estratto planimetria urbanistica di progetto**  
immagine scala 1:2.500



**Allegato D**  
**Estratto carta della fragilità del PAT**  
 immagine scala 1:25.000  
 zona di interesse perimetrata con colore **fucsia**



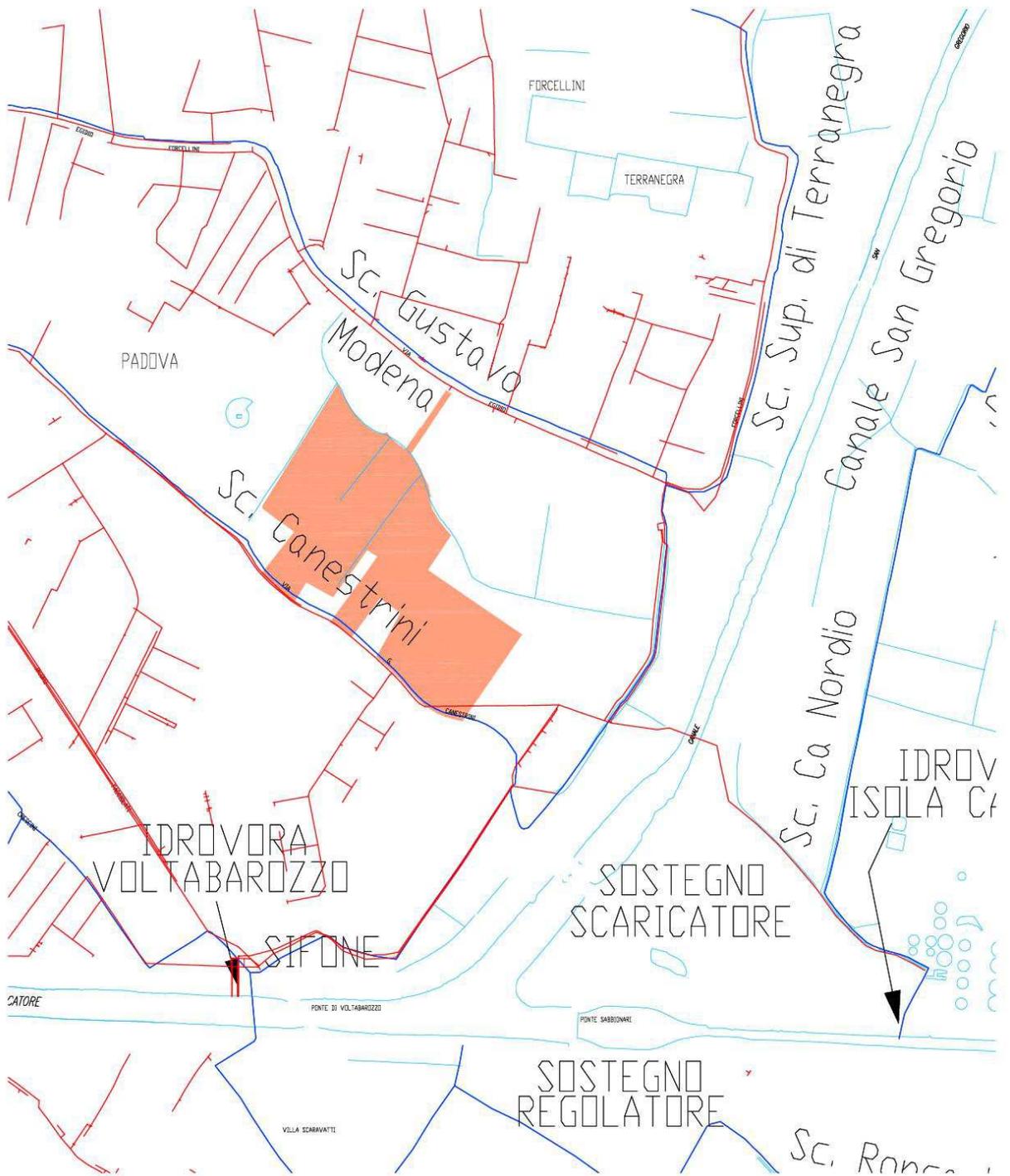
## Allegato E

### Caratteri litologici

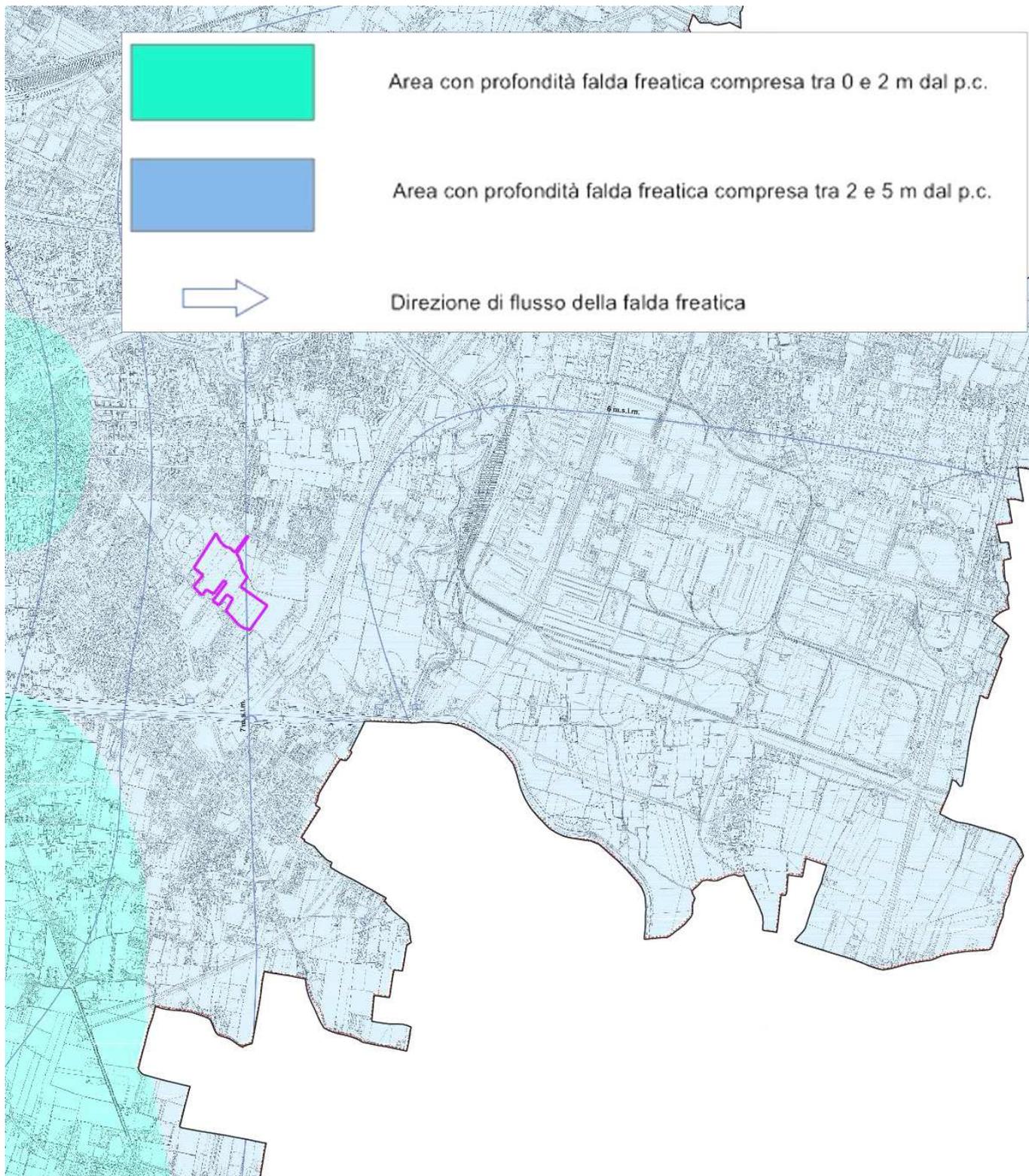
immagine scala 1:70.000

zona di interesse perimetrata in **marrone**

fonte cartografia tecnica del PATI Comunità Metropolitana



**Allegato F**  
**Idrografia locale**  
 immagine scala 1:12.000  
 area di interesse evidenziata in **maroncino**



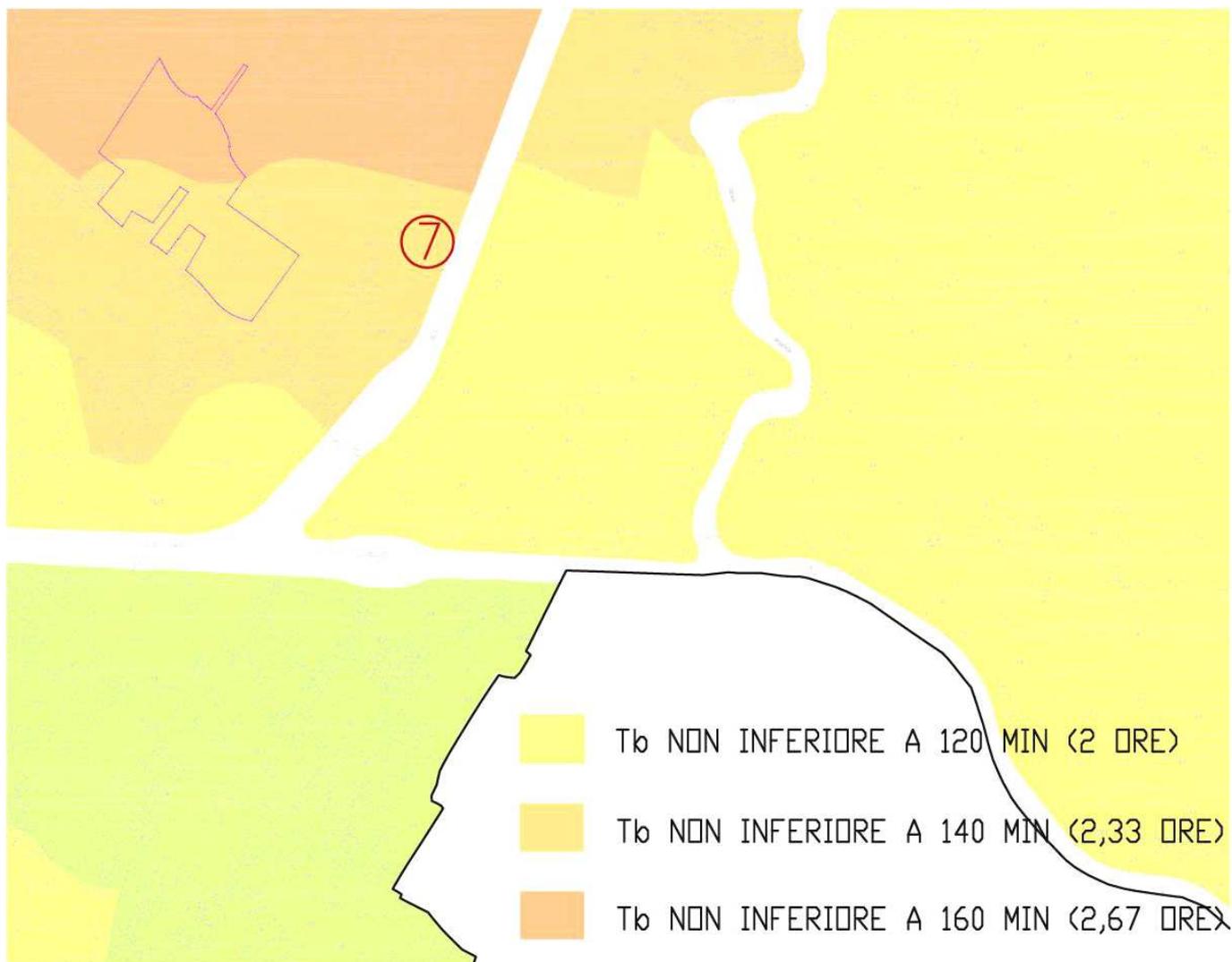
**Allegato G**  
**Idrogeologia**  
immagine scala 1:40.000  
zona di interesse perimetrata in **fucsia**  
fonte PAT di Padova



### **Allegato H**

#### **Foto pozzetto fogna bianca di via Gerardo**

il tubo a sinistra "arriva" dall'area oggetto di PUA  
il tubo superiore costituisce recapito del drenaggio di via Gerardo  
il tubo a destra permette lo scarico nello scolo Superiore di Terranegra.



**Allegato I**  
**Valori critici del Tempo di Corrivazione Esterno**

immagine scala 1:15.000  
 zona di interesse evidenziata con perimetro **fucsia**  
 fonte VCI del PAT di Padova  
 valore di **Tb** da adottare: **160 min = 2,67 ore**

# ALLEGATO J

## PROCEDURA DI MITIGAZIONE IDRAULICA PER DETENZIONE

La presente procedura di mitigazione idraulica per detenzione é consigliabile per superfici  $S_{BAC}$  del lotto/bacino non superiori a 10.000  $m^2$ ; si possono utilizzarne i risultati, accettando approssimazioni via via sempre più grossolane, fino a circa 100.000  $m^2$  ovvero 10 ha. Oltre tale valore si ritiene che una analisi di mitigazione per detenzione non possa essere attendibilmente eseguita con metodologia puramente cinematica (tipica del metodo del tempo di corrivazione del Turazza). Per i riferimenti teorici si rimanda allo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica del PAT di Padova ed ai relativi allegati da W2 a W8.

Per acquisire la mitigazione idraulica attraverso la **stabilizzazione base (invarianza idraulica)** eseguire i passi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,16,17 ,18, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 (tubi circolari), 33 (canale a pelo libero con sezione rettangolare), 34 (canale a pelo libero con sezione trapezoidale)

Per acquisire la mitigazione idraulica attraverso la **stabilizzazione idraulica deduttiva** eseguire i passi n° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 (tubi circolari), 33 (canale a pelo libero con sezione rettangolare), 34 (canale a pelo libero con sezione trapezoidale)

Per acquisire la mitigazione idraulica attraverso la **stabilizzazione idraulica induttiva** eseguire i passi n°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,16,17 ,18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 (tubi circolari), 33 (canale a pelo libero con sezione rettangolare), 34 (canale a pelo libero con sezione trapezoidale)

n°	Illustrazione del passaggio	Risultati
1	Individuazione lavoro	
2	Parametri della curva di pioggia ( $T_R=50$ anni) $h=(at/(b+t)^c)$ con $h$ =altezza di pioggia in mm; $t$ =durata della pioggia in ore. Valide per <b>Padova</b> .	$a=83,56$ ; $b=0,242$ ; $c=0,817$ .
3	$S_{BAC}$ = superficie del lotto o bacino, espressa in $m^2$ .	$S_{BAC} [m^2] =$
4	$DH_{ORA}$ = differenza di quota fra il punto del piano campagna piu' alto entro $S_{BAC}$ e il punto del piano campagna più basso, dove presuntivamente c'è lo scarico dell'acqua meteorica entro $S_{BAC}$ , nelle condizioni <u>attuali</u> di uso del suolo; espressa in m.	$DH_{ORA} [m] =$
5	$L_{ORA}$ = lunghezza del percorso più lungo della goccia di pioggia entro $S_{BAC}$ nelle condizioni <u>attuali</u> di uso del suolo; espressa in m.	$L_{ORA} [m] =$
6	$DH_{DOPO}$ = differenza di quota fra il punto del piano campagna piu' alto e il punto del piano campagna ove verrà messo il pozzettone di laminazione ovvero dove è previsto lo scarico dell'acqua meteorica, nelle condizioni <u>future</u> di uso del suolo; espressa in m.	$DH_{DOPO} [m] =$
7	$L_{DOPO}$ = lunghezza del percorso più lungo della goccia di pioggia entro $S_{BAC}$ nelle condizioni future di uso del suolo; espressa in m.	$L_{DOPO} [m] =$
8	$TC_{ORA}$ = tempo di corrivazione nello stato attuale (utilizza $DH_{ORA}$ , $L_{ORA}$ e il nomogramma in <b>allegato W2</b> ); espresso in min. In alternativa si può utilizzare uno dei metodi illustrati in <b>allegato W8</b> .	$TC_{ORA} [min] =$
9	$TC_{DOPO}$ = tempo di corrivazione nello stato futuro (utilizza $DH_{DOPO}$ , $L_{DOPO}$ e il nomogramma in <b>allegato W2</b> ); espresso in min. In alternativa si può utilizzare uno dei metodi illustrati in <b>allegato W8</b> .	$TC_{DOPO} [min] =$
10	$\Psi_{TORA}$ = coefficiente di afflusso medio orario <u>attuale</u> da determinare attraverso l' <b>allegato W3</b> .	$\Psi_{TORA} [-] =$
11	$\Psi_{TDOPO}$ = coefficiente di afflusso medio orario futuro da determinare attraverso l' <b>allegato W3</b> .	$\Psi_{TDOPO} [-] =$
12	$\Psi_{ORA}$ = coefficiente di afflusso medio orario <u>attuale</u> ottenuto da $\Psi_{TORA}$ tenendo conto del correttivo morfologico legato alla pendenza media del bacino deducibile dall' <b>allegato W4</b> .	$\Psi_{ORA} [-] =$
13	$\Psi_{DOPO}$ = coefficiente di afflusso medio orario <u>future</u> ottenuto da $\Psi_{TDOPO}$ tenendo conto del correttivo morfologico legato alla pendenza media del bacino deducibile dall' <b>allegato W4</b> .	$\Psi_{DOPO} [-] =$
14	$D\Psi$ = differenza fra $\Psi_{DOPO}$ e $\Psi_{ORA}$ , numero adimensionale.	$D\Psi [-] =$
15	$UM_{ORA}$ = coefficiente idrometrico massimo nella condizione <u>attuale</u> ; espresso in $l/s/ha$ . Si può ricavare dal grafico in <b>allegato W5</b> ponendo il coefficiente di afflusso orario pari a $\Psi_{ORA}$ e la durata della pioggia pari a $TC_{ORA}$ .	$UM_{ORA} [l/s/ha] =$
16	$UM_{DOPO}$ = coefficiente idrometrico massimo nella condizione <u>future</u> ; espresso in $l/s/ha$ . Si può ricavare dal grafico in <b>allegato W5</b> ponendo il coefficiente di afflusso orario pari a $\Psi_{DOPO}$ e la durata della pioggia pari a $TC_{DOPO}$ .	$UM_{DOPO} [l/s/ha] =$
17	$QM_{ORA}$ = portata massima nella condizione <u>attuale</u> ottenuta moltiplicando $UM_{ORA}$ per $S_{BAC}$ e dividendo il risultato per 10.000; espressa in $l/s$ .	$QM_{ORA} [l/s] =$
18	$QM_{DOPO}$ = portata massima nella condizione <u>future</u> ottenuta moltiplicando $UM_{DOPO}$ per $S_{BAC}$ e dividendo il risultato per 10.000; espressa in $l/s$ .	$QM_{DOPO} [l/s] =$
19	$QL_{BASE}$ = portata di laminazione in rispetto al principio di stabilizzazione	$QL_{BASE} [l/s] =$

	idraulica base (invarianza idraulica), pari a $Q_{MORA}$ ; espressa in l/s.		
20	$T_{EST}$ = tempo di corivazione esterno imposto dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica; espresso in <i>min</i> .	$T_{EST} [min] =$	
21	$Q_{LDEDU}$ = portata di laminazione in rispetto al principio di stabilizzazione idraulica deduttiva determinata moltiplicando il coefficiente udometrico della portata deduttiva (trovato attraverso il grafico in <b>allegato W5</b> ponendo il coefficiente di afflusso orario pari a $\Psi_{ORA}$ e la durata della pioggia pari a $T_{EST}$ ) per $S_{BAC}$ e dividendo il risultato per 10.000; espressa in l/s.	$Q_{LDEDU} [l/s] =$	
22	$U_{MINDU}$ = coefficiente udometrico massimo imposto dall'Autorità idraulica (Consorzio di Bonifica o Genio Civile) in rispetto al principio di stabilizzazione idraulica induttiva; espresso in l/s/ha.	$U_{MINDU} [l/s/ha] =$	
23	$Q_{LINDU}$ = portata di laminazione in rispetto al principio di stabilizzazione idraulica induttiva determinata moltiplicando $U_{MINDU}$ per $S_{BAC}$ e dividendo il risultato per 10.000; espressa in l/s.	$Q_{LINDU} [l/s] =$	
24	$Q_L$ = portata di laminazione (posta pari a $Q_{LBASE}$ ovvero uguale a $Q_{LDEDU}$ ovvero $Q_{LINDU}$ a seconda del tipo di stabilizzazione imposta dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica; espressa in l/s.	$Q_L [l/s] =$	
25	$U_L$ = portata specifica di laminazione determinata dividendo $Q_L$ per $(S_{BAC}/10.000)$ ; espressa in l/s/ha.	$U_L [l/s/ha] =$	
26	$T_{CRIT}$ = tempo di pioggia critica ricavato dal diagramma in <b>allegato W6</b> con portata specifica di laminazione pari a $U_L$ e coefficiente di afflusso orario pari a $\Psi_{DOPO}$ ; tempo critico espresso in <i>min</i> .	$T_{CRIT} [min] =$	
27	$U_{MCRIT}$ = coefficiente udometrico in corrispondenza alla durata critica della pioggia nelle condizioni <i>future</i> di uso del suolo; espresso in l/s/ha. Si può ricavare dal grafico in <b>allegato W5</b> ponendo il coefficiente di afflusso orario pari a $\Psi_{DOPO}$ e la durata della pioggia pari a $T_{CRIT}$ .	$U_{MCRIT} [l/s/ha] =$	
28	$V_{CRIT}$ = volume specifico di invaso; espresso in $m^3/ha$ . Si ottiene dalla relazione $V_{CRIT} = (U_{MCRIT} \cdot T_{CRIT} - 0,5 \cdot U_L \cdot T_{CRIT} - 0,5 \cdot U_L \cdot T_{CRITDOPO}) \cdot (0,06)$ .	$V_{CRIT} [m^3/ha] =$	
29	$V_{INVASO}$ = volume di invaso; espresso in $m^3$ . Si ottiene moltiplicando $V_{CRIT}$ per $(S_{BAC}/10.000)$ .	$V_{INVASO} [m^3] =$	
30	$H_L$ = altezza della fascia di lavoro dell'invaso di detenzione (in genere pari alla differenza di quota fra l'asse del foro di scarico e la quota dello sfioro nel pozzettone di laminazione); espresso in <i>cm</i> . Dipende dalla morfologia e dalla allimetria del lotto oggetto di intervento.	$H_L [cm] =$	
31	$D_w$ = diametro del foro di laminazione; espresso in <i>mm</i> . Si può determinare attraverso il grafico in <b>allegato W7</b> utilizzando $Q_L$ ed $H_L$ .	$D_w [cm] =$	
32	Definizione del volume di invaso realizzato con TUBI CIRCOLARI: Diametro $D [cm] = H_L [cm]$ Lunghezza tubi $L_T [m] = V_{INVASO} / ((D/100)^2 \times 0,78)$	$D [cm] =$	
		$L_T [m] =$	
33	Definizione di volume di invaso realizzato con CANALE A CIELO APERTO di forma rettangolare con larghezza $B_c [cm]$ pari all'altezza idrometrica massima di laminazione $H_L [cm]$ . Larghezza $B_c [cm] = H_L [cm]$ Lunghezza canale $L_c [m] = V_{INVASO} / ((B_c/100) \times (H_L/100))$	$B_c [cm] =$	
		$L_c [m] =$	
34	Definizione del volume d'invaso realizzato con CANALE A CIELO APERTO di sezione trapezoidale con larghezza fondo $B_f [cm]$ pari all'altezza idrometrica massima di laminazione $H_L [cm]$ e scarpa delle sponde 1/1. Larghezza $B_f [cm] = H_L [cm]$ Lunghezza canale $L_{CT} [m] = V_{INVASO} / (2 \times (B_f/100) \times (H_L/100))$	$B_f [cm] =$	
		$L_{CT} [m] =$	