



COMUNE DI VILAFRANCA PADOVANA  
Piazza Marconi n°6, 35010, Villafranca Padovana (PD)



CONSORZIO DI BONIFICA BRENTA  
Riva IV Novembre 15 - Cittadella (PD)

# PIANO COMUNALE DELLE ACQUE

(CON PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI)

DI

# VILAFRANCA PADOVANA

REVISIONE	DATA	MOTIVO	SCALA
01	09/2014	Prima Emissione	U.M.
			COD. ELAB. <b>A1.DOC</b>
TITOLO ELABORATO <b>RELAZIONE</b>			CODICE ELABORATO <b>A1</b>
ESEGUITO	VERIFICA TECNICA	VERIFICA SICUREZZA	APPROVATO
G.R.	G.R./G.Z.	G.R./G.Z.	G.Z.
			IL PROGETTISTA <b>Giuliano Zen ingegnere</b> sede legale: 31037 Loria TV - via Cantoni di Sotto 35/a tel. 0423470471 - fax 0423470471 C.F. ZNEGLN59L21C111V - P.I. 01886560265
Riproduzione vietata - Legge n° 633 del 22/04/1941 e successivi aggiornamenti			

## **INDICE**

<b>1 - INTRODUZIONE</b>	3
<b>2 – FASI DEL LAVORO</b>	3
<b>3 – SITUAZIONI IDROGRAFICHE CONSIDERATE</b>	3
<b>4 – CARATTERIZZAZIONE DEL PCA</b>	4
<b>5 – FASE CONOSCITIVA</b>	5
<b>5.1 - Analisi idrologiche</b>	5
<b>5.1.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici</b>	5
<b>5.1.2 – Caratterizzazione climatica</b>	6
<b>5.1.2.1 – Precipitazione</b>	6
<b>5.1.2.2 – Temperatura</b>	7
<b>5.1.2.3 – Evaporimetria</b>	8
<b>5.1.2.4 – Soleggiamento</b>	8
<b>5.1.2.5 – Umidità</b>	9
<b>5.1.2.6 – Pressione atmosferica</b>	9
<b>5.1.3 – Altre caratterizzazioni e attività conoscitiva</b>	10
<b>5.1.3.1 – Caratterizzazione geografica</b>	10
<b>5.1.3.2 – Caratterizzazione pedologica</b>	10
<b>5.1.3.3 – Caratterizzazione idrogeologica</b>	11
<b>5.1.3.3.1 – Idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento</b>	12
<b>5.1.3.4 – Caratterizzazione morfologica</b>	12
<b>5.1.3.4.1 – Morfologia urbana</b>	12
<b>5.1.3.5 – Caratterizzazione geologica</b>	13
<b>5.1.3.6 – Idrografia</b>	13
<b>5.1.3.6.1 – Generalità</b>	13
<b>5.1.3.6.2 – Elementi idrografici</b>	14
<b>5.1.3.6.2.1 – Elementi idrografici principali</b>	14
<b>5.1.3.6.2.2 – La rete di fognatura bianca</b>	19
<b>5.2 – Aree soggette ad alluvionamenti</b>	21
<b>5.3 – Opere di mitigazione idraulica</b>	30
<b>6 – FASE PROPOSITIVA</b>	31
<b>6.1 – Indirizzi generali</b>	31
<b>6.2 – Analisi idraulica</b>	32
<b>6.2.1 – Il modello della corrivazione</b>	32
<b>6.2.2 – Specifiche sul modello della corrivazione utilizzato</b>	35
<b>6.2.2.1 – Le curve di precipitazione usate nei calcoli idraulici</b>	37
<b>6.2.2.2 – Il tempo di scorrimento superficiale</b>	38
<b>6.2.2.3 – Stima della portata massima</b>	38
<b>6.2.2.4 – Stima delle perdite di portata (inondazioni)</b>	39
<b>6.2.2.5 – La gestione dei flussi di piena nelle giunzioni</b>	40
<b>6.2.2.6 – La determinazione del coefficiente di afflusso</b>	41
<b>6.2.2.7 – La determinazione del coefficiente di diffusione</b>	42
<b>6.2.2.8 – Gruppi idrologici di suolo</b>	42
<b>6.2.2.9 – Valori CN caratteristici</b>	43
<b>6.2.3 – Implementazione numerica</b>	44
<b>7 – FASE PROGETTUALE</b>	46
<b>7.1 – Generalità</b>	46

<b>7.2 – Indirizzi e progettualità</b>	47
<b>7.2.1 – La priorità degli interventi</b>	47
<b>7.2.2 – Caratterizzazione degli interventi programmati</b>	47
<b>7.2.2.1 – Approfondimenti sulla trincea lineare drenante manutentabile</b>	49
<b>7.2.3 – Le elaborazioni idrauliche</b>	51
<b>7.2.4 – La manutenzione</b>	53
<b>7.2.5 – Indirizzi amministrativi e normative</b>	53
<b>7.2.5.1 – Normative di settore</b>	53
<b>7.2.5.2 – Regolamento di Polizia rurale</b>	55
<b>7.2.6 – Pericolosità idraulica e opere previste</b>	56

## **1 - INTRODUZIONE**

Il presente Piano Comunale delle Acque (PCA) illustra il sistema delle vie d'acqua di pioggia in Villafranca Padovana, evidenzia le problematiche di pericolosità idraulica e definisce, con dettaglio da progetto preliminare, le opere necessarie a mettere in sicurezza idraulica il territorio comunale.

Il PCA costituisce strumento di organizzazione con riferimento alla gestione delle vie di acqua di pioggia e costituisce strumento programmatico di esecuzione e manutenzione di opere pubbliche destinate a permettere il rientro dalle criticità idrauliche in essere nel territorio comunale. La pericolosità idraulica presa in considerazione dal presente PCA è quella correlata a vie d'acqua di secondaria importanza o urbane e comunque aventi caratteristiche idrauliche non superiori alla tipologia irrigua o di bonifica.

## **2 – FASI DEL LAVORO**

Il PCA di Villafranca Padovana è stato predisposto attraverso una fase conoscitiva, una fase propositiva ed una fase progettuale.

Nella fase conoscitiva vengono riassunte le informazioni di natura idrologica ed idrografica, in particolare relative alla rischiosità idraulica in essere. La fase conoscitiva organizza le informazioni acquisite e provvede alla caratterizzazione del comportamento del territorio in situazione di forte evento pluviometrico al variare del tempo di ritorno. I tempi di ritorno normalmente considerati sono:

a) 1, 20 e 50 anni per l'acquisizione del comportamento delle reti di drenaggio sia nella situazione attuale che nella situazione di progetto;

b) 100 anni per la verifica del comportamento delle reti di drenaggio, in riferimento alla situazione attuale e in riferimento alla situazione di progetto.

La fase propositiva opera le scelte strategiche e definisce gli indirizzi seguiti nella fase progettuale.

La fase progettuale programma e specifica, a livello di progetto di massima, i lavori destinati a portare a rientro le criticità idrauliche in essere sul territorio comunale. La fase progettuale è stata sviluppata tenendo conto che gli interventi definiti non devono trasferire o spostare verso territori di valle le eventuali problematiche di natura idraulica risolte.

## **3 – SITUAZIONI IDROGRAFICHE CONSIDERATE**

Nell'elaborazione del PCA si sono presentate le seguenti situazioni:

a) via d'acqua principale con bacino idrografico esterno e priva di collegamenti funzionali col territorio comunale. Nel caso di Villafranca Padovana il riferimento principale è il fiume Brenta, ovviamente non considerato in quanto esterno al territorio, a valenza

sovracomunale e con pericolosità idraulica e rischio idraulico già valutati dall’Autorità di Bacino del Brenta-Bacchiglione di Venezia. La stessa Autorità di Bacino ha già normato e caratterizzato gli interventi possibili nei territori comunali direttamente afferenti alle vie d’acqua sovracomunali;

b) come il caso a) ma con derivazioni/immissioni dalla/alla via d’acqua principale. Rientrano in questa categoria la roggia Monegale e Vangaizza (affluenti nel Canale Brentella che collega Brenta con Bacchiglione). In questo caso, nella fase conoscitiva, sono state determinate alcune sezioni caratteristiche in numero sufficiente a valutare le portate massime assorbibili dalle stesse rogge in tal modo stimando se eventuali nuove immissioni su dette rogge non peggiorino il corrispondente comportamento idraulico;

c) via d’acqua che origina entro il territorio comunale e che esce dal territorio comunale senza subire rigurgiti da valle. Si tratta prevalentemente di rogge minori ad utilizzo misto (irrigazione e bonifica);

d) via d’acqua che origina entro il territorio comunale e che esce dal territorio comunale subendo rigurgiti da valle;

e) via d’acqua che origina entro il territorio comunale e che in situazione di piena trasferisce problematiche idrauliche in parte o del tutto ai territori di valle. Si tratta in particolare di rogge consortili come lo scolo Suppiei o lo scolo Biancolino. Nella fase progettuale si è posta particolare attenzione affinché, a PCA completamente attuato, la somma delle portate di punta in uscita attraverso queste rogge e attraverso le vie d’acqua del caso b), risulti minore o uguale rispetto alla situazione attuale;

f) via d’acqua che origina entro il territorio comunale e che in situazione di piena non trasferisce problematiche idrauliche ai territori di valle in quanto nell’ambito stesso di riferimento del PCA i fenomeni alluvionali “risolvono” localmente i problemi connessi alla concentrazione dei flussi di piena. Si tratta fondamentalmente di ampie parti dei territori (soprattutto urbanizzati) di Villafranca drenati da un sistema fognario allo stato attuale relativamente insufficiente; le scelte operate nella fase progettuale riducono e, in alcuni casi, annullano la pericolosità idraulica senza “trasportare” gli eventi alluvionali verso valle in ambito extra comunale.

#### **4 – CARATTERIZZAZIONE DEL PCA**

Le “Linee Guida” predisposte dalla Provincia di Padova prevedono due tipologie di Piano Comunale delle Acque a seconda che territorio sia interessato da pericolosità idraulica di “trascurabile, basso o medio livello” ovvero il territorio sia interessato da pericolosità idraulica di “alto livello”. Tenuto conto della consistenza delle aree interessate da fenomeni alluvionali significativi in rapporto all’intera superficie comunale (le aree interessabili da fenomeni alluvionali risultano inferiori al 30-35% dell’intera superficie comunale, vedi tavola **B9**) si è sviluppato un PCA di primo livello. La consistenza delle aree interessate da fenomeni alluvionali è stata definita nella fase conoscitiva.

## 5 – FASE CONOSCITIVA

### 5.1 - Analisi idrologiche

L'elaborazione dei dati pluviometrici si esegue ricercando la relazione fra altezza  $h$  delle precipitazioni e la loro durata  $t$ . Le relazioni  $h=h(t)$  sono generalmente nella forma a due parametri (tipo  $h=at^n$ ) o a 3 parametri (tipo  $h=at(b+t)^c$ ); le curve che si ottengono sono dette Curve Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CSPP). L'analisi pluviometrica viene fatta tenendo conto del cosiddetto tempo di ritorno  $T_R$ , cioè di quel periodo nel quale un determinato evento pluviometrico è mediamente uguagliato o superato.

#### 5.1.1 – Elaborazione dei dati pluviometrici

Per determinare le CSPP relative alla zona di Villafranca Padovana sono stati inizialmente utilizzati i dati deducibili dalla tabella III e dalla tabella V degli Annali Idrologici, pubblicati annualmente fino al 1994 a cura del Servizio Idrografico e Mareografico della Presidenza del Consiglio dei Ministri, con riferimento alle stazioni pluviometrografiche di Padova e di Bassano del Grappa. La tabella III degli Annali riporta i valori più elevati di precipitazione registrate nell'anno per 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive; la tabella V degli Annali riporta il valore, la durata e la data delle precipitazioni di maggiore intensità e di breve durata registrate dai pluviografi. Per le stazioni di Bassano del Grappa e di Padova si è provveduto ad integrare i dati oltre il 1994, utilizzando le elaborazioni di precipitazione massima annuale per data durata ottenute attraverso l'ARPAV di Teolo. Sono state successivamente elaborate le piogge di *scroscio* ed *intense* per "blocchi" di 3 durate (0,25- 0,50-0,75 ore, 0,50-0,75-1 ore, 0,75-1-3 ore) e le piogge *orarie* sempre per "blocchi" di 3 durate (1-3-6 ore, 3-6-12 ore, 6-12-24 ore) con la distribuzioni di probabilità *generalizzata dei valori estremi* (*Generalized Extreme Value = GEV*) con adattamento secondo il metodo dei *Momenti Pesati in Probabilità* (*MPP*) e validando le elaborazioni attraverso i *test statistici* parametrici del  $\chi^2$  e di *Kolmogorov-Smirnov*. Infine sono state determinate le CSPP a 2 parametri e a 3 parametri nella forma espressa in precedenza attraverso regressioni ai minimi quadrati.

Mediando i risultati delle elaborazioni statistico probabilistiche fra le due stazioni, attraverso regressione non lineare, si è provveduto a determinare le seguenti leggi regressive che permettono di determinare i parametri  $a$ ,  $b$  e  $c$  della Curva di Possibilità Pluviometrica a 3 parametri  $h=at(b+t)^c$ :

$$a=20,2+12,7\ln(T_R)-0,2438(\ln(T_R))^2 ,$$

$$b=0,0618\ln(T_R)-5,5368*10^{-3}(\ln(T_R))^2 ,$$

$$c=0,69+0,03759\ln(T_R)-3,4546*10^{-3}(\ln(T_R))^2 .$$

essendo

$h$  = altezza di precipitazione (*mm*)

$t$  = durata della precipitazione (*ora*)

$T_R$  = tempo di ritorno della precipitazione (*anno*).

Le equazioni presentate "chiudono" una analisi statistico-probabilistica compiuta ed esaustiva in quanto mentre per i dati rilevati in passato si può definire la "frequenza", intesa come numero di volte in cui un evento si è presentato in una serie di manifestazioni, per i dati futuri è obbligatorio passare attraverso il concetto di "probabilità", ovvero di rapporto tra il numero di casi favorevoli al verificarsi di un certo evento ed il numero dei casi ugualmente possibili.

Per ragioni di opportunità procedurale nelle elaborazioni le altezze di pioggia determinate volta per volta sono state "alzate" del 10-15% al fine di ottenere valori in linea con analisi pluviometriche regionalizzate non disponibili direttamente per l'area in oggetto.

## 5.1.2 – Caratterizzazione climatica

La caratterizzazione climatica del territorio di Villafranca Padovana è stata predisposta con l'obiettivo di fornire un supporto decisionale oggettivo nella scelta del modello idraulico di calcolo e definire i corrispondenti limiti di applicazione.

Il clima di Villafranca Padovana rientra nella tipologia mediterranea pur presentando alcune caratteristiche tipicamente continentali legate alla posizione climatologica di transizione; in particolare inverni rigidi ed estati calde e umide.

### 5.1.2.1 – Precipitazione

I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella e presenta le precipitazioni mensili fra il 1996 e il 2005.

Precipitazione (mm) somma

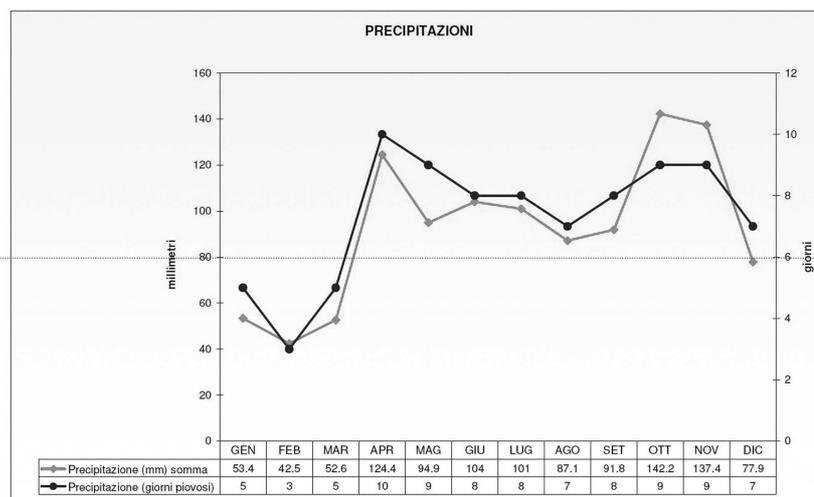
Anno	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1996	96,8	40,4	13,6	107,6	131	68,6	67,6	165,8	54,6	159,6	135,4	87,4
1997	88	1,6	5,6	52,6	64,2	75,4	97,4	50,8	16,8	17	131	163,8
1998	35,2	28,6	4,4	161,2	39,8	176,6	26,6	8,4	131	254,6	17,6	13
1999	46,2	9,6	78	128,6	124	107,4	111	102,2	91	145,4	132,6	56,2
2000	1,6	4,4	94,6	67,6	85,2	73,2	61,2	78	138,6	211,4	287,4	70,2
2001	116,6	13,2	197,6	93,2	44	24,4	200,6	60,2	91,4	60,6	53,4	1
2002	38,2	108,6	18	227,6	202,4	183,4	157,2	168,4	111,8	111	143,4	78,8
2003	71,2	6,6	1,6	121,4	37	126,4	43,4	19,2	29,2	92	177,2	135,8
2004	37	210,6	87,6	94	142,2	110,8	82	69,8	123,6	163,8	113	109,2
2005	2,8	0,8	25,2	190,2	79	89,2	162,6	147,8	129,6	207	183,2	63,2
Medio mensile	53,4	42,5	52,6	124,4	94,9	104	101	87,1	91,6	142,2	137,4	77,9

Il valore mensile è la somma valori giornalieri.

Il valore somma annuale è la somma dei valori mensili.

Il valore medio mensile è il valore medio dei valori mensili degli anni.

La piovosità media annua è di circa 900-1000 mm; il mese più piovoso è normalmente ottobre, quello meno piovoso febbraio. Dal punto di vista stagionale le piogge maggiori si verificano in autunno e in misura minore in primavera; l'inverno è la stagione con meno precipitazioni.



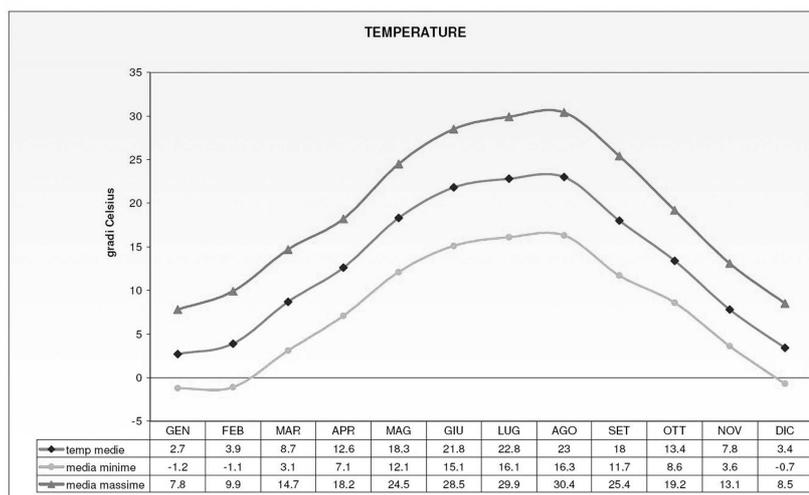
Fonte dati: ArpaV

L'andamento della precipitazione nell'anno medio indica un "tipo" pluviometrico intermedio fra il sublitoraneo alpino e il sublitoraneo appenninico con prevalenza del sublitoraneo appenninico (due massimi ricadenti in primavera inoltrata e in autunno con un minimo secondario invernale).

E' interessante estrapolare alcune considerazioni di natura meteorologica sfruttando i dati della vicina stazione pluviometrica di Padova (attualmente presso l'Orto Botanico). Padova presenta una delle serie di osservazioni pluviometriche più lunghe a livello mondiale: quella dell'Osservatorio Astronomico di Padova che data dal 1725 e senza interruzioni continua fino al 1934, pur con qualche variazione nel tipo e nella ubicazione del pluviometro; nel 1878 inizia la cosiddetta serie moderna. Dal 1920 si sono iniziate le osservazioni all'Osservatorio G. Magrini dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque con la bocca del pluviometro a 120 cm dal suolo. Per Padova abbiamo i seguenti dati di sintesi: media delle precipitazioni fra il 1725 e il 1934 (210 anni) pari a 856,5 mm; tra il 1725 e il 1877 abbiamo 872,7 mm; fra il 1878 e il 1934 abbiamo 813,1 mm. Nell'osservatorio Magrini fra il 1920 e il 1958 la media è 853,7 mm. Prendendo tutte le serie abbiamo fra il 1725 e il 1958 il valore medio di 828,3 mm.

### 5.1.2.2 – Temperatura

Villafranca Padovana presenta una temperatura media annua di 13°C. I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo; la tabella riguarda la vicina stazione di Cittadella e presenta le medie mensili di temperatura fra il 1996 e il 2005.



Fonte dati: ArpaV

La differenza tra la temperatura media del mese più caldo e quella del mese più freddo è di poco più di 20 °C da cui il clima di Villafranca Padovana risulta classificabile come "continentale". L'andamento delle medie e degli estremi stagionali ed assoluti in un intervallo temporale maggiore (dal 1955 al 2005) è inquadrabile come da tabella seguente (dati relativi alla stazione di Vicenza):

	T normale (°C)	T medio (°C)	T mass. (°C)	T min. (°C)
Inverno	5,0	5,8	18,2	-2,6
Primavera	17,1	16,7	26,3	7,7
Estate	21,9	21,6	29,6	12,8
Autunno	8,6	7,7	18,5	-0,5

La temperatura massima assoluta misurata è di +39 °C mentre la minima assoluta misurata è di -20 °C.

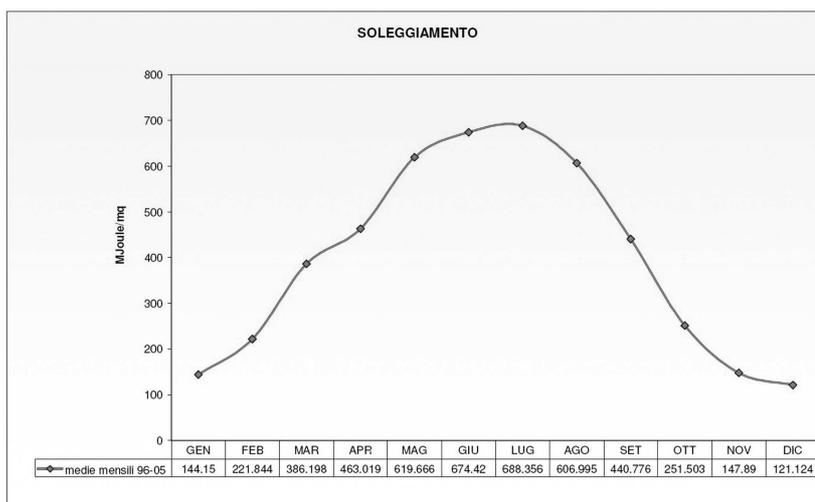
### 5.1.2.3 – Evaporimetria

L'evapotraspirazione è l'effetto concomitante dell'evaporazione e della traspirazione delle piante. La stessa è distinguibile fra evapotraspirazione "reale" ed evapotraspirazione "potenziale" essendo la seconda riconducibile ad una copertura vegetale fornita di una "ottimale" quantità d'acqua che massimizza la crescita mentre la prima è quella tipica di una fornitura d'acqua in condizioni normali.

L'evapotraspirazione reale in Villafranca Padovana, espressa in valori assoluti ovvero in *mm* di acqua varia annualmente fra i 600 e i 700 *mm*.

### 5.1.2.4 – Soleggiamento

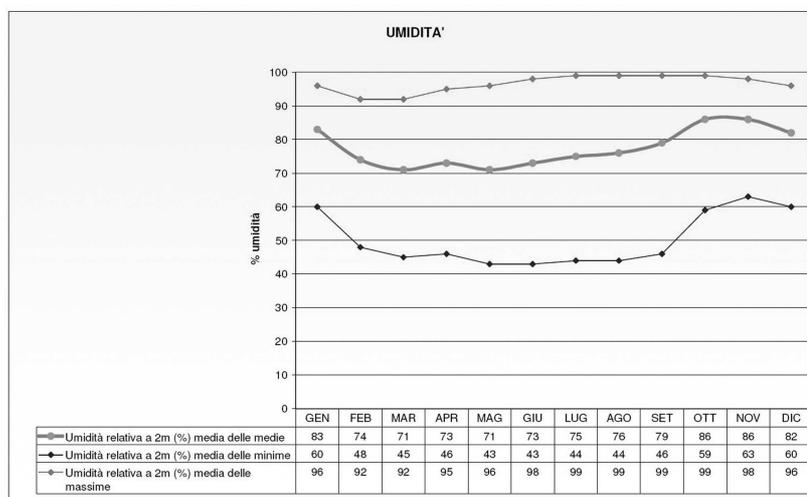
I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella.



Il mese più soleggiato risulta normalmente Luglio mentre quello meno soleggiato è Dicembre.

### 5.1.2.5 – Umidità

I dati seguenti sono stati ricavati dall'ARPAV di Teolo. La tabella seguente riguarda la stazione della vicina Cittadella. Il mese più umido è normalmente ottobre mentre quello meno umido è normalmente marzo.



### 5.1.2.6 – Pressione atmosferica

Si illustrano i dati medi relativi a Venezia nel periodo compreso fra il 1960 e il 2005.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Valore normale (mmHG)	763,4	762,3	761,7	760,3	761	761,7	761,9	761,7	763,4	763,9	763,2	763,1	762,3
Escursione media mensile (mmHG)	26,4	27,6	23,9	20,3	15,2	13,4	13,0	13,8	15,9	20,9	25,1	27,6	20,6

## 5.1.3 – Altre caratterizzazioni e attività conoscitiva

### 5.1.3.1 – Caratterizzazione geografica

Villafranca Padovana è situata in provincia di Padova, in destra Brenta. Confina con Campodoro (PD), Limena (PD), Mestrino (PD), Padova, Piazzola Sul Brenta (PD) e Rubano (PD). L'estensione territoriale è di circa 2.423 *ha*. Il Comune si allunga nella direzione N-S per circa 8,8-9 *km*, nella direzione O-E per circa 5,8-6 *km*.

Il Comune presenta un nucleo abitato centrale (con la sede municipale) e centri minori periferici (Ronchi di Campanile, Taggi di Sopra e Taggi di Sotto). In ambito agricolo esistono moltissime abitazioni e volumi edilizi rustici sparsi.

Lo sviluppo antropico è condizionato dalla struttura viaria comunale e dalla idrografia principale. Le direzioni di sviluppo antropico sono inoltre condizionate da nord a sud dal rilevato della S.P. 12.

### 5.1.3.2 – Caratterizzazione pedologica

Villafranca Padovana (vedi tavola **B6**) appartiene all'unità geologica della medio-bassa Pianura Veneta. Ne deriva una struttura litostratigrafica che presenta i caratteri dell'una o dell'altra a seconda delle diverse aree. Il territorio comunale viene identificato, a scala geologica regionale, come appartenente alla zona dei "depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 metri di profondità con limi e argille prevalenti". Tale situazione geologica condiziona evidentemente la geologia locale già a partire dal livello superficiale del deposito alluvionale (suolo). Tutti i suoli presenti nel territorio di Villafranca Padovana appartengono comunque al sistema deposizionale della pianura alluvionale del sistema del Brenta-Bacchiglione. In particolare la "Carta dei suoli della Regione Veneto" identifica i suoli comunali come appartenenti ai "Suoli della bassa pianura antica, calcarea, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi sabbiosi e piane e depressioni a depositi fini" di età Pleistocenica ed Olocenica. Si tratta in generale di suoli costituiti da superfici pleistoceniche di origine fluvioglaciale formate in zona dalle alluvioni del Brenta, con diverse morfologie, di suoli della pianura indifferenziata di origine fluvioglaciale formati da limi fortemente calcarei e infine di suoli formati da limi da molto ad estremamente calcarei.

In definitiva gran parte del territorio di Villafranca è interessato da materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa (vedi allegato **B6**); non mancano vaste aree di terreno costituito da materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa (particolarmente nella parte sud-est del Comune ed nord-ovest del nucleo urbano della frazione capoluogo).

Per quanto riguarda la permeabilità Villafranca può rientrare a grandi linee nel gruppo di territori a permeabilità "media" (legati alla presenza nel sottosuolo sia di sabbia sia di alternanze limoso - argillose talvolta sabbiose).

Lo spessore del terreno agrario varia da 70-80 *cm* ai 100-120 *cm*. Il fabbisogno irriguo varia nell'anno fra periodi di eccedenza idrica (normalmente gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre) a periodi in cui viene restituita la "riserva" (normalmente da marzo a giugno), a periodi in cui deve essere ricostituita la "riserva" (settembre e ottobre) infine a periodo in cui permane il deficit idrico (normalmente da aprile ai primi di settembre). I fabbisogni idrici sono attualmente garantiti all'agricoltura da una fitta rete di rogge, da canalette/rogge adduttrici e distributrici, che traggono gli apporti da derivazioni particolarmente dalle rogge Contarina e Rezzonico, da risorgive, ma anche da sollevamenti dalla prima falda.

### 5.1.3.3 – Caratterizzazione idrogeologica

La situazione litostratigrafia condiziona l'assetto idrogeologico del territorio regionale Veneto. In particolare nelle zone di media e soprattutto di bassa pianura risulta presente una falda acquifera superficiale costituita da diverse falde acquifere locali ospitate in livelli a permeabilità variabile (ma comunque generalmente piuttosto bassa) variamente interconnesse tra loro e spesso in rapporto idraulico con i corpi idrici superficiali. Tale rapporto di connessione con gli alvei di fiumi e canali condiziona fortemente le direzioni di deflusso, le profondità di livello ed i gradienti del sistema della falda acquifera superficiale. Il territorio comunale appartiene al settore idrogeologico di bassa pianura.

In Villafranca Padovana risulta presente una falda acquifera superficiale che in realtà è costituita da diverse falde acquifere locali ospitate in livelli a permeabilità variabile (ma comunque generalmente piuttosto bassa) variamente interconnesse tra loro e spesso in rapporto idraulico con i corpi idrici superficiali. Il Comune (vedi allegato **B7**) presenta livelli di falda rapportabili schematicamente a 3 situazioni: a) l'estremità nord del territorio comunale presenta livelli di falda compresi fra 0 e 150 cm dal p.c., 2) gran parte della rimanente parte presenta livelli fra 150 e 200 cm dal p.c. con la sola eccezione 3) dell'estremità sud-est del territorio comunale dove la falda assume normalmente profondità rispetto al p.c. superiori ai 200 cm. In qualche modo è ravvisabile l'effetto "drenaggio" garantito particolarmente dal fiume Brenta e dalle sue diramazioni.

Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni normalmente si fa riferimento a tre classi correlate a differenti intervalli di permeabilità: 1) terreni molto permeabili ( $k > 10^{-5}$  m/s); 2) terreni di media permeabilità ( $k = 10^{-8} - 10^{-5}$  m/s) e 3) terreni poco permeabili ( $k < 10^{-8}$  m/s). In Villafranca è presente prevalentemente un terreno a permeabilità medio-bassa in quanto è presente nel sottosuolo sia sabbia che alternanza di limo e argilla talvolta sabbiosa.

Il territorio comunale si pone in zona di bassa pianura al di sotto del limite inferiore della linea delle risorgive. La direzione del deflusso sotterraneo segue grossomodo una direzione da NNO verso SSE e quindi in linea con la direzione generale del deflusso a scala regionale. Essa devia in prossimità dei fiumi maggiori a causa dell'azione di richiamo della falda verso gli stessi fiumi.

### **5.1.3.3.1 – Idrogeologia e vulnerabilità all'inquinamento**

La caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo di Villafranca Padovana evidenzia una relativa elevata vulnerabilità degli acquiferi ai fenomeni di inquinamento (particolarmente ai carichi inquinanti immessi nel terreno); il fenomeno è potenzialmente tanto più rilevante quanto più la falda è elevata e quanto più i terreni sono assimilabili a sabbie-limose e limi-sabbiosi. In Villafranca Padovana è quindi rilevante il "controllo" degli scarichi civili ed industriali, il "controllo" degli impianti di depurazione e degli impianti di scarico delle aziende agro-industriali, il "controllo" dei nitrati utilizzati in agricoltura.

### **5.1.3.4 – Caratterizzazione morfologica**

Il territorio comunale è ascrivibile ad unità geomorfologiche derivanti dai diversi rapporti con l'idrografia maggiore circostante. Localmente risultano modificazioni al territorio indotta da forme antropiche connesse con il sistema dei trasporti ferroviari e stradali (rilevati) ed in parte correlate a presenza di cave.

Altre forme artificiali degne di rilievo sono quelle costituite dagli argini di alcuni scoli, particolarmente a vocazione irrigua come il Monegale, il Rostin, ecc.... Ma le maggior forme antropiche sono costituite proprio da rilevati connessi alle vie di comunicazione, in particolare il rilevato stradale delle strade provinciali e autostradali (Serenissima); va ricordata infine la presenza del rilevato ferroviario della linea MI-VE.

Il territorio comunale presenta una pendenza da nord-ovest verso sud-est con quote variabili fra 24-25 m s.m. a nord di via Scalona e 16-17 m s.m. verso i confini meridionali del Comune (zona di Ponterotto). La pendenza del territorio è di 0,7-0,8 m/km. Grossomodo la morfologia si configura a displuvio lungo la S.P.12 con zone piatte o concave nei pressi della parte meridionale del Comune. Sono segnalabili un limitato numero di zone conformate a conca di decantazione in ambito agricolo.

#### **5.1.3.4.1 – Morfologia urbana**

In Villafranca Padovana il territorio è suddivisibile fra una parte appartenente al sistema ambientate e agricolo (parte urbanizzata localmente ma in modo discontinuo) ed una parte urbanizzata con continuità, cioè occupata da aree edificate e relative attrezzature e infrastrutture. Altre zone, pur non essendo urbanizzate, non possono neppure considerarsi appartenenti al sistema ambientale e agricolo (ambiente peri-urbano).

Fino a qualche lustro fa Villafranca Padovana era sviluppata soprattutto nella frazione capoluogo. La morfologia urbana nelle aree urbanizzate di Villafranca è rappresentata dalle seguenti tipologie:

a) case isolate o piccoli condomini con viabilità a doppia carreggiata nelle aree di espansione costruite negli ultimi anni; la rete di drenaggio della fognatura bianca risulta relativamente ben sviluppata e collocata su suolo pubblico o ad uso pubblico;

b) case singole o piccoli condomini con viabilità costituita da carreggiata relativamente stretta e assenza di marciapiedi; la rete di drenaggio della fognatura bianca, è relativamente poco sviluppata e sottodimensionata ma comunque collocata su suolo pubblico o ad uso pubblico (da rilevare la bassissima densità dei punti di ingresso, come le caditoie, e dei manufatti di ispezione necessari alla manutenzione, come i pozzetti di intersezione);

c) case singole sviluppate lungo una viabilità principale con carreggiata a doppio senso di circolazione e presenza sporadica o nulla di marciapiedi; a volte con rete di drenaggio della fognatura bianca trascurabile o nella con drenaggio, in situazione di forte precipitazione, gestito soprattutto attraverso "deflusso superficiale" con scarico diretto a piccole scoline o aree verdi permeabili collocate a lato della viabilità;

d) aree industriali sviluppate con propria viabilità, ampie carreggiate e zone a servizi (parcheggio, spazi sosta e marciapiedi); rete di drenaggio relativamente sviluppata o poco sviluppata e in genere con scarico diretto agli scoli consortili locali.

### **5.1.3.5 – Caratterizzazione geologica**

La litologia dei terreni è riconducibile a due raggruppamenti litologici distinti e prevalenti: a) sabbie limose e limi sabbiosi, b) limi e limi argillosi.

Nel territorio comunale la maggior parte del terreno presente nello strato più superficiale è costituito da limi e limi debolmente sabbiosi, in genere di colore nocciola o marrone; non mancano aree di terreno costituito da materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa (particolarmente nella parte sud-est del Comune ed a nord del nucleo urbano della frazione capoluogo).

### **5.1.3.6 – Idrografia**

#### **5.1.3.6.1 – Generalità**

L'elemento idrografico principale di Villafranca Padovana è il canale Brentella (vedi tavola **B2**) pur essendo il Canale Brentella relativamente marginale in quanto definisce per qualche decina di metri il limite inferiore sud-est del territorio comunale. Altro elemento idrografico importante è il fiume Brenta, anche se non interessa direttamente Villafranca in quanto nei Comuni collocati a monte lungo lo stesso Brenta nascono complesse reti irrigue destinate a garantire l'apporto idrico di emergenza alle attività agricole. Il canale Brentella si presenta relativamente incassato rispetto al territorio circostante ed il suo livello idrometrico subisce notevole escursione fra i periodi di piena ed i periodi di magra (circa 5-7 m); inoltre i livelli del Brentella sono fortemente condizionati dal posizionamento dei presidi idraulici di Limena (derivazione regolata da paratoia) e dai presidi idraulici di Padova sul fiume Bacchiglione (il Canale Brentella scarica in modo libero nel Bacchiglione). In situazione di piena il Canale Brentella è responsabile di significativi effetti di rigurgito che in qualche modo interessa anche gli scoli di Villafranca (in particolare il Porra, il Rio Fosco e il Liminella Vicentina).

## 5.1.3.6.2 – Elementi idrografici

### 5.1.3.6.2.1 – Elementi idrografici principali

1) Scolo **Rio**. Nasce fuori Comune in territorio di Piazzola Sul Brenta. Per circa 3.600 m segna i confini est e per altri 3.600 m circa scorre in area agricola e nell'area urbana di Villafranca Padovana fino a confluire nello scolo Porra. In corrispondenza di Villafranca Padovana riceve un numero significativo di scarichi di fognatura bianca. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

2) Scolo **Porra**. Nasce presso i confini comunali con Limena dalla confluenza del Rio Fosco con la Liminella Vicentina e successivamente dello scolo Rio. Il Porra coincide coi confini comunali per circa 140 m e poi entra definitivamente nel territorio comunale di Limena. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

3) Scolo **Rio Fosco**. Nasce fuori Comune in territorio di Piazzola Sul Brenta. Entrato dal limite comunale nord scorre inizialmente da nord a sud e poi da nord-ovest a sud-est. Dopo 4.560 m e dopo aver ricevuto sia in sinistra che in destra una serie di scoline agricole secondarie, il Rio Fosco riceve in destra uno scarico di esaurimento della roggia Giustiniana DB; dopo altri 620 m riceve all'altezza di via Campodoro lo scolo Rostin Giustiniani (altro scarico di esaurimento) e dopo altri 2.200 m é collegato in destra con il canale Diramazione che collega il Rio Fosco alla roggia Liminella Vicentina. Dopo ulteriori 1.360 m il Rio Fosco, dopo aver piegato verso sud-est riceve in destra lo scolo Liminella Vicentina; infine dopo 220 m confluisce nella roggia Rio Porra per poi immettersi nel Canale Brentella in territorio di Limena. I tipi di terreno attraversati sono prevalentemente agricoli. In corrispondenza dell'abitato di Villafranca Padovana riceve (in 3 punti) gli scarichi della fognatura bianca urbana. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

4) Scolo **Giustiniana DB**. Entra in Comune da nord-ovest scorrendo lungo il confine comunale ovest; dopo 3.360 m (sottopassata via Melloni-Giustiniani) fa nascere in destra il canale irriguo Contarini e procedendo per ulteriori 440 m verso est si immette nel Rio Fosco con apposito scarico di esaurimento. I terreni attraversati sono sempre ad uso del suolo di tipo agricolo. Scolo di tipo irriguo. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

5) Scolo **Liminella Vecchia**. Nasce fuori comune e poco prima di via Campodoro forma il confine comunale ovest per circa 550 m; dopo circa 2.000 m confluisce nella Liminella Vicentina all'altezza di via Belle. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

6) Canale irriguo **Contarini**. Nasce fuori Comune dalla roggia Liminella Vicentina. Entra lungo via Campodoro e dopo circa 660 m riceve in sinistra una sua diramazione lunga 620 m che permette di derivare acqua ad uso irriguo dalla roggia Giustiniana DB. Dopo circa 40 m svolta verso sud dopo aver originato lo scolo Rostin Giustiniani. Il Canale Contarini procede per circa 2.500 m verso sud-est sottopassando via Villaranza ed immettendosi nella Liminella Vicentina poco a nord di via Bassa Taggi.

7) Scolo **Rostin Giustiniani**. Scorre lungo via Campodoro collegando lo scolo Canale Contarini allo scolo Rio Fosco; lunghezza circa 400 m.

8) Scolo **Liminella Vicentina**. Nasce ad uso irriguo fuori Comune dal sistema del Ceresone. Entro Villafranca scorre per circa 1.500 m in ambito agricolo fino all'immissione della Liminella Vecchia all'altezza di via Belle. Scorre poi verso sud-est per altri 1.500 m sempre in area prevalentemente agricola ricevendo altri scoli minori fino alla confluenza in sinistra con lo scolo irriguo Contarini poco a nord di via Bassa Taggi di Sopra. Dopo altri 60 m origina in destra lo scolo irriguo Rostin; dopo altri 190 m in sinistra si stacca lo scolo "Collegamento col Rio Fosco" e dopo ulteriori 1.540 m confluisce col Rio Fosco all'altezza del locale depuratore a formare lo scolo Porra. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

9) Scolo **Diramazione Scolo Rio Fosco**. Lungo 280 m permette il collegamento fra il Rio Fosco e lo scolo Liminella Vicentina. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta. Attraversa aree a vocazione agricola.

10) Scolo **Rezzonica**. Delimita per 840 circa il confine comunale ovest nella parte nord di Villafranca. Il bacino comunale sotteso é trascurabile in quanto la funzione dello scolo é prevalentemente irrigua. Entro Villafranca lungo il Rezzonica esistono alcuni punti di scarico irriguo presidiati da paratoie di regolazione. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

11) Scolo **Orcone**. Nasce esternamente a Villafranca in territorio comunale di Piazzola Sul Brenta. Scorre per circa 2.400 m nella parte centro-orientale di Villafranca. I territori attraversati sono prevalentemente di tipo agricolo; all'altezza del capoluogo riceve un numero limitato di scarichi di fognatura bianca e il drenaggio di una grande area impermeabilizzata (macello). Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

12) Scolo **Ramo Ronchi**. Nasce fuori Comune dalla roggia Rezzonica. Definisce il confine comunale ovest per circa 650 m e dopo ulteriori 950 m, sempre in area con uso del suolo di tipo agricolo, riceve in destra lo scolo Rocco all'altezza di via Lissaro. Dopo ulteriori 110 m fa nascere in sinistra lo scolo Suppiey e dopo ulteriori 910 m, dopo aver costeggiato via Olmeo, si immette nello scolo Monegale dopo il congiungimento con lo scolo Rezzonica Ramo Turato. Lo scolo é classificato in parte come PRIMARIO e in parte come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

13) Scolo **Canale di Raccordo**. Lungo circa 1300 m in ambito comunale, collega lo scolo irriguo Liminella Padovana al Rio Fosco con funzionalità prettamente irrigue. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

14) Scolo **Rocco**. Nasce fuori Comune ed entra poco ad ovest di via Balla; dopo aver definito il confine comunale per circa 130 m procede verso sud dove all'altezza di Via Lissaro riceve in destra lo scolo Diramazione Scolo Rocco. Dopo circa 60 m confluisce nello scolo Rezzonica Ramo Ronchi. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

15) Scolo **Diramazione Scolo Rocco**. Nasce fuori Comune dall'omonimo scolo; entrato nel Comune dopo circa 1.300 m di area agricola confluisce nello scolo Rocco all'altezza di via Lissaro. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

16) Scolo **Ramo Turato**. Nasce fuori comune dal Rezzonica. Dopo circa 150 m dall'ingresso in Villafranca Padovana sottopassa l'autostrada MI-VE e riceve in destra lo scolo Lissaro. Gira poi verso est e dopo 1.490 m circa (dopo aver sottopassato un'altra volta l'Autostrada MI-VE) confluisce nello scolo Monegale dopo essersi unito con il Ramo Ronchi. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

17) Scolo **Lissaro**. Nasce fuori Comune da una diramazione del Ramo Turato della roggia Rezzonica. Dopo essere entrato in Villafranca scorre per circa 270 m a sud dell'Autostrada MI-VE immettendosi nel Ramo Turato della Roggia Rezzonica. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

18) Scolo **Rigoni**. Nasce a sud dell'Autostrada MI-VE e scorre verso sud definendo per alcuni tratti il confine comunale ovest. Dopo 2.500 m circa si immette nello scolo Mestrina fuori dal territorio di **Villafranca Padovana**. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

19) Scolo **Vangaizza**. Nasce a nord della ferrovia PD-VI lungo via Capitello. Dopo circa 1.100 m abbandona il Comune all'altezza di via Chiusure. Dopo ulteriori 2.700 m circa percorsi esternamente al Comune il Vangaizza ritorna a definire i confini sud di Villafranca Padovana dopo aver ricevuto in sinistra lo scolo Suppiey. Dopo 890 m (grossomodo continuando a definire i confini comunali) genera in destra lo scolo Giarina (che scorre fuori Comune) e dopo ulteriori 490 m verso est si immette nello scolo Monegale prima dell'immissione dello stesso nel Canale Brentella. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

20) Scolo **Rio Rostin**. Scolo a funzione prevalente irrigua. Costituisce una derivazione dalla roggia **Liminella Vicentina**. Scorre per circa 2.450 m; dopo aver sottopassato via Bassa Taggi di Sopra sovrappassa lo scolo Biancolino e dopo aver costeggiato un tratto di via Balla piega verso sud e costeggia via San Giacomo. Dopo aver sovrappassato lo scolo Suppiey confluisce nello scolo Monegale. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

21) Scolo **Biancolino**. E' uno scolo a funzione prevalente di bonifica. Nasce presso via Villaranza scorrendo di seguito verso sud-est; dopo circa 1.100 m sottopassa lo scolo Rio Rostin procedendo poi parallelo a via Balla per circa 2.600 m; gira poi verso sud passando attraverso l'area urbana di Taggi di Sotto e dopo circa 1.650 m (dopo aver sottopassato l'autostrada MI-VE) confluisce nello scolo Monegale in località Molini. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta. Drena una parte della fognatura bianca di Taggi di Sotto.

22) Scolo **Suppiey**. Nasce da una derivazione del Ramo Ronchi della Rezzonica presso via Lissaro. Scorrendo verso sud-est dopo circa 2.800 m devia bruscamente verso sud ricevendo in sinistra un ramo minore che costeggia sempre via Olmeo; sottopassa prima lo scolo Monegale, dopo 190 m circa arriva al limite comunale e piega verso est

costeggiandolo per ulteriori 130 m; quindi sottopassa l'autostrada MI-VE e dopo circa 1 km (definendo a tratti il confine comunale) confluisce nello scolo Vangaizza a sud di via Ponte Alto. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

23) Scolo **Monegale**. Nasce dalla confluenza del Ramo Ronchi e del Ramo Turato della roggia Rezzonica. Dopo circa 540 m (definendo in parte il confine comunale sud) riceve in sinistra il Rio Rostin (scolo irriguo). Procedendo verso est dopo altri 1.330 m sottopassa lo scolo Suppiey e procedendo parallelamente all'Autostrada MI-VE verso est dopo 1.950 m presso la località Molini (tratto in parte urbano) riceve in sinistra lo scolo Biancolino. Dopo ulteriori 450 m riceve in destra lo scolo Vangaizza e dopo pochi metri scarica nel canale Brentella all'altezza di Ponterotto. Lo scolo é classificato come PRIMARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta.

24) Scolo **Monegaletto**. Nasce in derivazione dallo scolo Suppiey e dal laghetto perenne posizionato a nord di via Olmeo. A Taggi di Sotto dopo la riunificazione dei due rami d'origine riceve in sinistra il Biancolino, sottopassa il rilevato autostradale e confluisce nel Monegale a valle di un mulino abbandonato. Lo scolo é classificato come SECONDARIO da parte del Consorzio di Bonifica Brenta. Parte della fognatura bianca della zona meridionale di Taggi di Sotto defluisce allo scolo Monegaletto.

Una fitta rete di scoli minori (considerati terziari e minori da parte del Consorzio di Bonifica Brenta) completa la rete di scolo a pelo libero di Villafranca Padovana.

Per una illustrazione dello sviluppo dei sottobacini idrografici si faccia riferimento all'allegato **B4**. I sottobacini principali di Villafranca Padovana possono schematizzarsi nel modo seguente:

a) sottobacino secondario denominato Nord-Ovest completamente interno al territorio comunale posto ad est della roggia irrigua Rezzonica. Lo sviluppo é di circa 15,96 ha;

b) sottobacino del Rio Fosco per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 620 ha;

c) sottobacino dello scolo Rio per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 215 ha;

d) sottobacino dello scolo Orcone per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 168,6 ha;

e) sottobacino dello scolo Poretta per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 32 ha;

f) sottobacino del Liminella Vecchio per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 77 ha;

g) sottobacino del Liminella Vicentina per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 235 ha;

h) sottobacino del Rostin (scolo irriguo) tutto interno al territorio comunale con uno sviluppo di circa 22 ha;

i) sottobacino del Porra per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 16 ha;

l) sottobacino minore denominato Sud/Est per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 6 ha;

m) sottobacino dello scolo Biancolino tutto interno al territorio comunale con uno sviluppo di circa 199 ha;

n) sottobacino del Ramo Ronchi e dello scolo Rocco per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 91 ha;

o) sottobacino dello scolo Suppiey per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 235 ha;

p) sottobacino dello scolo Monegaletto tutto interno al territorio comunale con uno sviluppo di circa 93 ha;

q) sottobacino del Ramo Turato della roggia Rezzonico per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 95 ha;

r) sottobacino del Monegale tutto interno al territorio comunale con uno sviluppo di circa 15,4 ha;

s) sottobacino del Vangaizza per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 95,3 ha;

t) sottobacino dello scolo Rigoni per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 35,3 ha;

u) sottobacino dello scolo Bappi per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 142 ha;

v) sottobacino del Canale Brentella per la parte interna al territorio comunale con uno sviluppo di circa 0,6 ha.

Risultano dotate di sedime demaniale e quindi sono di proprietà pubblica la roggia irrigua Rezzonico, la roggia irrigua Giustiniana Contarina, lo scolo di bonifica Rio Fosco, lo scolo di bonifica Rio, parte dello scolo irriguo Contarini, lo scolo Liminella Vecchia, lo scolo Liminella Vicentina e un suo tributario terziario collocato in destra, lo scolo Rio Porra, lo scolo irriguo Rostin, parte dello scolo Ramo Ronchi della Rezzonica oltre ad un ramo terziario dello stesso Ramo Ronchi, lo scolo di bonifica Biancolino, parte del Ramo Turato della Rezzonico, lo scolo di bonifica Suppiey, lo scolo Monegale, lo scolo Monegaletto e lo scolo di bonifica Vangaizza (vedi tavola grafica **B5**).

Per la gestione "amministrativa" del Canale Brentella vale il testo unico sulle opere idrauliche approvato con R.D. 25/07/1904 n°523; per le altre vie d'acqua consorziali (non classificate) vale il R.D. testo unico R.D. 368/1904.

Come accennato in precedenza il sedime delle rogge principali e secondarie è in genere di proprietà pubblica; si tratta prevalentemente di canali scavati in terra ovvero tratti tombinati, relativamente brevi, di norma a sezione rettangolare (scatolari). Lo scolo Rio risulta abbondantemente tombinato nella parte in attraversamento alla frazione capoluogo. L'utilizzo delle rogge è prevalentemente irriguo mentre le rogge principali e secondarie che ricevono immissioni da fognatura bianca assumo valenza promiscua (irrigua+bonifica) o solo di bonifica.

Le rogge rilevate sono interessate da un numero elevatissimo di opere idrauliche (sostegni, paratoie, sfioratori, troppo pieni, ecc...), praticamente tutte destinate alla gestione dell'acqua di irrigazione (turnazioni irrigue) e alla rimozione del materiale trasportato in sospensione (griglie e sfioratori). Si rimanda all'allegato **A5** e soprattutto al restituzione a scala 1:2000 della rete di drenaggio di Villafranca Padovana (vedi allegato **B3**).

#### 5.1.3.6.2.2 – La rete di fognatura bianca

A completare la rete di drenaggio è presente in Villafranca Padovana una rete di fognatura bianca come scarico finale prevalente in rogge consortili a funzione "mista" (irrigua e di deflusso dell'acqua di pioggia) o solamente di "bonifica". Si rimanda alle tavole di cui all'allegato **B3** per la restituzione grafica, all'allegato **A8** per la descrizione delle sezioni rilevate, all'allegato **A4** per la documentazione fotografica e all'allegato **A5** per la distinta dei principali manufatti idraulici.

L'allegato **B3** fornisce le seguenti principali informazioni (su "tavole" in scala 1:2.000):

- canali a pelo libero suddivisi fra primari, secondari, terziari;
- canali intubati suddivisi fra primari, secondari e terziari;
- linee irrigue intubate o a pelo libero in gestione a privati;
- linee a drenaggio intubato (fognatura bianca);
- linee a drenaggio a pelo libero (fognatura bianca, scoline stradali, ecc...)
- riferimento del cono visivo per la documentazione fotografica
- punti di ingresso/uscita dell'acqua di pioggia dai confini comunali
- individuazione sezione caratteristica (sviluppata nell'allegato **A8**)
- valore della quota rilevata con tecnica GPS o stimata sul riferimento CTR 1:5.000
- direzione ordinaria del deflusso superficiale
- direzione drenaggio superficiale
- quote di imposta caratteristiche (linea di talweg) sul riferimento CTR
- caratterizzazione geometrica della condotta (diametro, larghezza, ecc...)
- indicazione presenza con caratterizzazione qualitativa di manufatto idraulico
- posizione di caditoia a nido d'ape
- posizione di caditoia a bocca di lupo
- presenza di invasi di detenzione idraulica.

Per una parte della rete di fognatura bianca non si è potuto prendere visione dei collettori fognari sia per l'assenza dei pozzetti di intersezione e manutenzione ovvero per la mancanza di impossibilità di accedere agli stessi pozzetti in conseguenza di "ricoperture" dei sigilli dei chiusini con asfalto (in strada) o cemento (sotto i marciapiedi). Per i tratti non rilevati, ma di cui presuntivamente è nota l'esistenza, si è utilizzata una apposita simbologia grafica. Le planimetrie in allegato **B3** visualizzano inoltre i coni fotografici (vedi allegato **A4**), le sezioni rilevate (allegati **A4** e **A8**) e il diametro caratteristico ovvero in generale i parametri geometrici caratteristici delle sezioni liquide.

Sull'intero territorio comunale sono stati individuati alcuni pozzi perdenti; sono stati rilevati inoltre vari chiusini dei pozzetti di intersezione e 3971 caditoie (prevalentemente del tipo a nido d'ape mentre circa 230 risultano a bocca di lupo). Le caditoie sono suddivise per via, o per area omogenea, nell'allegato **A6** "Procedure per la manutenzione".

La rete di fognatura bianca si sviluppa particolarmente in ambito urbano (vedi allegato **B3**):

→ circa il 55% della frazione capoluogo drena al Rio Fosco in tre punti di scarico collocati ad est del ponte di via Villaranza. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 60 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 100 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 45% del frazione capoluogo drena al Rio o direttamente o attraverso tratti di fognatura bianca allo scopo dedicati come la linea intubata DN80 cm collocata lungo il limite urbano a sud di via Brenta e di via Po. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 100 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 40% del frazione Taggi di Mezzo drena al Liminella Vicentina. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 100 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 60% del frazione Taggi di Mezzo drena allo scolo Biancolino. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 120 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ l'area produttiva di Taggi di Sopra drena al Liminella Vicentina. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 80 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 70% del frazione Ronchi, per la parte residenziale, drena agli scoli Suppiey e Ramo Ronchi. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 100 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 30% del frazione Ronchi per la parte residenziale drena allo scolo Ramo Turato. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri

variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 80 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ l'area produttiva di Ronchi a sud di via Lissaro drena al Ramo Turato. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 100 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ l'area produttiva di Ronchi a sud del rilevato ferroviario drena al scoli di drenaggio terziari con recapito finale lo scolo Bappi entro Mestrino. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 120 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 55% del frazione Taggi di Sotto, per la parte residenziale, drena allo scolo Biancolino. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 80 cm per i tubi in calcestruzzo;

→ circa il 45% del frazione Taggi di Sotto per la parte residenziale drena allo scolo Monegaletto. La rete é prevalentemente composta da collettori a sezione circolare con diametri variabili da 15 a 30 cm per i tubi in materiale plastico e da 25 a 80 cm per i tubi in calcestruzzo.

## 5.2 – Aree soggette ad alluvionamenti

La tavola **B9** riassume i fenomeni alluvionali riscontrati o "potenzialmente possibili", e quindi le condizioni di pericolosità idraulica, interessanti il territorio di Villafranca Padovana, secondo le seguenti fonti:

1 – allagamenti secondo informazioni acquisite durante la fase di ricognizione e di predisposizione del Piano Comunale delle Acque;

2 – allagamenti secondo informazioni acquisite dal quadro conoscitivo del Piano di Assetto del Territorio Comunale e del Piano di Assetto del Territorio Intercomunale della Comunità Metropolitana di Padova;

3 – tavole di pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Brenta Bacchiglione predisposto dell'Autorità di Bacino di Venezia.

Prima di approfondire la pericolosità idraulica che caratterizza il territorio comunale di Villafranca si ritiene utile richiamare alcuni concetti inerenti la caratterizzazione della stessa pericolosità idraulica. Ad esempio col termine rischio, in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori:

a) la pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (**P**). La pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno **Tr** che rappresenta l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;

b) il valore degli elementi a rischio, intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale (**E**);

c) la vulnerabilità degli elementi a rischio (**V**), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

Generalmente il rischio può esprimersi mediante un coefficiente compreso tra **0** (assenza di danno o di pericolo) e **1** (massimo pericolo e massima perdita).

Si definisce il danno **D** come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:  $D = E \times V$ . Il rischio, può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:  $R = P \times E \times V = P \times D$ . Le diverse situazioni sono aggregate, in genere, in quattro "classi" di rischio a gravosità crescente:

→ **R1 Moderato**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono "marginali";

→ **R2 Medio**: per il quale sono possibili danni "minori" agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, comunque danni che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

→ **R3 Elevato**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

→ **R4 Molto elevato**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Dal punto di vista pratico il rischio "idraulico" è quindi definibile come probabilità che un determinato evento alluvionale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo, alle sue attività e ai beni culturali, ambientali, naturalistici e paesaggistici.

La "pericolosità idraulica" si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio-economico concreto da valutarsi in relazione alla vulnerabilità ed all'indice di valore attribuibile a ciascun elemento coinvolto.

La classificazione ricorrente della pericolosità idraulica riconduce alle tipologie seguenti: pericolosità "bassa" (**P0**), pericolosità "moderata" (**P1**), pericolosità "media" (**P2**), pericolosità "alta" (**P3**) e pericolosità "altissima" (**P4**).

Come vedremo di seguito le aree indicate nell'allegato **B9** sono interessate generalmente da pericolosità idraulica di tipo **P1**; in genere, tenuto conto delle destinazioni d'uso dei territori interessati dai fenomeni alluvionali, possiamo parlare allo stesso modo di rischio idraulico variabile fra **R1** e **R2** ovvero fra "danni marginali" e "danni

minori" che in genere non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche.

In Villafranca Padovana è presente una pericolosità idraulica correlata ai fiumi maggiori (es. il Bacchiglione e il Brenta), una pericolosità relativa alla rete secondaria o minore (consorziale); possiamo infine parlare di un rischio idraulico connesso alla rete di drenaggio urbana (fognatura bianca). La condizione di rischio possono 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 e di riduzione dei volumi d'invaso. Nel territorio esistono aree in cui possono verificarsi esondazioni in relazione ad eventi di frequenza probabile decennale, quinquennale e, in alcuni casi, anche minore. Il considerevole mutamento della destinazione d'uso dei suoli (urbanizzazione e sviluppo edilizio) in quanto responsabile del notevole incremento dei coefficienti idrometrici è una delle principali cause dell'attuale diffusa insufficienza delle reti di drenaggio.

Il PAI del Brenta-Bacchiglione evidenzia che in assenza/carenza di una cartografia di perimetrazione della pericolosità idraulica, sono da considerare pericolose le aree soggette ad allagamento nel corso degli ultimi cento anni. L'individuazione delle aree storicamente allagate o potenzialmente allagabili muove naturalmente dal presupposto di poter disporre, nel primo caso, di affidabili fonti informative (cronache locali, carte redatte dagli Uffici del Genio Civile o da altri soggetti o istituzioni pubbliche e private, pubblicazioni, testimonianze dirette), nel secondo, di accurati e puntuali dati di caratterizzazione del regime di piena per assegnati tempi di ritorno nonché della locale morfologia degli alvei e delle aree finitime. Ma le predette condizioni, in concreto, difficilmente si realizzano su molte delle aste della rete idrografica minore, anche in relazione al tipo di antropizzazione e alla relativamente modesta presenza di infrastrutture; da qui l'oggettiva difficoltà di individuare, anche entro questi ambiti, le aree di pericolosità idraulica e, ancor più, di procedere ad una loro classificazione secondo i previsti livelli di pericolosità.

Parallelamente all'uso delle citate fonti nel presente studio si è quindi partiti dall'introduzione di alcuni ulteriori criteri di individuazione, perimetrazione e classificazione delle aree a pericolosità idraulica non trascurabile. Tali criteri si possono così riassumere:

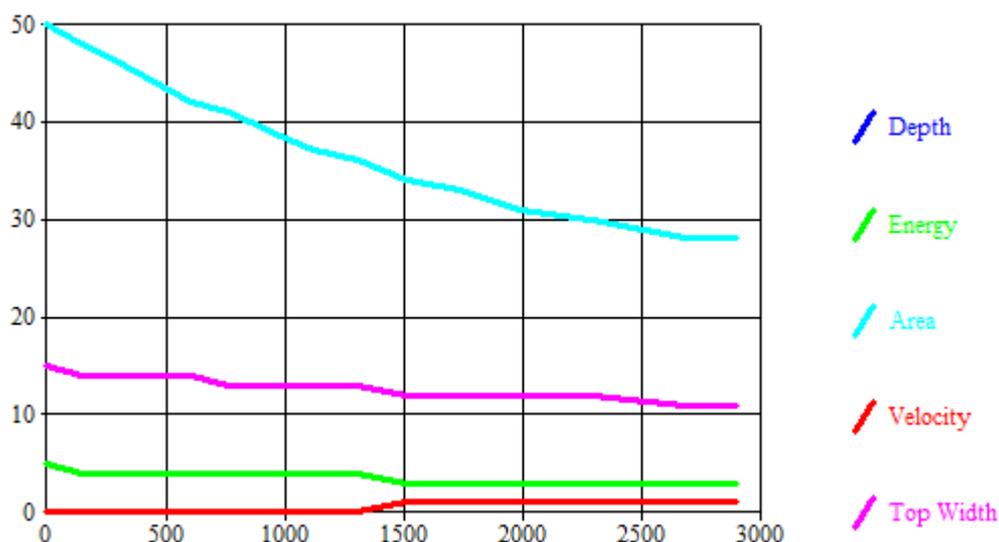
1) si considera in ogni caso pericolosa la zona che è stata soggetta ad allagamento significativo (tranne i casi in cui siano intervenuti interventi di mitigazione del rischio idraulico successivamente ad eventi esondativi). Per allagamento "significativo" si intende un allagamento che abbia lasciato un segno negli atti amministrativi o nella memoria storica dei funzionari tecnici interpellati ed che, in linea generale, abbia interessato zone di territorio non trascurabile;

2) prevale in ogni caso la classificazione di pericolosità del PAI.

Come si vede dalla tavola **B9** le zone interessate da pericolosità idraulica non

trascurabile e per tempi di ritorno "medi" dei fenomeni di piena (da 5-10 a 30-50 anni) sono prevalentemente ad uso idrologico agricolo del suolo.

In genere gli scoli di bonifica, particolarmente il Liminella Vicentina, il Rio Fosco e lo scolo Supphey presentano deflussi di piena influenzati dalla presenza di vari manufatti entro l'alveo che provocano rigurgiti; in determinate zone le esondazioni vengono aggravate dall'assenza di quote arginali adeguate e si verificano anche con tempi di ritorno relativamente bassi. E' particolarmente interessante la seguente considerazione preliminare a valere sul nodo idraulico immediatamente a valle di ponte Porra lungo via Roma. La riunione di Liminella Vicentina, Rio Fosco e scolo Rio genera lo scolo Porra; nella sezione in parola con tempo di ritorno di 15-20 anni é stimabile una portata di piena di 35 m<sup>3</sup>/s; localmente la sezione é ascrivibile in approssimazione trapezoidale ad un fondo largo 5 m, scarpa 1/1 e pendenza 1 m/km. La portata di piena di 35 m<sup>3</sup>/sec é caratterizzata da un livello idrico a moto uniforme di 310 cm, area liquida di circa 26 m<sup>2</sup>, profondità critica di 1,53 m e velocità media del flusso di circa 130 cm/sec. A valle di ponte Porra lo scolo Porra, ricevuto il Poretta, confluisce nel Canale Brentella con quota di fondo 320 cm più bassa rispetto alla corrispondente quota di fondo immediatamente a valle di ponte Porra. La figura seguente illustra i risultati relativi al profilo di rigurgito che si sviluppa sullo scolo Porra in situazione di piena ipotizzando che nel punto di scarico sul Canale Brentella lo stesso canale Brentella imponga una quota di scarico di 5 m (ovvero un tirante massimo sullo stesso Canale Brentella pari a circa 6,5 m).



Come si può osservare, con una lunghezza dello scolo Porra di 2.900 m, portata di 35 m<sup>3</sup>/s, coefficiente di Manning 0,035, lo studio di moto permanente gradualmente vario indica la formazione di un profilo tipo M-1 (quindi moto subcritico) che presso ponte Porra evidenzia una quota del tirante idrico di 335 cm (ricordiamo che il tirante idrico stimato a moto uniforme é di circa 310 cm). In base alle ipotesi ed ai calcoli fatti deriva che il regime del Brentella in situazione di piena può creare un rigurgito relativamente non trascurabile presso la sezione considerata. Ciò indica la necessità che le sezioni idrauliche del Porra fra ponte Porra e il Brentella siano sempre mantenute in buono stato di manutenzione e non venga ridotta la sezione utile al flusso (se ad esempio aumentiamo fittiziamente il coefficiente di Manning del 15% si ottiene un pelo libero di circa 370 cm presso ponte

Porra, limite superiore alla locale quota di esondazione). Le considerazioni fatte consigliano inoltre, durante i fenomeni di piena, di tenere le quote massime del Canale Brentella su valori più bassi possibili (ad esempio agendo preliminarmente sulla paratoia di regolazione posta a valle del sostegno di Limena sul fiume Brenta, riducendo o annullando il flusso di piena in derivazione dallo stesso Brenta).

Lo scolo Rio Fosco, che dopo la confluenza con lo scolo Liminella genera lo scolo Rio Porra, pur essendo interessato da un numero non significativo di manufatti in alveo, genera allagamenti sul bacino di monte con eventi a tempo di ritorno di circa 5-10 anni; particolarmente nel tratto compreso tra gli attraversamenti di via Melloni e di via Villaranza, oltre che nel tratto immediatamente a monte dell'attraversamento di via Melloni. Nel sottobacino del Rio Fosco le esondazioni accadono con maggior entità e frequenza in ambito agricolo ma tendono a lambire il centro abitato della frazione capoluogo. Per quanto riguarda lo scolo Rio (con bacino di non elevata superficie ma con una percentuale di area urbana significativa) sono segnalate esondazioni a tempo di ritorno di 5-15 anni presso l'attraversamento di via Sacco (sono presenti contenute quote spondali). Anche l'attraversamento di via Braghetta in Limena, poco a monte dell'immissione nel Porra, manifesta possibili esondazioni in destra idraulica verso Villafranca sempre per le ridotte quote spondali. Secondo informazioni consorziali problemi idraulici sono presenti inoltre lungo gli scoli San Rocco, Ronchi, Turato, Suppiey, Monegale, Monegaletto e Vangaizza, particolarmente nella parte meridionale del Comune. Ad est dello scolo Rio anche lo scolo Orcone evidenzia problematiche idrauliche: in diversi punti è verificabile il sormonto dei manufatti di attraversamento, particolarmente presso il tombinamento di via Gomiero (tempi di ritorno variabili fra 5 e 10 anni).

Scendendo in dettaglio diamo ora, schematicamente, un quadro delle aree a pericolosità idraulica indicate dal Consorzio di Bonifica "Brenta" (vedi tavola **B9**):

**1)** varie parti di una ampia zona a cavallo degli scoli Rio Fosco, Rio e roggia Giustiniana DB, per circa 300 ettari, variamente articolate sul territorio fino anche a toccare il lato ovest dell'area urbana del capoluogo;

**2)** ampia zona di circa 30-35 ettari collocata fra il canale irriguo Contarini, la Roggia Luminella Vicentina e via Campodoro (praticamente a cavallo della roggia Liminella Vecchia);

**3)** area di circa 5-10 ettari fra il Rio Fosco e il Canale Contarini a cavallo di via Villaranza;

**4)** area a cavallo del Rio Fosco poco prima dell'immissione del medesimo sullo scolo Porra per circa 25-30 ettari;

**5)** area di circa 10-15 ettari in sinistra dello scolo Rio in corrispondenza a via Cappellaro;

**6)** area di circa 65-75 ettari collocati a cavallo dello scolo Orcone;

**7)** area attorno via Sacco e immediatamente a nord verso i confini comunali con Piazzola Sul Brenta;

**8)** aree agricole varie a cavallo degli scoli Biancolino e Rostin;

**9)** area a cavallo degli scoli Rocco, Diramazione scolo Rocco e roggia irrigua Rezzonica Ramo Ronchi per circa 45-55 ettari;

**10)** area a cavallo degli scoli Suppiey e l'irriguo Rezzonico ramo Ronchi per complessivi 15-20 ettari (presso l'abitato di Ronchi di Campanile);

**11)** area agricola a cavallo dell'autostrada MI-VE e dello scolo Rezzonica Ramo Turato;

**12)** area agricola presso la confluenza dei rami Turato e Ronchi della Rezzonica;

**13)** vasta area prevalentemente agricola a cavallo degli scoli Suppiey e Monegale a nord dell'autostrada MI-VE;

**14)** alcuni ettari di territorio collocati nei pressi della confluenza degli scoli Vangaizza e Monegale presso località Molini.

Secondo il Comune di Villafranca Padovana sono da evidenziare ulteriori specifiche aree interessate da fragilità idraulica caratterizzata da pericolosità idraulica riconducibile alla tipologia **P1** (moderata) mentre le condizioni di rischio possono essere qualificabili tra la tipologia **R1** (moderato) e la tipologia **R2** (medio). In particolare:

**a)** area urbana estesa su qualche ettaro collocata a sud di via Genova e ad est di via Firenze all'estremità meridionale del Comune. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione concava del territorio e ad esondazioni dal sistema del Biancolino-Monegaletto. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. locale con velocità bassa in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può caratterizzare la pericolosità idraulica col tipo P1 (moderata);

**b)** area urbana di 1-2 ha collocata a cavallo di via Trento a Taggi di Mezzo. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione concava dell'asse stradale e ad esondazioni dal sistema fognario locale (afferente allo scolo Biancolino). E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con velocità bassa in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione é conferibile al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1 (moderata). Le esondazioni sono facilitate anche dalla constatazione che le quote di fondo delle vie d'acqua lungo la linea di scarico verso il Biancolino non risultano in livelletta (a valle di via Degli Alpini la quota di fondo del canale di scarico é stata osservata più alta della quota di scorrimento del tubo di fognatura bianca della stessa via Degli Alpini);

**c)** area di circa 2-3 ha collocata a cavallo di via Bellini e via Bassa Taggi di Sopra. Il ristagno idrico é conseguenza della locale conformazione concava dell'asse stradale e correlato ad esondazioni dal sistema fognario locale (afferente allo scolo Liminella Vicentina). E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con velocità relativamente basse in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si conferisce al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**d)** area di circa 2 ha collocata a nord del Rio Fosco lungo la laterale della S.P. 12 in ambito agricolo. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione concava del territorio (afferente comunque al Rio Fosco). E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con velocità bassa in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si conferisce al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**f)** area collocata a sud di via San Michele lungo lo scolo Rio (particolarmente a cavallo della strada comunale parallela alla SP n°12). Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni per rigurgito dallo scolo Rio. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con velocità bassa in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**g)** area di circa 4-5 ha collocata a cavallo di via San Michele. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni per rigurgiti dallo scolo Rio e dal sistema dello scolo Orcone. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può attribuire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**h)** area collocata presso l'incrocio fra via Adige e via Madonna in ambito urbano. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni dalla locale rete di fognatura bianca (afferente allo scolo Rio). E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può attribuire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**k)** area di circa 2-3 ha collocata a cavallo di via Madonna in ambito urbano. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni dalla locale rete di fognatura bianca (afferente principalmente allo scolo Rio Fosco). E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**j)** area di circa 3-4 ha collocata fra via Verga e lo scolo Rio Fosco in ambito periurbano della frazione capoluogo. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni soprattutto per rigurgito dal vicino scolo Rio Fosco. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**i)** area di circa 4 ha collocata a cavallo della parte ovest di via Madonna (rispetto al Rio Fosco), caratterizzata da presenza di case sparse in ambito agricolo. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e a rigurgiti in situazione di piena dal vicino scolo Rio Fosco. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**l)** area urbana di varie centinaia di metri quadrati collocata a cavallo di via Foscolo e vie contigue. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e ai mancati assorbimenti da parte del sistema fognario in situazione di piena. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**m)** area di qualche ettaro collocata a cavallo del ponte di via Campodoro sul Rio Fosco. Il ristagno idrico é legato alla locale conformazione del territorio e ad esondazioni del Rio Fosco in situazione di piena. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**n)** area di 2-3 ha collocata a cavallo di via Gomiero particolarmente in corrispondenza al ponte sullo scolo Orcone. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione della strada e ad esondazioni dallo scolo Orcone in situazione di piena. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**o)** area urbana di 1-2 ha collocata a cavallo di via Matteotti. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione della strada e all'incapacità idraulica del locale sistema fognario di assorbire l'acqua di pioggia. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**p)** area di circa 2 ha collocata a cavallo della strada laterale di via Campodoro parallela allo scolo Rio Fosco. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e all'incapacità idraulica del locale sistema di drenaggio di assorbire le acque di pioggia. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**q)** area di circa 6-7 ha collocata a cavallo del ponte di via Melloni-Giustiniana sullo scolo Rio Fosco. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e alla formazione di rigurgiti sullo stesso Rio Fosco. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può correlare alla zona la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**r)** area di circa 10 ha collocata a cavallo del ponte di via Busa sullo scolo Rio Fosco. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e all'incapacità del Rio Fosco di allontanare i flussi di piena con piogge intense. E' segnalato un tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1;

**s)** area agricola collocata a ridosso del ponte sullo scolo Rio Fosco lungo via Scalona. Il ristagno idrico é collegato alla locale conformazione del territorio e da rigurgiti di piena che si innescano particolarmente in corrispondenza del ponte. E' segnalato un

tirante massimo d'acqua di qualche decina di centimetri sul p.c. con basse velocità in situazione alluvionale. In via di prima approssimazione si può conferire al sito la tipologia di pericolosità idraulica P1.

Durante il lavoro di predisposizione del quadro conoscitivo del Piano Comunale delle Acque sono state individuate varie altre situazioni di pericolosità idraulica e sono maturate alcune considerazioni di carattere generale circa il sistema di drenaggio di Villafranca Padovana di seguito schematicamente riassunte:

**01)** la quota di fondo dello scolo Rio é sistematicamente più alta rispetto alla corrispondente quota del Rio Fosco, particolarmente a cavallo delle vie Scalona e Busa. Per questo motivo in situazione di piena il deflusso delle acque di pioggia tende a "ridursi" verso lo scolo Rio; in particolari situazioni parte del flusso di piena del Rio può andare addirittura dirottato in modo incontrollato verso il Rio Fosco attraverso i fossati e scoli minori contemini. Situazione analoga é ravvisabile in altre parti del territorio comunale (ad esempio il Liminella Vicentina, prima della confluenza con la Liminella Vecchia, risulta mediamente "più alto" e in situazione di alluvionamento per superamento della quota arginale il flusso di piena viene dirottato per scorrimento superficiale verso lo stesso Liminella Vecchio);

**02)** alcuni scoli ad uso prevalentemente irriguo diventano vettori di notevoli portate liquide in situazione di pioggia intensa. In determinati casi sarebbe conveniente "collegare" localmente, con apposito presidio idraulico regolabile, scoli a diversa vocazione per la deviazione momentanea di parte del flusso di piena (ad esempio l'incrocio fra la roggia Giustiniana DB e il Canale di Raccordo fra il Rio Fosco e la Liminella Padovana); allo stesso modo esistono "nodi idraulici" dotati di collegamento già esistente ed attivo soprattutto per finalità irrigue ma privi di manufatti idraulici destinati al presidio idraulico a fini di bonifica (ad esempio lungo il Canale di collegamento fra il Rio Fosco e la Liminella Vicentina);

**03)** in varie parti del territorio agricolo vengono svolte attività agricole poco rispettose delle esigenze di una efficace rete di drenaggio. Ad esempio viene effettuata la semina automatica per file disposte lungo le direttrici di massima pendenza, viene immessa l'acqua di dilavamento superficiale direttamente nei fossati circostanti senza la predisposizione di sistemi per la decantazione del materiale trasportato in sospensione, vengono eseguite arature e semine troppo vicino alle sponde di fossati e scoline, si operano piantumazioni provvisorie o addirittura perenni entro le fasce di rispetto idraulico, ecc... ;

**04)** attualmente circa il 35-45% delle vie d'acqua quali fossati, canali e canalette, soprattutto in ambito agricolo, rispondono soprattutto ad esigenze legale alla sola irrigazione o comunque al solo uso promiscuo irrigazione-bonifica. Ciò da una parte implica la necessità di dover predisporre e manutentare continuamente delicate opere idrauliche (come sottopassi o sovrappassi irrigui) e dall'altra la constatazione della impossibilità di avere nello "stesso momento" una configurazione delle opere e dei presidi idraulici finalizzati sia al funzionamento ottimale in situazione di piena e sia al funzionamento ottimale in situazione irrigua. Come scelta strategica di gestione delle risorse idriche in Villafranca Padovana andrebbe valutata la strada della completa conversione dal sistema di distribuzione irrigua da scorrimento ad aspersione, ciò portando ad una possibile

parallela ottimizzazione della configurazione della rete di drenaggio a pelo libero da destinarsi al solo uso di bonifica;

**05)** in molte situazioni la rete di drenaggio agricolo o periurbano (in particolare le scoline lungo le strade comunali) é configurata in modo tale che i flussi di pioggia vengono fatti pervenire ai recapiti consortili attraverso la rete urbana di fognatura bianca aumentando così rischi di intasamento a seguito del deposito del materiale sedimentabile trasportato in situazione di piena e le relative spese di manutenzione. Ad esempio si possono citare le scoline comunali della parte est di via Balla o di via Basse di Taggi di Sopra;

**06)** in ambito urbano, particolarmente nelle espansioni edilizie di non recente costruzione, la rete di drenaggio oltre ad essere sottodimensionata, non può essere oggetto di manutenzione per l'assenza parziale o totale dei pozzetti di intersezione e manutenzione (ad esempio via Pascoli e strade contermini presso la frazione capoluogo, le vie più antiche di Taggi di Sopra, Taggi di Sotto e Ronchi, ecc...). Allo stesso modo si é osservato un relativo sottodimensionamento della densità dei punti di accesso in rete (caditoie stradali);

**07)** in alcuni casi, soprattutto in ambito agricolo, é andato perso lo schema dendritico della rete di drenaggio ciò configurando intere parti di territorio agricolo di fatto intercluse rispetto al drenaggio di rango maggiore (a titolo di esempio citiamo il territorio agricolo fra via Capellaro e il Rio Fosco o il territorio agricolo fra via Balla e via Olmeo). Ciò é diretta conseguenza soprattutto dell'incuria e delle modificazioni al sistema di scolo eseguite prevalentemente da frontisti privati;

**08)** molti punti di scarico della rete di fognatura bianca negli scoli di bonifica di rango superiore non sono presidiati dai necessari sistemi antiriflusso (clapet) ed in situazione di piena si attivano rigurgiti e/o depauperamento incontrollato del volumi di invaso in danno dello stesso sistema di drenaggio urbano. Citiamo ad esempio lo scarico della fognatura di via Bellini nella Liminella Vicentina o di via Balla nel Biancolino;

**09)** molte derivazioni ad uso irriguo non sono configurabili efficacemente in situazioni di piena soprattutto per assenza di manufatti idraulici di regolazione (ad esempio citiamo lo scolo Rostin, che nasce in modo non presidiato dal Liminella Vicentina e subisce ingressi indesiderati di flusso durante le piene dello stesso Liminella Vicentina).

### **5.3 – Opere di mitigazione idraulica**

Durante la fase di ricognizione del sistema di drenaggio in Villafranca Padovana si è preso atto dell'esistenza di opere di mitigazione idraulica costruite dopo l'entrata in vigore della D.G.R. del Veneto 3637/2002 (vedi planimetrie allegato **B3**). Particolarmente presso la frazione Ronchi di Campanile a sud di via Lissaro.

L'esecuzione di opere di mitigazione idraulica permette di modificare dal punto di vista edilizio ed urbanistico il territorio nel rispetto dell'invarianza dei parametri idrologici (portata massima e tempo di corrivazione).

## 6 – FASE PROPOSITIVA

### 6.1 – Indirizzi generali

L'estendersi dell'urbanizzazione e l'uso intensivo e non mitigato del territorio provocano una diffusa insufficienza delle reti idrauliche di bonifica e delle reti idrauliche minori. Nel caso di Villafranca Padovana, persistendo una sorta di convivenza fra drenaggio con finalità "irrigue" e drenaggio con finalità di "bonifica", vi è una particolare sensibilità nel territorio a subire sollecitazioni nelle reti idrauliche a causa dell'estendersi delle fognature bianche a servizio delle espansioni urbane, con immissioni di portate concentrate rilevanti e spesso di molto superiori alla capacità di convogliamento del corso d'acqua ricevente. Ne consegue il rischio di compromissione della sicurezza idraulica dello stesso sistema di drenaggio (in "primis" le vie d'acqua consorziali "principali" e "secondarie").

Il riassetto delle reti idrauliche locali, finalizzato all'adeguamento ad esigenze minimali di sicurezza idraulica, richiede in genere un "ampliamento" delle sezioni dei collettori (ricalibratura), un "potenziamento" degli eventuali impianti e la costruzione di nuovi manufatti di regolazione. Un tale modo di procedere se da un lato consente di limitare i pericoli di allagamento nelle zone maggiormente a rischio, non può tuttavia condurre al raggiungimento di un adeguato assetto del territorio sotto il profilo della difesa idraulica, se non è accompagnato da indirizzi di carattere strutturale idonei ad introdurre, accanto ai provvedimenti tradizionali di difesa, nuove strategie di interventi miranti a perseguire, oltre alla difesa idraulica, anche la "valorizzazione" idraulica del territorio.

Per la moderazione delle piene risulta indispensabile predisporre provvedimenti idonei ad arrestare la progressiva riduzione degli invasi e favorire il "rallentamento" e lo "sfasamento" dei tempi di concentrazione dei deflussi. Allo stesso modo è necessario limitare gli effetti delle portate massime di piena conseguenti allo scarico delle portate concentrate delle fognature bianche nei collettori secondari e/o nelle vie d'acqua di bonifica.

Per l'uso futuro del territorio un beneficio potrebbe essere acquisito realizzando invasi equivalenti a quelli via via soppressi e, per quanto riguarda lo scarico delle reti bianche, mediante vasche di laminazione delle portate immesse in rete. I citati volumi potrebbero altresì assicurare il raggiungimento di finalità fondamentali e parallele della bonifica idraulica quali la tutela ambientale attraverso processi di miglioramento qualitativo delle acque.

Come ricordato nei paragrafi precedenti dal quadro conoscitivo si è proceduto all'individuazione delle aree storicamente allagate (dati storici) e/o potenzialmente allagabili (dati da modello).

Le criticità idrauliche individuate in Villafranca Padovana sono di tipo "puntuale" (criticità idraulica localizzata che interessa o che può interessare una area convenzionalmente inferiore ad un ettaro) e di tipo "areale" (ogni altro tipo di dissesto idraulico). La tavola **B9** offre una "qualificazione" visiva in termini di superficie interessata o interessabile a parità o con valori diversi del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico;

come si è visto in precedenza le criticità idrauliche sono state infine correlate a una stima indicativa dei fattori di rischio (pericolosità per magnitudo del danno).

## 6.2 – Analisi idraulica

L'analisi idraulica è stata eseguita da un parte tenendo conto della conoscenza diretta dei fenomeni idraulici che causano le criticità e con calcoli di massima per la verifica dei parametri idraulici, dall'altra parte sviluppando lo studio specifico con un modello numerico "evoluto" limitatamente ad alcune zone e sottobacini di Villafranca Padovana, in particolare il sottobacino dello scolo Rio Fosco.

Ciò si è reso necessario vista la complessità del sistema di drenaggio e la "promiscuità" in essere fra irrigazione e bonifica; si è reso necessario l'utilizzo di un modello idraulico evoluto anche per la "tipologia" di drenaggio caratterizzata da una ramificazione spesso "a rovescio" conseguente alla già citata promiscuità fra irrigazione e bonifica. Il modello "evoluto" è stato predisposto attraverso un "originale" utilizzo del "modello della corrivazione".

### 6.2.1 – Il modello della corrivazione

Il modello della corrivazione nacque in Italia, nella prima metà del 1800, a seguito di intuizioni originali del prof. Domenico Turazza, professore di matematica applicata presso la Regia Università di Padova. Nella seconda edizione del "Trattato di idrometria o di idraulica pratica" (1867) il Turazza aveva posto le basi sia del concetto di "perdita idrologica" (*... credo però in medio potersi valutare in 2/5 dell'acqua totale quella che va così perduta...*) sia il concetto di "curva di piena" (*... sarà dunque sufficiente di ordinare le cose in modo che l'acqua che può cadere per pioggia, nelle circostanze più ordinarie, sopra il dato terreno in 24 ore, e che sopravanza a quella che va perduta pella evaporazione e pegli infiltramenti, venga scaricata pure in 24 ore dagli scoli...*) ed infine sia il concetto di "ritardo" nella formazione della piena (*... si giudica, pare a me, assai male quando si paragonano le portate degli scoli a quelle medie delle correnti in rapporto alle piogge che cadono sopra i corrispondenti bacini, perché non credo potersi stabilire eguale accordo circa il tempo del deflusso...*)

Nei medesimi anni, "ufficialmente" nel 1851, l'irlandese Mulvaney presentò una nota che diventò la "base" del cosiddetto "metodo razionale" ovvero il corrispondente del "metodo della corrivazione" nella cultura idrologica anglosassone. Per Mulvaney la portata è pari al prodotto fra un coefficiente adimensionale compreso fra 0 e 1 (coefficiente afflussi-deflussi), l'intensità di pioggia correlata al tempo di "concentrazione" e la superficie del bacino. Le ipotesi "base" del modello della corrivazione sono:

1) la formazione della piena è dovuta "unicamente" a un fenomeno di trasferimento della massa liquida;

2) ogni singola goccia si muove sulla superficie "seguendo un percorso immutabile" che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;

3) la velocità di ogni singola goccia "non è influenzata dalla presenza delle altre gocce";

4) la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari che si presentano nello stesso istante alla sezione di chiusura del bacino.

Il ritardo con cui una goccia si presenta alla sezione di chiusura dipende in tal modo "solo" dal punto in cui essa è caduta e prende il nome di *tempo di corrivazione* del punto. Il tempo di ritardo massimo prende il nome di *tempo di corrivazione del bacino* e viene di seguito indicato con  $t_{CB}$ .

I luoghi dei punti caratterizzati da uno stesso valore del tempo di corrivazione vengono detti *linee isocorrive*; la curva che per assegnato valore del tempo di corrivazione  $t_c$  permette di determinare l'area della porzione di bacino i cui punti hanno tempi di corrivazione  $t \leq t_c$  prende il nome di curva *aree-tempi* del bacino.

Supponendo di aver tracciato le linee isocorrive con passo temporale  $\Delta t$  all'interno del quale l'intensità di precipitazione possa considerarsi costante, linearizzata la curva *aree-tempi* in ciascun intervallo, si ha che l'idrogramma di portata  $q_k(t)$  che attraversa la  $k-1_{ma}$  isocorriva in seguito alla precipitazione di intensità  $i_j$ , caduta nell'intervallo  $t_{j-1}=(j-1)\Delta t$  e  $t_j=j\Delta t$  sulla porzione di bacino di area  $\Delta A_k$ , compresa tra le isocorrive  $(k-1)\Delta t$  e  $k\Delta t$ , è descritto dalle equazioni:

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{ se } t_{j-1} \leq t \leq t_j & \quad q_k(t) = (i_j \Delta A_k / \Delta t)(t - t_{j-1}); \\ \rightarrow \text{ se } t_j \leq t \leq t_{j+1} & \quad q_k(t) = (i_j \Delta A_k / \Delta t)(t_j - t); \\ \rightarrow \text{ infine se } t \geq t_{j+1} & \quad q_k(t) = 0. \end{aligned}$$

La forma della curva di piena è *triangolare* e  $q_k(t)$  assume il valore  $0$  per  $t=(j-1)\Delta t$ , il valore  $q_k(t)=i_j \Delta A_k$  per  $t=j\Delta t$  e di nuovo  $q_k(t)=0$  per  $t=(j+1)\Delta t$ ; il tempo alla base dell'idrogramma di piena è pari a  $2\Delta t$ .

L'idrogramma di portata che attraversa la sezione di *chiusura* in seguito alla precipitazione caduta nell'intervallo  $(j-1)\Delta t$  e  $j\Delta t$  sull'area  $\Delta A_k$  si ottiene trasladando nel tempo l'idrogramma di piena illustrato di un intervallo pari a  $(K-1)\Delta t$ ; quindi il valore al colmo  $\Delta A_k i_j$  giungerà alla sezione di chiusura al tempo  $(j+K-1)\Delta t$ . L'idrogramma di piena complessivo si ottiene sommando i contributi delle varie aree che giungono al medesimo istante alla sezione di chiusura.

Le ulteriori ipotesi di *linearità* e *stazionarietà* consentono di semplificare la modellazione dei fenomeni di piena:

a) un sistema si dice *stazionario* quando a due ingressi uguali sfasati nel tempo di un certo intervallo di tempo corrispondono due uscite uguali sfasate dello stesso intervallo temporale;

b) un sistema si dice *lineare* quando ad un ingresso combinazione lineare di due ingressi corrisponde un'uscita combinazione lineare secondo medesimi coefficienti moltiplicativi delle uscite relative agli stessi ingressi.

Con linearità e con stazionarietà la relazione tra ingresso  $p(t)$  e uscita  $q(t)$  assume la forma di un'equazione lineare differenziale a coefficienti costanti che ha come soluzione l'integrale di convoluzione

$$q(t) = \int_0^t p(\tau) h(t-\tau) d\tau$$

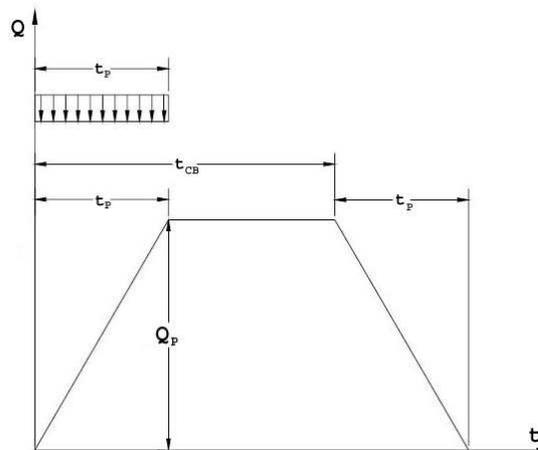
essendo  $h(t)$  l'idrogramma unitario istantaneo (dove  $h(t)$  "dimensionalmente" è l'inverso del tempo).

Il modello della corrivazione si configura quindi come un particolare modello lineare e stazionario schematizzabile come un insieme di infiniti canali lineari in parallelo; a ciascun elemento di area  $A_T$  del bacino si può associare un canale lineare il cui ritardo caratteristico coincide con il tempo di corrivazione  $t_C$  del punto.

Con tale modello la portata massima si verifica in corrispondenza ad una durata della precipitazione maggiore o uguale al tempo di corrivazione e viene mantenuta per un tempo  $t_P - t_{CB}$  essendo  $t_P$  la durata della precipitazione.

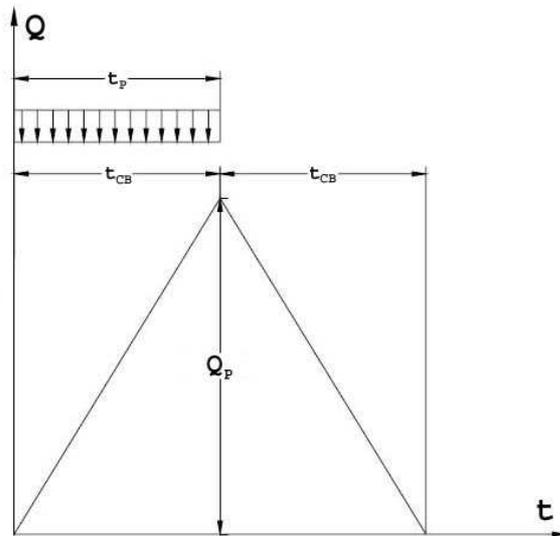
Per un ipotetico bacino in cui la curva area-tempi risulti lineare, ovvero  $A(t) = A_T t / t_{CB}$  (essendo  $A_T$  l'area totale del bacino) e nel caso di una pioggia netta di intensità costante  $i$  e durata  $t_P$  abbiamo, alla chiusura del bacino, i seguenti idrogrammi di piena:

Caso  $t_P < t_{CB}$ :



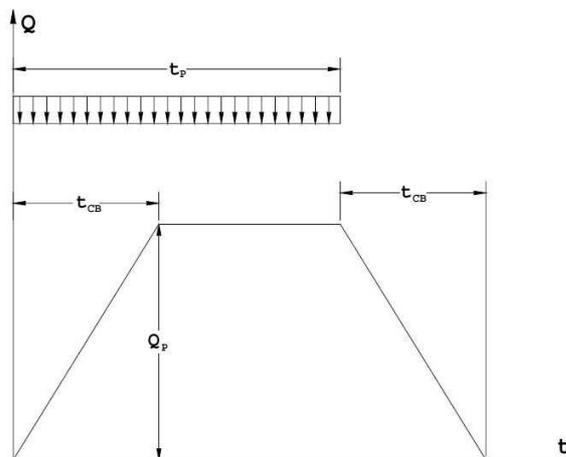
se  $t_P < t_{CB}$  con  $t \leq t_P$  vale  $q(t) = i A_T t / t_{CB}$ , con  $t_P \leq t \leq t_{CB} + t_P - t_P$  vale  $q(t) = i A_T t_P / t_{CB}$ , con  $t_{CB} \leq t \leq t_{CB} + t_P$  vale  $q(t) = i A_T (1 - ((t - t_P) / t_{CB}))$  e infine con  $t \geq t_{CB} + t_P$  vale  $q(t) = 0$ .

Caso  $t_P = t_{CB}$ :



se  $t_p = t_{CB}$  con  $t \leq t_p$  vale  $q(t) = iA_T t / t_{CB}$ , con  $t = t_{CB} = t_p$  vale  $q(t) = iA_T$ , con  $t_{CB} \leq t \leq t_{CB} + t_p$  vale  $q(t) = iA_T (1 - ((t - t_p) / t_{CB}))$  e infine con  $t \geq t_{CB} + t_p$  vale  $q(t) = 0$ .

Caso  $t_p > t_{CB}$ :



Se  $t_p > t_{CB}$  vale  $q(t) = iA_T t / t_{CB}$ ; con  $t_{CB} \leq t \leq t_p$  vale  $q(t) = iA_T$ ; con  $t_p \leq t \leq t_{CB} + t_p$  vale  $q(t) = iA_T (1 - ((t - t_p) / t_{CB}))$ ; infine con  $t \geq t_{CB} + t_p$  vale  $q(t) = 0$ .

### 6.2.2 – Specifiche sul modello della corrivazione utilizzato

Nel modello messo a punto per il Piano Comunale delle Acque di Villafranca Padovana per il calcolo della portata al colmo  $Q_p$  si utilizza la relazione

$$Q_p = C_A \cdot C_D \cdot I_p \cdot A_T$$

dove

$C_A$  rappresenta il coefficiente di afflusso (tiene conto delle sottrazioni legate alla infiltrazione, all'intercettazione e agli invasi di ritenzione),

$I_p$  l'intensità di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione,

$A_T$  la superficie totale del bacino e

$C_D$  rappresenta un coefficiente "di diffusione".

Il coefficiente  $C_D$  tiene conto che all'aumentare dell'area sottesa esiste una "tendenza" del flusso di piena ad attenuare il picco procedendo verso valle a seguito dell'effetto *invaso* in rete.

Notoriamente il modello della corrivazione tende a "sovrastimare" il picco di portata perché i valori di  $C_A$  sono ricavati soprattutto per piccoli bacini; ricordiamo inoltre che la linearità fra portata e area è "accettata" solo per valori di  $A_T$  variabili fra un minimo di 8 *ha* (vedi Debo e Reese, 1995) fino ad un massimo di 256 *ha* (in ambito *urbano*, vedi Veissman e Lewis, 1996) e di 1000 *ha* (in ambito *rurale*, secondo Gupta, 1989).

Vediamo ora come il modello utilizzato in Villafranca "sfrutti" opportuni fattori correttivi in modo da ridurre le approssimazioni conseguenti alla ipotesi operate del modello della corrivazione:

Approssimazione 1: il picco di portata è il "massimo" che può verificarsi per una intensità di pioggia correlata ad una durata pari al tempo di corrivazione; al momento temporale corrispondente al tempo di corrivazione si ottiene quindi il massimo di portata. Applicando il modello a Villafranca si è valutato di volta in volta se i "picchi" di piena potessero considerarsi condizionati dai "picchi" di intensità di pioggia, e non dal valore medio della stessa intensità.

Approssimazione 2: il deflusso è direttamente proporzionale alla precipitazione. Come si vedrà nel paragrafo che illustra la determinazione di  $C_A$  si è tenuto conto che lo stesso coefficiente di afflusso non è indipendente dalla piena; la determinazione di  $C_A$  viene eseguita tenendo conto di tutti gli aspetti che possono influenzare questo valore.

Approssimazione 3: la frequenza dei picchi di piena è la medesima frequenza della pioggia che genera la piena. Nell'applicare il metodo della corrivazione allo studio della fognatura di Villafranca si è ritenuto che l'assunzione sia accettabile in quanto le elaborazioni sono eseguite per eventi a tempo di ritorno non maggiore di 100 anni.

Approssimazione 4: la relazione fra picco di piena e area di drenaggio è un legame dello stesso tipo che si ha fra picco, intensità della pioggia e durata della pioggia (in altri termini il bacino di drenaggio è considerato a comportamento lineare e per determinare la portata basta semplicemente moltiplicare il coefficiente di afflusso, l'area e l'intensità di pioggia). Tale presupposto non può essere evidentemente *sempre* vero da cui l'introduzione, nel caso del modello della corrivazione utilizzato nella stesura del PCA di Villafranca, del termine  $C_D$  per tener conto in qualche modo conto della mancanza di linearità.

Approssimazione 5:  $C_A$  è lo stesso per piene di diversa frequenza e quindi le perdite della precipitazione che non arriva alla sezione di chiusura del bacino sono una costante. Se tale presupposto può essere considerato valido per bacini con superfici impermeabili

qualche perplessità può aversi per bacini dove le aree interessate da infiltrazioni o ritenzioni non sono trascurabili (come nel caso di Villafranca). Per tale motivo la determinazione di  $C_A$  è eseguita cercando di tener conto di tutti gli aspetti che possono influenzare questo fatto.

Approssimazione 6:  $C_A$  utilizzato è lo stesso per tutte le piene sul bacino indipendentemente dalle condizioni di umidità in essere nel suolo. Sono stati presi in considerazione eventi di piena a frequenza bassa o bassissima; si ritiene che riferirsi a condizioni di umidità *medie* giustifichi il non tener conto di questo fattore.

Approssimazione 7: l'intensità di pioggia rimane costante per tutta la durata del tempo di corrivazione. Il metodo della corrivazione viene utilizzato per valutazioni di massima (determinazione delle opere idrauliche con dettaglio da progetto preliminare per sistemare le criticità in essere sul territorio comunale). Si ritiene accettabile tale ipotesi.

Approssimazione 8: il deflusso che porta al picco di portata si forma uniformemente su tutto il bacino; in altre parole il coefficiente  $C_A$  rimane lo stesso su tutti i punti del bacino. Si ritiene tale assunzione accettabile tenendo conto che le aree di drenaggio considerate, nell'applicazione del metodo della corrivazione in Villafranca, arrivano a qualche centinaio di *ha* di superficie.

Approssimazione 9: il modello della corrivazione non considera, ne può considerare, situazioni di rigurgito di flusso nella rete di drenaggio. Si ritiene accettabile tale "limite" vista la natura "conservativa" delle calcolazioni idrauliche.

### 6.2.2.1 – Le curve di precipitazione usate nei calcoli idraulici

Il modello della corrivazione è stato utilizzato in Villafranca con la curva di possibilità pluviometrica nella forma classica a 3 parametri (vedi paragrafo **5.1.1**) determinando i parametri **a**, **b** e **c** della corrispondente equazione  $h=at/((b+t)^c)$  attraverso le seguenti relazioni:

$$a=20,2+12,7\ln(T_R)-0,2438(\ln(T_R))^2 ,$$

$$b=0,0618\ln(T_R)-5,5368*10^{-3}(\ln(T_R))^2 ,$$

$$c=0,69+0,03759\ln(T_R)-3,4546*10^{-3}(\ln(T_R))^2 .$$

essendo

**h** = altezza di precipitazione (*mm*)

**t** = durata della precipitazione (*ora*)

**T<sub>R</sub>** = tempo di ritorno della precipitazione (*anno*).

### 6.2.2.2 – Il tempo di scorrimento superficiale

Per ogni singolo sottobacino individuato nel modello della fognatura bianca di Villafranca viene calcolato il tempo di scorrimento superficiale  $t_{CS}$  attraverso la formula della Federal Aviation Agency statunitense (FAA, 1970, Circular on Airport Drainage. Report A/C 050-532-5B, Washington, D.C. 80 pp.) nella seguente versione

$$t_{CS} = 0,71(1,1-C_A)L_{SS}^{0,5}/P_{SS}^{1/3}$$

essendo

$t_{CS}$  = tempo di scorrimento superficiale (*min*),

$C_A$  = coefficiente afflusso-deflusso del modello della corrivazione (-),

$L_{SS}$  = percorso più lungo di scorrimento (*m*),

$P_{SS}$  = pendenza del percorso più lungo di scorrimento (*m/m*).

Attraverso il coefficiente  $C_A$  è possibile tener conto, nella determinazione di  $t_{CS}$ , della tipologia di suolo, del tempo di ritorno della precipitazione, della pendenza media territorio, della presenza di eventuale superficie impermeabile e dell'intensità di precipitazione.

### 6.2.2.3 – Stima della portata massima

Viene utilizzata la formula di moto uniforme secondo Gauckler-Strickler:

$$V = K_S R_H^{2/3} i_S^{1/2}$$

con  $Q = AV$  e  $R_H = A/P_B$

essendo

$V$  = velocità media del flusso (*m/s*),

$Q$  = portata massima (*m<sup>3</sup>/s*),

$A$  = area liquida (*m<sup>2</sup>*),

$K_S$  = scabrezza secondo Stricker (*m<sup>1/3</sup>/s*),

$R_H$  = raggio idraulico (*m*),

$i_S$  = pendenza motrice (*m/m*),

$P_B$  = perimetro bagnato (*m*).

Nell'applicazione del modello della corrivazione in Villafranca sono state considerate due tipi di sezione:

1) la sezione **trapezoidale** o **rettangolare**; viene fornito in ingresso la base minore **b**, la base maggiore **B** (larghezza del pelo libero con tirante idrico al limite di esondazione) e altezza massima del tirante idrico **Y**. Vengono utilizzate le seguenti formule:

$$A = ((B+b)Y)/2 ,$$

$$P_B = 2(((B-b)/2)^2 + Y^2)^{0,5} + b ,$$

$$R_H = (((B+b)Y)/2) / (2(((B-b)/2)^2 + Y^2)^{0,5} + b) .$$

2) la sezione **circolare**; viene fornito in ingresso il diametro **D**. Vengono utilizzare le seguenti formule:

$$A = 3.141592D^2/4$$

$$P_B = 3.141592D$$

$$R_H = D/4 .$$

Le formulazioni precedenti sono utilizzate anche per il calcolo del tempo di scorrimento canalizzato (in situazione di deflusso massimo).

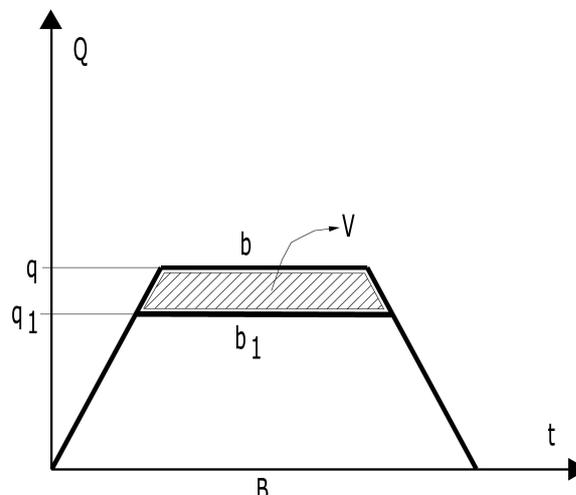
Si precisa che la pendenza motrice **i<sub>s</sub>**, nel caso di deflusso intubato, è la maggiore fra quella definita dalla livelletta di fondo e quella definita dalle quote di piano campagna fra inizio e fine del tratto.

I valori di **K<sub>s</sub>** (m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>) utilizzati sono:

- 85-90** per cls liscio;
- 65-70** per cls non perfetto ovvero muratura ordinaria;
- 60** per cls intonacato e presenza di depositi sul fondo;
- 40** con rivestimento in terra e presenza di erba (ma corso a sviluppo "regolare");
- 30** per canali in abbandono con vegetazione, corsi d'acqua con alveo con ghiaia in movimento o comunque corsi d'acqua con movimento di materiale sul fondo.

#### 6.2.2.4 – Stima delle perdite di portata (inondazioni)

Nel modello della fognatura bianca di Villafranca le situazioni di "alluvionamento localizzato" vengono considerate in modo *semplificato* secondo la seguente procedura. Prendiamo in considerazione lo schema seguente.



In una determinata sezione, per una determinata durata di precipitazione, si abbia una curva di piena come indicato con tratto grosso (come da modello della corrivazione con curva superficie-tempo lineare). Ipotizziamo che il corrispondente tratto di canale o di tubo sia in grado di far defluire una portata massima pari a **q<sub>1</sub>**; si "impone" quindi che i

“differenziali” di maggior portata siano dispersi per esondazione sul territorio circostante il tratto canalizzato o intubato. Dallo schema della figura precedente è possibile stimare il volume di acqua di pioggia “esondato” (volume **V**) e la durata “teorica” del fenomeno alluvionale (lunghezza **b<sub>1</sub>**).

Possiamo sostanzialmente ritrovare due situazioni:

caso 1): sono noti **B** e **b** (curva di piena dal modello della corrivazione) ed è noto il volume **V** (invaso di laminazione ovvero volume integrativo estraneo alle condizioni di deflusso). Si può facilmente dimostrare come **b<sub>1</sub>** e **q<sub>1</sub>** si ottengono facilmente con le relazioni:

$$b_1 = ((b^2q + 2V(B-b))/q)^{0,5}$$

$$q_1 = q((B-b_1)/(B-b)).$$

Le due relazioni precedenti permettono di determinare **b<sub>1</sub>** e **q<sub>1</sub>** anche nel caso in cui la curva di piena sia quella tipica del modello della corrivazione (“triangolare” con base pari al doppio del tempo di corrivazione e altezza pari al picco di portata); in questo caso occorre avere l’avvertenza di porre **b=0** e **q** uguale alla portata di picco.

caso 2): sono noti **B** e **b** (curva di piena dal modello della corrivazione) ed è noto **q<sub>1</sub>** (portata massima che riesce a far defluire il tubo o il canale senza provocare esondazioni). Si può facilmente dimostrare come **b<sub>1</sub>** e **V** si ottengono attraverso le relazioni:

$$b_1 = B - ((q_1/q)(B-b))$$

$$V = q((b_1^2 - b^2)/(2(B-b))).$$

Le relazioni precedenti permettono di determinare **b<sub>1</sub>** e **V** anche nel caso la curva di piena sia “triangolare” con base pari al doppio del tempo di corrivazione e altezza pari al picco di portata; in questo caso occorre avere l’avvertenza di porre **b=0** e **q** uguale alla portata di picco.

### 6.2.2.5 – La gestione dei flussi di piena nelle giunzioni

Quando due o più tratti di canale o collettore di fognatura confluiscono occorre controllare la congruenza dei singoli tempi di corrivazione; di ciò occorre tener conto particolarmente alle confluenze dove il deflusso di un sottobacino grande e molto impermeabilizzato, e quindi con un tempo di corrivazione basso, si unisce al deflusso di un sottobacino fortemente permeabile e quindi con più grande valore del tempo di corrivazione. Nell’applicazione originale del metodo della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca Padovana, per tener conto di tale evenienza, si è eseguita la procedura seguente:

a) si calcola il tempo di corrivazione dei vari sottobacini a monte della confluenza; quindi per i sottobacini **1, 2, ... n** avremo i tempi di corrivazione **T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ... T<sub>n</sub>**. Si riordinato

i tempi di corrivazione dal più lungo al più corto (mettiamo che  $T_1$  sia il più elevato, poi ci sia  $T_2$  e così via fino al tempo di corrivazione minore che poniamo diventi  $T_n$ );

b) si ricalcolano le portate massime usando l'intensità di pioggia corrispondente a  $T_1$ , avremo quindi una intensità di pioggia  $I_1$  e avremo le portate massime  $Q_1=C_1*I_1*A_1$ ,  $Q_2=C_2*I_1*A_2$ , ...  $Q_n=C_n*I_1*A_n$ . La portata massima  $Q(T_1)$  sarà pari alla somma delle portate ottenute.

c) si ricalcolano le portate massime usando l'intensità di pioggia corrispondente a  $T_2$ , avremo quindi una intensità di pioggia  $I_2$  e avremo le portate massime  $Q_1=C_1*I_2*(T_2/T_1)*A_1$ ,  $Q_2=C_2*I_2*A_2$ , ...  $Q_n=C_n*I_2*A_n$ ; il termine  $(T_2/T_1)$  tiene conto che per la durata  $T_2$  non tutto il bacino  $A_1$  contribuisce. La portata massima  $Q(T_2)$  sarà pari alla somma delle portate ottenute.

d) si procede come per il punto c) tenendo conto che per le altre intensità di pioggia non tutte le sottoaree risulteranno contribuenti allo stesso modo ma risulteranno contribuenti in ragioni del rapporto fra la durata di pioggia considerata e il tempo di corrivazione del sottobacino considerato.

e) ottenute le portate somma da  $Q(T_1)$  a  $Q(T_n)$  si prende il valore di portata maggiore  $Q_{MAX}$  alla confluenza. Per il tratto di canale che riunisce i vari sottobacini avremo che l'area complessiva  $A_C$  a monte sarà data dalla somma delle aree dei vari sottobacini di monte; il valore del coefficiente di diffusione  $C_D$  dipenderà dal valore dell'area totale; il coefficiente di afflusso  $C_A$  risulterà da una media pesata dei coefficienti di afflusso delle sottoaree di monte. L'intensità di pioggia  $I(T_C)$  che porta alla portata maggiore sarà quindi pari a  $Q_{MAX}/C_D*C_A*A_C$  e quindi dallo stesso valore di intensità determinato viene stimato il tempo di corrivazione cercato alla confluenza.

### 6.2.2.6 – La determinazione del coefficiente di afflusso

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca il coefficiente di afflusso  $C_A$  viene determinato con la formula di *Rossmiller* (vedi Rossmiller RL, *Rational Formula Revisited*. Proceeding of the Conference on Stormwater detention Facilities, 1982, 2-6 agosto, Henniker, New Hampshire, 146-162):

$$C_A = (7,2 * 10^{-7}) * (CN^3) * (T_R^{0,05}) * (((0,01 * CN)^{0,6})^{-P_T^{0,2}} * ((0,001 * CN^{1,48})^{(0,15 - 0,1 * I_p)})) * (((IMP + 1) / 2)^{0,7})$$

essendo

$C_A$  = coefficiente di afflusso [-],

$CN$  = valore caratteristico Curve Number del bacino sotteso [-],

$T_R$  = tempo di ritorno della precipitazione [anno],

$P_T$  = pendenza media territorio [%],

$IMP$  = aliquota parte impermeabile [%/100],

$I_p$  = intensità della precipitazione [inch/ora].

La formula di *Rossmiller* tiene conto del tempo di ritorno dell'evento di pioggia, della pendenza media del territorio, della percentuale di area impermeabile, dell'intensità di pioggia e del tipo idrologico di suolo. Il valore **CN** è il valore del "Curve Number" in condizioni medie di umidità del suolo corretto eventualmente dal valore della pendenza media del territorio, se la stessa risulta superiore a 5%, con la formula

$$\mathbf{CN} = ((\mathbf{CN}_{III} - \mathbf{CN}_{II})/3) * (1 - 2 * \exp(-13,86 * (\mathbf{P}_T/100))) + \mathbf{CN}_{II}$$

essendo

$$\mathbf{CN}_{III} = \mathbf{CN}_{II} * \exp(0,00673 * (100 - \mathbf{CN}_{II}))$$

con

**CN<sub>III</sub>** = Curve Number in condizioni di umidità massima,

**CN<sub>II</sub>** = Curve Number in condizioni di umidità medie.

Si osservi come l'applicazione della formula precedente deve essere necessariamente "iterativa" in quanto l'intensità di precipitazione è parte della soluzione.

### 6.2.2.7 – La determinazione del coefficiente di diffusione

Si è già detto come il coefficiente di diffusione **C<sub>D</sub>** non può che dipendere "strettamente" dall'aumento della superficie del bacino sottesa. Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca il coefficiente di diffusione viene stimato, sezione per sezione, con la formula:

$$\mathbf{C}_D = 1 - 0,0015 \cdot \mathbf{A} + 10^{-6} \cdot \mathbf{A}$$

essendo

**C<sub>D</sub>** = il coefficiente di diffusione [-],

**A** = l'area del bacino sottesa [ha].

### 6.2.2.8 – Gruppi idrologici di suolo

Nel metodo Curve Number si classificano i suoli dal punto di vista della "possibilità di infiltrazione" nei gruppi **A**, **B**, **C** e **D**; le caratteristiche salienti dei vari gruppi sono:

#### Gruppo A

- *scorrimento superficiale* potenzialmente **basso** o **nullo**;
- *tasso di infiltrazione* **alto** anche se bagnati;
- costituiti da **sabbie** e/o **ghiaie** di notevole spessore;
- *allontanamento nel sottosuolo* da **elevatissimo** a **buono**.
- *conducibilità idraulica* del terreno **notevole**.

### Gruppo B

- *scorrimento superficiale* potenzialmente **buono** o **basso**;
- *tasso di infiltrazione* **medio-alto** anche quando bagnati;
- costituiti da suoli con tessitura **medio-grossolana**;
- *allontanamento nel sottosuolo* da **buono** a **moderatamente buono**;
- *conducibilità idraulica* del terreno **media**.

### Gruppo C

- *scorrimento superficiale* potenzialmente **elevato** o **buono**;
- *tasso di infiltrazione* **medio-basso** quando bagnati;
- costituiti da suoli con tessitura da **moderatamente fine** a **fine**;
- *allontanamento nel sottosuolo* da **moderatamente buono** a **scarso**;
- *conducibilità idraulica* del terreno **bassa**.

### Gruppo D

- *scorrimento superficiale* potenzialmente **elevatissimo** o **elevato**;
- *tasso di infiltrazione* **bassissimo** quando bagnati;
- costituiti da suoli **argillosi** ad **elevato rigonfiamento**, suolo **poco profondi con substrato impermeabile**;
- *allontanamento nel sottosuolo* da **scarso** a **nullo**;
- *conducibilità idraulica* del terreno **bassissima**.

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca, per tutti i sottobacini considerati (vedi allegato **A2**) si è ipotizzato, in condizioni agricole ovvero di piena naturalità, che il suolo ricada sempre nel gruppo **C**.

## **6.2.2.9 – Valori CN caratteristici**

Nell'applicazione del modello della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca i valori **CN** stimati, come consigliato in letteratura, derivano dalla tabella seguente, valida per diverse combinazioni di suolo e di copertura:

TIPO DI COPERTURA			CLASSE DI SUOLO			
USO DEL SUOLO	TRATTAMENTO/PRATICA	CONDIZIONE IDROLOGICA	A	B	C	D
Terreno agricolo tenuto a riposo	A solchi diritti		77	86	91	94
Colture a solchi	A solchi diritti	cattiva	72	81	88	91
Colture a solchi	A solchi diritti	buona	67	78	85	89
Colture a solchi	A reggi poggio	cattiva	70	79	84	88
Colture a solchi	A reggi poggio	buona	65	75	82	86
Colture a solchi	A reggi poggio e terrazze	cattiva	66	74	80	82
Colture a solchi	A reggi poggio e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	A solchi diritti	cattiva	65	76	84	88
Grani piccoli	A solchi diritti	buona	63	75	83	87
Grani piccoli	A reggi poggio	cattiva	63	74	82	85
Grani piccoli	A reggi poggio	buona	61	73	81	84
Grani piccoli	A reggi poggio e terrazze	cattiva	61	72	79	82
Grani piccoli	A reggi poggio e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A solchi diritti	cattiva	66	77	85	89
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A solchi diritti	buona	58	72	81	85
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio	cattiva	64	75	83	85
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio	buona	55	69	78	83
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio e terrazze	cattiva	63	73	80	83
Legumi, seminati folti, prati in rotazione	A reggi poggio e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli		cattiva	68	79	86	89

Pascoli		discreta	49	69	79	84
Pascoli		buona	39	61	74	80
Pascoli	A reggi poggio	cattiva	47	67	81	88
Pascoli	A reggi poggio	discreta	25	59	75	83
Pascoli	A reggi poggio	buona	6	35	70	79
Prati		buona	30	58	71	78
Boschi		cattiva	45	66	77	83
Boschi		discreta	36	60	73	79
Boschi		buona	25	55	70	77
Aziende agricole			59	74	82	86
Aree urbanizzate,impermeabile >80%			89	92	94	95
Aree residenziali, 500 mq, impermeabile 65%			77	85	90	92
Aree residenziali, 1000 mq, impermeabile 38%			61	75	83	87
Aree residenziali, 1300 mq, impermeabile 30%			57	72	81	86
Aree residenziali, 2000 mq, impermeabile 25%			54	70	80	85
Aree residenziali, 4000 mq, impermeabile 20%			51	68	79	84
Parcheggi asfaltati, tetti, viali accesso			98	98	98	98
Strade asfaltate con rete fognaria			98	98	98	98
Strade in ghiaia			76	85	89	91
Strade sterrate			72	82	87	89
Ferrovie			72	82	87	89
Aree commerciali, impermeabili 85%			89	92	94	95
Aree industriali, impermeabili 72%			81	88	91	93
Spazi aperti, prati, parchi, campi da golf, cimiteri, aree verdi urbane... in buone condizioni con copertura erbosa di almeno il 75%			39	61	74	80
Spazi aperti, prati, parchi, campi da golf, cimiteri, aree verdi urbane... in discrete condizioni con copertura erbosa fra 50 e 75%			49	69	79	84
Superfici d'acqua			99	99	99	99

### 6.2.3 – Implementazione numerica

Tenuto conto delle caratteristiche peculiari della rete di drenaggio di Villafranca si è reso necessario predisporre un apposito codice di calcolo "originale", basato sul modello della corrivazione, per studiare il comportamento della fognatura bianca, in particolare quella afferente il sottobacino del Rio Fosco, in 6 situazioni idrologiche distinte:

- 1) verifica del comportamento "attuale" con pioggia a tempo di ritorno  $T_R$  pari a 1 anno;
- 2) verifica del comportamento "attuale" con pioggia a  $T_R$  20 anni;
- 3) verifica del comportamento "attuale" con pioggia a  $T_R$  50 anni;
- 4) verifica del comportamento "attuale" con pioggia a  $T_R$  100 anni;
- 5) studio del comportamento della fognatura bianca ad opere idrauliche realizzate (condizione "futura") a  $T_R$  50 anni;
- 6) studio del comportamento nella configurazione finale "futura" a  $T_R$  100 anni.

Le elaborazioni numeriche si svolgono secondo i seguenti passaggi principali (da P1 a P6):

passaggio P1 → lettura parametri generali relativi alla scabrezza delle sezioni e i parametri della curva di possibilità pluviometrica per 4 tempi di ritorno (1, 20, 50, 100 anni);

passaggio P2 → lettura per ogni tratto della rete dei dati geometrici di estremità, i numeri dei tratti di recapito con relativa percentuale (comune a tutte le elaborazioni), area afferente, valore CN caratteristico, percentuale di area impermeabile, pendenza media dell'area afferente il tratto, lunghezza di scorrimento superficiale, pendenza dello scorrimento superficiale, caratterizzazione della sezione di drenaggio all'inizio e alla fine del tratto (diametro e ricoprimento per sezioni circolari, ecc...);

passaggio P3 → fissato il tempo di ritorno si ricerca l'area di monte afferente ad ogni tratto e il tempo di corrivazione relativa ad ogni sezione terminale di tratto (cominciando dai tratti "origine") tenendo conto dei tempi di deflusso canalizzato, dei tempi di scorrimento superficiale e dei tempi di accesso alla rete;

passaggio P4 → ricerca degli altri parametri medi afferenti ad ogni tratto (CN medio a monte, pendenza media del bacino di monte, percentuale media di area impermeabile del bacino di monte, ecc...);

passaggio P5 → per il tempo di ritorno fissato e per ogni durata di pioggia variabile fra 1 minuto e 1440 *minuti* a passo di 1 *minuto* per i tratti "origine" viene determinata la portata massima teorica da confrontare con la portata a moto uniforme massima possibile e viene determinato il massimo volume di acqua fuoriuscita nel tratto e corrispondentemente viene memorizzato il tempo di pioggia che massimizza il volume fuoriuscito. A parità di durata della precipitazione, terminata l'analisi dei tratti "origine", viene trovata la portata massima teorica in ogni altro tratto della rete di drenaggio di volta in volta corretta in diminuzione tenendo conto dell'eventuale esistenza di volume d'acqua esondato nei tratti di monte (sempre sulla base della la "curva teorica di piena triangolare" caratteristica del modello della corrivazione);

passaggio P6 → per il tempo di ritorno prefissato stampa dei risultati afferenti ad ogni tratto: area di monte, tempo di corrivazione caratteristico, portata massima teorica dal modello della corrivazione, portata massima defluibile a moto uniforme, valore massimo del volume uscito per esondazione nel tratto e durata della pioggia che ha comportato il massimo di fuoriuscita di pioggia.

Nella tavola **B11** sono visualizzati, per le prime 4 condizioni di analisi considerate, sia le durate di pioggia critica che i volumi eventualmente "esondati" per ogni tratto (questi ultimi visualizzati ipotizzando il deflusso "esondato" distribuito su di una area definita dalla base di un cilindro avente altezza 20 cm e diametro di base corrispondente al volume del cilindro pari al volume massimo uscito nel tratto). In buona sostanza l'estensione dei cerchi rossi evidenziati nella tavola **B11** risulta in qualche modo "proporzionale" al pericolo idraulico caratteristico del tratto. Se il tratto è privo di "cerchi rossi" la pericolosità idraulica per il tempo di ritorno prefissato è trascurabile o nulla. Si osservi come la pericolosità idraulica, cioè la "grandezza del cerchio", al variare dei tratti assume valori massimi per durate diverse della precipitazione.

I risultati delle elaborazioni sono riassunti in allegato **A2**.

## 7 – FASE PROGETTUALE

### 7.1 – Generalità

Sulla scorta del quadro conoscitivo e sulla scorta della fase propositiva è stato predisposto un elenco degli interventi destinati a permettere il rientro dalle criticità idrauliche in essere sul territorio di Villafranca Padovana.

La scaletta degli interventi, di cui si dovrebbe tener conto nei “piani triennali delle opere pubbliche”, è stata organizzata temporalmente sulla base delle priorità emerse nella fase propositiva (intervento da eseguire nel **breve termine**, cioè entro 1-10 anni, nel **medio termine**, cioè entro 1-20 anni o nel **lungo periodo** cioè entro 1-30 anni).

Di ogni intervento (vedi allegato **A3**) è stato stabilito il profilo e le caratteristiche in funzione della dimensione economica, tipologia e categoria di intervento. Di ogni intervento sono state:

**1)** illustrate le ragioni delle soluzioni previste sotto il profilo localizzativo, funzionale e sotto il profilo delle problematiche ambientale correlate;

**2)** espone la fattibilità dell’opera dal punto di vista idraulico, ambientale, geologico, geotecnico; è stata valutata “implicitamente” la fattibilità anche dai punti di vista della presenza di vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica;

**3)** accertate la disponibilità delle aree o degli immobili con una stima degli oneri di acquisizione;

**4)** definite le priorità di realizzazione;

**5)** illustrate le ragioni delle soluzioni progettuali prescelte nonché delle possibili alternative localizzative e tipologiche;

**6)** esposti schemi grafici con le necessarie differenziazioni in relazione alla dimensione, alla categoria e alla tipologia dell’intervento (vedi in particolare le tavole **A6** e **A7**);

**7)** evidenziati i calcoli sommari della spesa effettuati applicando i costi standardizzati desunti da interventi similari realizzati; le spese sono state suddivise fra spese per lavori più apprestamenti di sicurezza e importi a disposizione dell’Amministrazione appaltante (vedi allegato **A3**).

## 7.2 – Indirizzi e progettualità

### 7.2.1 – La priorità degli interventi

La scaletta temporale che regolerà eventualmente gli interventi nei “piani triennali delle opere pubbliche” è organizzata temporalmente sulla base delle priorità emerse nella fase propositiva (intervento da eseguire nel “breve”, “medio” o “lungo periodo”).

Il Piano Comunale delle Acque di Villafranca Padovana programma quindi gli interventi nell’arco dei prossimi 30 *anni*, con priorità

- **breve** (da 1 a 10 *anni*),
- **media** (da 1 a 20 *anni*)
- e **lunga** (da 1 a 30 *anni*).

### 7.2.2 – Caratterizzazione degli interventi programmati

Sono previsti interventi di natura **strutturale**, di natura **strategica** e di **manutenzione straordinaria**; gli interventi previsti possiedono una caratterizzazione “lineare” (si sviluppano cioè “longitudinalmente” ad una precisa via d’acqua) ovvero “puntuale” o “localizzata” (interessano un preciso punto della rete di drenaggio o una precisa zona della rete di drenaggio).

Gli interventi “strutturali” sono opere pubbliche destinate alla creazione di nuovi “percorsi” per le acque di pioggia ciò contribuendo ad una “ridistribuzione” dei flussi di piena lungo la rete di fognatura bianca o lungo la rete di drenaggio consorziale ed implicitamente permettendo ulteriori passi verso la corretta operatività idraulica di ogni tratto della fognatura bianca comunale, per tempi di ritorno cinquantennale degli eventi di pioggia, come richiesto dalle finalità del Piano Comunale delle Acque.

Gli interventi “strategici” sono stati invece previsti per dare una risposta “coerente” e “programmatica” alle seguenti problematiche:

1) le analisi numeriche eseguite evidenziano come buona parte della rete di fognatura bianca comunale risulta sottodimensionata e non idonea a sopportare sollecitazioni pluviometriche a tempo di ritorno cinquantennale (diametri insufficienti, numero dei punti di ingresso alla rete non sufficienti, ecc...). Vedi ad esempio l’allegato **A2** e **B11** con riferimento al sottobacino del Rio Fosco;

2) le soluzioni progettuali “classiche” in ambito urbano (ricalibratura delle reti fognarie con diametri maggiori, nuovi punti di scarico sulle rogge consorziali, ecc...) non sono praticabili in quanto non gradite al Consorzio di Bonifica e relativamente poco compatibili con il contesto idrogeologico di Villafranca Padovana. Una eventuale ricalibratura con diametri maggiori comporterebbe infatti la “soluzione” dei problemi idraulici **ma nei punti di scarico nelle rogge consortili porterebbe concentrazioni di flusso e valori di portata sostenibili dalle stesse rogge consortili solo dopo ricalibratura delle stesse**, ciò comportando ulteriori lavori e ulteriori costi in carico all’Amministrazione Comunale. Inoltre in determinate aree urbanizzate di Villafranca

Padovana i livelli di falda molto prossimi al piano campagna e l'utilizzo di diametri elevati sarebbe "in contrasto" con le quote di recapito necessariamente "elevate" nei punti di scarico sulle rogge; come conseguenza avremmo insostenibili rischi circa il verificarsi di depositi indesiderati di materiali durante la normale "vita" delle opere idrauliche;

3) sempre con riferimento all'ambito urbano l'altra soluzione "classica" di predisporre invasi di laminazione concentrati (tipo "casse di laminazione") o distribuiti (es. vasche di detenzione) risulta improponibile; nel primo caso risulterebbe infatti irrisolto il problema di "far arrivare" in sicurezza i flussi di pioggia alle casse di espansione (necessariamente da collocare in sito contiguo all'area urbana ma in ambito agricolo) mentre nel secondo caso avremmo oneri economici elevatissimi ritrovando altresì le stesse problematiche evidenziate al punto 2.

Il PCA prevede quindi una soluzione "strategica" proponendo di imporre il rispetto del vincolo di **stabilizzazione idraulica induttiva**, tarata già attualmente sul valore di 10 l/s/ha per gli interventi "significativi" in base alla normativa PAT in vigore, **a tutte le pratiche edilizie indipendentemente dalla superficie interessata** (vedi scheda **intervento B1**, allegato **A3**). Infatti le elaborazioni idrauliche eseguite durante la predisposizione del presente Piano delle Acque hanno evidenziato una drastica riduzione della pericolosità idraulica qualora nei bacini urbani di fognatura bianca il contributo specifico di piena risultasse generalmente minore di 10-15 l/s/ha per eventi a tempo di ritorno di 50 anni. Ricordiamo come il PAT di Villafranca Padovana prevede **già attualmente**, sia per i nuovi interventi di espansione edilizia che per future varianti nei vari ambiti già costruiti, l'obbligo di garantire attraverso tecniche di mitigazione idraulica per detenzione un valore del contributo specifico di piena sempre inferiore a 10 l/s/ha per interventi caratterizzati da un "lotto idraulico" si superficie superiore a 1.000 m<sup>2</sup>.

Poiché il limite di validità del Piano Comunale delle Acque interessa un intervallo temporale non inferiore a 30 anni è credibile che in tale intervallo la gran parte dei lotti residenziali/produttivi presenti nel territorio comunale possano essere adeguati al citato limite normativo sul contributo specifico di piena.

L'obbligo di rispettare il vincolo di stabilizzazione idraulica induttiva determinato dal valore 10 l/s/ha può essere ottenuto indirettamente, in presenza di adeguata caratterizzazione litologica del primo sottosuolo, anche attraverso l'iterativa applicazione della tecnica originale della "trincea drenante manutentabile" (immettendo cioè "nel primo suolo" e "alla fonte" l'acqua di pioggia, come del resto previsto anche dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto del Territorio comunale di Villafranca Padovana). Con tale sistema si concorre ad acquisire, a tempo di ritorno cinquantennale, la corretta operatività idraulica di ogni tratto della fognatura bianca comunale in quanto viene risolta all'"origine" la gestione "quantitativa" dell'acqua di pioggia. La soluzione permette inoltre di acquisire, con opportune tecniche di filtraggio che prevedono l'utilizzo di "tessuti" in grado di "assorbire" gli inquinanti veicolati dai deflussi, la corretta gestione "qualitativa" dei flussi di acqua di pioggia (inquinamento da prima pioggia o da sorgente diffusa).

In occasione della Prima Variante al Piano degli Interventi si provvederà quindi a modificare le Norme Idrauliche del PAT di Villafranca Padovana in modo che, su tutto il territorio comunale, a qualunque intervento edilizio/urbanistico che potenzialmente possa

comportare una modificazione del tasso di impermeabilizzazione sia imposta la realizzazione di opere idrauliche per acquisire il rispetto del contributo specifico di piena non superiore a 10 l/s/ha per eventi di pioggia a tempo di ritorno non inferiore a 50 anni.

Il PCA prevede infine interventi di "manutenzione straordinaria" ovvero opere pubbliche che comportano "leggere" ricalibrizioni, la "pulizia" e la sistemazione dei "punti di accesso" mancanti (pozzetti di intersezione) ovvero lavori pubblici finalizzati al miglioramento funzionale "localizzato" della rete di fognatura bianca.

L'allegato **E** posto alla fine della relazione **A3** riassume gli interventi previsti dal Piano Comunale della Acque nei termini "programmatori" e di impegno economico.

### **7.2.2.1 – Approfondimenti sulla trincea lineare drenante manutentabile**

La tecnica della "trincea lineare drenante manutentabile" enunciata al paragrafo precedente, su cui si potrebbe fondare gran parte dell'operatività della scelta "strutturale" del Piano delle Acque accennata al paragrafo precedente, viene ora "approfondita" attraverso una serie di considerazioni di natura teorica ed operativa che di seguito andiamo ad esporre. Si richiama la tavola **A7** per i particolari e gli schemi costruttivi.

1 – è proposta la tecnica con versione basata sull'uso di un tubo in cls prefabbricato forato (disegno 2, tavola **A7**) e quella basata sull'uso di un tubo in PE a.d. corrugato di drenaggio (disegno 1, tavola **A7**). La seconda soluzione è leggermente più costosa ma agevola di molto l'allestimento del pozzetto-caditoia di recapito (vedi in particolare il disegno 8, tavola **A7**);

2 – il "volume di dispersione" visualizzato nelle sezioni tipo si divide fra un primo strato in sabbia "grossa" e un secondo strato o riempimento con ghiaino lavato scabro di frantoio avente pezzatura variabile fra 20 e 25 mm (vedi figura 1 e figura 2, tavola **A7**). Si evidenzia come, ancorchè necessario, è positivo collocare uno strato di sabbia sul fondo del cavo fognario sia perché "distribuisce" meglio il geotessuto sul fondo e sui contorni sia perché lo strato di sabbia, in qualche modo, "contiene" i possibili danni causati da ingressi accidentali di inquinanti entro la trincea drenante in quanto i granelli di sabbia possiedono un forte potere di assorbire oli, metalli ed idrocarburi;

3 – le sezioni tipo proposte prevedono la larghezza standard di 50 cm e l'altezza variabile fra 70 e 90 cm (vedi disegni 1 e 2 nella tavola **A7**). Sono state proposte queste sezioni in quanto ritenute, per conformazione materico-dimensionale, più adeguate alla realtà di Villafranca Padovana (tipo di strada ricorrente, profondità della falda, caratterizzazione del primo suolo, ecc...). Sono comunque possibile sezioni diverse; in questo caso è necessario rifare i conteggi idraulici e rivedere il grafico di dimensionamento esposto in figura 4, tavola **A7**);

4 – la scelta della tipologia di "geotessuto" costituente la manichetta di filtrazione rimovibile (vedi disegni 1, 2 e 5, tavola **A7**) deve essere particolarmente curata; si deve tener conto

→ del rischio "vecchiaia" (la manichetta potrebbe presentare una "vita media" anche di 10-20 *anni*),

→ della tenuta "statica" nel tempo (la manichetta non deve "strapparsi" durante la sostituzione e ciò potrebbe avvenire anche molti anni dopo la posa),

→ della "stabilità" del materiale costituente il filtro (anche dopo molti anni di permanenza in ambiente umido il materiale che forma il geotessuto deve mantenere le sue caratteristiche fisiche e chimiche);

→ della capacità di "fermare" corpi grossolani trasportati dall'acqua di pioggia (si ritiene che il filtro debba "fermare" le particelle grandi almeno 0,2-0,3 decimi di millimetro),

→ della capacità di offrire resistenza agli inquinanti veicolati dall'acqua di pioggia (oli, idrocarburi, metalli, ecc...),

→ della capacità di resistere a temperature anche non trascurabili (l'acqua da filtrare in determinate situazioni potrebbe presentare temperature "da acqua calda sanitaria" ovvero 60-65 °C),

→ non da ultimo andrebbe preventivata anche una buona capacità di resistenza alle radiazioni UV.

5 – nella versione con tubo in PE fessurato è buona norma prevedere tubi con classe di rigidità anulare SN8 KN/m<sup>2</sup>. Pur tuttavia, in particolari casi, potrebbe essere anche utilizzata la più "economica" classe SN4; ad esempio in caso di "sezione tipo" con cunetta prefabbricata di superficie in asse alla trincea (vedi disegno 6, tavola **A7**);

6 – gli schemi costruttivi prevedono 3 livelli di "filtrabilità" per l'acqua che entra nella caditoia (vedi tavola **A7**):

→ un primo livello è dato dal tipo di caditoia; si consiglia di prevedere esclusivamente caditoie a nido d'ape con fori aventi area netta non superiore a 25x25 mm<sup>2</sup>;

→ un secondo livello è garantito dalla "griglia-tappo" prevista dagli schemi entro il pozzetto-caditoia;

→ l'ultimo livello è quello offerto dal geotessuto o "tela" formante la manichetta.

In caso di "allaccio" da parte dei lotti privati su una trincea drenante manutentabile realizzata su sedime stradale (quindi per trasferire l'acqua di pioggia caduta alla trincea lineare di drenaggio in area pubblica), è necessario imporre prima dell'uscita dal lotto un pozzetto di calma dotato di griglia anti intasamento avente caratteristiche simili al "tappo-griglia" che chiude il tubo drenante nel punto di sbocco nei pozzetti-caditoia (vedi disegno 8, tavola **A7**). In questo caso la pulizia della griglia entro il pozzetto-utenza privato andrà a carico perenne del proprietario del lotto. E' appena il caso di accennare che gli eventuali allacci dei privati potranno avvenire esclusivamente "nei" pozzetti-caditoia

e che le acque in arrivo dai lotti privati non dovranno essere "acque di processo industriale" ovvero "acque inquinate";

7 – l'immissione di acqua piovana nel "primo suolo" attraverso la tecnica della trincea drenante manutentabile potrebbe comportare "insostenibili" situazioni di rischio inquinamento. Può capitare, ad esempio, con caditoie collocate ai bordi di una strada ad alta intensità di traffico dove la cosiddetta "acqua di prima pioggia" veicola concentrazioni significative di inquinanti. A tal fine il disegno 11, tavola **A7**, espone una serie di possibilità con cui addivenire alla soluzione del problema;

8 – nella progettualità porre particolare attenzione ai collegamenti con aree "esterne" all'area di drenaggio afferente il tratto da dimensionare (vedi esempio nel disegno 12, tavola **A7**). Chiaramente l'acqua può solo "uscire" dall'ambito di drenaggio di progetto e non "entrare"; nei punti di collegamento con la fognatura "convenzionale" (ancorché necessari) è buona norma predisporre i clapet antiriflusso (vedi disegno 13, tavola **A7**);

9 – l'interdistanza dei pozzetti caditoia non deve essere superiore a 10-12 m (vedi disegno 10, tavola **A7**). Una distanza maggiore potrebbe infatti creare problemi durante l'estrazione della manichetta intasata nelle fasi di manutenzione straordinaria (vedi disegno 8, tavola **A7**). In secondo luogo distanze maggiori comporterebbero un numero minore di punti di accesso "presidiato" alla trincea (pozzetto-caditoia) e conseguentemente una frequenza degli interventi di manutenzione programmata (pulizia dei pozzetti) meno sostenibile.

### 7.2.3 – Le elaborazioni idrauliche

In allegato **A2** vengono riassunti i principali risultati dell'applicazione del modello idraulico della corrivazione alla fognatura bianca di Villafranca Padovana (modello del bacino del Rio Fosco). Sono state eseguite in particolare 6 "analisi", 4 delle quali visualizzate nella tavola **B11**.

La prima analisi illustra il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione attuale a tempo di ritorno  $T_R=1$  anno. La simulazione avviene con 102 tratti prevedendo 3 tipologie di sezioni (circolare, rettangolare e trapezoidale) e 2 coefficienti di scabrezza (tratti intubati e tratti a pelo libero). I dati di ingresso sono visualizzati da pagina 1 a pagina 16 dell'allegato A2/01. I dati di uscita sono riassunti da pagina 17 a pagina 18 (per ogni tratto sono visualizzati il tempo di corrivazione, la portata massima da calcolo, la portata massima garantita a moto uniforme, il volume esondato dal tratto qualora la portata a moto uniforme sia inferiore della portata massima da calcolo, infine la durata di pioggia critica ovvero la durata della precipitazione che comporta la fuoriuscita incontrollata di flusso maggiore). I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**: sono segnalabili piccoli problemi di ristagno idrico particolarmente lungo via Villaranza. I volumi "teoricamente" esondati sono sempre di limitata entità (al massimo pochi metri cubi per tratto, vedi pagine 17 e 18 allegato **A2/01**). Sempre nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati; si tratta in genere di tempi intorno all'ora (eventi di pioggia "breve").

La seconda analisi illustra il comportamento del sistema di drenaggio del Rio Fosco nella situazione attuale a tempo di ritorno  $T_R=20$  anni. La simulazione avviene attraverso 102 tratti prevedendo 3 tipologie di sezioni e 2 coefficienti di scabrezza. I dati di ingresso sono visualizzati da pagina 1 a pagina 16 dell'allegato **A2/02**. I dati di uscita sono riassunti da pagina 17 a pagina 18. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**. Dai calcoli derivano problemi di ristagno idrico lungo via Busa, a nord di via Campodoro, lungo le vie Villaranza, Foscolo, Pascoli, Leopardi, Carducci, Rimembranza, Madonna, Manzoni e Svevo. Problemi sensibili di ristagno idrico emergono lungo i limiti ovest di via madonna e via Svevo e lungo via Villaranza. Sempre nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati. Si tratta in genere di tempi inferiori all'ora (eventi di "scroscio") con bacini di monte piccoli e piogge 1-2 ore che qualificano i volumi più elevati di esondazione soprattutto a nord di via Campodoro e a monte della immissione della fognatura bianca lungo via Svevo.

L'analisi tre illustra il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione attuale a tempo di ritorno  $T_R=50$  anni. I dati di ingresso sono visualizzati da pagina 1 a pagina 18 dell'allegato **A2/03**. I dati di uscita sono riassunti da pagina 19 a pagina 20 dell'allegato **A2/03**. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**. Sono ravvisabili problemi di ristagno idrico a nord di via Scalona, lungo via Busa, a nord di via Campodoro, a cavallo di via Melloni-Giustinian, lungo le vie Villaranza, Foscolo, Pascoli, Leopardi, Carducci, Rimembranza, Madonna, Manzoni e Svevo. Problemi sensibili di ristagno idrico emergono lungo i limiti ovest di via Madonna e via Svevo, lungo via Villaranza ed a nord di via Campodoro. Sempre nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati. Si tratta in genere di tempi inferiori all'ora (eventi di "scroscio") con bacini di monte piccoli e piogge 2-3,5 ore che qualificano i volumi più elevati di esondazione soprattutto a nord di via Campodoro, a monte della immissione della fognatura bianca lungo via Svevo e lungo via Villaranza.

L'analisi 4 illustra il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione attuale a tempo di ritorno  $T_R=100$  anni. I dati di ingresso sono visualizzati da pagina 1 a pagina 20 dell'allegato **A2/04**. I dati di uscita sono riassunti da pagina 21 a pagina 22 dell'allegato **A2/04**. I principali risultati dell'elaborazione sono visualizzati nella tavola **B10**. Sono ravvisabili problemi di ristagno idrico a nord di via Scalona, particolarmente lungo via Busa, a nord di via Campodoro, a cavallo di via Melloni-Giustinian, lungo le vie Villaranza, Ca' Molin, parte ovest di via Mattetti, Vicolo Taliercio, Tommaseo, Foscolo, Pascoli, Leopardi, Carducci, Rimembranza, Madonna, Manzoni e Svevo. Problemi sensibili di ristagno idrico emergono lungo i limiti ovest di via Madonna e via Svevo, lungo via Villaranza ed a nord di via Campodoro. Sempre nella tavola **B10** vengono visualizzati i tempi di precipitazione critica, cioè i tempi di pioggia che genera i ristagni citati. Si tratta in genere di tempi inferiori all'ora con eventi intensi con bacini di monte piccoli e piogge 2-4 ore che qualificano i volumi più elevati di esondazione soprattutto a nord di via Campodoro, a monte della immissione della fognatura bianca lungo via Svevo e lungo via Villaranza. Come si può facilmente osservare i tempi di precipitazione critica aumentano all'aumentare del tempo di ritorno a parità di sito interessato da fuoriuscite di acqua di piena.

Con l'analisi 5, sempre in riferimento al sottobacino del Rio Fosco, viene studiato il comportamento del bacino sottintendendo pienamente attuato quanto previsto

dall'**intervento B1** dell'allegato **A3**. La riduzione drastica delle situazioni di pericolosità idraulica comporta un abbassamento del valore CN (Curve Number) medio del 23% e di converso un abbassamento medio delle portate massime del 62%. Il tempo di ritorno **T<sub>R</sub>** è fissato in 50 *anni*. Con l'analisi numero 6 è stato studiato il comportamento del sistema di drenaggio nella situazione a Piano delle Acque attuato in presenza di precipitazioni a **T<sub>R</sub>** fissato in 100 *anni*.

## 7.2.4 – La manutenzione

L'allegato **A6** illustra procedure di manutenzione ordinaria e straordinaria delle vie d'acqua e dei manufatti idraulici (particolarmente le caditoie). Una corretta ed efficace organizzazione della manutenzione permette di consolidare una alta affidabilità delle opere idrauliche prevedendo, e quindi riducendo, i possibili inconvenienti che possono comportare notevoli disfunzioni in situazione di piena o di tempo secco; inoltre una corretta manutenzione consente la corretta pianificazione degli oneri economici e finanziari connessi alla gestione della rete di drenaggio, in virtù di una valutazione dei costi prevedibili e ripartibili fra le diverse attività e funzioni della stessa rete.

L'allegato **A6** precisa le operazioni minimali per l'esecuzione degli interventi sui componenti della fognatura bianca, descrivendo in particolare i contenuti degli interventi programmati di conduzione. La manutenzione ordinaria è prevista con attività di verifica, pulizia e sostituzione, mentre la manutenzione straordinaria è prevista per ricondurre i componenti delle opere idrauliche almeno nelle condizioni iniziali di funzionalità.

## 7.2.5 – Indirizzi amministrativi e normative

Pur se il Piano delle Acque non costituisce strumento di "normazione" e di "indirizzo amministrativo" in senso stretto, si ritiene utile ricordare le principali leggi / disposizioni settoriali correlate alla gestione dell'acqua di pioggia e il Regolamento introdotto con lo studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto del Territorio comunale di Villafranca Padovana (allegato A alla VCI). Il citato allegato A andrà integrato in sede di prima variante al Piano degli Interventi con l'introduzione dell'obbligo **generalizzato**, su tutto il territorio comunale, di rispettare il limite di stabilizzazione idraulica induttiva tarato su 10 l/s/ha per qualunque tipo di intervento edilizio/urbanistico in grado di modificare il tasso di impermeabilizzazione relativo al sedime di intervento.

### 7.2.5.1 – Normative di settore

I principali strumenti di pianificazione territoriale validi per la realtà comunale di Villafranca Padovana sono il Piano Territoriale di Coordinamento della Regione Veneto (**PTRC**), il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale di Padova (**PTCP**), il Piano regionale di Tutela delle Acque (**PTA**), il Piano di Assetto del Territorio Intercomunale della Comunità Metropolitana di Padova (**PATI CO.ME.PA.**) ed il Piano di Assetto Territoriale del Comune di Villafranca Padovana (**PAT**).

Nella relazione al documento preliminare del PTRC si evidenziava come il Piano intenda seguire specifici obiettivi atti a prevenire e contrastare i fenomeni di cambiamento climatici attraverso azioni come la difesa dei fiumi, laminazione delle piene, riorganizzazione delle aree urbanizzate finalizzate a favorire la permeabilità dei suoli e rallentare il deflusso delle acque, creazione di aree di espansione per le acque di pioggia, ecc... L'art.20 delle N.T. del PTRC adottato ed emendato nel 2013 in merito alla sicurezza idraulica indica come *"l'individuazione delle aree a condizione di pericolosità idraulica e geologica e la definizione dei possibili interventi sul patrimonio edilizio e in materia di infrastrutture ed opere pubbliche, vengono effettuate dai Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) o dagli altri strumenti di pianificazione di settore a scala di bacino"*. I Comuni, di intesa con la Regione e con i Consorzi di bonifica competenti **"... in concomitanza con la redazione degli strumenti urbanistici comunali e intercomunali provvedono ad elaborare il Piano delle Acque (PdA) quale strumento fondamentale per individuare le criticità idrauliche a livello locale ed indirizzare lo sviluppo urbanistico in maniera appropriata"**. Inoltre *"al fine di non incrementare le condizioni di pericolosità idraulica gli strumenti urbanistici comunali e intercomunali, in corenza col D.L.vo 152/2006, devono comprendere una Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI) che verifichi, in accordo con il P.T.A., l'idoneità idraulica degli ambiti in cui è proposta la realizzazione di nuovi insediamenti, l'idoneità della rete di prima raccolta delle acque meteoriche nonché gli effetti che questi possono creare nei territori posti a valle prescrivendo i limiti per l'impermeabilizzazione dei suoli, per l'invaso e il successivo recapito delle acque di prima pioggia"*.

Tra le finalità del PTCP c'è la conservazione e miglioramento dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse naturali. Il PTCP individua all'interno del territorio provinciale le aree soggette ad esondazione e a ristagni idrici incontrollati. Il PTCP richiede alle amministrazioni comunali di inserire nello strumento urbanistico specifiche disposizioni di polizia idraulica e rurale.

Il PAT di Villafranca Padovana è già stato adottato; particolarmente le Norme Idrauliche allegate alle NTA del PAT permettono un controllo sulle azioni di sviluppo del territorio, la valorizzazione del paesaggio e la tutela dell'ambiente. Il presente PCA propone le modifiche alle Norme Idrauliche del PAT nei termini esposti in precedenza.

Il PTA contiene le misure necessarie ad acquisire la tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico; in particolare il PTA contiene gli interventi volti a garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale previsti dagli articoli 76 e 66 del D.L.vo 152/2006. Il PTA illustra le misure per la gestione delle acque di pioggia e di dilavamento.

Con riferimento alle norme di gestione, manutenzione e tutela delle vie d'acqua vanno infine ricordate le seguenti leggi e decreti:

- R.D.L. 368/1904. Regolamento per l'esecuzione del T.U. delle leggi 195/1900 e 333/1902, sulle bonificazioni delle paludi e dei territori paludosi e s.m.i.
- R.D.L. 215/1933. Nuove norme per la bonifica integrale e s.m.i.
- L. 183/1989. Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- D.L.vo 42/2004. Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- L.R. 11/2004. Norme per il governo del territorio.

- D.L.vo 152/2006. Norme in materia ambientale.
- L.R. 12/2009. Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio.

### **7.2.5.2 – Regolamento di Polizia rurale**

In presente Piano Comunale delle Acque riassume diseguito alcuni spunti e riflessioni utili nella futura integrazione del vigente Regolamento di Polizia Rurale del Comune di Villafranca Padovana particolarmente in riferimento al tema della gestione qualitativa e quantitativa dell'acqua di pioggia. Alcuni spunti e riflessioni:

→ é da integrare l'articolo 16 (acque piovane) per caratterizzare l'obbligo di procedere a tecniche di mitigazione idraulica in ragione diretta della superficie impermeabile del relativo "lotto idraulico" agricolo sia nei casi di residenza, sia nei casi interessati da annessi rustici e/o volumi tecnici ed infine sia in lotti interessati da opere di impermeabilizzazione di tipo viario (nuove strade, nuovi percorsi, ecc...);

→ ridefinizione puntuale delle possibilità e limiti di piantumazione con relative entità e distanze per i fossati e scoli privati (art. 21);

→ precisazione cartografica del reticolo idrografico obbligatorio di Villafranca e precisazione della tempistica nelle norme per l'espurgo e la conservazione di fossi e canali (art. 22);

→ aggiornamento dell'art.23 particolarmente in merito al calcolo delle distanze dal bordo dei fossati diversamente dai limiti di proprietà; contestuale definizione del "bordo" del fossato e contestuale definizione delle modalità di determinazione della capacità minima di flusso dello stesso fossato;

→ aggiornamento dell'art. 25 in merito alle procedure di aratura incongrue secondo le indicazioni del presente Piano Comunale delle Acque e precisazione delle modalità di aratura che rispondono alla necessità di ridurre alla fonte il rischio di attivazione del deflusso superficiale di pioggia;

→ aggiornamento dell'art. 27 con le norme integrative sulle tombinature (vedi Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano di Assetto del Territorio Comunale).

→ definizione e limiti di corrette pratiche agricole al fine di garantire la durata e manutentabilità della rete di drenaggio esistente in area agricola;

→ definizione, limiti e particolari costruttivi finalizzati all'attuazione di tecniche per una corretta regimazione dei flussi di pioggia superficiale e trattamento di rimozione dei solidi sedimentabili prima dell'immissione degli stessi flussi di pioggia nelle scoline e fossati di drenaggio;

→ integrazione all'art. 36 per precisare come regolamentare l'eliminazione a mezzo fuoco degli scarti e tagli di materiale vegetale in ambito agricolo;

→ precisazione delle modalità di emissione di ordinanze del Sindaco finalizzate ad una corretta gestione qualitativa e quantitativa dell'acqua di pioggia;

→ integrazione alle norme di mitigazione idraulica introdotte con la VCI del PAT in riferimento alle case coloniche;

→ modifica all'art. 36 per contestualizzare le caratteristiche dei fossati e delle cunette sulle strade interpoderali.

## 7.2.6 – Pericolosità idraulica e opere previste

La tavola **B9** individua schematicamente con cerchio/ellisse rosso e relativo numero alcune zone di Villafranca Padovana interessate da pericolosità idraulica contestualizzata più in dettaglio al paragrafo **5.2**; per ogni zona il presente Piano Comunale delle Acque prevede uno o più interventi destinati a ridurre o eliminare la corrispondente pericolosità idraulica. Diamo una elencazione non esaustiva dei rapporti fra zone a pericolosità e interventi/lavori idraulici previsti:

Zona cerchiata numero: **1** (*vedi allegato B9*)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: *nessuno*

Esito intervento: *nessuno*

Note: *le opere previste nel PCA di Piazzola sul Brenta afferenti alla roggia Liminella Padovana dovrebbero ridurre la pericolosità idraulica.*

Zona cerchiata numero: **2** (*vedi allegato B9*)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **D9 e B2** (*vedi allegato A3*)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **3** (*vedi allegato B9*)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: *nessuno*

Esito intervento: *nessuno*

Note: *le opere previste nel PCA di Piazzola sul Brenta afferenti alla roggia Rio Fosco dovrebbero ridurre la pericolosità idraulica.*

Zona cerchiata numero: **4** (*vedi allegato B9*)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **A1 e B2** (*vedi allegato A3*)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **5** (*vedi allegato B9*)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B2, A1** (*vedi allegato A3*)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **6** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **A1 e B2** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **7** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, A1, D8** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **8** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, A1, D8, D15** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **9** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **A1, B2, D15** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **10** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, D7** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **11** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, A1, D11 e C7** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **12** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B1, C1 e C5** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **13** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B1 e C6** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **14** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B1 e C5** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **15** (*vedi allegato B9*)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2 e C4** (*vedi allegato A3*)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **16** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **17** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione trascurabile del livello di pericolosità*

Note: *la soluzione della pericolosità idraulica 17 è direttamente correlata alla soluzione del problema della pericolosità idraulica 18.*

Zona cerchiata numero: **18** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2, D3** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione trascurabile del livello di pericolosità*

Note: *Non è nota la situazione idrografica del Liminella Vicentina fuori dell'ambito comunale di Villafranca Padovana e quindi è impossibile ipotizzare una cassa di espansione prima del ponte di via Ponte Franco (tale soluzione darebbe una drastica soluzione al problema idraulico creato dal Liminella nei territori di valle). E' comunque possibile fare alcuni calcoli di prima approssimazione: la sezione del Liminella Vicentina chiusa al ponte di via Ponte Franco presenta un bacino embrifero di circa 1.000 ettari; tenuto conto della caratterizzazione idrologica dei terreni attraversati è ipotizzabile un valore del coefficiente di afflusso orario pari a 0,25; la lunghezza di deflusso dal punto più lontano è stimata in circa 8.900 m; ipotizzando in situazione di piena una velocità media di flusso di 60 cm/sec si stima un tempo di corrivazione di 4 ore; la pioggia di durata 4 ore è di 105 mm circa. Dai dati ipotizzati è quindi stimabile una portata teorica di piena in transito in via Ponte Franco di circa 18 m<sup>3</sup>/sec per eventi a tempo di ritorno di 50 anni. Se ipotizziamo di abbattere la portata del 60% (riducendo quindi la portata massima da 18 a 7,2 m<sup>3</sup>/sec) si può stimare con metodo razionale il volume per una ipotetica cassa di espansione in circa 95.000 m<sup>3</sup>. Prevedendo quindi una cassa di espansione tarata su una altezza efficace di invaso di 100 cm avremmo la necessità di impiegare circa 10 ettari di territorio. Ovviamente l'idea non può trovare effettiva previsione in termini di progettazione anche solo di massima in quanto non è possibile conoscere in modo sufficientemente approfondito la situazione idrografica a nord del sottopasso della Liminella Vicentina su via Ponte Franco. Per dare una soluzione ai problemi idraulici riconducibili alla Liminella Vicentina è comunque necessario ipotizzare opere di mitigazione idraulica da realizzare prevedibilmente a monte del ponte, fuori dall'ambito comunale.*

Zona cerchiata numero: **19** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2 e C1** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **20** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B1 e B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **21** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B1 e B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **22** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **23** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **24** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione contenuta del livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **25** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione contenuta del livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **26** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: *nessuno*  
Esito intervento: *nessuno*

Note: *L'ambito possibile di intervento é soprattutto quello dei privati nei terreni in proprietà.*

Zona cerchiata numero: **27** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, A1** indirettamente, **B1** indirettamente (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **28** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: **B2, C8** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **29** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*  
Interventi correlati: *nessuno diretto*  
Esito intervento: *nessuno*

Note: *ogni intervento su Rio Fosco e Liminella Vicentina nelle zone a monte dei rispettivi bacini tende a ridurre il livello locale di pericolosità in essere.*

Zona cerchiata numero: **30** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: *nessuno*

Esito intervento: *nessuno*

Note: *L'ambito possibile di intervento é soprattutto quello dei privati nei terreni in proprietà.*

Zona cerchiata numero: **31** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** e **C9** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **32** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** e **C9** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **33** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** e manutenzione ordinaria (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **34** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **A3** e **C2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *risolutivo per i tempi di ritorno affrontati dal progetto*

Zona cerchiata numero: **35** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **A2** e **C2** (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *risolutivo per i tempi di ritorno affrontati dal progetto*

Zona cerchiata numero: **36** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **A2**, **C2** e manutenzione ordinaria (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **37** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: **B2** e **B1** indirettamente (vedi allegato **A3**)  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **38** (vedi allegato **B9**)  
Tipo di pericolosità idraulica: vedi paragrafo **5.2**  
Interventi correlati: *tutti gli interventi afferenti a monte ai bacini del Ramo Ronchi e del Ramo Turato, intervento **D13** (vedi allegato **A3**)*  
Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **39** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: *tutti gli interventi afferenti a monte ai bacini del Ramo Ronchi e del Ramo Turato, intervento **D13** (vedi allegato **A3**)*

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **40** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B2** e **A11** (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **41** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B2**, **D17** e **A4** (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **42** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **C12** e *manutenzione ordinaria* (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **43** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B1**, **B2** indirettamente, **C13** e *sistemazione clapet sul Biancolino* (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **44** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B1** e **C17** (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Zona cerchiata numero: **45** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B1**, **B2** (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*

Note: *rimane inalterato il livello di pericolosità d'ordine superiore (dedotto dal Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Brenta-Bacchiglione)*

Zona cerchiata numero: **46** (vedi allegato **B9**)

Tipo di pericolosità idraulica: *vedi paragrafo 5.2*

Interventi correlati: **B2** e **A4** (vedi allegato **A3**)

Esito intervento: *riduzione livello di pericolosità*