

**COMUNE DI  
FONTANIVA  
Provincia di Padova**

**2a Variante  
2° P.I. 2014/2019**

Elaborato

## Valutazione di Compatibilità Idraulica



Studio Compatibilità Idraulica:  
Dott. Ing. Pietro Spinato

Adozione:  
Delibera C.C. N° del

Approvazione:  
Delibera C.C. n° del

**COMUNE DI  
FONTANIVA  
Provincia di Padova**



Sindaco di Fontaniva:  
Dott. Lorenzo Piotto

Il Responsabile Area Urbanistica:  
Geom. Giancarlo Bergamin

Il Segretario Comunale:  
Dr. Francesco Sorace

Il Progettista:  
Arch. Silvano De Nardi

DATA: Dicembre 2016



## **Indice generale**

<i>PREMESSA</i> .....	5
<i>DESCRIZIONE DELL'ACCORDO</i> .....	5
<i>INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO</i> .....	6
<i>DESCRIZIONE DELL'OGGETTO DELLO STUDIO</i> .....	7
<i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</i> .....	8
<i>Piano di Tutela delle Acque – Acque di prima pioggia</i> .....	8
<i>Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico</i> .....	9
<i>METODOLOGIA DI STUDIO</i> .....	9
<i>Analisi pluviometrica</i> .....	12
<i>Modalità di calcolo</i> .....	12
<i>Dimensionamento idraulico – linee guida tratte dal Commissario Emergenza Alluvione</i> .....	13
<i>CALCOLO VOLUME DI INVASO</i> .....	19
<i>INTERVENTI IDRAULICI DI CARATTERE GENERALE</i> .....	20
<i>RETE NERA DI PROGETTO</i> .....	22
<i>MISURE DI MITIGAZIONE IDRAULICA</i> .....	22
<i>BIOGRAFIA</i> .....	25



## **PREMESSA**

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica riguarda la variazione n°1 della Seconda Variante al Secondo Piano degli Interventi del Comune di Fontaniva che inserisce, nello specifico, un Accordo Pubblico/Privato ai sensi dell'art.6 della L.R. n.11/2004.

Si riportano di seguito i documenti di cui il presente studio idraulico si è avvalso:

- P.A.T.I. “Alta Padovana” adottato con Delibera C.C. n. 15 del 18/06/2008 e approvato con Delibera Conferenza dei Servizi Regione Veneto del 27/5/2009 (Ratifica D.G.R. n° 2895 del 29/09/2009) e successiva Rettifica PATI con Conferenza di Servizi Decisoria – Provincia di Padova (modifica tavola 3 – Carta delle fragilità) del 04/02/2014
- P.I. adottato con Delibera C.C. n. 20 del 30/07/2011 e approvato con Delibera C.C. n. 29 del 16/12/2011
- Prima Variante al P.I. adottato con Delibera C.C. n. 21 del 23/07/2013 e approvato con Delibera C.C. n. 3 del 13/02/2014
- Secondo P.I. adottato con Delibera C.C. n.37 del 30/12/2015 e approvato con Delibera C.C. n. 10 del 29/03/2016
- Prima Variante al secondo P.I. adottato con Delibera C.C. n. 2 del 25/02/2016 e approvato con Delibera C.C. n. 27 del 14/06/2016
- Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione con le relative Norme Tecniche di Attuazione;
- il Piano Tutela delle Acque (previsto dall’ art. 121 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 107 del 05.11.2009, aggiornato ai sensi delle Linee guida applicative del Piano di Tutela delle acque, DGR n. 80 del 27.01.2011 e ulteriori precisazioni contenute nella DGR n.1770 del 28.08.2012;
- Linee guida per gli interventi di prevenzione dagli allagamenti e mitigazione degli effetti – Commissario Delegato per l’emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.
- Gli indirizzi operativi e le linee guida per la verifica della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio, adottati con Delibera n. 3637 del 13.12.2002 la Giunta Regionale e successiva Delibera della Giunta Regionale n. 2948 del 6 ottobre ed alle s.m.i.

## **DESCRIZIONE DELL'ACCORDO**

L'impresa Brenta Lavori Group s.r.l. ha sede a Fontaniva (PD) in via Boschi n. 62, su area identificata nel C.T. al foglio 11, mappali 296, 412, 504, 107 (ex vaglio Vaccari). Nell'ottica di ampliare, rinnovare e riqualificare le proprie strutture, realizzando nuovi spazi ad uso uffici e ricovero macchine operatrici, la Brenta Lavori Group s.r.l. intende acquisire l'area contermina, di proprietà del Comune di Fontaniva, proponendo un accordo pubblico/privato ai sensi dell'articolo 6 della L.R. 23/04/2004 n. 11, che si riporta:

1. I comuni, le province e la Regione, nei limiti delle competenze di cui alla presente legge, possono concludere accordi con soggetti privati per assumere nella pianificazione proposte di progetti ed iniziative di rilevante interesse pubblico.
2. Gli accordi di cui al comma 1 sono finalizzati alla determinazione di alcune previsioni del contenuto discrezionale degli atti di pianificazione territoriale ed urbanistica, nel rispetto della legislazione e della pianificazione sovraordinata, senza pregiudizio dei diritti dei terzi. [...] Gli accordi pubblico – privato rappresentano uno degli strumenti più affermati per la gestione l'amministrazione gestisce la trasformazione sia delle parti pubbliche che di quelle private con esiti che sono risultati migliori rispetto a quelli ottenuti con altri strumenti che la

legge mette a disposizione. dei piani urbanistici e dei progetti; mediante gli accordi con i privati, La cooperazione tra il soggetto pubblico e il soggetto privato si ritiene decisiva per due ragioni principali:

- concorre ad aumentare l'efficacia dell'azione dell'amministrazione nella gestione degli interventi urbanistici (si ipotizza che il ricorso alle risorse dei proprietari e dei promotori privati concorra al raggiungimento di obiettivi con un superiore livello di qualità);
- risorse economiche a disposizione del soggetto pubblico sono scarse o assenti. occorre a rendere più efficiente l'investimento collettivo, soprattutto nei casi in cui le L'accordo tra pubblico e privato si deve fondare sul beneficio pubblico che la collettività trae dalla modifica degli strumenti urbanistici (o dall'attuazione delle previsioni strategiche) Oltre alle argomentazioni di tipo urbanistico, devono essere prodotte anche le valutazioni economiche dei vantaggi del pubblico e dei privati legati allo sviluppo del progetto. Le valutazioni economiche sono quindi decisive per la verifica del beneficio pubblico e per la legittimità degli accordi.

### **INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO**

L'area oggetto dell'accordo pubblico/privato ex art. 6 della L.R. 11/2004 è posta a Fontaniva (PD) in via Boschi ed identificata nel Catasto Terreni al foglio 3, mappali 296 (porzione), 469 (porzione), 470, 472, 473, 474 (porzione), 475 (porzione), 479 (porzione), 516 (porzione). Il terreno identificato dal mappale 296 è di proprietà della ditta proponente l'accordo (Brenta Lavori Group s.r.l.), mentre la restante superficie è di proprietà del Comune di Fontaniva.

L'ambito dell'intervento edilizio, ed oggetto del presente studio di Valutazione di compatibilità idraulica, (**e evidenziato da un contorno con tratteggio rosso tratto-tratto**) interessa una superficie complessiva di 7.552 m<sup>2</sup>, mentre la superficie interessata dall'accordo (evidenziata da un contorno con tratteggio verde tratto-punto) e che ricomprende anche l'ambito dell'intervento edilizio, è pari a complessivi 24.810 m<sup>2</sup>, come rappresentato nella figura 1.

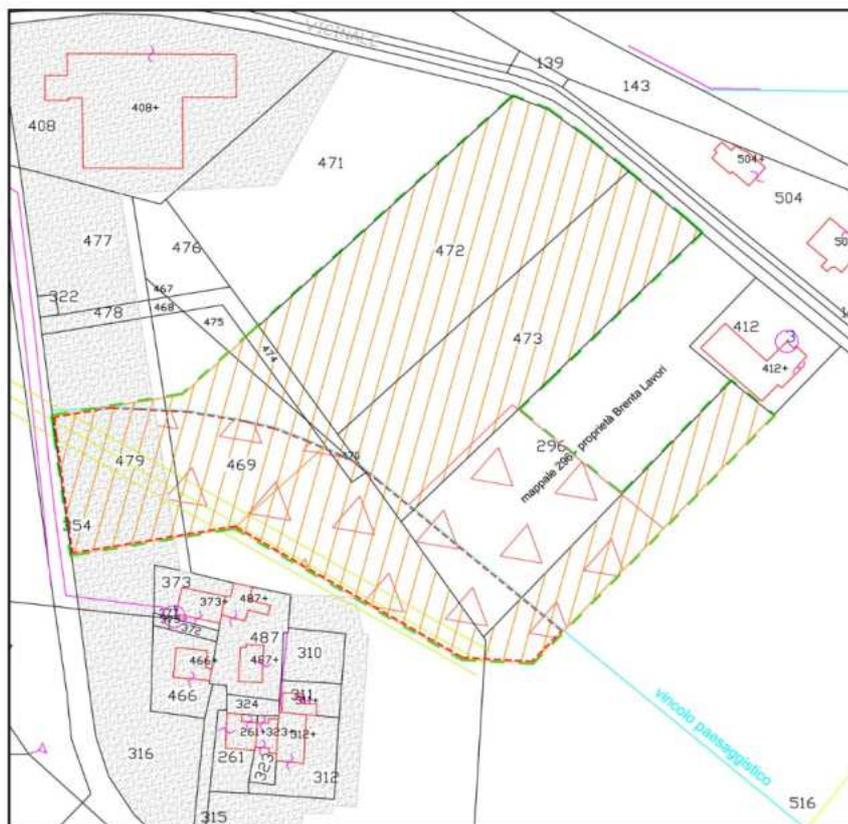


Figura 1 – inquadramento area di intervento

L'accordo comporta per l'Amministrazione Comunale due importanti vantaggi:  
 la valorizzazione di un terreno agricolo che sotto l'aspetto economico non ha mai dato i risultati attesi da un normale imprenditore;  
 la possibilità di eseguire delle opere pubbliche già progettate ma non i cui lavori non sono ancora stati avviati per mancanza di copertura finanziaria.

### **DESCRIZIONE DELL'OGGETTO DELLO STUDIO**

Sull'area individuata come "ambito dell'intervento edilizio" avente una superficie di 7.552 m<sup>2</sup> circa, una volta sottoscritto tra le parti l'accordo pubblico/privato e approvata (a cura del Comune di Fontaniva) la relativa variante urbanistica al Piano degli Interventi, la Brenta Lavori Group s.r.l. andrà a realizzare mediante intervento edilizio diretto quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati e precisamente:

- un corpo uffici su due piani fuori terra, sviluppante una superficie calpestabile di mq 800 circa destinato ad ospitare il personale della proponente l'accordo;
- un fabbricato ad uso magazzino/ricovero macchine operatrici/officina per complessivi 2.100 m<sup>2</sup> circa su un piano fuori terra con altezza massima di 10,00 m;
- la sistemazione dell'area esterna, con la formazione di un'area a parcheggio (standard primario) della superficie complessiva di 842 m<sup>2</sup> regolamentata da apposito cancello che rimarrà aperto durante l'orario di lavoro, in quanto tale parcheggio sarà destinato oltre che ai dipendenti della Brenta Lavori Group s.r.l., anche ai fornitori e visitatori di tale azienda.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato redatto conformemente a quanto definito nelle “Modalità operative e indicazioni tecniche” per la “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici”, contenute nell’Allegato A al DGR n. 2948 del 6.10.2009 aggiornamento del precedente analogo allegato al DGR n. 1322 del 10.05.2006, e alle direttive delle Linee Guida del O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007 avente per oggetto “Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007”, venne nominato un Commissario Delegato.

Altre normative di interesse per la presente Valutazione di Compatibilità Idraulica sono il Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto e Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, e Brenta-Bacchiglione, come riportato nei paragrafi seguenti.

### **PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE – ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

La Regione Veneto, in ossequio alle disposizioni dell’articolo 121 del D. Lgs. 152/06, con Deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n. 107 del 5.11.2009 ed ad successive modifiche con Deliberazione del Consiglio Regionale del Veneto n. 842 del 15.05.2012, ha approvato il Piano di Tutela delle Acque (PTA). Al fine del conseguimento degli obiettivi di qualità previsti dallo stesso PTA, il legislatore ha regolamentato, nell’articolo 39 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA), le “acque meteoriche di dilavamento, acque di prima pioggia e acque di lavaggio”. Con le modifiche apportate nel 2012, in riferimento all’Allegato F delle NTA di provvedere alla gestione delle “acque meteoriche di dilavamento, di prima pioggia e di lavaggio”, è stata prevista la redazione di un “Piano di adeguamento” da presentare all’Autorità competente entro il giorno 8.12.12. Gli interventi previsti nel Piano di Adeguamento dovranno essere stati realizzati entro il 31.12.2015. Il suddetto piano dovrà essere composto da una relazione tecnica contenente i possibili interventi per adempire a quanto richiesto dall’ articolo 39.

Per semplicità espositiva, si riportano di seguito alcuni punti di interesse dell’art. 39 dell’ Allegato A della DGRV 1770 del 28 agosto 2012., Linee guida applicative delle Norme Tecniche di Attuazione del PTA, commi 1, 2, 3 e 5:

*“... i tetti rientrano tra le superfici potenzialmente dilavabili da considerare, al fine del trattamento e autorizzazione delle acque meteoriche, solo se si ritiene che possano esservi presenti sostanze pericolose provenienti da camini o punti di emissione appartenenti al medesimo insediamento o dal materiale di cui è costituito il tetto stesso ...”.*

Infine, al comma 5, vengono specificati i casi di esclusione dall’art.39:

*“Per le seguenti superfici:*

*a).....*

*....*

*c) superfici destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, delle tipologie di insediamenti di cui al comma 1, aventi una superficie complessiva inferiore a 5000 m<sup>2</sup>*

*... le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio, convogliate in condotte ad esse riservate, possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o sul suolo...”.*

Si può dedurre da quanto riportato e in riferimento all’art. 39 delle PTA, vista la dimensione delle aree adibite a parcheggio privato e viabilità interna inferiori a 5.000 m<sup>2</sup> (ovvero circa 840 m<sup>2</sup> di parcheggi drenanti e 530 m<sup>2</sup> di strade interne), che **non sia necessaria la separazione delle acque**

**di dilavamento delle superfici impermeabili da quelle di prima pioggia** e il loro trattamento e/o stoccaggio prima di essere recapitate a destinazione. Tuttavia, l'Amministrazione Comunale, in accordo con gli Enti interessati, potrà ritenere **più opportuno la separazione e il trattamento delle prime acque di dilavamento delle superfici impermeabili, a maggior tutela dell'ambiente.**

### **PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

La delibera n. 3 del 9.11.2012 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico che adotta il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave, e Brenta-Bacchiglione ha introdotto le Norme Tecniche di salvaguardia che hanno individuato nel territorio veneto le "zone di attenzione".

Nel caso oggetto di studio, l'elaborato grafico a cui fare riferimento è la TAV. 33 del Piano Stralcio, ove si individua che l'area d'intervento è interessata da una perimetrazione tipo **P1 – pericolosità idraulica moderata**, normata dall'art. 12, che recita:

*"... Disciplina degli Interventi nelle aree classificate a pericolosità moderata P1. La pianificazione urbanistica e territoriale disciplina l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture e gli interventi sul patrimonio edilizio esistente nel rispetto dei criteri e delle indicazioni generali del presente Piano conformandosi allo stesso."*

Inoltre, si segnala che nella Tavola 3 – Carta delle fragilità del P.A.T.I. l'area in intervento è caratterizzata da aree definite come di seguito:

*"Buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, frequenti fenomeni di esondazione per insufficienza alla rete di bonifica e/o moderato rischio idraulico"*.

Pertanto, come meglio riportato nei successivi paragrafi, dovranno essere eseguiti quegli interventi di mitigazione in grado di **non aggravare le condizioni di deflusso delle reti di bonifica esistenti** e dovranno essere individuate **soluzioni idraulicamente compatibili che possano migliorare le condizioni di insufficienza idraulica.**

### **METODOLOGIA DI STUDIO**

In riferimento allegato A della Delibera della Giunta Regionale n. 2948 del 6 ottobre 2009 ed alle s.m.i. è richiesto che, in relazione al principio di invarianza idraulica, siano adottati metodi per il calcolo delle portate di piena di tipo concettuale ovvero modelli matematici.

Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, dovranno essere convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...) e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....).

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il Metodo Razionale, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano [1972] ora Natural Resource Conservation Service (NRCS);
- il metodo dell'invaso.

In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dovranno quindi essere definiti i contributi specifici delle singole aree oggetto di trasformazione dell'uso del suolo e confrontati con quelli della situazione antecedente, valutati con i rispettivi parametri anche in relazione alla relativa estensione superficiale.

Il volume da destinare a laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante.

Andranno pertanto predisposti nelle aree in trasformazione volumi che devono essere riempiti man mano che si verifica deflusso dalle aree stesse fornendo un dispositivo che ha rilevanza a livello di bacino per la formazione delle piene del corpo idrico recettore, garantendone l'effettiva invarianza del picco di piena; la predisposizione di tali volumi devono garantire che la portata uscente dall'area trasformata sia in ogni condizione di pioggia la medesima che si osservava prima della trasformazione.

Tuttavia è importante evidenziare che l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Appare opportuno inoltre introdurre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella.

CLASSE INTERVENTO	DEFINIZIONE	INTERVENTI
Trascurabile impermeabilizzazione	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha	<i>nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi</i>
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha	<i>nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro</i>
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$	<i>nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione</i>
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$	<i>nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.</i>

Tabella 1 - *Classi di intervento ed interventi*

Per la determinazione delle portate di deflusso superficiale allo stato attuale, a vantaggio della sicurezza idraulica e in mancanza di dati realistici delle superfici drenanti, si è posto il valore del coefficiente udometrico costante e pari a 10 l/(s·ha), valore di norma adottato dai Consorzi di Bonifica per il calcolo della portata massima di una area ad uso agricolo.

In seguito all'evento alluvionale del 26 Settembre 2007, con O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007 avente per oggetto "Interventi urgenti di protezione civile diretti a fronteggiare i danni conseguenti gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007", venne nominato un Commissario Delegato con il compito di provvedere alla pianificazione di azioni ed interventi di mitigazione del rischio conseguente all'inadeguatezza dei sistemi preposti all'allontanamento e allo scolo delle acque superficiali in eccesso, al fine della riduzione definitiva degli effetti dei fenomeni alluvionali ed in coerenza con gli altri progetti di regimazione delle acque, predisposti per la tutela e la salvaguardia della terraferma veneziana, nel territorio provinciale di Venezia e negli altri territori comunali del Bacino Scolante in Laguna individuati dal "Piano direttore 2000". Nell'ambito della propria attività, il Commissario Delegato, il cui incarico è terminato il 31.12.2012, con la collaborazione degli enti preposti alla gestione delle

acque superficiali (Comuni e Consorzi di Bonifica), ha emanato una serie di Ordinanze (Ordinanze n. 2 e 3 e 4 del 22 gennaio 2008) che imponevano la redazione di relazioni di compatibilità idraulica a tutti gli interventi edificatori che comportano un'impermeabilizzazione superiore a 200 m<sup>2</sup>, quindi ponendo un limite maggiormente restrittivo di quello dell'allegato A del DGR 2948 del 6-10-2009. Di seguito si evidenzia la classificazione degli interventi indicata dalla DGR n. 2948/2009 con l'integrazione delle indicazioni commissariali: per ogni classe di intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume di invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali.

Classe	Riferimento normativo	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
1	Ordinanze n. 2, 3 e 4 del 22 gennaio 2008	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S < 200 \text{ m}^2$	0
2		Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ m}^2 < S < 1000 \text{ m}^2$	1
3	D.G.R. 2948/2009	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1000 \text{ m}^2 < S < 10000 \text{ m}^2$	1
4		Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10000 \text{ m}^2 < S < 100000 \text{ m}^2$	2
			$S > 100000 \text{ m}^2$ e $\varphi < 0,3$	2
5	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100000 \text{ m}^2$ e $\varphi > 0,3$	3	

Tabella 2 – Criteri da adottare per tipologia di classe

**Classe 1 - Trascurabile impermeabilizzazione potenziale.** È sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.

**Classe 2 - Modesta impermeabilizzazione -  $200 \text{ m} < S < 1.000 \text{ m}$ .** È opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.

**Classe 3 - Modesta impermeabilizzazione potenziale –  $1.000 \text{ m} < S < 10.000 \text{ m}$ .** Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

**Classe 4 - Significativa impermeabilizzazione potenziale.** Andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

**Classe 5 - Marcata impermeabilizzazione potenziale.** È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

## **ANALISI PLUVIOMETRICA**

Nello studio idraulico sono state considerate le piogge rilevate dalla stazione pluviografica di Cittadella (PD), delle durate di 5, 10, 15, 30 45 minuti, 1, 3, 6, 12, 24 ore, i cui i dati sono stati forniti dall'ARPAV per il periodo 1956-2002, desunti dagli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Venezia, limitatamente agli anni disponibili.

L'elaborazione statistica dei dati, realizzata tramite il metodo del valore estremo di Gumbel, ha comportato con durata di pioggia  $t < 24$  ore e  $Tr = 50$  anni, la seguente curva di possibilità pluviometrica, con  $a = 57,411 \text{ mm/h}^n$  e  $n = 0,233$ .

$$h = a t^n = 57,411 t^{0,233}$$

## **MODALITÀ DI CALCOLO**

L'ambito dell'intervento edilizio, come già esposto nei precedenti parametri, è costituito da una superficie complessiva di  $7.552 \text{ m}^3$ , di cui circa  $800 \text{ m}^2$  destinati ad un edificio adibito ad uffici su due piani fuori terra, ovvero circa  $400 \text{ m}^3$  in planimetria, e  $2.100 \text{ m}^2$  circa di un fabbricato ad uso magazzino/ricovero macchine operatrici/officina, mentre le restanti aree esterne sono a destinate a parcheggio (standard primario) per circa  $842 \text{ m}^2$ .

Basandosi sulle disposizioni delle superfici delle tavole allegate alla relazione dell'accordo pubblico/privato, è possibile individuare tre sottobacini dell'area di intervento potenzialmente indipendenti idraulicamente tra loro, identificati come di seguito e nella figura 2 :

**Sottobacino A:** edificio per uffici ed area verde perimetrale (colore azzurro). Area  $945 \text{ m}^2$ .

**Sottobacino B:** viabilità interna e parcheggi drenanti (colore rosso). Area  $1.700 \text{ m}^2$ .

**Sottobacino C:** magazzino e area drenante sassosa o a verde perimetrale (colore verde). Area  $4.900 \text{ m}^2$ .



Figura 2 – *Suddivisione in sottobacini e indicazioni possibili aree di invaso*

### **DIMENSIONAMENTO IDRAULICO – LINEE GUIDA TRATTE DAL COMMISSARIO EMERGENZA ALLUVIONE**

Considerando l'estensione dell'area di intervento e le trasformazioni urbanistiche previste dalla variante, sulla base delle prescrizioni citate già nella tabella 1 delle classi di intervento dell'allegato A del DGR 2948 del 6-10-2009, il metodo di calcolo dei volumi di invaso necessari per garantire l'invarianza idraulica è quello del **Criterio di dimensionamento n.1** delle linee guida di O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007 del Commissario Delegato.

Il metodo proposto è basato sul concetto del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso.

Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso.

Schematizzando un'area di trasformazione urbana come un invaso lineare, si può scrivere l'equazione di continuità della massa nei termini seguenti:

$$\frac{dV(t)}{dt} = Q(t) - P(t) \quad (1)$$

essendo:

- P(t) la "pioggia netta" all'istante t;
- Q(t) la portata uscente, dipendente dal volume invasato V(t).

L'equazione differenziale lineare sopra riportata, con termine noto costituito dalla pioggia netta, può essere risolta con tecniche standard e rappresenta un semplice modello idrologico.

L'equazione (1), con l'aggiunta di una equazione del moto, fornisce, integrata, una relazione tra Q e t, dando modo di calcolare:

- il tempo necessario affinché la portata Q<sub>1</sub> assuma il valore Q<sub>2</sub>
- il tempo di riempimento tr della rete per passare da Q=0 a Q=Q<sub>0</sub> (Q<sub>0</sub>= portata massima)

L'equazione del moto:

$$\frac{\partial y}{\partial s} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} - i + \frac{v^2}{K_s^2 R_h^{4/3}} = 0 \quad (2)$$

Dove:

- y il tirante d'acqua;
- s l'ascissa;
- v la velocità media;
- i pendenza della linea dell'energia
- K<sub>s</sub> il coefficiente di Gauckler Strickler;
- R<sub>H</sub> il raggio idraulico;

Assumendo che il fenomeno sia in lenta evoluzione nel rapporto col tempo e con lo spazio (i primi tre termini si possono trascurare rispetto agli ultimi due), il moto vario viene descritto da una successione di stati di moto uniforme.

$$-i + \frac{v^2}{K_s^2 R_h^{4/3}} = 0 \quad \text{ovvero} \quad v = K_s R_h^{2/3} \sqrt{i}$$

$$Q = AK_s R_h^{2/3} \sqrt{i} = cA^\alpha \quad (3)$$

che rappresenta la scala delle portate. L'esponente α varia a seconda della geometria della sezione, per le sezioni aperte è dell'ordine di 1,5, per le sezioni chiuse vale 1. Le equazioni (1) e (3) trattano il processo di riempimento e vuotamento di un serbatoio controllato da una luce di scarico che trae la sua legge di deflusso dal moto uniforme. Assumendo, come imposto dal moto uniforme, che il volume V sia linearmente legato all'area A della sezione liquida, posti A<sub>0</sub> e V<sub>0</sub> rispettivamente la massima area ed il massimo volume si ha:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{A}{A_0}$$

Dalla (3) se Q<sub>0</sub> è la portata massima si ha

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{A^\alpha}{A_0^\alpha} \quad \text{ovvero} \quad V = V_0 \left( \frac{Q}{Q_0} \right)^{1/\alpha}$$

Pertanto essendo  $\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dQ} \frac{dQ}{dt}$  la (1) diventa:  $P - Q = \frac{V_0 Q^{\frac{(1-\alpha)}{\alpha}}}{\alpha Q_0^{(1/\alpha)}} \frac{dQ}{dt}$  che corrisponde a:

$$dt = \frac{V_0 Q^{\frac{(1-\alpha)}{\alpha}}}{\alpha Q_0^{(1/\alpha)}} \frac{dQ}{(P - Q)} \quad (4)$$

Ricordando che P è la “pioggia netta” data dalla  $P = \varphi S j$  dove:  
 -  $\varphi$  è il coefficiente di afflusso;  
 - S è la superficie scolante;

- j è l'intensità di pioggia data da  $j = \frac{h}{t}$  con t durata della pioggia e h altezza di precipitazione.  
 L'altezza di precipitazione può essere calcolata sia con le CPP a due che a tre parametri.  
 Considerato che le curve a tre parametri meglio rappresentano un arco temporale ampio, si è ritenuto di procedere con la descrizione del metodo utilizzando le equazioni a tre parametri.

Essendo la CPP a tre parametri rappresentata da:  $h = \frac{at}{(b+t)^c}$  si ha  $j = \frac{a}{(b+t)^c}$  che esplicitata in t porta alla:

$$j^{1/c} = \frac{a^{1/c}}{(b+t)} \quad (b+t) = \frac{a^{1/c}}{j^{1/c}} \quad t = \left(\frac{a}{j}\right)^{1/c} - b \quad (5)$$

Detto z il rapporto fra la portata Q e la pioggia netta P,  $z = Q/P$  si ottiene  $z = Q/(\varphi S j)$  che esplicitato in j da  $j = Q/(\varphi S z)$  che sostituito nella (5) porta alla:

$$t = \left(\frac{a}{Q \varphi S z}\right)^{1/c} - b \quad (6)$$

Il tempo di riempimento, definito come il tempo necessario a passare da  $Q=0$  a  $Q=Q_0$  ( $Q_0$ = portata massima), è calcolabile come l'integrale dell'equazione (4) tra  $t_1$  e  $t_2$ , ponendo nuovamente  $z = \frac{Q}{P}$  ovvero  $dQ = P dz$  e  $t_1 - t_2 = t_r$  (tempo di riempimento)

$$t_r = \frac{V_0 P^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} \int_{z_1}^{z_2} \frac{z^{(1-\alpha)/\alpha}}{1-z} dz = \frac{V_0 P^{(1-\alpha)/\alpha}}{\alpha Q_0^{1/\alpha}} [(z_2^{1-\alpha} \xi_\alpha(z_2) - z_1^{1-\alpha} \xi_\alpha(z_1))] \quad \text{ponendo } \frac{1}{1-z} = \sum_{k=0}^{\infty} z^k$$

(durante la crescita dell'onda per  $z < 1$  la serie è uniformemente convergente e l'integrale si può

scrivere come  $\int \left(\frac{z^{\frac{(1-\alpha)}{\alpha}}}{1-z}\right) dz = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\alpha}{k\alpha + 1} z^{k + (1/\alpha)} = \alpha z^{1/\alpha} \xi_\alpha(z)$  avendo posto

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k\alpha + 1} = \xi_\alpha(z)$$

Quindi si ha:

In particolare per  $t_1=0$ ,  $z_1=0$  (cioè  $Q_1=0$ ) e per comodità  $z_2=z$  si ha:

$$t_r = \frac{V_0}{P} \left(\frac{P}{Q_0}\right)^{1/\alpha} z^{1/\alpha} \xi_\alpha(z) \quad \text{ovvero} \quad t_r = \frac{V_0}{P} \xi_\alpha(z) \quad (7)$$

che sostituire nella (6) da:  $\frac{V_0}{P} \xi_\alpha(z) = \left(\frac{a}{Q} \varphi z S\right)^{1/c} - b$  ovvero  $\left(\frac{V_0}{P} \xi_\alpha(z) + b\right)^c = \frac{a}{Q} \varphi z S$  esplicitando in Q e dividendo per la superficie S si ottiene l'espressione del coefficiente udometrico

$$u = \left( V_0 z \xi(z) + bu \right)^{\frac{c}{c-1}} (a \varphi z)^{1/1-c} \quad (8)$$

La (8) rappresenta dunque l'espressione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso in relazione alle CPP a tre parametri. Il metodo proposto usa l'espressione del coefficiente udometrico sopra richiamata per valutare i volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica tramite la costanza del coefficiente udometrico al variare del coefficiente di afflusso (impermeabilizzazione). Si tratta dunque di individuare, noti: i parametri a, b, c (dipendenti dal luogo in cui ci si trova e di conseguenza dalla CPP scelta), il coefficiente di afflusso  $\varphi$  dipendente dalle caratteristiche dell'area oggetto di studio, il volume specifico  $v_0$  che porta ad avere un coefficiente udometrico pari al valore imposto o desiderato in uscita. Il volume specifico  $v_0$  così calcolato va moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare. Considerate le ipotesi fondamentali del metodo dell'invaso, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio ed i piccoli invasi. Considerato che per il velo idrico si può assumere un valore compreso tra 10 e 25 m<sup>3</sup>/ha, (attribuendo il valore maggiore alle superfici irregolari ed a debole pendenza) e che il volume attribuibile alle caditoie ecc. può variare tra 10 e 35 m<sup>3</sup>/ha (attribuendo i valori superiori ad aree con elevato coefficiente di deflusso), il valore dei piccoli invasi può variare da 35 a 45 m<sup>3</sup>/ha. Nelle fasi esecutive della progettazione, quando è dunque nota nel dettaglio la geometria della rete, il valore di  $v_0$  può essere depurato del valore corrispondente ai piccoli invasi.

Sempre dalle Linee Guida del Commissario si trae una serie di tabelle che può essere direttamente utilizzata nelle valutazioni di compatibilità idraulica. Nel caso in esame, il Comune di Fontaniva è confinante con l'area NW e la curva di possibilità pluviometrica utilizzata, per un tempo di ritorno di 50 anni come indicato nel DGR 2948/2009, è la seguente:

$$h = \frac{at}{(b+t)^c} \quad a = 41,6 \frac{mm}{min^{1-c}} \quad b = 15,7 min \quad c = 0,811$$

La curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri ha il vantaggio di rappresentare, a differenza della curva di possibilità pluviometrica a 2 parametri, tutte le durate di pioggia aventi durate comprese tra i minuti e le 24 ore.

Un altro importante parametro da determinare è il coefficiente di deflusso. Dall'esame delle aree di intervento, si può ragionevolmente individuare una o più tipologie di superfici scolanti, costituite da superfici permeabili e superfici impermeabili. Per valutare la portata afferente alla rete di smaltimento delle acque meteoriche bisogna associare un determinato valore del coefficiente di deflusso  $j$  ai singoli bacini scolanti. Per determinare tale valore di  $j$  di riferimento si deve procedere ad un'analisi dettagliata delle tipologie elementari di superfici scolanti, i cui coefficienti, ove non determinati analiticamente, dovranno essere convenzionalmente assunti come indicato nell'Allegato A al DGR n.2948 del 06.10.2009.

Nelle seguenti figure 3, 4, 5, 6 si riportano i diagrammi e le tabelle, tratta dalle Linee Guida, da cui si ottengono i volumi di invaso specifico necessari ad ottenere l'invarianza idraulica in relazione al coefficiente udometrico imposto allo scarico ed al coefficiente di deflusso del bacino scolante. Il volume di invaso specifico si determina scegliendo il coefficiente udometrico imposto allo scarico e il coefficiente di deflusso  $j$  (indicato con  $f$ ) dell'area trasformata. Il volume specifico ricavato dalla tabella va successivamente moltiplicato per la superficie interessata dall'intervento per ottenere il volume complessivo di laminazione da realizzare.

Zona interna nord-occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Camposampiero, Cittadella, Istrana, Loreggia, Massanzago, Morgano, Noale, Piombino Dese, Resana, San Martino di Lupatari, Tombolo, Trebaseleghe.										
a	41,6	[mm min <sup>-1</sup> ]											
b	15,7	[min]											
c	0,811	[-]											
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA													
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]												
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	20	
0.1	101	83	64	54	46	40	35	31	28	25	22	22	
0.15	169	140	113	97	85	76	69	63	57	53	49	49	
0.2	243	203	165	144	129	117	107	99	92	86	80	80	
0.25	321	269	221	195	176	161	149	139	130	122	115	115	
0.3	403	339	280	248	225	207	193	181	170	161	153	153	
0.35	489	411	342	304	277	256	239	225	213	202	192	192	
0.4	577	486	406	361	331	307	288	272	257	245	234	234	
0.45	667	563	471	421	386	359	338	319	304	290	277	277	
0.5	761	643	538	482	443	413	389	369	351	336	322	322	
0.55	856	724	607	544	501	468	442	419	400	383	368	368	
0.6	953	807	678	608	561	525	496	471	450	432	415	415	
0.65	1 053	891	750	674	622	583	551	524	501	481	463	463	
0.7	1 154	977	823	740	684	641	607	578	554	532	513	513	
0.75	1 257	1 065	897	808	747	701	664	633	607	584	563	563	
0.8	1 361	1 153	973	876	811	762	722	689	661	636	614	614	
0.85	1 467	1 244	1 049	946	876	824	781	746	716	689	666	666	
0.9	1 574	1 335	1 127	1 017	942	886	841	804	772	744	719	719	
0.95	1 683	1 427	1 206	1 088	1 009	950	902	862	828	799	772	772	
1	1 793	1 521	1 285	1 161	1 077	1 014	964	922	886	854	828	828	

Figura 3 – Tabella volumi di invaso per invarianza idraulica con CPP a due parametri

**Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo dell'invaso**  
 Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto allo scarico  
 Zona nord orientale - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)

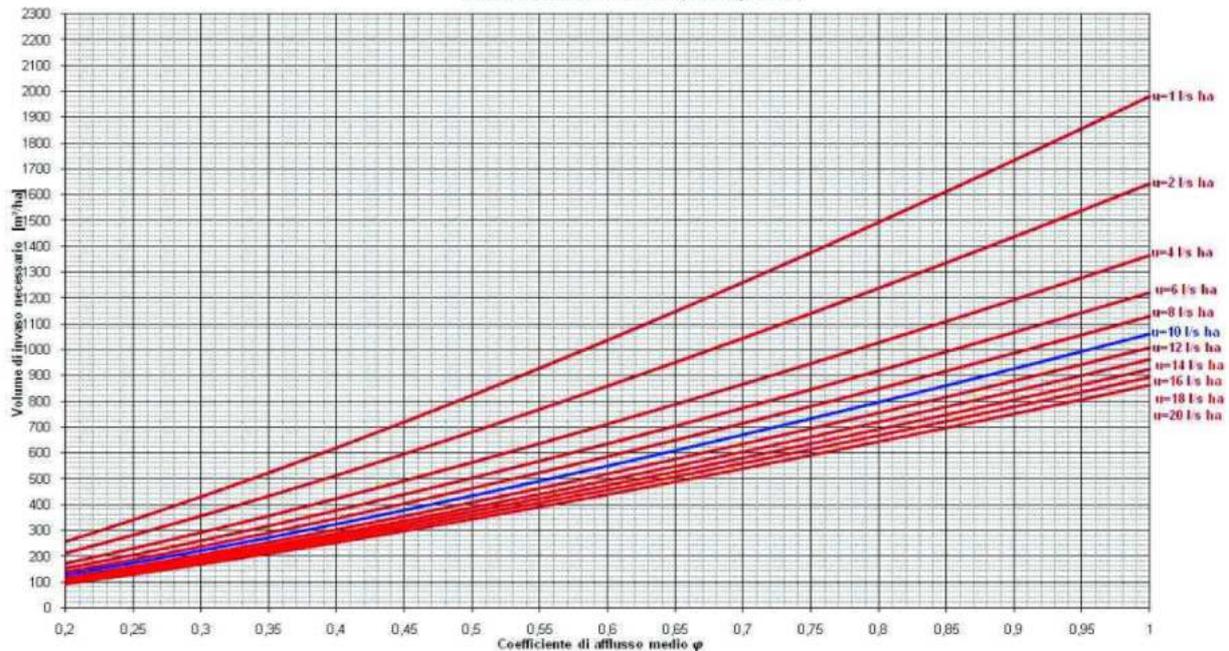


Figura 4 – Curve parametriche per coefficiente udometrico per la determinazione del volume di invaso per invarianza idraulica con CPP a due parametri

Zona interna nord-occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Camposampiero, Cittadella, Istrana, Loreggia, Massanzago, Morgano, Noale, Piombino Dese, Resana, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe.									
a	41.6	[mm min <sup>-1</sup> ]										
b	15.7	[min]										
c	0.811	[-]										
Esponente della scala delle portate $\alpha$			1									
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m <sup>3</sup> /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA												
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s,ha]											
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
0,1	119	99	80	69	61	55	50	46	42	38	35	
0,15	198	166	137	120	109	100	92	86	80	75	71	
0,2	284	239	198	176	160	148	138	130	123	116	110	
0,25	374	316	264	235	216	201	188	178	169	161	153	
0,3	469	396	332	298	274	255	241	228	217	208	199	
0,35	568	480	404	362	334	313	295	281	268	257	247	
0,4	670	567	477	429	397	372	352	335	321	308	297	
0,45	775	656	553	498	461	433	411	392	375	361	348	
0,5	882	748	631	569	528	496	471	449	431	415	401	
0,55	993	842	711	642	595	560	532	509	489	471	455	
0,6	1.105	938	793	716	665	626	595	569	547	528	511	
0,65	1.220	1.036	876	792	735	693	659	631	607	586	568	
0,7	1.337	1.135	961	869	807	761	725	694	668	646	625	
0,75	1.456	1.236	1.047	947	881	831	791	758	730	706	684	
0,8	1.577	1.339	1.134	1.027	955	901	859	824	794	767	744	
0,85	1.699	1.443	1.223	1.107	1.030	973	927	890	858	830	805	
0,9	1.824	1.549	1.313	1.189	1.107	1.046	997	957	923	893	866	
0,95	1.950	1.656	1.404	1.272	1.184	1.119	1.067	1.025	988	957	929	
1	2.077	1.765	1.496	1.356	1.263	1.194	1.139	1.094	1.055	1.022	992	

Figura 5 – Tabella volumi di invaso per invarianza idraulica con CPP a tre parametri

**Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge**

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\psi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico  
Zona nord orientale - Tr = 50 anni (CPP a 3 parametri)

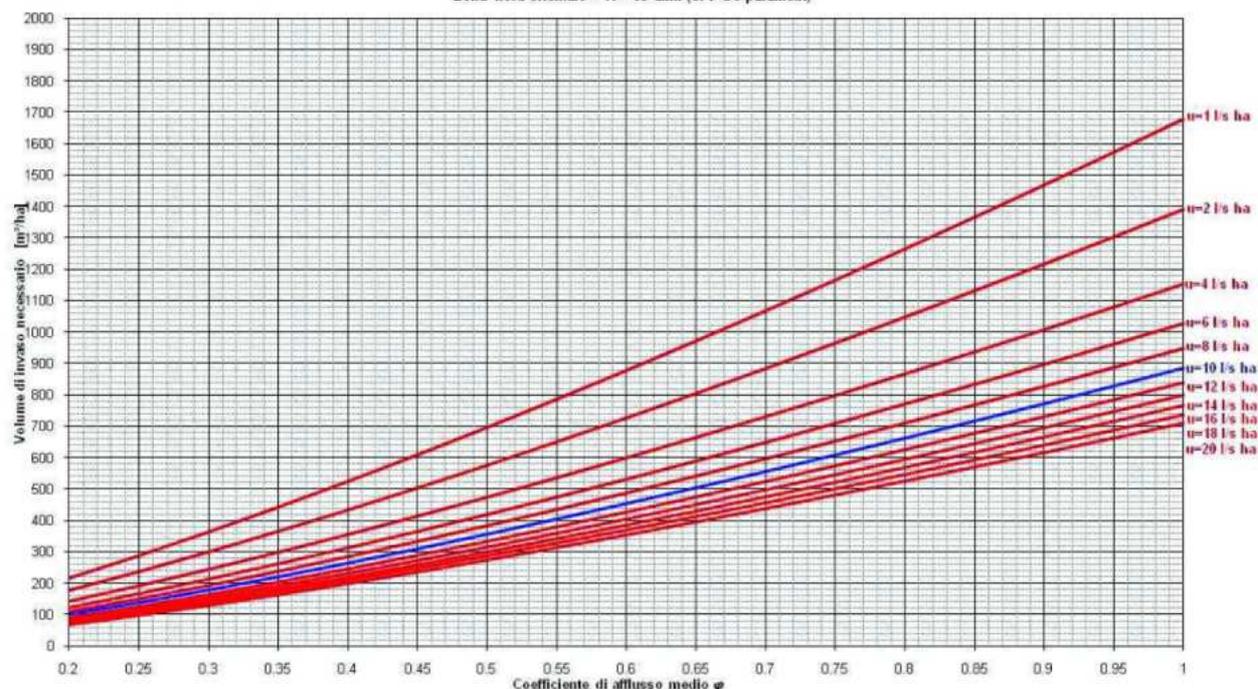


Figura 6 – Curve parametriche per coefficiente udometrico per la determinazione del volume di invaso per invarianza idraulica con CPP a tre parametri

## CALCOLO VOLUME DI INVASO

Sulla base delle indicazioni delle linee guida e sui calcoli idraulici delle superfici scolanti facenti parte ciascun sottobacino, sono stati determinati i coefficienti medi di deflusso superficiale per ogni di essi.

Nella valutazione delle superfici impermeabili è stato considerato, favore delle sicurezza idraulica, un incremento del 10% rispetto a quelle di progetto.

I volumi di invaso richiesti, per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento, sono stati determinati sia per la CPP a due parametri che a tre, considerando un coefficiente massimo udometrico per ogni sottobacino di 10 l/s ha.

Tra i volumi determinati per ciascun sottobacino scolante calcolato implementando le CPP, è stato considerato il volume maggiore,

SOTTOBACINO A		
Superficie permeabile	superficie semi permeabile	superficie impermeabile
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
445,6	0	499,4
coeff medio di deflusso superficiale per tipologia di area		
0,2	0,6	0,9
coeff medio di deflusso superficiale del sottobacino		
0,57		
coeff medio di deflusso superficiale utilizzato nei calcoli		
<b>0,60</b>		
Superficie permeabile	superficie semi permeabile	superficie impermeabile
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
332	840	528
coeff medio di deflusso superficiale per tipologia di area		
0,2	0,6	0,9
coeff medio di deflusso superficiale del sottobacino		
0,62		
coeff medio di deflusso superficiale utilizzato nei calcoli		
<b>0,65</b>		
SOTTOBACINO C		
Superficie permeabile	superficie semi permeabile	superficie impermeabile
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
2590	0	2310
coeff medio di deflusso superficiale per tipologia di area		
0,2	0,6	0,9
coeff medio di deflusso superficiale del sottobacino		
0,53		
coeff medio di deflusso superficiale utilizzato nei calcoli		
<b>0,60</b>		

Tabella 3 – Determinazione dei coefficienti di deflusso superficiale per ciascun sottobacino

Nella figura 2 sono riportati in colore blu possibili soluzioni di mitigazione costituite da fossati e depressioni del terreno per ciascun sottobacino. Si premette che tali rappresentazioni siano da intendersi indicative e possono essere valutate diverse soluzioni, come suggerito nel paragrafo “Misure di mitigazione idraulica”.

In conclusione sono previsti i seguenti volumi di invaso a garanzia dell'**invarianza idraulica**:

CALCOLO CON LA CURVA A DUE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
498	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
46	m <sup>3</sup>
CALCOLO CON LA CURVA A TRE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
626	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
57	m <sup>3</sup>

Ipotesi di soluzione **Sottobacino A**: fossato di lunghezza 60 m, sezione trapezia di base inferiore 0,5 m, profondità 0,9 m e sponda 1 su 1. Volume di invaso 64,8 m<sup>3</sup> > 57 m<sup>3</sup>.

CALCOLO CON LA CURVA A DUE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
554	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
91	m <sup>3</sup>
CALCOLO CON LA CURVA A TRE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
693	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
114	m <sup>3</sup>

Ipotesi di soluzione **Sottobacino B**: fossato di lunghezza 43 m, sezione trapezia di base inferiore 0,5 m, profondità 0,7 m e sponda 1 su 1, oltre ad un bacino si superficie 85 m<sup>2</sup> e profondità 1 m. Volume di invaso 118 m<sup>3</sup> > 114 m<sup>3</sup>.

CALCOLO CON LA CURVA A DUE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
498	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
237	m <sup>3</sup>
CALCOLO CON LA CURVA A TRE PARAMETRI	
VOLUME SPECIFICO DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
626	m <sup>3</sup> /ha
VOLUME DI INVASO RICHiesto PER TR=50 ANNI	
298	m <sup>3</sup>

Ipotesi di soluzione **Sottobacino C**: fossato di lunghezza 100 m, sezione trapezia di base inferiore 0,5 m, profondità 0,5 m e sponda 1 su 1, oltre ad un bacino si superficie 275 m<sup>2</sup> e profondità 1 m. Volume di invaso 325 m<sup>3</sup> > 298 m<sup>3</sup>.

## INTERVENTI IDRAULICI DI CARATTERE GENERALE

Si riportano alcune misure compensative da adottare, le quali non si devono intendere sostitutive per quanto già riportato nelle Linee Guida Operative della relazione idraulica del P.A.T.I., piuttosto, ove possibile, integrative alla luce delle nuove trasformazioni previste dal Piano degli Interventi, o in equal misura, che ribadiscono le misure cautelative previste dal P.A.T.I., in alcuni casi con maggior grado di sicurezza.

1. Nei nuovi insediamenti dovrà essere prevista una **rete fognaria separata**. Le acque di drenaggio interno, atte al convogliamento delle acque meteorologiche provenienti da tetti, cortili, passaggi pedonali, strade, dovranno essere intercettate dalla rete delle acque bianche le quali dovranno avere come recapito finale le rete fognaria principale o corpo idrico ricettore, previa separazione delle acque di prima pioggia in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente.

2. I **volumi di invaso** possono essere ottenuti sovradimensionando le condotte per le acque meteorologiche, realizzando **nuovi fossati o depressione di aree a verde**, o predisponendo **strutture sotterranee in grado di accumulare le acque in eccesso al ricettore finale** (fossato, canale, corso d'acqua...). Tale soluzione potrà essere combinata con altre che prevedono la **dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche invasate (ad esempio pozzi perdenti)**, in caso di impossibilità di collegamento alle rete di bonifica o per assenza di alcuna rete fognaria vicina.
3. Le aree a verde dovranno:
  - a. avere la funzione di ricettore di una parte delle precipitazioni defluenti lungo le aree impermeabili limitrofe
  - b. avere la funzione di bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane
  - c. essere poste ad una quota inferiore rispetto al piano stradale circostante
  - d. essere ad esso idraulicamente connesse tramite opportuni collegamenti con la strada
  - e. la loro configurazione planoaltimetrica dovrà prevedere la realizzazione di invasi superficiali adeguatamente disposti e integrati con la rete di smaltimento delle acque meteorologiche in modo che i due sistemi possano interagire.
4. Le aree adibite a **parcheggio** dovranno essere di tipo **drenante**, o comunque permeabile, realizzate su opportuno sottofondo che ne garantisca l'efficienza, con esclusione delle aree destinate ai portatori di handicap a ridosso della viabilità principale.
  - a. Dovrà essere **mantenuta la rete di drenaggio naturale esistente** (fossati, scoli e scoline) mediante la realizzazione di collegamenti, al fine di garantire l'attuale deflusso del sistema idrico e la propria capacità di invaso.
  - b. Il **piano di imposta dei fabbricati** dovrà essere fissato ad una **quota superiore di almeno 20 centimetri rispetto alla massima quota tra il piano stradale e il piano campagna medio subito circostante**.
  - c. Per la realizzazione di **interventi di tombinamento della rete di scolo superficiale** deve essere richiesto e ottenuto il **parere da parte del Consorzio di Bonifica e/o Genio Civile**.
  - d. **Non potranno essere autorizzati interventi di tombinamento o di chiusura di affossature esistenti**, di qualsiasi natura esse siano, a meno che non si verifichi una delle seguenti condizioni:
    - i. ci siano evidenti e  **motivate necessità attinenti alla sicurezza pubblica,**
    - ii. siano presenti **giustificate motivazioni di carattere igienico sanitario,**
    - iii. l'intervento sia **concordato e approvato dal Consorzio di Bonifica e/o Genio Civile**
  - e. Qualora sia necessario il tombinamento di fossati per la realizzazione di accessi carrai, si dovrà eseguire la **tombinatura con diametro non inferiore a 80 centimetri** o sezione diversa sezione qualora si volesse recuperare volume del fossato, **giustificata da uno studio idraulico**, nel quale sia evidenziata la funzione del fossato e le misure che si intendono adottare per mantenere inalterata la funzione dello stesso in relazione a tutto il bacino limitrofo del quale serve o del quale può servire.
  - f. Per le zone classificate a rischio idraulico dagli strumenti urbanistici vigenti, si consiglia di **limitare la realizzazione di locali posti al di sotto della quota del piano campagna o in ogni caso alla quota della falda, anche se solo parzialmente, e comunque di provvedere alla realizzazione di adeguati ed efficienti sistemi di impermeabilizzazione, di drenaggio e di sollevamento delle acque atti a preservare tali locali da pericoli di allagamento** (prevedere dossi di sicurezza nelle corsie d'ingresso, porre particolare attenzione alle quote di imposta di bocche di lupo e accessi pedonali).

## **RETE NERA DI PROGETTO**

La nuova rete di raccolta delle acque nere sarà costituita da una linea principale costituita da un diametro interno non inferiore a 200 mm e una pendenza del 3‰ o di dimensioni diverse eventualmente previste dal regolamento comunale. I materiali e le modalità di posa dovranno essere conformi a quanto previsto dai regolamenti comunali in essere e dalla normativa vigente.

La suddetta rete dovrà essere collegata a quella esistente per gravità o, qualora non fosse tecnicamente possibile, mediante la realizzazione di un impianto di sollevamento opportunamente dimensionato.

In caso di inesistente rete fognaria alla quale collegarsi, potranno essere valutate, in accordo all'Amministrazione Comunale ed agli Enti preposti alla gestione delle reti fognarie, il trattamento delle acque nere mediante **vasche Imhoff** e successivo ed eventuale affinamento con **subirrigazione**.

## **MISURE DI MITIGAZIONE IDRAULICA**

La normativa vigente, in materia di sicurezza idraulica e difesa del territorio da eventi caratterizzati da rischi e pericolosità idraulici, si pone come obiettivo il mantenimento delle condizioni idrauliche delle aree soggette a trasformazioni urbanistiche, la fine di non aggravare lo stato del sistema idrografico del territorio. Tale concetto è stato riassunto in “invarianza idraulica”.

Come spesso accade, un intervento di riqualificazione di aree limitrofe a zone residenziali o produttive comporta un incremento della superficie impermeabilizzata e un contestuale aumento della portata di deflusso. In concomitanza ad eventi piovosi intensi, la maggiore portata defluente dall'area contribuisce ad incrementare la portata di piena del copro idrico ricettore o a sovraccaricare la rete fognaria ricevente comportando nel primo caso un possibile allagamento delle aree limitrofe e nel secondo caso l'invaso della fognatura che non riesce a smaltire l'eccessiva portata.

E' pertanto necessaria la realizzazione di opere di mitigazione in grado di laminare la portata di piena superiore a quella attuale o ad una portata riferimento cautelativa per la rete di valle.

Tali soluzioni possono essere avere in minimo impatto ambientale e possono essere di semplice realizzazione e gestione o caratterizzate da tecnologie impiantistiche e ingegneristiche più avanzate. Nel paragrafo seguente verranno descritte alcune delle soluzioni di mitigazione delle portate usualmente adottate, la cui scelta è spesso determinata da aspetti di tipo geografico, geomorfologico-geologico, tecnico-economici.

I sistemi possono essere usati in maniera combinata e complementare oppure singolarmente, in funzione dei volumi in gioco e delle peculiarità delle aree.

Tra i sistemi maggiormente utilizzati nella pratica possono essere indicati:

aree verdi depresse per l'invaso superficiale;

accumulo in volumi interrati realizzati mediante vespai ad alta capacità di accumulo;

accumulo in volumi interrati realizzati mediante celle assemblabili;

sovradimensionamento della rete acque meteoriche e manufatto di valle che garantisca una portata massima scarico

### *Aree verdi depresse per l'invaso superficiale*

Nelle situazioni in cui le aree a verde siano non frazionate e con una certa estensione superficiale, può essere considerata l'ipotesi di realizzare delle aree depresse, collegate alla rete meteorica principale, le quali assumono la funzione di vasca volano della portata di piena. I volumi in eccesso,

che si vengono a creare a seguito dell'impermeabilizzazione del suolo, verranno recapitati temporaneamente nelle aree di accumulo.

La portata ammissibile allo scarico potrà essere garantita da un manufatto di valle provvisto di idonea foratura di fondo e di uno sfioratore opportunamente tarato. Al raggiungimento del tirante corrispondente alla portata massima ammissibile di deflusso, i volumi in eccesso potranno stramazzare nella condotta di alimentazione della depressione realizzata per la laminazione. Il successivo allontanamento delle acque può essere facilitato garantendo una contropendenza della tubazione di alimentazione del bacino così che, al diminuire della portata e del tirante nella rete di raccolta, le acque accumulate potranno defluire lentamente attraverso la stessa condotta alla rete o corpo idrico ricevente

Le sponde del bacino dovranno essere opportunamente sagomate e dovrà essere assegnata una pendenza della scarpa in funzione delle caratteristiche geologiche del terreno, onde garantire la stabilità delle sponde stesse.

La capacità di accumulo del bacino di laminazione dovrà essere pari al volume di invaso richiesto, pertanto si richiede un attento calcolo idraulico dei tiranti e della sezione delle tubazioni. Altro volume potrà essere aggiunto e ricavato dalla capacità residua delle rete di scolo interna dell'area urbanizzata.

### *Vespai interrati ad alta capacità di accumulo*

Nelle situazioni in cui le aree a verde non permettano di realizzare dei bacini di laminazione con le caratteristiche di invaso richieste, è possibile adottare altre soluzioni di tipo impiantistico che permettono di ricavare il volume in strutture interrate a forma di igloo o vespai.

Tali strutture sono normalmente in materiale plastico ad alta resistenza meccanica. Sono caratterizzate da un'elevata capacità di accumulo per unità di superficie occupata.

Per tali strutture a serbatoio la capacità di invaso viene realizzata sfruttando il vuoto di ogni singolo elemento. La capacità specifica di invaso, ovvero l'unità di volume accumulabile per unità di superficie occupata, varia da casa costruttrice, con valori tipici di 0,3-0,4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Gli elementi di accumulo vengono appoggiati su un letto di ghiaia lavata di spessore pari a circa 10 cm ed infine rinfiancato e ricoperto con altra ghiaia per uno spessore dell'ordine dei 15-20 cm. Il corpo così formato viene avvolto da uno strato di geotessile.

Il sistema di ricavare il volume di invaso in strutture ad "igloo" interrate si sottolinea che questo tipo di sistema ha carattere essenzialmente bidimensionale, pertanto sarà usato preferibilmente in ambiti in cui non è possibile realizzare scavi oltre determinate profondità (ad es. a causa della presenza della falda, dei vincoli relativi allo scorrimento delle condotte meteoriche, etc.).

### *Vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili*

Oltre ai vespai descritti in precedenza esistono in commercio dei sistemi basati sull'assemblamento di celle in polipropilene che permettono di realizzare dei bacini di accumulo interrati. Forma e dimensioni delle celle sono variabili in funzione del produttore mentre la capacità di accumulo specifica per singola cella è dell'ordine, mediamente di 0,4 m<sup>3</sup>/cella (pari al 95% del volume della singola cella).

Alla facilità di installazione delle celle (elementi leggeri sovrapponibili e fissati mediante perni e clips) si associa il vantaggio di sfruttare la verticalità del sistema (a differenza della bidimensionalità del sistema descritto in precedenza) che a fronte di una maggiore profondità di scavo permette di contenere l'estensione della superficie occupata dal bacino di accumulo.

Per creare il volume di accumulo gli elementi in polipropilene vengono rivestiti con strati sovrapposti di geotessile e membrane impermeabili in PVC o PEAD. Sarà poi predisposto un pozzetto di intercettazione e ispezione collegato alla rete principale e al sistema di accumulo mediante condotte in PVC.

### *Accumulo in sistema di tubazioni di grande diametro affiancate*

In particolari condizioni o esigenze, che rendano difficoltoso l'utilizzo dei vespai interrati o delle celle assemblabili, è possibile ipotizzare la realizzazione di volumi di invaso mediante la disposizione, in opportuna posizione, di tubazioni di grande diametro (a partire da  $\Phi$  80 cm e superiori) tra loro affiancate e collegate, in modo da permettere la ripartizione del carico idraulico. Tali sistemi vengono generalmente posti fuori linea rispetto alla rete principale e sono collegati alla stessa mediante delle condotte di derivazione che permetteranno l'invaso e il successivo svuotamento delle tubazioni stesse.

### *Parcheggi inerbiti – aree semi-permeabili*

Come ulteriore misura di mitigazione dell'impatto idraulico, di carattere complementare a quelle già proposte, si suggerisce, quando possibile, la realizzazione di superfici permeabili o semi-permeabili.

In particolare, di uso piuttosto comune risulta l'inerbimento delle superfici adibite alla sosta degli autoveicoli.

La scelta di utilizzare pavimentazioni permeabili inerbite per gli spazi destinati alla sosta ha il duplice obiettivo di:

- aumentare il tempo di corrivazione, cioè il tempo in cui l'acqua meteorica affluisce ai sistemi di raccolta e allontanamento (sezione di chiusura);
- di limitare, attraverso la diminuzione del coefficiente di deflusso superficiale, gli incrementi del volume d'acqua da allontanare "in fognatura" e quindi nel corpo idrico ricettore.

Le superfici destinate alla sosta dei veicoli possono essere inerbite e realizzate con uno strato sottostante in materiale granulometrico poroso in grado di trattenere la portata meteorica al fine di creare una "struttura serbatoio".

L'utilizzo di appropriate selezioni di graminacee e di speciali tecniche costruttive, che prevedono l'impiego di un materasso in ghiaia di opportuna granulometria e di griglie autobloccanti, garantiscono un'elevata resistenza sia alle sollecitazioni meccaniche sia alle condizioni climatiche più rigide. L'utilizzo di un manto erboso ha un vantaggio non indifferente rappresentato peraltro dai bassi costi di manutenzione e dalla resistenza agli agenti atmosferici.

### *Sovradimensionamento della rete acque meteoriche*

Nei casi in cui la quota di posa delle condotte sia sufficientemente profonda rispetto al piano campagna, è possibile ricavare una porzione del volume efficace di invaso, mediante la messa in opera di una rete di collettamento delle acque meteoriche con tubazioni sovradimensionate. A valle della rete deve essere prevista una bocca di fondo tarata per la portata massima di deflusso al massimo riempimento delle tubazioni.

Il "vincolo" riguardante la quota di posa dipende dal fatto che deve essere comunque garantito un adeguato ricoprimento delle condotte, non inferiore a 50 cm rispetto all'estradosso del tubo. L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali gli spazi per le opere di fognatura bianca risultino limitati.

## **BIOGRAFIA**

1. *P.A.T.I. “Alta Padovana” adottato con Delibera C.C. n. 15 del 18/06/2008 e approvato con Delibera Conferenza dei Servizi Regione Veneto del 27/5/2009 (Ratifica D.GR. n° 2895 del 29/09/2009) e successiva Rettifica PATI con Conferenza di Servizi Decisoria – Provincia di Padova (modifica tavola 3 – Carta delle fragilità) del 04/02/2014. Cartografia allegata alla relazione;*
2. *P.A.I. del Fiume Brenta – Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione – Febbraio 2004;*
3. *Valutazione Compatibilità Idraulica – Comune di Fontaniva. Studio HMR Ingegneria e servizi. Architetto De Nardi. Novembre 2013;*
4. *Caratterizzazione delle piogge intense sul bacino scolante nella laguna di Venezia – Dicembre 2002 - Arpav. Prof. V. Bixio, Ing. Alvise Fiume;*
5. *Valutazione Compatibilità Idraulica – Linee Guida, redatto dal Commissario Delegato concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto. OPCM 3261 del 18/10/2007.*