

Comuni di  
**Campolongo sul Brenta, Cismon del Grappa,  
Pove del Grappa, San Nazario, Solagna, Valstagna**  
**Comunità montana del Brenta**  
Provincia di Vicenza  
Regione del Veneto

## **Piano di Assetto del Territorio Intercomunale**

# **VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

## **PARTE A: RELAZIONE**

gennaio 2008



**ZETA ESSE Zollet Service s.c. a r.l.**

**Progettista**  
**dott. ing. Luca Smaniotto**



<b>INDICE</b>		
1.	PREMESSA	3
2.	AMMISSIBILITÀ IDRAULICA	4
	2.1 GENERALITÀ	4
	2.2 CRITICITÀ IDRAULICHE DEL TERRITORIO	4
	2.2.1. PAI PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	5
	2.2.2. CARTA DEGLI ALLAGAMENTI DAL GENIO CIVILE DI VICENZA	6
	2.2.3. INDICAZIONI DAL SERVIZIO FORESTALE REGIONALE	6
	2.2.4. INFORMAZIONI DERIVANTI DAI TECNICI COMUNALI	6
3.	INVARIANZA IDRAULICA	6
	3.1 ANALISI URBANISTICA	7
	3.1.1. IPOTESI TRASFORMAZIONE URBANISTICA	7
	3.1.2. IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE	8
	3.2 ANALISI IDRAULICA	8
	3.2.1. ANALISI PLUVIONETRICA	8
	3.2.2. ELABORAZIONE STATISTICA	9
	3.2.3. METODI PER IL CALCOLO DELLE PORTATE	10
	3.3 AZIONI COMPENSATIVE	13
	3.3.1. GENERALITÀ	13
	3.3.2. AZIONI DIFFERENZIATE SECONDO L'ESTENSIONE DELLA TRASFORMAZIONE	14
	3.3.3. SISTEMI DI INFILTRAZIONE FACILITATA	15
4.	DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE PER I NUOVI INSEDIAMENTI E PER LE NUOVE INFRASTRUTTURE	15

# VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

## 1. PREMESSA

Le modalità operative e le indicazioni tecniche, che devono essere seguite per la "valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici", sono state definite dalla delibera della giunta regionale del Veneto 10 maggio 2006 n. 1322 ai sensi della legge regionale 3 agosto 1998 n. 267.

La normativa prevede che ogni nuovo strumento urbanistico di pianificazione contenga la valutazione di compatibilità idraulica.

Lo strumento urbanistico oggetto di studio riguarda il Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (P.A.T.I.) relativo ai comuni che costituiscono la Comunità Montana del Brenta: Campolongo sul Brenta, Cismon del Grappa, Pove del Grappa, San Nazario, Solagna, Valstagna.

L'allegato A della delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 1322/2006 prevede che ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI o PI) deve contenere uno studio di compatibilità idraulica che valuti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni causate al regime idraulico al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idraulici ed idrogeologici.

In questa relazione vengono pertanto analizzate tutte Aree Territoriali Omogenee (ATO) in cui è stato suddiviso il P.A.T.I.; per le ATO per cui non è prevista alcuna alterazione del regime idraulico ovvero che comportano un'alterazione non significativa la valutazione di compatibilità idraulica è sostituita dalla relativa asseverazione.

La valutazione di compatibilità idraulica non sostituisce ulteriori studi e atti istruttori di qualunque tipo richiesti al soggetto promotore dalla normativa statale e regionale, in quanto applicabili.

Vengono analizzate le problematiche di carattere idraulico, individuate le zone di tutela e fasce di rispetto a fini idraulici ed idrogeologici nonché dettate le specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio idraulico, fino ad indicare tipologia e consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

Alla luce di quanto disposto negli Atti di Indirizzo emanati ai sensi dell'art. 50 della L.R. 11/2004, le opere relative alla messa in sicurezza da un punto di vista idraulico (utilizzo di pavimentazioni drenanti su sottofondo permeabile per i parcheggi, aree verdi conformate in modo tale da massimizzare le capacità di invaso e laminazione, creazione di invasi compensativi, manufatti di controllo delle portate delle acque meteoriche, ecc.) e geologico (rilevati e valli artificiali, opere di difesa fluviale [briglie e muri di contenimento laterale]) dei terreni vengono definite opere di urbanizzazione primaria.

Per interventi diffusi su interi comparti urbani, i proponenti una trasformazione territoriale che comporti un aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli concordano preferibilmente la realizzazione di volumi complessivi al servizio dell'intero comparto urbano, di entità almeno pari alla somma dei volumi richiesti dai singoli interventi. Tali volumi andranno collocati comunque idraulicamente a monte del recapito finale.

La relazione analizza le possibili alterazioni e interferenze del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono determinare in queste aree.

La presente valutazione ha il duplice obiettivo di garantire:

1. L'ammissibilità idraulica: In primo luogo deve essere verificata l'ammissibilità dell'intervento considerando le interferenze fra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione della variante.
2. L'invarianza Idraulica: In secondo luogo va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso e al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

## **2. AMMISSIBILITÀ IDRAULICA**

### **2.1 GENERALITÀ**

La presente relazione di compatibilità idraulica analizza l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra il reticolo idrografico i dissesti idraulici ad esso connessi e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione del P.A.T.I..

Lo studio delle trasformazioni in previsione inizia con una accurata caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio, coinvolgendo dapprima tutte le fonti istituzionali possibili (Autorità di Bacino, Genio Civile, Servizi Forestali Regionali, tecnici comunali) che presidiano a vario titolo il territorio in oggetto. Successivamente passando dal generale al dettaglio, è stata verificata nel concreto la reale possibilità di trasformazione urbanistica. A tal scopo è stato svolto sul posto un sopralluogo atto ad individuare le particolarità morfologiche, litologiche, ed idrogeologiche che possono rappresentare talvolta delle eccezioni puntuali alle indicazioni di carattere generale.

L'analisi conclude con le indicazioni delle misure compensative e di attenuazione del rischio idraulico specificatamente per ogni singola area in trasformazione.

### **2.2 CRITICITÀ IDRAULICHE DEL TERRITORIO**

La caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio hanno preso forma riunendo le seguenti fonti informative:

- "Perimetrazione e classificazione delle aree in relazione alla pericolosità idraulica" per effetto di fenomeni di esondazione così come definito dal PAI Piano di Assetto Idrogeologico – Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione, Legge n. 267/89 e Legge n. 365/00, comitato istituzionale del 19 giugno 2007;
- Perimetrazione delle aree passibili di allagamento per effetto dell'esondazione del fiume Brenta definito dalla carta del rischio di allagamento del Unità periferica Genio Civile di Vicenza;
- Informazioni derivanti dai Servizi Forestali Regionali che presidiano, controllano e sistemano costantemente la rete idrografica secondaria (valli laterali al fiume Brenta);

- Informazioni derivanti dai tecnici comunali delle singole amministrazioni, che istituzionalmente sono informati sullo stato pregresso e sull'evoluzione del reticolo idrografico;
- Informazioni derivanti dal Piano Territoriale Regionale di Coordinamento, approvato dal Consiglio Regionale con le deliberazioni n. 250 del 13 dicembre 1991, e n. 382 del 28 maggio 1992, con modifiche parziali apportate dalle deliberazioni n. 461 del 18 novembre 1992 e n. 462 del 18 novembre 1992; con particolare riguardo alla Tavola n. 1 Difesa del suolo e degli insediamenti AREE ESONDABILI (art.10 N. di A.) "Aree esondate per alluvioni nel 1951-1957-1960-1966";
- Informazioni derivanti da una caratterizzazione minuta della rete idrografica, esaminata durante il sopralluogo sul posto svolto per ogni singola area di trasformabilità nel mese di gennaio 2008.

### 2.2.1. **PAI PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO**

Lo strumento principale che è stato consultato per la caratterizzazione delle criticità idrauliche è il PAI Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico per i fiumi dei bacini del Brenta-Bacchiglione, predisposto ai sensi dell'art. 1, comma 1, della L. 267/98, e della L. 365/2000. Nello specifico sono state esaminate le tavole di "Perimetrazione e classificazione delle aree in relazione alla pericolosità" (tavole 1, 2 e 3) aggiornate alla revisione recante data 19 giugno 2007.

La legge 3 agosto 1998, n. 267 e successive modifiche ed integrazioni prevede che le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottino, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico, che contengano in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia nonché le misure medesime.

L'introduzione di questo strumento di pianificazione deriva dal susseguirsi di disastri idrogeologici quali l'alluvione del 1994, i fatti di Sarno, le alluvioni dell'autunno del 1998 e del 2000 e la tragedia di Soverato, che ha portato all'evidenza della pubblica opinione la fragilità del territorio italiano nel legame tra i suoi caratteri fisici e i fenomeni di antropizzazione.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) si configura come uno strumento che attraverso criteri, indirizzi e norme consenta una riduzione del dissesto idrogeologico e del rischio connesso e che, proprio in quanto "piano stralcio", si inserisca in maniera organica e funzionale nel processo di formazione del Piano di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183.

Nel suo insieme il Piano di Bacino costituisce il principale strumento del complesso sistema di pianificazione e programmazione finalizzato alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque. Si presenta quale mezzo operativo, normativo e di vincolo diretto a stabilire la tipologia e le modalità degli interventi necessari a far fronte non solo alle problematiche idrogeologiche, ma anche ambientali, al fine della salvaguardia del territorio sia dal punto di vista fisico che dello sviluppo antropico.

## 2.2.2. **CARTA DEGLI ALLAGAMENTI DAL GENIO CIVILE DI VICENZA**

La carta degli allagamenti è uno strumento altrettanto importante del PAI per la caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio. Dopo un'analisi approfondita è emerso che questo studio risulta in ogni suo punto più tollerante rispetto allo studio di più recente formulazione predisposto dall'Autorità di Bacino.

## 2.2.3. **INDICAZIONI DAL SERVIZIO FORESTALE REGIONALE**

L'acquisizione di conoscenze sulla rete idrografica minore del territorio della Val Brenta ha coinvolto direttamente i Servizi Forestali Regionali della Regione Veneto. Questo servizio ottempera ad un gran numero di funzioni nell'ambito della sistemazione idraulico-forestale, qui elencate nel seguito:

- Esercita il ruolo di Autorità forestale, garantendo una appropriata gestione dei boschi pubblici e privati e delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico;
- Progetta ed esegue in economia lavori propri, intensivi ed estensivi, di sistemazione idraulico-forestale e, in delega, di miglioramento fondiario e sistemazione ambientale;
- Concorre alla prevenzione e allo spegnimento degli incendi boschivi e alla difesa fitopatologia;
- Esegue attività istruttoria in applicazione delle leggi e regolamenti di settore, ricerca e statistica forestale, didattica e svolge funzioni in relazione alla protezione della flora e della fauna inferiore.

Per la predisposizione del presente studio è stato svolto nel mese di gennaio un incontro con i funzionari che più direttamente si occupano del presidio della rete idrografica minore della vallata del fiume Brenta. Nel corso di questo colloquio sono state rese disponibili una notevole quantità di informazioni che hanno costituito una preziosa base di inquadramento e di indirizzo per lo svolgimento del successivo sopralluogo sul posto.

## 2.2.4. **INFORMAZIONI DERIVANTI DAI TECNICI COMUNALI**

Al pari delle precedenti istituzioni nella raccolta del quadro di conoscenze di natura idraulica sono state coinvolte anche le singole amministrazioni comunali, in quanto informate sull'evoluzione passata e sullo stato di fatto del reticolo idrografico.

## **3. INVARIANZA IDRAULICA**

Viene evidenziato per ciascun ambito di studio che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente idrometrico delle aree trasformate.

Per queste trasformazioni dell'uso del suolo che provocano una variazione di permeabilità superficiale si prevedono misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente idrometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica". Per ciascuna ATO vengono descritte le caratteristiche attuali in termini di superficie, complessiva e superficie impermeabile in modo da fornire un primo dato importante che si può collegare al grado di criticità della zona considerata.

Una zona con un'alta urbanizzazione produce già adesso un alto volume d'acqua che viene subito affidato alla rete di scolo con un elevato rischio idraulico; una zona scarsamente urbanizzata è invece caratterizzata da un buon assorbimento del terreno e dà una risposta idraulica più lenta e con la produzione di minori volumi d'acqua.

La descrizione della situazione attuale si completa con l'indicazione: planoaltimetrica per capire la direzione di deflusso, con le caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche e con individuazione della permeabilità dei terreni, con le caratteristiche idrografiche ed idrologiche ed infine con le caratteristiche della rete idraulica ricettrice.

Analizzata la situazione attuale si passa all'analisi delle trasformazioni previste dal P.A.T.I. con l'individuazione dei volumi di accumulo che possono salvaguardare il principio dell'“invarianza idraulica”.

### **3.1 ANALISI URBANISTICA**

Le ipotesi di trasformazione in progetto costituiscono un fondamento essenziale per il successivo calcolo dei massimi volumi d'acqua, propedeutici a loro volta all'inquadramento e dimensionamento delle misure di compensazione ai fini del rispetto del principio della “invarianza idraulica”.

Preliminarmente allo svolgimento dei calcoli propriamente idraulici, vengono quindi tradotti i principali dati di variazione urbanistica allo scopo di ipotizzare la situazione più critica per i futuri insediamenti.

Tutto ciò riguarda sia le aree residenziali che le aree produttive, di nuova istituzione con il P.A.T.I..

Le ipotesi di nuovo insediamento si basano sulla suddivisione dell'ambito territoriale in carature urbanistiche.

#### **3.1.1. IPOTESI TRASFORMAZIONE URBANISTICA**

Sulla base di trasformazioni urbanistiche già avvenute nel passato in contesti simili sono state imposte per calcolo idrologico le seguenti ipotesi di copertura urbanistica:

##### INSEDIAMENTI RESIDENZIALI

40% Edificato residenziale  
15% Strade  
15% Parcheggi drenanti  
30% Aree a verde

##### INSEDIAMENTI PRODUTTIVI

55% Edificato produttivo  
10% Strade  
10% Parcheggi drenanti  
25% Aree a verde

Queste previsioni sono state applicate alla sommatoria degli areali omogenei per ogni singola ATO consentendo di avere un quadro piuttosto attendibile sulla situazione di maggiore sofferenza che il territorio potrebbe avere a seguito dell'applicazione dei previsti interventi urbanistici.

### 3.1.2. **IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE**

#### NUOVA VIABILITÀ DI PROGETTO DI RILEVANZA STRATEGICA

Per rendere sicuro e fruibile il tratto da Pian dei Zocchi a Pove in sinistra orografica del Brenta, si rende necessario un nuovo tracciato in galleria, che assicuri un miglioramento della qualità ambientale della Valle, riducendo l'inquinamento acustico e delle polveri. Il P.A.T.I. individua il tracciato in conformità allo specifico accordo programmatico tra gli enti locali e territoriali. Sono da segnalare altresì modifiche migliorative ai tratti di strada recentemente costruiti, al fine di un complessivo recupero ambientale della Valle. In particolare il P.A.T.I. indica un nuovo tracciato in galleria alternativo all'attuale viadotto a San Marino, che andrà opportunamente precisato in sede di progetto preliminare, senza che ciò comporti variante al P.A.T.I..

#### NUOVA VIABILITÀ DI PROGETTO DI RILEVANZA LOCALE

Il P.A.T.I. indica alcuni possibili tracciati preferenziali per la definizione di tratti di viabilità urbana a supporto dei nuovi ambiti di sviluppo insediativo, ovvero finalizzati alla risoluzione di specifiche discontinuità nella rete di distribuzione locale. I tracciati indicati dal P.A.T.I., andranno precisati concretamente in sede di P.I. (senza che ciò comporti variante al P.A.T.I.) garantendo la funzione ad essi attribuita.

#### I NODI E I PUNTI DI CONNESSIONE

Il P.A.T.I. localizza nuove passerelle ciclopedonali lungo il canale del Brenta al fine di incrementare le connessioni tra gli itinerari ciclabili dislocati lungo le due sponde, migliorando le relazioni tra centri abitati e le contrade, ottimizzando l'accessibilità ai servizi ed alle centralità urbane. Le strutture indicate dal P.A.T.I., andranno precisate in sede di P.I., garantendo la funzione ad esse attribuita.

#### CONSIDERAZIONI

Le previsioni sulla nuova viabilità di progetto si concretizzeranno per la quasi totalità in sotterraneo senza ripercussioni sull'impermeabilizzazione del territorio. La parziale previsione di nuove infrastrutture viarie in superficie, hanno una valenza puramente indicativa, pertanto non è apparso opportuno approfondire le conseguenti misure di invarianza idraulica, che oltretutto avrebbero inquinato le indicazioni fornite per le aree di trasformabilità. L'esatta individuazione degli effetti sull'impermeabilizzazione viene rimandata alla stesura del P.I., contestualmente al quale verranno anche precisamente individuati i tracciati delle infrastrutture in progetto.

## **3.2 ANALISI IDRAULICA**

### 3.2.1. **ANALISI PLUVIONETRICA**

L'allegato A della delibera della Giunta Regionale del Veneto 10 maggio 2006 n. 1322 prevede che in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica venga eseguita un'analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno a cui fare riferimento viene fissato a 50 anni.

A tale scopo sono state richieste all'ARPAV tutte le tabelle relative alle piogge di tutte le principali stazioni pluviometriche presenti sia nella zona di intervento che limitrofe.

In particolare lo studio si basa sui dati rilevati presso le centraline di Bassano del Grappa, Cison del Grappa, Foza, Oliero e Rubbio desunti dall'archivio del Centro Meteorologico di Teolo.

### 3.2.2. ELABORAZIONE STATISTICA

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita facendo riferimento alla distribuzione del valore estremo o di Gumbel la cui distribuzione di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

*Formula 1*  $P(x(t)) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$  Dove:

- $x(t)$  è l'evento inteso come altezza della pioggia relativa ad un determinato intervallo di tempo;
- $P(x(t))$  è la probabilità di non superamento mentre la quantità  $1 - P(x(t))$  è la probabilità di superamento;
- $\alpha$  e  $\beta$  rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati secondo il procedimento dei minimi quadrati.

Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

Indicando con  $P(x(t))$  la probabilità di non superamento del valore  $x(t)$ , il tempo medio di ritorno è definito dalla seguente relazione:

*Formula 2*  $Tr = \frac{1}{1 - P(x(t))}$  Dove:

Il tempo di ritorno rappresenta il numero medio di anni entro cui il valore di  $x(t)$  viene superato una sola volta.

Il centro di Teolo (PD) fornisce i valori delle altezze medie per i vari tempi di ritorno, riassunti nelle tabelle seguenti dove vengono riportati solo i dati relativi ai tempi di ritorno di 50 anni:

Stazione	Minuti					Ore				
	5	10	15	30	45	1	3	6	12	24
Bassano Del Grappa			32.56*	52.34*	66.98*	69.44*	84.67*	100.71	121.03	140.02
Foza			29.94	41.86	46.85	53.48	74.38	116.87*	165.87*	222.70*
* Dati di progetto corrispondenti a differenti tempi di pioggia										

Tabella 1 Altezza di pioggia [mm] giornaliera corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni

Stazione	Giorni			
	2	3	4	5
Bassano del Grappa	158.46	172.26	188.17	197.84
Foza	288.32	321.19	340.27	349.54
Cismon del Grappa	364.31	386.38	399.96	406.84
Oliero	274.31	294.57	306.51	328.00
Rubbio	214.54	241.20	254.60	265.76

*Tabella 2 Altezza di pioggia [mm] plurigiornaliera corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni*

Per la scala dimensionale degli interventi su cui si va ad operare gli eventi meteorologici di maggior interesse, che risultano anche al contempo i più critici sotto l'aspetto dello smaltimento degli afflussi idrici, sono quelli di durata giornaliera (Tabella 1).

Disponendo per la scansione temporale giornaliera solo dei valori di stazioni esterne all'area di studio, non è apparso logico andare a modellizzare nel dettaglio la distribuzione spaziale delle precipitazioni con metodi: geostatistici, di interpolazione o di definizione dei topoi.

Nell'incertezza dovuta all'assenza di valori di pioggia misurati nelle strette vicinanze dei singoli ambiti territoriali di studio, è stata attuata la scelta cautelativa e a favore di sicurezza di considerare per ogni durata di precipitazione il massimo dei valori elaborati.

Secondo tale classificazione risulta che per tempi di pioggia inferiori alle sei ore sono più cautelativi i valori relativi alla stazione di Bassano del Grappa, mentre per tempi di pioggia uguali o superiori a sei ore sono più cautelativi i valori relativi alla stazione di Foza.

### 3.2.3. METODI PER IL CALCOLO DELLE PORTATE

#### 3.2.3.1 GENERALITÀ

L'allegato A della circolare prevede per il calcolo delle portate di piena l'uso di metodi di tipo concettuale ovvero dati da modelli matematici.

Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi disponibili in letteratura il più adatto per una taratura locale dei parametri è apparso il metodo razionale.

#### 3.2.3.1 METODO RAZIONALE

Il metodo razionale calcola la portata di deflusso del bacino con la formula seguente:

$$\text{Formula 3} \quad Q_{\max} = \frac{S \cdot c \cdot h(Tc)}{Tc} \quad \text{Dove:}$$

$Q_{\max}$  è la portata massima prodotta dal bacino

$S$  è la superficie del bacino

$c$  è il coefficiente di deflusso

$T_c$  è il tempo di corrivazione, ovvero il tempo che l'acqua di precipitazione impiega per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, partendo dai punti idraulicamente più lontani.

$h(T_c)$  è l'altezza della pioggia relativa al tempo critico ovvero la durata dell'evento meteorologico che massimizza le portate che defluiscono dal bacino, tale valore eguaglia il tempo di corrivazione.

In termini di volume la Formula 3 può essere riscritta:

*Formula 4*  $V_{\max} = S \cdot c \cdot h(T_c)$

Per la scala dimensionale degli interventi su cui si va ad operare il tempo di corrivazione viene calcolato con la formula empirica di Viparelli. Altre formulazioni quali ad esempio quelle di Pasini, Giandotti e Ventura sono utilizzabili per scale di bacino di dimensione almeno un ordine di grandezza superiore rispetto a quelle in oggetto.

*Formula 5 - Viparelli*  $T_c = \frac{L_c}{V_c}$  Dove:

$L_c$  è la lunghezza di corrivazione [m] misurata dai punti idraulicamente più lontani seguendo il percorso di drenaggio fino al riversamento su un corpo idrico ricettore o sulle aree contermini.

$V_c$  è la velocità media di corrivazione [m/s], secondo la formulazione originale di Viparelli il valore medio da applicare su scala di bacino è pari a 5.4 [km/h].

### 3.2.3.1 IPOTESI IDROLOGICHE

Lo svolgimento dei calcoli prevede inizialmente il conteggio del tempo critico di precipitazione che equivale al tempo di corrivazione; la definizione di questo parametro, per ogni singolo ambito di studio, ha richiesto dapprima la misura delle rispettive lunghezze di corrivazione  $L_c$ , ipotizzando poi dei valori per la velocità di corrivazione  $V_c$ . Adattando al versante la formulazione di Viparelli sono stati utilizzati i seguenti valori:

- Aree subpianeggianti (p<1%)  $V_c = 0.1 \text{ m/s}$
- Aree a debole pendenza (p=2-5%)  $V_c = 0.3 \text{ m/s}$
- Aree in pendenza (p=5-100%)  $V_c = 0.5 \text{ m/s}$
- Aree a forte pendenza (p>100%)  $V_c = 1.0 \text{ m/s}$

Calcolato il tempo di corrivazione (*Formula 5*) si procede al calcolo dei volumi allo stato di fatto e di progetto sulla base della (*Formula 4*) in considerazione della prevista variazione di permeabilità superficiale (modificazione del coefficiente di deflusso  $c$ ).

I coefficienti di deflusso allo stato dell'arte, ed in previsione allo stato di progetto, (che a sua volta soggiacciono all'ipotesi di sviluppo urbanistico) sono stati attribuiti eseguendo una media pesata secondo la copertura del suolo dei singoli coefficienti di deflusso.

In accordo con l'allegato A della Dgr n. 1322 10 maggio 2006, non disponendo di una determinazione sperimentale o analitica dei coefficienti di deflusso, sono stati scelti i seguenti valori per le differenti tipologie di copertura di uso del suolo:

<b>Tipologia</b>	<b>Coefficiente di deflusso</b>
Aree agricole	0.1
Superfici permeabili (aree verdi)	0.2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato)	0.6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali)	0.9

*Tabella 3 Coefficiente di deflusso in funzione della tipologia di copertura di uso del suolo*

Di fatto quindi nell'analisi viene tenuto in conto, del tempo di corrivazione (funzione a sua volta della morfologia e dell'estensione dell'area di trasformazione) e del grado di copertura urbanistica prevista, oltre che del grado di impermeabilizzazione allo stato di fatto.

Come misura di mitigazione, si provvede ad invasare la differenza di volumi fra stato di progetto e stato dell'arte.

Data l'incertezza nella attribuzione puntuale dei parametri, al fine di prevenire nella situazione reale ad una sottostima dei fenomeni, è stata scelta cautelativamente nel calcolo dei volumi un'altezza di pioggia  $h(T_c)$ , pari al tempo di corrivazione arrotondato per eccesso ai 15 min successivi. La stessa altezza di pioggia fa riferimento così ad un'elaborazione diretta dei valori misurati per quell'intervallo di pioggia, piuttosto che all'interpolazione o propagazione di un valore di possibilità pluviometrica.

### 3.2.3.1 VOLUMI DA INVASARE

Sulla base delle argomentazioni dibattute nei paragrafi precedenti sono state prodotte le seguenti tabelle che forniscono il valore indicativo dei volumi da invasare a seguito di una trasformazione urbanistica che modifichi il grado di impermeabilizzazione del territorio.

Il volume è funzione del tipo di urbanizzazione (residenziale o produttiva) oltre che della pendenza e della lunghezza di corrivazione  $L_c$  dell'area di trasformazione, che equivale alla massima dimensione misurata lungo la direzione di massima pendenza.

Nel calcolo dei valori sotto indicati viene ipotizzano un coefficiente di deflusso allo stato di fatto pari a 0.2 che corrisponde ad una copertura del suolo cautelativa corrispondente ad aree a verde.

Il valore riportato nelle tabelle a seguire rappresenta una stima del volume ad ettaro da impiegarsi quale indicazione per i volumi da invasare ove non sia stata eseguita una formulazione più dettagliata che tenga conto dettagliatamente della morfologia e del uso del suolo allo stato dell'arte.

Nello specifico all'interno della scheda relativa a ciascuna nuova area di trasformazione prevista dal PATI, è stato eseguito il calcolo dei singoli volumi, caratterizzando localmente sulla base dell'indagine sul campo la lunghezza di corrivazione la pendenza e l'uso del suolo allo stato di fatto.

Tipo: Residenziale		Classi di pendenza			
		Sub pianeggiante (p<1%)	Debole Pendenza (p=2-5%)	Pendenza media (p=5-100%)	Forte pendenza (p>100%)
Lc Lunghezza di corrivazione	0-50	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	50-100	233 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	100-150	233 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	150-200	298 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	200-250	298 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	250-300	309 [m <sup>3</sup> /ha]	233 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]
	300-350	309 [m <sup>3</sup> /ha]	233 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]	145 [m <sup>3</sup> /ha]

*Tabella 4 Volumi da invasare in aree ad uso residenziale*

Tipo: Produttivo		Classi di pendenza			
		Sub pianeggiante (p<1%)	Debole Pendenza (p=2-5%)	Pendenza media (p=5-100%)	Forte pendenza (p>100%)
Lc Lunghezza di corrivazione	0-50	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	50-100	259 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	100-150	259 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	150-200	332 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	200-250	332 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	250-300	344 [m <sup>3</sup> /ha]	259 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]
	300-350	344 [m <sup>3</sup> /ha]	259 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]	161 [m <sup>3</sup> /ha]

*Tabella 5 Volumi da invasare in aree ad uso produttivo*

### 3.3 AZIONI COMPENSATIVE

#### 3.3.1. GENERALITÀ

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.

Nelle aree in trasformazione andranno pertanto predisposti dei 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 ricettore.

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.

### 3.3.2. **AZIONI DIFFERENZIATE SECONDO L'ESTENSIONE DELLA TRASFORMAZIONE**

In ottemperanza dell'allegato A della Dgr n. 1322 10 maggio 2006 vengono definite delle soglie dimensionali differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

<b>Classe di Intervento</b>		<b>Definizione</b>
<b>C1</b>	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
<b>C2</b>	Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
<b>C3</b>	Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Grado di impermeabilizzazione < 0,3
<b>C4</b>	Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Grado di impermeabilizzazione >0,3

*Tabella 6 Classi di invarianza idraulica differenziate in funzione dell'estensione e del grado di impermeabilizzazione delle aree di trasformazione*

Per ciascuna classe di invarianza idraulica seguono le rispettive azioni di invarianza elencate nella seguente tabella:

<b>C1</b>	<b>Trascurabile impermeabilizzazione potenziale</b>
	Adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili
<b>C2</b>	<b>Modesta impermeabilizzazione potenziale</b>
	Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazioni delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano 1 m
<b>C3</b>	<b>Significativa impermeabilizzazione potenziale</b>
	Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione, è opportuno che i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico siano correttamente dimensionati, in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione
<b>C4</b>	<b>Marcata impermeabilizzazione potenziale (assente nell'ambito esaminato)</b>
	È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

*Tabella 7 Azioni di invarianza idraulica in funzione della classe di appartenenza*

### 3.3.3. **SISTEMI DI INFILTRAZIONE FACILITATA**

In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di  $10^{-3}$  m/s e frazione limosa inferiore al 5% ), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate (3000 m<sup>2</sup> nel presente studio), è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di reimmissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata.

Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna.

## **4. DISPOSIZIONI DI CARATTERE GENERALE PER I NUOVI INSEDIAMENTI E PER LE NUOVE INFRASTRUTTURE**

Per le zone, per le quali non sono riportate misure diverse e più specifiche, possono essere previste le seguenti misure compensative dal punto di vista idraulico.

### *A) Assetto idraulico delle nuove urbanizzazioni/edificazioni*

1. Nei nuovi insediamenti dovrà essere prevista una rete di drenaggio interno, atta al convogliamento delle acque meteoriche provenienti da tetti, cortili, passaggi, pedonali, strade, ecc..
2. Per i nuovi insediamenti rientranti all'interno delle aree perimetrare dal PAI Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta e Bacchiglione, dovranno essere ottemperate le rispettive norme di attuazione e di tutela sovraordinate.
3. Per i nuovi insediamenti insistenti nel dominio di influenza dei corsi d'acqua del reticolo idrografico principale e secondario, dovrà essere verificata specificatamente l'ammissibilità della trasformazione in considerazione delle evidenze idrauliche allo stato di fatto e dei possibili sviluppi evolutivi.
4. 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. È consigliato comunque di provvedere alla realizzazione di adeguati ed efficienti sistemi di impermeabilizzazione, di drenaggio e di sollevamento delle acque atti a preservare i 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).

### *B) Superfici impermeabili*

1. Dovranno essere limitate al minimo necessario le superfici impermeabili, lasciando ampia espansione alle zone a verde; le pavimentazioni destinate 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.

2. Si dovrà prevedere un volume di invaso connesso alle modificazioni del coefficiente idrometrico di deflusso. Un'indicazione quantitativa sui volumi d'acqua da invasare è stata fornita per gli interventi in previsione (vedi par 3.2.3.1 - PARTE A: RELAZIONE) oltre che nello specifico per ciascuna singola nuova area di trasformabilità prevista dal PATI. Ad ogni modo in una fase più avanzata di studio dovrà essere presentato il progetto idraulico riguardante la previsione di questi volumi e una relazione nella quale, sia riportata l'esatta formulazione del calcolo dei volumi di accumulo.
3. Previa verifica dell'effettiva permeabilità in sito è possibile, in caso di piccole aree impermeabilizzate, adottare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. In questo caso è richiesto secondo le indicazioni dell'allegato A della Dgr n. 1322 del 10 Maggio 2006: che il coefficiente di filtrazione sia maggiore  $10^{-3}$  m/s con frazione limosa dei terreni inferiore al 5%, e che la falda freatica sia sufficientemente profonda. Nell'ambito della predisposizione delle schede di ciascuna area di trasformabilità è stata utilizzata come soglia dimensionale di inquadramento, per la pratica di questa soluzione progettuale, l'estensione di 3000 m<sup>2</sup>. In una fase più avanzata di studio tale valore sarà oggetto di affinamento.
4. Le indicazioni contenute nelle specifiche schede ipotizzano che ciascuna area di trasformabilità venga collettata al sistema di smaltimento delle acque meteoriche che a sua volta recapita poi le acque nella rete idrografica. Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo ricettore disperdendo gli afflussi direttamente sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno. Qualora si intenda attuare nella fase realizzativa questo sistema di smaltimento delle acque, in terreni di acclività non trascurabile, lo studio sarà oggetto di elaborazioni più approfondite, in quanto è possibile che si verifichino altre controindicazioni in termini di stabilità di versante.
5. Nelle aree pubbliche di quartiere o di piano (strade parcheggi e verde) dovrà ugualmente essere previsto un volume di accumulo, anche solo di laminazione; l'entità corretta di tale volume sarà oggetto di calcolo in una fase di studio più avanzata quando anche le infrastrutture e le opere in progetto avranno una collocazione territoriale e morfologica più certa e definita.
6. I volumi di invaso possono essere ottenuti sovradimensionando le condotte per le acque meteoriche o realizzando nuove fossature.

#### C) Rete di smaltimento delle acque

1. Dovrà essere ricostituito qualsiasi collegamento di alvei o impluvi di vario tipo eventualmente esistenti, che non dovranno subire interclusioni e comunque perdere la loro attuale funzione (sia per la funzione di smaltimento delle acque che per il volume di invaso) in conseguenza dei futuri lavori.
2. Per la realizzazione di interventi di tombinamento della rete di scolo superficiale deve essere richiesto e ottenuto il parere delle specifiche autorità competenti.

3. 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 dalle autorità competenti.
4. Le nuove tombinature dovranno assicurare la funzione di deflusso iniziale del corpo idrico sia in termini di volume di invaso che di smaltimento delle portate. A tale scopo, nel presentare una domanda di tombinamento, dovrà essere presentato uno studio idraulico nel quale sia evidenziata la funzione e le misure che si intendono adottare per mantenere inalterata la funzione del corpo idrico in relazione a tutto il bacino limitrofo del quale serve o del quale può servire. In ogni caso si dovranno preferire diametri di tombinatura adeguati (non inferiori ad 80 cm).

*D) Realizzazione di infrastrutture e opere pubbliche*

1. Per la realizzazione di opere pubbliche e infrastrutture, in particolare per le strade di collegamento, dovranno essere previsti ampi fossati laterali e dovrà essere assicurata la continuità del deflusso delle acque fra monte e valle.
2. Nella realizzazione di piste ciclabili si dovrà cercare di evitare il tombinamento di fossi prevedendo possibilmente il loro spostamento, a meno che non si ottenga il parere favorevole delle autorità competenti.
3. La realizzazione di nuove passerelle ciclopedonali lungo il canale del Brenta, dovrà avvenire previa stesura di un dettagliato studio idraulico mirato ad individuare l'ammissibilità degli interventi, in particolar modo deve essere garantita l'invarianza delle sezioni utili al deflusso idrico.
4. Le nuove strade pubbliche previste nel nuovo strumento di piano dovranno assicurare la capacità di deflusso della rete idrografica esistente con ampie tombinature. Per la loro realizzazione dovrà essere realizzato uno studio idrologico atto ad assicurare il deflusso delle acque piovane di tutto il bacino che si trova a monte verso il sistema superficiale di raccolta delle acque.

*E) Aree a verde pubbliche e private*

1. Le aree a verde dovranno assumere una configurazione che attribuisca loro due funzioni:
  - i) di ricettore di una parte delle precipitazioni defluenti lungo le aree impermeabili limitrofe,
  - ii) di bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane.
2. Le aree a verde, possibilmente, dovranno:
  - i) essere poste ad una quota inferiore rispetto al piano stradale circostante,
  - ii) essere idraulicamente connesse tramite opportuni collegamenti con le porzioni impermeabili,
  - iii) 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.