

COMUNE DI ZANÈ  
Provincia di Vicenza

P.I. 1

PIANO DEGLI INTERVENTI  
art. 17 L.R. 11/2004

Studio di compatibilità idraulica



Comune di Zanè  
*Berti Roberto*

Il Responsabile UTC  
*Arch. Luca Cavedon*

Il Progettista  
*Ing. Livio Campagnolo*

Realizzazione GIS con *Intergraph GeoMedia*  
STUDIO CAMPAGNOLO ING. LIVIO  
Via Meucci, 9 36042 Breganze (VI)  
e-mail info@studiocampagnolo.com



## 1 – Premesse

La presente relazione va a verificare la compatibilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica. Tali attività comprendono la definizione delle caratteristiche idrologiche, idrografiche, geomorfologiche, geotecniche e geologiche del territorio, la caratterizzazione delle eventuali reti idrauliche ricettrici, e lo studio delle indicazioni delle misure compensative da adottare nei terreni interessati dal 1° P.I.

Con deliberazione n. 3637 del 13 dicembre 2002 la Giunta Regionale aveva fornito i primi 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.

Alla luce di quanto disposto nella Legge Regionale n. 11/2004, che ha modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, si è evidenziata la necessità che anche la valutazione di compatibilità idraulica venga adeguata alle nuove procedure. Contestualmente, il sistema organizzativo regionale sulla rete idraulica superficiale ha mutato assetto con l'istituzione nell'ambito regionale dei Distretti Idrografici di Bacino le cui competenze sono esercitate sull'intero bacino idrografico, superando i limiti dei circondari idraulici di ciascun Genio Civile.

Pertanto il servizio è stato svolto in conformità a quanto definito nelle "Modalità operative e indicazioni tecniche" per la Valutazione di compatibilità idraulica nella redazione degli strumenti urbanistici, contenute nell'Allegato "A" della DGRV 2948 del 6 ottobre 2009, sostituiscono quelle approvate con la DGRV 3637/2002. La redazione dello studio di compatibilità idraulica ha richiesto, per prima cosa, una analisi volta ad inquadrare lo stato di fatto dell'intero territorio comunale, scaturita dal reperimento di tutte le informazioni e dello strumento urbanistico vigente, e di tutti gli elementi indispensabili per avere il quadro urbanistico completo in relazione alla conformazione idrologica, geomorfologica, geotecnica e geologica dell'area. Per avere il quadro completo della rete idrografica e ai sistemi di smaltimento delle acque meteoriche adottati, e per acquisire tutta la documentazione relativa alle aree di esondazione, di dissesto, di rischio idraulico, e alle criticità idrauliche presenti sul territorio, sono stati effettuati degli incontri preliminari con il Consorzio di Bonifica "Alta Pianura Veneta" di San Bonifacio (VR) per inquadrare il lavoro e pianificare le attività da sviluppare. Nell'ambito dello sviluppo del lavoro, sono stati analizzati e recepiti i seguenti documenti:

- PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) del Brenta-Bacchiglione;
- PTCP (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) della Provincia di Vicenza approvato con D.G.R.V. n. 708 del 02 maggio 2012;
- il Piano Tutela delle Acque (D.C.R.V. n. 107 del 5 novembre 2009 e D.G.R.V. n. 842 del 15 maggio 2012);
- Indagini geologica, geomorfologica ed idrogeologica del Comune allegate al P.A.T.;
- Indagini su stato, conformazione ed allagamenti relativi all'intera rete idrografica in gestione ai Consorzio di Bonifica.



## 2 - Caratteristiche generali del progettuale primo Piano degli Interventi

L'Amministrazione Comunale ha inteso adottare il primo Piano degli Interventi (1° P.I.) con l'obiettivo, oltre che quello necessario di adeguare lo strumento urbanistico del comune alle direttive e prescrizioni introdotte dal P.A.T., di trasformare e rimodulare una limitata zona agricola (c.f.r. sottostante documentazione fotografica) in zona edificabile, secondo la visione strategica generale assunta dal P.A.T. approvato.

Sono stati inoltre inseriti sempre nel 1° P.I. degli interventi edilizi puntuali, individuati nelle zone ad edificazione diffusa, di nuova edificazione e/o ampliamento ad uso residenziale.

Nella presente relazione andranno valutate le trasformazioni territoriali **superiori ad 0,1 ha**, in quanto per interventi di trasformazione su superfici con estensione **inferiore a 0,1 ha** (Classe di Intervento: trascurabile impermeabilizzazione potenziale), **sarà sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili**, compatibilmente la funzione cui deve svolgere l'intervento di progetto (All. "A" della DGRV n. 2948 del 6 ottobre 2009).

Per tali casi, la norma consente di produrre una asseverazione nella quale viene dichiarata l'ininfluenza degli effetti ai fini idraulici ed idrologici nel territorio interessato (suggerendo appunto buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi).

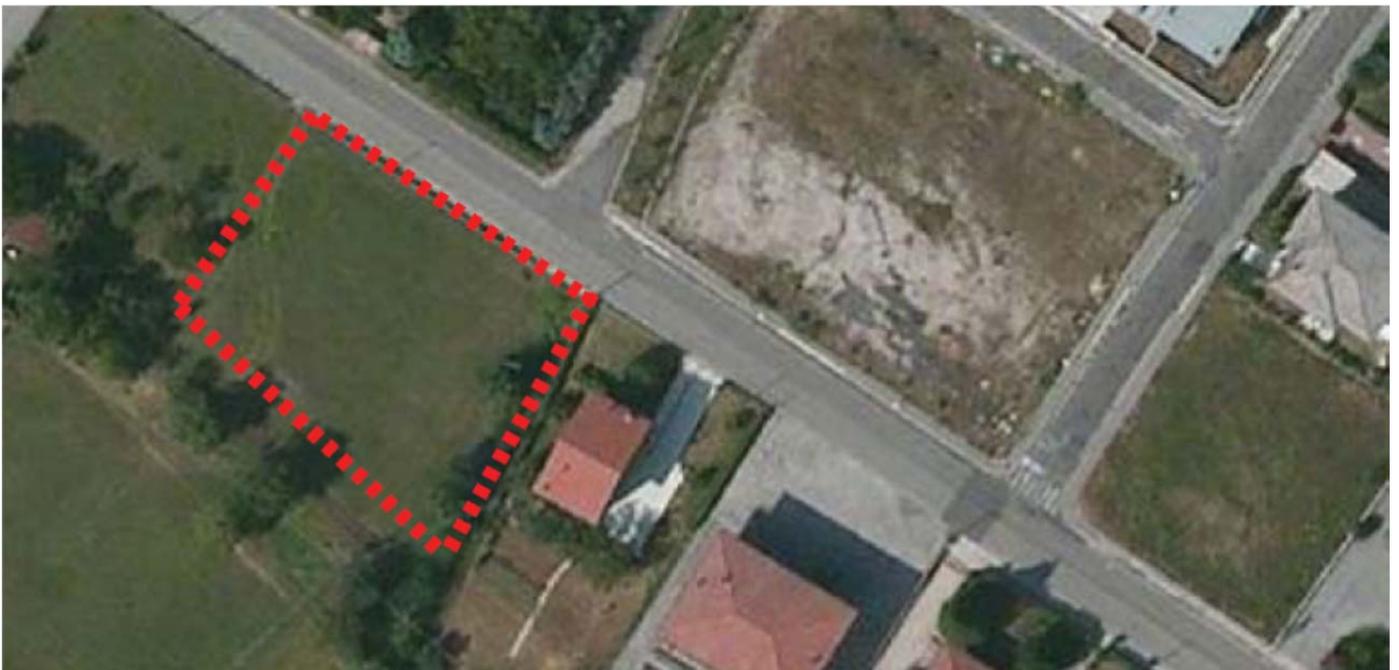
Dovendo accertare la compatibilità della trasformazione introdotta degli interventi previsti nel 1° P.I. nei confronti della sicurezza idraulica del territorio, nel presente documento si analizza l'attitudine dei luoghi trasformati ad accogliere i nuovi insediamenti residenziali, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, oltre alle possibili alterazioni del regime idraulico che la trasformazione del suolo possono venire a determinare subordinando ed individuando le misure compensative idonee a garantire l'invarianza idraulica.

## 2.1 - Trasformazione dell'area di proprietà Marca Truks s.r.l.



L'area individuata nell'incrocio di Via Monte Summano - Via Vivaldi viene trasformata in area residenziale **Z.T.O. C2.6** con una superficie territoriale di **6.473 m<sup>2</sup>**. Allo stato attuale l'area in oggetto non viene utilizzata per coltivazioni agricole, risultando incolta e dotata di vegetazione spontanea; inserita in un contesto residenziale urbanizzato, va a completare l'edificato residenziale. La zona andrà sottoposta ad uno strumento urbanistico attuativo (piano di lottizzazione) con un indice territoriale di densità pari a 1,00 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ed un rapporto di copertura non superiore al 30% del lotto.

## 2.2 - Trasformazione dell'area di proprietà Dal Maso Anna - Dal Maso Emanuela

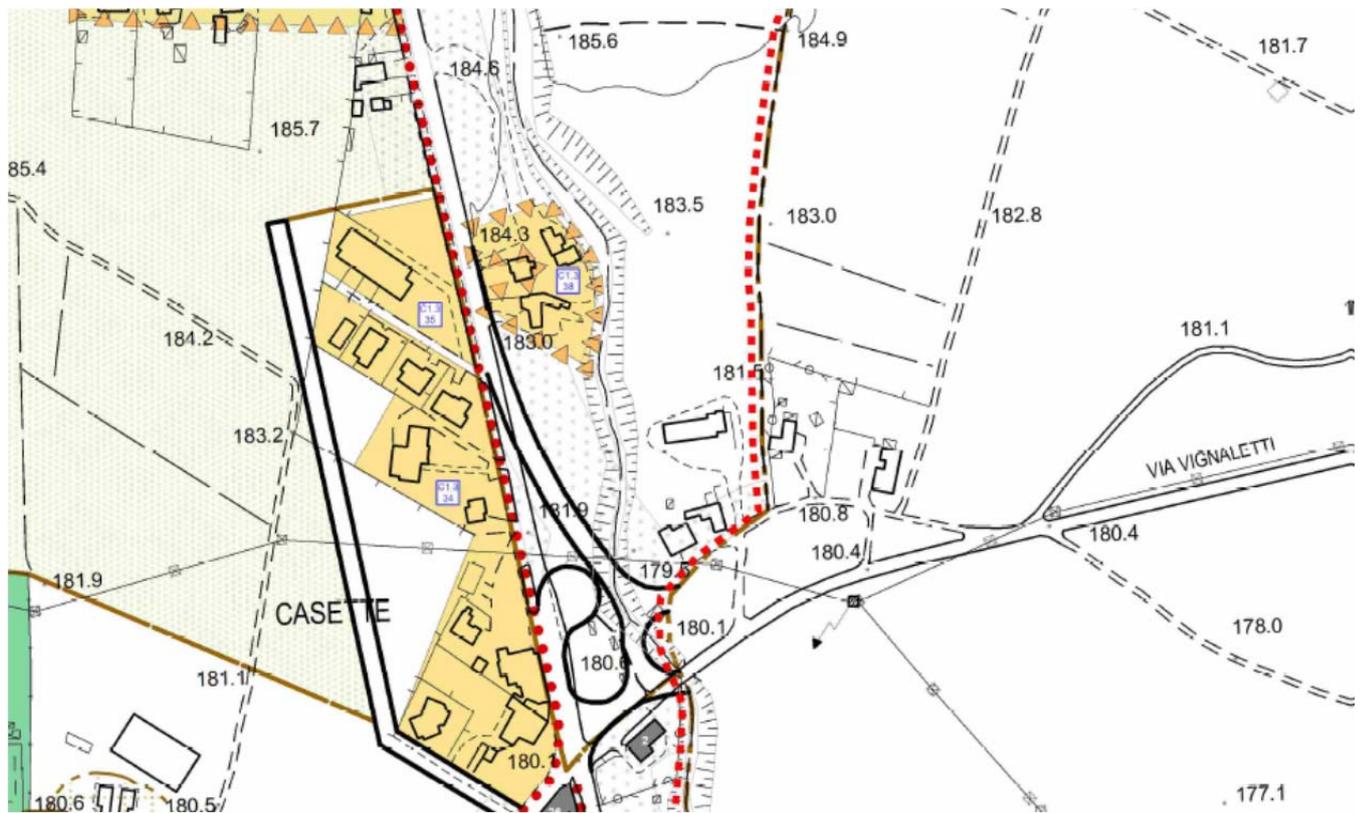


L'area individuata lungo Via Kennedy viene trasformata in area residenziale **Z.T.O. C1.2** con una superficie fondiaria di **1.350 m<sup>2</sup>**. Allo stato attuale l'area in oggetto viene utilizzata a fini agricoli, in conduzione di prato stabile. Inserita in un contesto residenziale urbanizzato, si espande in modo di completare l'edificato esistente.

Gli interventi edilizi saranno di tipo diretto con un indice fondiario di densità pari a 1,00 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ed un rapporto di copertura non superiore al 40% del lotto.

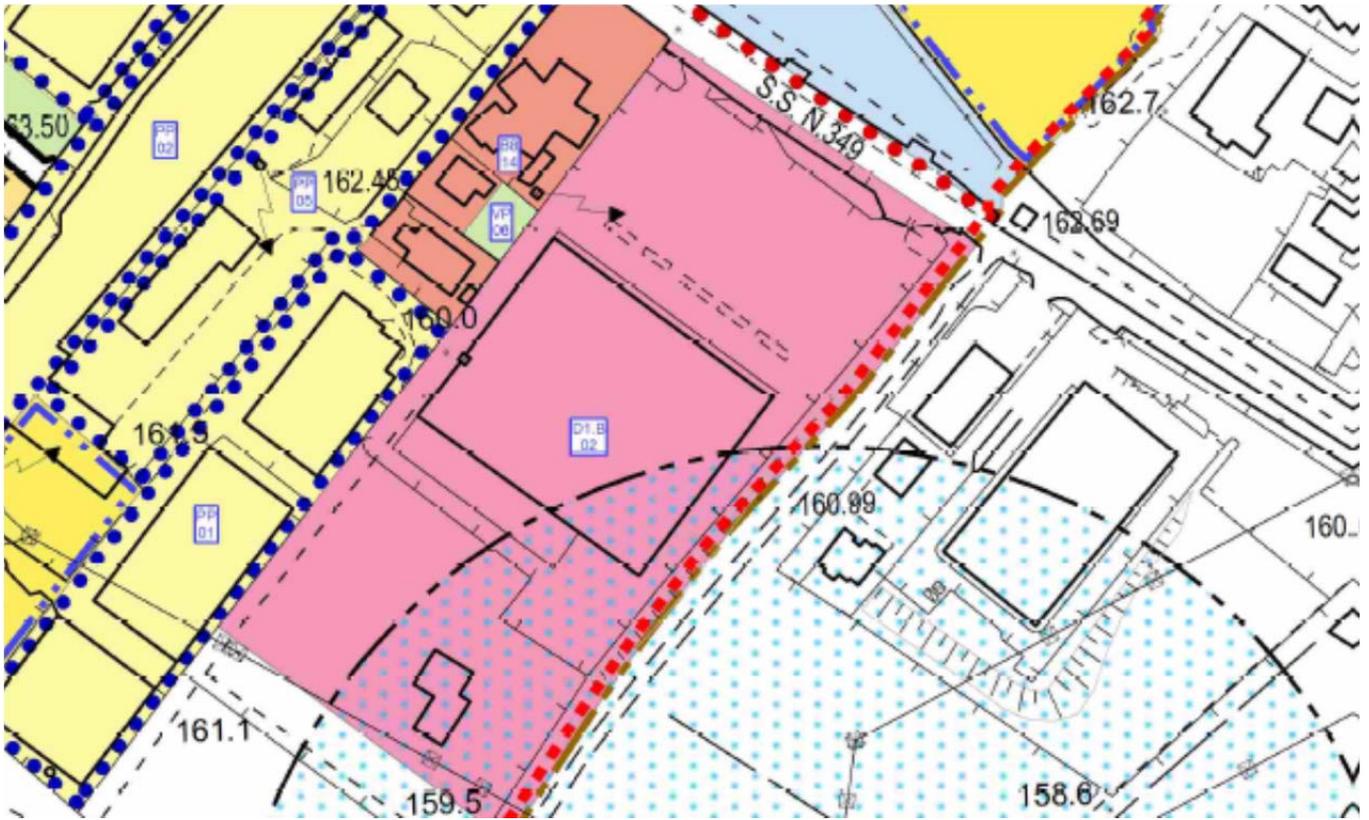


## 2.3 - Trasformazione dell'area di proprietà Silvestri Ruggero



L'area individuata lungo Via del Costo viene trasformata in area residenziale **Z.T.O. C1.3** con una superficie fondiaria di **1.144 m<sup>2</sup>**. Allo stato attuale l'area in oggetto viene utilizzata a fini agricoli, a prato stabile. Inserita in un contesto residenziale urbanizzato, va a completare l'edificato residenziale. Gli interventi edilizi saranno di tipo diretto con un indice fondiario di densità pari a 1,00 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> ed un rapporto di copertura non superiore al 30% del lotto.

## 2.4 - Trasformazione dell'area di proprietà Comin S.p.A.



L'area produttiva commerciale individuata in **Z.T.O. D1.b** lungo Via Manzoni viene ampliata con un incremento di superficie territoriale di **7.135 m<sup>2</sup>**. Allo stato attuale l'area in oggetto non viene utilizzata a fini agricoli, risultando incolta e dotata di vegetazione spontanea, con all'interno un fabbricato residenziale inutilizzato.

Gli interventi edilizi saranno di tipo diretto con un rapporto di copertura fino al 50% del lotto.



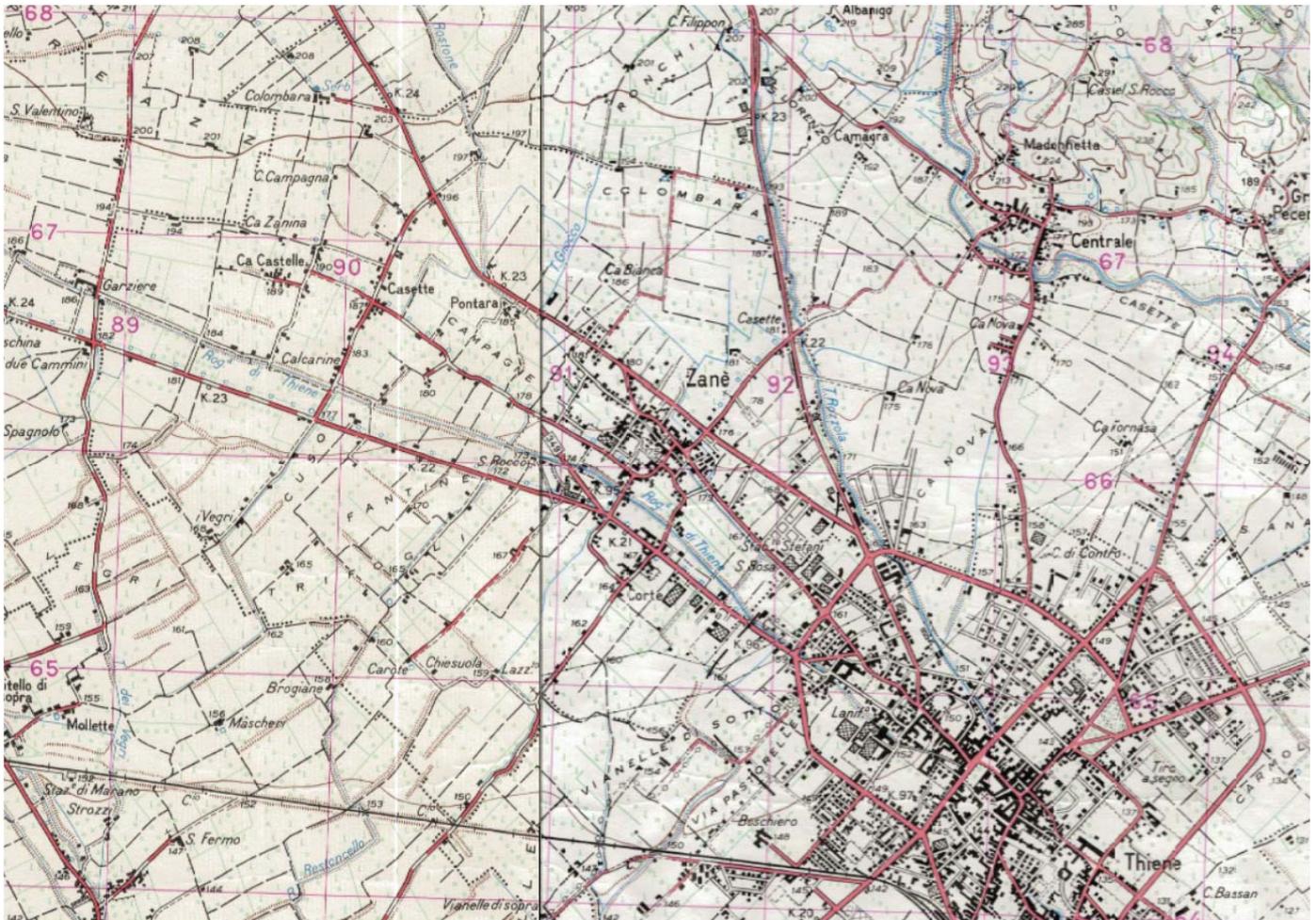
### 3 - Analisi del territorio di Zanè

#### 3.1 - Inquadramento geografico

Zanè ha una superficie territoriale di 7,65 Km<sup>2</sup>, tutta pianeggiante, ed una popolazione residente al 31/12/2011 di 6.666 abitanti, quindi una densità di circa 871 abitanti per km<sup>2</sup>.

Il territorio del comune si trova nella parte superiore dell'alta pianura vicentina, a Sud dello sbocco della Val d'Astico, ed è compreso tra una altitudine variabile da 203 a 158 m.l.m., incisa dall'omonimo Torrente che attualmente scorre a circa 6 Km ad Est dal centro abitato di Zanè.

L'area in esame è nel complesso pianeggiante con una leggera degradazione verso Sud - Est e verso Ovest, con una inclinazione attorno al 2%.



I.G.M. - Unione dei fogli 36 "Schio" e Foglio 37 "Thiene"

È ubicato ai piedi dell'Altipiano dei Sette Comuni, il lontananza circondato ad ovest dalle propaggini dei monti Lessini, tra cui spicca il massiccio del Pasubio, mentre a sud ed est si apre l'ampio orizzonte della pianura vicentina.

#### 3.2 - Inquadramento geomorfologico

Il sottosuolo dell'alto vicentino (c.f.r. Relazione geologica del PAT) si è formato in seguito alla compenetrazione delle conoidi dell'Astico e del Brenta, e inoltre a partire dal quaternario la regione era caratterizzata da una rete idrografica estremamente diversa.

È accertato ormai che originariamente l'anfiteatro morenico frontale del ghiacciaio dell'Astico avesse il



suo sbocco tra i comuni di Caltrano e Piovene Rocchette, da cui iniziava la grande conoide alluvionale, che, passando per Vicenza, arrivava a lambire i Monti Berici. Sul lato sinistro di questa conoide si trovano i resti di altre alluvioni, le quali per la loro composizione mineralogica appartengono al torrente Leogra e al Timonchio.

Questi due corsi d'acqua si trovano ad ovest dell'Astico e convergono da valli laterali nella conca di Schio.

Dallo studio delle rocce affioranti nei diversi bacini imbriferi è possibile risalire al fiume che ha originato una certa conoide e quindi osservare il percorso che progressivamente hanno portato i vari fiumi a riempire la depressione tettonica.

In seguito a vari fenomeni di sovralluvionamento i fiumi hanno trasportato notevoli quantità di materiale, e proprio a causa di questo nei periodi di magra sono stati obbligati a deviare il loro corso verso destra.

Nel corso di numerose e complesse divagazione l'Astico ha generato una vastissima conoide, entro la quale ha inciso il proprio alveo.

Oltre che sotto l'aspetto litologico ed il comportamento meccanico, i terreni, sia quelli naturali che quelli artificiali (riporti, rilevati) sono stati classificati sulla base della permeabilità, cioè della capacità intrinseca di consentire l'infiltrazione e la circolazione idrica, giungendo così alla definizione di quattro classi:

- depositi molto permeabili per porosità;
- depositi mediamente permeabili per porosità;
- depositi poco permeabili per porosità;
- depositi praticamente impermeabili (rilevati).

La suddivisione sopra esposta si riferisce alle caratteristiche "medie" di permeabilità dei terreni presenti in superficie; non si sono pertanto considerate situazioni di dettaglio, legate a condizioni particolari e localizzate, di influenza limitata sulle caratteristiche generali del territorio, come pure le condizioni idrogeologiche degli acquiferi profondi.

### **3.3 - Inquadramento geologico**

I corsi d'acqua, in particolare nella zona un tempo interessata dal fiume Brenta e principalmente dai torrenti Astico e Leogra - Timonchio, si sono potuti caricare di notevoli quantità di materiale solido grossolano, proveniente soprattutto dall'erosione e dallo smaltimento dei depositi morenici, per poi scaricarlo allo sbocco della valle quando le pendenze erano tali da diminuire la velocità dell'acqua.

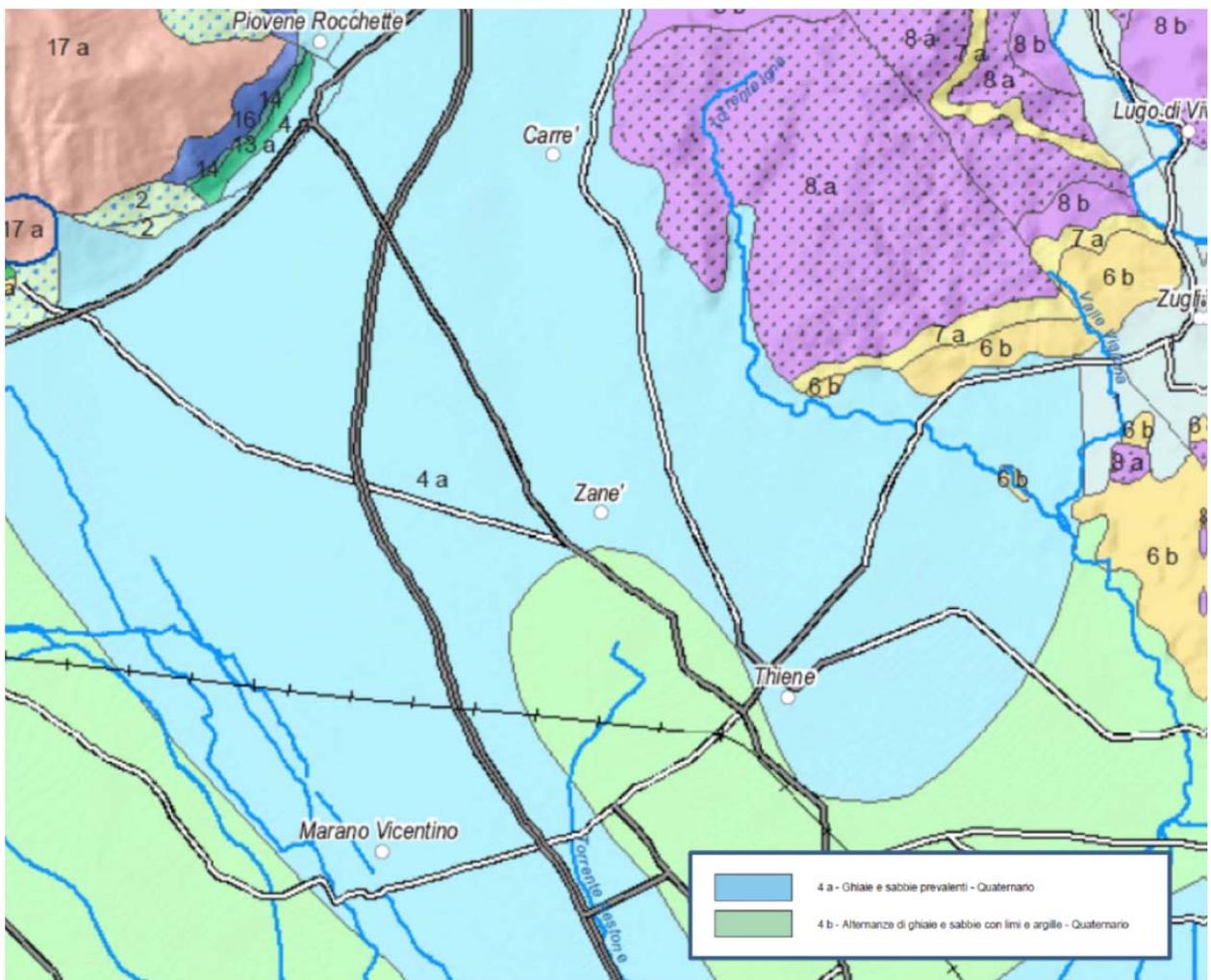
L'instabilità degli alvei di questi corsi d'acqua, come in altri molti casi, ha consentito loro di divagare ampiamente nella pianura e di distribuire il materiale grossolano trasportato su aree molto ampie. Le conoidi prodotte dai fiumi di questa pianura non si sono limitate a sovrapporsi tra loro nel corso del tempo, ma in molti casi si sono anche compenstrate lateralmente con quelle degli altri fiumi, cosicché ne risulta un sottosuolo interamente ghiaioso per tutto lo spessore del materasso alluvionale.

Questa conformazione a materasso indifferenziato è limitata ad una fascia che varia dai 5 ai 20 chilometri a partire dal piede dei rilievi montuosi. La forma e le dimensioni della conoide alluvionale sono evidentemente in dipendenza col carattere turbolento del corso d'acqua; in genere le conoidi più

antiche, quindi più profonde, sono quelle che hanno invaso aree maggiori.

L'era Neozoica, caratterizzata da una serie di bruschi cambiamenti climatici con alternanza di periodi molto freddi a periodi più caldi, oltre a determinare la formazione delle conoidi alluvionali in funzione dello scioglimento dei ghiacciai alpini, ha influito sui processi di sedimentazione marina dovuta a numerosi fenomeni di trasgressione e regressione, accompagnati da processi di sedimentazione lacustre, determinando la formazione di banchi torbosi e lenti di argilla. Questo mescolarsi di fenomeni completamente diversi ha prodotto la formazione di orizzonti limo-argillosi che vanno ad incunearsi nei lembi più avanzati delle conoidi.

La mescolanza con i depositi di materiali fini e la presenza di una notevole pressione dovuta allo spessore del materasso sovrastante, esercitata per lunghi periodi di tempo, ha trasformato il sistema ghiaia argilla in conglomerato.



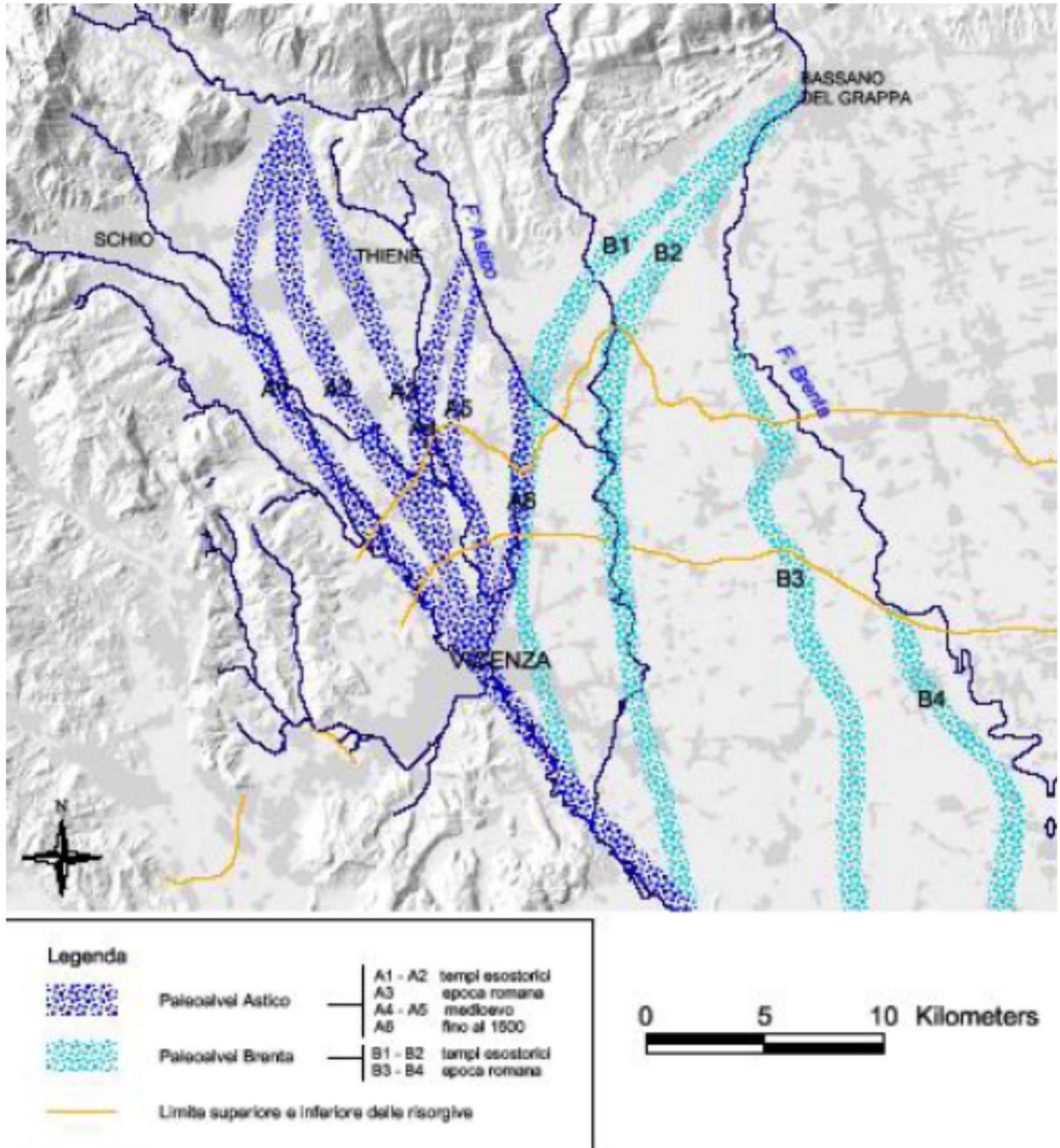
Regione Veneto – Carta geologica di Vicenza

### 3.4 - Inquadramento idrogeologico

La caratterizzazione geologica strutturale della pianura alluvionale dell'alto vicentino è di particolare interesse dal punto di vista idrogeologico in quanto consente di individuare il territorio di Zanè nella zona di ricarica di acque sotterranee. La stessa, individuata dal materasso alluvionale (ghiaioso-sabbioso) indifferenziato che caratterizza la parte a nord delle risorgive, è caratterizzata dalla presenza di un'unica falda a superficie libera che regola, da un punto di vista idraulico, le variazioni

delle riserve idriche profonde a sud, interessate dalle attività di emungimento.

Nella parte più meridionale compare un orizzonte argilloso che separa l'acquifero libero superficiale da uno più profondo in pressione, creando una fascia di transizione tra l'acquifero indifferenziato regolatore a monte ed il sistema multistrato a valle delle risorgive.



*Ricostruzione paleoidrografica dell'alta pianura vicentina*

Per quanto riguarda l'idrogeologia, il sottosuolo del Comune di Zanè è caratterizzato dalla presenza di una falda di tipo freatico, con quote assolute oscillanti in questi ultimi anni tra circa 80 m.l.m. lungo i confini Nord Occidentale ed Orientale e 65 m.l.m. nella porzione meridionale, al limite con il Comune di Thiene, avente un marcato asse di drenaggio con direzione NNW - SSE, che rappresenta un tratto della direttrice di deflusso "Piovene - Villaverla" legata all'antica direzione di scorrimento dell'Astico.





particolare importanza, se non per le modeste incisioni fluviali e per le forme antropiche.

La rete idrografica del comune di Zanè è pure di modesta entità, legata alle caratteristiche idrogeologiche del territorio nonché anche a modificazioni antropiche occorse in passato per bonifiche. Il corso d'acqua più rilevante è costituito dalla "**Roggia di Thiene**", canale antropico scavato dal 1278 al 1281, che si origina a Santorso in località "*la Masena*" dal ramo del torrente Timonchio che scende da San Rocco, e confluisce a Thiene nella "*Rozzola*". Il corso d'acqua scorre a cielo aperto e solamente in alcuni tratti risulta tombinato; all'altezza del confine meridionale con il Comune di Thiene è presente una chiusa dove ha inizio il torrente Rostone Ovest. L'alveo presenta, allo stato attuale, evidenze di erosione laterale e solo localmente presenta fenomeni di deposizione, in un tratto si presenta pensile rispetto al piano campagna.

Il "**Torrente Rozzola**", poi, che segna il confine orientale tra Zanè e Zugliano, ha inciso nel suo corso una vallecchia della profondità di circa 3 ml., sorge in Loc. S. Lorenzo di Zugliano e scende verso Thiene, presenta acqua in scorrimento solo nei periodi più piovosi. Anche tale corso d'acqua denota una tendenza all'erosione laterale oltre che, in alcuni punti, tendenza all'approfondimento.

Altri corsi d'acqua ancora parzialmente rilevabili, a regime esclusivamente torrentizio e parecchi in parte scomparsi da tempo o tombinati, la cui presenza viene ora segnalata solamente su carte topografiche o mappe catastali non aggiornate da decenni, sono:

- ✓ "**Rostone**", un tempo alimentato dal bacino idrico collinare a nord del territorio comunale, inizia in territorio di Chiuppano, passa per Carrè e attraversa infine completamente il comune di Zanè; risulta a cielo libero, anche se praticamente solo come sedime e senza alcun flusso idrico, fino all'ingresso del paese mentre nel centro è stato tombinato dal Genio Civile negli anni '50 per l'inserimento della viabilità interna, svolgendo tuttora solamente e praticamente la funzione di condotta fognaria meteorica urbana, mancando qualsiasi apporto dai territori sovrastanti.
- ✓ "**Gnocco**", un tempo alimentato dal bacino a nord del territorio comunale, confluisce nel Torrente Rostone prima del centro del paese, in corrispondenza dell'attuale inizio di Via Kennedy; tale corso d'acqua da anni non trasporta il fluido di drenaggio territoriale e non viene più utilizzato; dell'alveo originario non rimane praticamente alcuna traccia;
- ✓ "**la Cà Bianca**", posto lungo l'attuale sede della S.P. 349 "Val d'Assa e Pedemontana Costo", in parte risulta completamente interrato anche per l'allargamento della sede stradale; tale corso d'acqua da anni è scomparso e non viene ovviamente più utilizzato;
- ✓ "**Rostoncello**", derivazione del Torrente Rostone, inizia il tracciato dalla confluenza del Torrente la Cà Bianca nel Rostone; attraversa il territorio comunale nel senso est - ovest per portarsi nel comune di Marano Vicentino; risulta completamente interrato, con la sola esclusione del tratto iniziale, ed attualmente è stato trasformato in sede stradale (Via Cà Nova); ovviamente, tale corso d'acqua scomparso da anni non viene più utilizzato;
- ✓ "**Torrentello**", il tracciato inizia dalla località Cuso (S.P. 66 "Garziere") per poi confluire nel Torrente Rostoncello; risulta completamente interrato ed attualmente è stato trasformato in sede stradale periferica; ovviamente, tale corso d'acqua scomparso da anni non viene più utilizzato.



Altre forme morfologiche riscontrate sono quelle legate all'azione dell'uomo, presenti, in particolare, nella porzione settentrionale del Comune.

Infatti ivi è presente una cava di ghiaia e sabbia attiva (*Cava Bai*) con superficie di fondo ribassata rispetto al piano campagna originario di circa 20 metri, parzialmente ricomposta; ci sono inoltre, alcune aree di pertinenza della stessa, colmate alla quota originaria.

Altri aspetti antropici di particolare risalto sono dati dall'Autostrada " A31" e dalla Bretella Thiene-Schio, che con il loro tracciato sia in trincea che in rilevato caratterizzano la porzione Nord-Occidentale del territorio comunale.



## 4 - Valutazione di compatibilità idraulica

Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche nel 1° P.I., sin dalla fase di progettazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la realizzazione di nuovi fabbricati, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali, oltre alle possibili alterazione del regime idraulico che la trasformazione d'uso del suolo derivante dalle opere può venire a determinare.

Sono quindi state prima analizzate le problematiche di carattere idraulico e poi sono state definite le specifiche discipline per non aggravare il livello di rischio idraulico, fino ad indicare la tipologia e la consistenza delle misure compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

Il P.A.T. del comune ha individuato le aree interessate prevalentemente dal 1° P.I. come zone trasformabili, cioè possibili di trasformazione urbanistica, in quanto posta ai limiti di zone urbanisticamente realizzate e quasi completamente edificate, prevedendo per tali zone azioni e strategie atte a consentire il miglioramento della qualità urbana.

### 4.1 - Il rischio idraulico - Definizioni

L'Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, con delibera n. 3/2012, ha adottato le misure di salvaguardia relative al P.A.I. Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino dei fiumi Brenta-Bacchiglione (secondo Legge 267/98 e Legge 365/2000), con le relative norme di attuazione, in cui sulla base dei principi generali contenuti nel punto 2 del D.P.C.M. 29 settembre 1998, venivano classificati i territori in funzione delle condizioni di pericolosità e rischio. Con il termine di rischio, ed in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori caratteristici interessanti la zona oggetto di studio:

- la pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (P): la pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno ( $T_r$ ), che rappresenta l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;
- il valore degli elementi sottoposti al rischio, intesi come persone, beni localizzati e diffusi, patrimonio ambientale (**E**);
- la vulnerabilità degli elementi a rischio (V), cioè l'attitudine a subire danni, reversibili ed irreversibili, per effetto dell'evento calamitoso; generalmente il rischio può esprimersi mediante un coefficiente compreso tra **0** (assenza di danno o di pericolo) e **1** (massimo pericolo e massima perdita).

Si definisce, pertanto, il danno come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$D = E * V$$

Il rischio, può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:

$$R = P * E * V = P * D$$

In base ai criteri classificativi del rischio disposti nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento (D.P.C.M. 29/9/98), le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- **R1 Moderato**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono



marginali;

- **R2 Medio:** per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R3 Elevato:** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **R4 Molto elevato:** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.

Dal punto di vista pratico, nel campo della difesa del suolo, secondo la più recente letteratura internazionale, il rischio è definito dalla probabilità che un determinato evento naturale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo, alle sue attività e ai beni culturali, ambientali, naturalistici e paesaggistici.

Considerare l'eventualità dei processi ed esaminare i possibili effetti significa pertanto valutare la pericolosità ed il rischio presenti in una determinata area.

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

Le difficoltà maggiori, nell'effettuare l'analisi del rischio, derivano da una mancanza di dati statistici specificatamente raccolti, da utilizzarsi per la determinazione della frequenza dei fenomeni di dissesto e quindi dalla loro probabilità di accadimento.

Riassumendo, le diverse situazioni sono individuate in funzione delle condizioni di pericolosità e rischio nelle seguenti classi:

pericolosità	rischio
P1 (pericolosità moderata)	R1 (rischio moderato)
P2 (pericolosità media)	R2 (rischio medio)
P3 (pericolosità elevata)	R3 (rischio elevato)
P4 (pericolosità molto elevata)	R4 (rischio molto elevato)

Esperienze recenti e del passato pongono chiaramente in evidenza che la difesa da questi processi, la tutela della pubblica incolumità e la tutela delle risorse ambientali devono fondarsi su un quadro di conoscenza che ponga in evidenza non solo i fenomeni in atto, ma fornisca anche gli elementi necessari ad una previsione di quelli potenziali, onde prevenirli adottando opportune strategie d'intervento e pianificatorie che, secondo le diverse situazioni saranno finalizzate a:

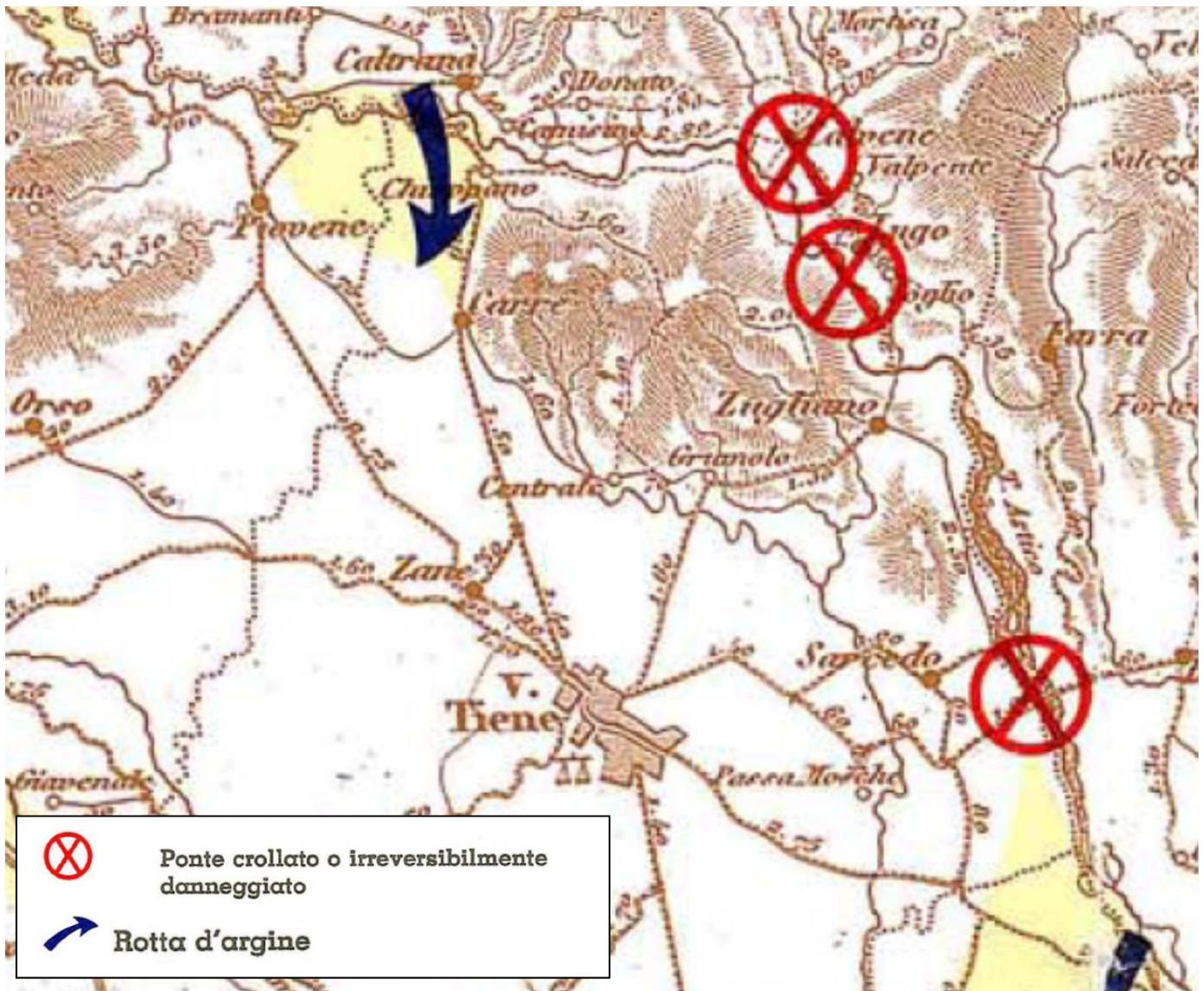
- rimuovere le cause che generano il pericolo ed impedire quindi che un determinato fenomeno si verifichi;
- realizzare sistemi difensivi capaci di controllare lo sviluppo dei fenomeni annullandone od attenuandone gli effetti più gravi;

- imporre vincoli o limitazioni d'uso del territorio onde evitare la proliferazione di nuove situazioni di potenziale pericolo.

In tal senso il P.A.I. definisce, quali fondamentali punti di partenza, la caratterizzazione del territorio in termini di pericolosità (effetti sulla pianificazione del territorio), nonché la schematizzazione da attribuire al territorio in funzione dell'uso (programmazione per la rimozione delle cause e la mitigazione degli effetti).

#### 4.2 Valutazione della criticità idraulica del territorio comunale

Per definizione, sono considerate e definite pericolose le aree che sono state soggette ad allagamento almeno nel corso degli ultimi cento anni.



AUTORITÀ DI BACINO - Carta dell'evento alluvionale dell'autunno 1882

Dalle carte degli allagamenti allegate, fornite dall'Autorità di Bacino competente, con riferimento alle alluvioni del 1882 e del 1966, si evidenzia che non esistono aree esondabili sul territorio comunale di Zanè e che la rete idrografica, normalmente con funzione di drenaggio e bonifica, risulta idonea anche a fronte di eventi particolarmente intensi o prolungati ed adeguata con le continue trasformazioni dell'assetto del territorio.



Anche l'Autorità di Bacino nell'adozione delle misure di salvaguardia per l'assetto idrogeologico dei bacini, non ha incluso le zone di variante in nessuna classe di rischio.



AUTORITÀ DI BACINO - Carta degli allagamenti dell'evento alluvionale del novembre 1966

#### 4.3 - Valutazione del rischio e della pericolosità idraulica

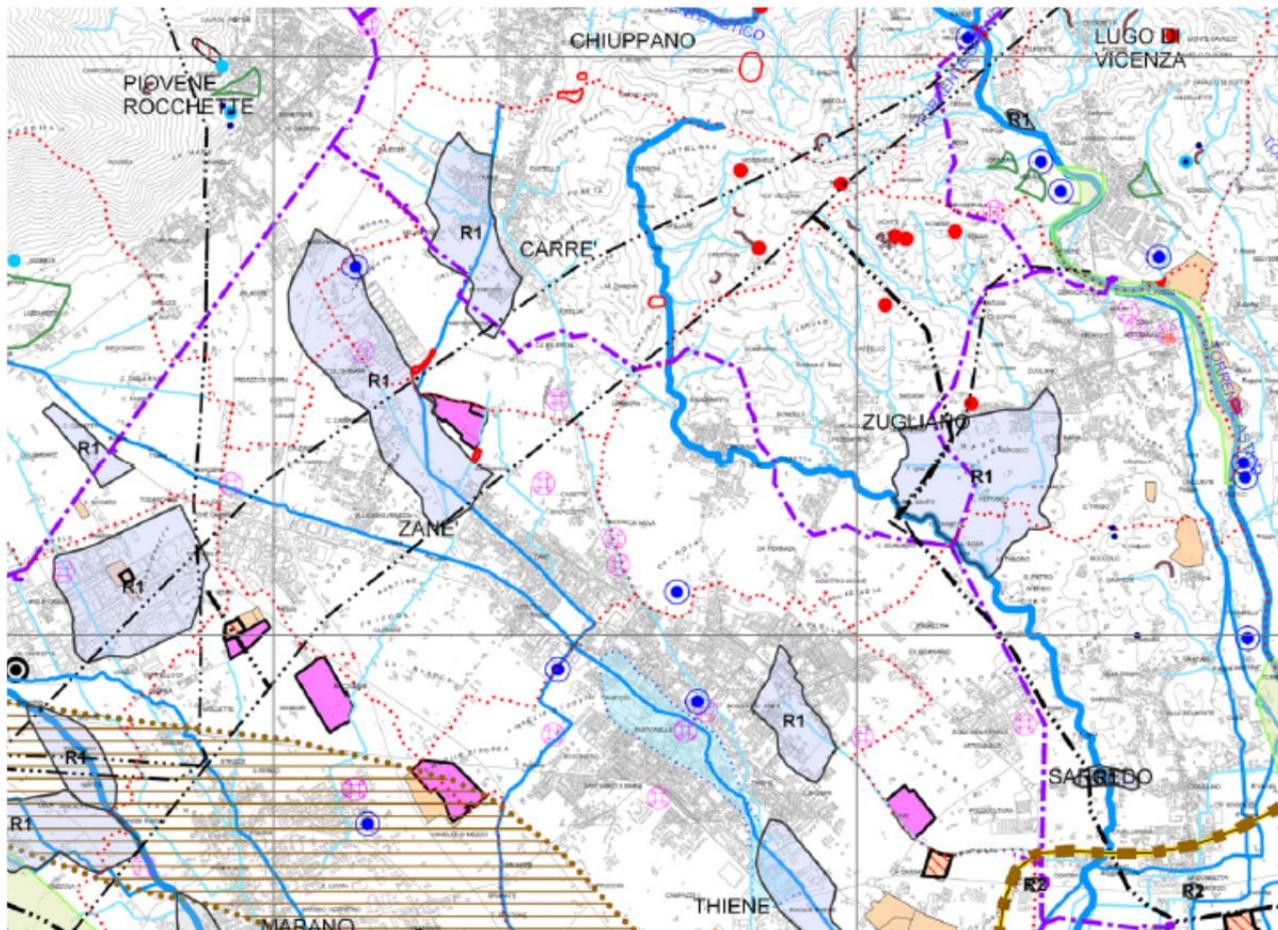
Da un punto di vista morfologico, il territorio comunale di Zanè corrisponde ad un tratto della "alta pianura alluvionale", posta sulla destra idrografica del torrente Astico e ricadente nell'ambito dell'ampia conoide fluvio-glaciale di quest'ultimo.

Nell'ambito della Carta delle Fragilità del P.T.C.P. è stata individuata una zona caratterizzata da un possibile dissesto idrogeologico: si tratta di una "area interessata da inondazioni periodiche o di ristagno idrico".

Si precisa che tale perimetrazione è stata desunta dalla bibliografia ufficiale, ma non sono state riscontrate evidenze di tale dissesto.

Si è recepita quindi la delimitazione di una zona a basso rischio idraulico **R1** indicata nel Piano Provinciale di Emergenza della Provincia di Vicenza, su segnalazione del Consorzio di Bonifica "Medio Astico-Bacchiglione", e reintrodotta nella cartografica dell'ultimo Piano Territoriale di Coordinamento

Provinciale, e per cui valgono le "disposizioni comuni per le aree di pericolosità idraulica, geologica e da valanga". Il medesimo Consorzio, durante gli incontri preliminari alla stesura della presente relazione, ha fatto presente che, successivamente alla stesura del Piano Provinciale di Protezione Civile, sono stati effettuati degli interventi che rendono ora la zona in questione sicura dal punto di vista idraulico eliminando così il rischio precedentemente segnalato.



PTCP - Estratto carta della fragilità

#### 4.4 Analisi delle azioni del primo P.I.

Il progetto del 1° P.I., come già descritto, prevede alcune trasformazioni di aree a fini edilizi; le superficie interessate, i parametri edilizi assegnati nonché l'eventuale ripartizione interna dell'area, in prima analisi e ciò sulla base di un primo dimensionamento del PUA o dall'applicazione dei dati stereometrici, vengono così riassunti:

Tipologia intervento	Superfici interessata (m <sup>2</sup> )	Superfici coperte (%)	Superfici pavimentate (%)	Massetti drenanti (%)	Aree verdi (%)	Viali inghiaciati (%)
Edilizia residenziale C2.6	6.473	26,77	13,45	==	59,78	==
Edilizia residenziale C1.2	1.350	34,52	17,16	==	48,33	==
Edilizia residenziale C1.3	1.144	25,69	16,94	==	57,37	==
Edilizia commerciale D1.b	7.135	44,44	55,56	==	==	==

Negli agglomerati di edificazione diffusa, invece, all'interno dei nuclei agricoli individuati ai sensi dell'art. 23 del P.A.T., gli interventi puntuali adottati i dal 1° P.I. hanno tutti una superficie inferiore a 800 m<sup>2</sup>, e quindi di trascurabile impermeabilizzazione potenziale.



## 5 - Misure compensative e/o di mitigazione

### 5.1 Analisi statistica dei dati di precipitazione del territorio

L'analisi dei dati pluviometrici ha lo scopo di definire le possibili altezze di pioggia associate ad eventi con diversi tempi di ritorno, cioè con diverse probabilità di accadimento dell'evento. Tali altezze di pioggia permettono poi di determinare le massime portate che affluiscono nelle sezioni interessate dai corsi d'acqua. A tal fine, vengono elaborate statisticamente le registrazioni pluviometriche rilevate, per periodi superiori ed inferiori ad 1 ora, da una stazione di misura con una serie storica sufficientemente lunga. Sono state considerate principalmente le piogge rilevate nello studio condotto dal CNR per conto della Regione del Veneto "Distribuzione spazio temporale delle piogge intense nel Triveneto" dalla stazione pluviografica di Vicenza (Fonte C.N.R.).

	<b>1 ora</b>	var	<b>3 ore</b>	var	<b>6 ore</b>	var	<b>12 ore</b>	var	<b>24 ore</b>	var
<b>1931</b>	23,80	4,84	30,00	7,94	45,80	- 1,30	53,20	4,95	59,40	12,59
<b>1932</b>										
<b>1933</b>	11,30	17,34	25,80	12,14	28,50	16,00				
<b>1934</b>	45,80	- 17,16	87,80	- 49,86	96,00	- 51,50	105,60	- 47,45	106,20	- 34,21
<b>1935</b>	10,20	18,44	18,50	19,44	25,40	19,10			70,80	1,19
<b>1936</b>	25,40	3,24	32,40	5,54	39,00	5,50	54,20	3,95	60,80	11,19
<b>1937</b>	31,00	- 2,36	50,00	- 12,06	54,60	- 10,10	56,20	1,95	101,20	- 29,21
<b>1938</b>	21,00	7,64	24,40	13,54	38,80	5,70	39,40	18,75	44,80	27,19
<b>1939</b>	16,00	12,64	23,20	14,74	32,00	12,50	46,40	11,75	51,50	20,49
<b>1940</b>	29,00	- 0,36	36,40	1,54	40,00	4,50	55,60	2,55	55,90	16,09
<b>1941</b>	43,60	- 14,96	46,00	- 8,06	59,00	- 14,50	70,00	- 11,85	70,00	1,99
<b>1942</b>	39,80	- 11,16	42,40	- 4,46	48,60	- 4,10	48,60	9,55	77,40	- 5,41
<b>1943</b>	24,40	4,24	27,50	10,44	40,00	4,50	43,20	14,95	58,60	13,39
<b>1944</b>	12,50	16,14	27,00	10,94	30,80	13,70			48,80	23,19
<b>1945</b>	9,80	18,84	25,00	12,94	33,00	11,50			77,60	- 5,61
<b>1946</b>	63,60	- 34,96	74,00	- 36,06	75,20	- 30,70	89,00	- 30,85	94,80	- 22,81
<b>1947</b>	30,80	- 2,16	38,00	- 0,06	38,40	6,10	42,00	16,15	44,40	27,59
<b>1948</b>	33,00	- 4,36	35,00	2,94	36,80	7,70	48,00	10,15	66,40	5,59
<b>1949</b>	16,60	12,04	37,60	0,34	40,60	3,90	43,00	15,15	70,80	1,19
<b>1950</b>	21,00	7,64	25,60	12,34	39,00	5,50	46,80	11,35	55,60	16,39
<b>1951</b>	27,40	1,24	35,00	2,94	36,00	8,50	48,00	10,15	81,60	- 9,61
<b>1952</b>	29,60	- 0,96	46,20	- 8,26	57,60	- 13,10	85,40	- 27,25	95,80	- 23,81
<b>1953</b>	27,80	0,84	36,00	1,94	39,80	4,70	45,20	12,95	64,80	7,19
<b>1954</b>	58,00	- 29,36	75,40	- 37,46	79,60	- 35,10	80,60	- 22,45	80,60	- 8,61
<b>1955</b>	29,80	- 1,16	31,00	6,94	38,80	5,70	50,40	7,75	66,00	5,99
<b>1956</b>	31,60	- 2,96	32,20	5,74	32,20	12,30	42,00	16,15	74,20	- 2,21
<b>1957</b>	20,00	8,64	27,00	10,94	43,00	1,50	45,60	12,55	59,40	12,59
<b>1958</b>	22,00	6,64	37,60	0,34	39,40	5,10	46,00	12,15	56,00	15,99
<b>1959</b>	31,60	- 2,96	39,00	- 1,06	43,60	0,90	64,60	- 6,45	82,60	- 10,61
<b>1960</b>	30,40	- 1,76	36,00	1,94	46,40	- 1,90	54,80	3,35	63,80	8,19
<b>1961</b>	25,60	3,04	27,40	10,54	27,40	17,10	36,60	21,55	53,20	18,79
<b>1962</b>	17,00	11,64	29,60	8,34	47,00	- 2,50	60,20	- 2,05	62,80	9,19
<b>1963</b>	31,00	- 2,36	38,00	- 0,06	39,40	5,10	51,20	6,95	55,20	16,79
<b>1964</b>	34,20	- 5,56	40,00	- 2,06	54,40	- 9,90	55,80	2,35	79,40	- 7,41
<b>1965</b>	20,40	8,24	31,80	6,14	36,20	8,30	47,20	10,95	53,40	18,59
<b>1966</b>	23,00	5,64	38,60	- 0,66	38,60	5,90	43,20	14,95	78,80	- 6,81
<b>1967</b>	80,00	- 51,36	120,00	- 82,06	137,00	- 92,50	138,40	- 80,25	143,80	- 71,81
<b>1968</b>	51,00	- 22,36	71,20	- 33,26	90,80	- 46,30	91,40	- 33,25	95,20	- 23,21



1969	30,00	- 1,36	39,80	- 1,86	46,20	- 1,70	48,20	9,95	60,00	11,99
1970	22,20	6,44	26,60	11,34	26,60	17,90	36,60	21,55	48,00	23,99
1971	21,60	7,04	21,60	16,34	30,60	13,90	38,80	19,35	56,00	15,99
1972	30,60	- 1,96	35,40	2,54	41,20	3,30	44,20	13,95	63,40	8,59
1973	16,50	12,14	26,50	11,44	29,50	15,00			55,00	16,99
1974	14,50	14,14	24,30	13,64	27,60	16,90			64,60	7,39
1975	32,60	- 3,96	33,20	4,74	33,20	11,30	57,00	1,15	81,00	- 9,01
1976	37,20	- 8,56	42,00	- 4,06	42,40	2,10			60,00	11,99
1977	14,60	14,04	23,80	14,14	37,20	7,30	41,20	16,95	55,20	16,79
1978	29,00	- 0,36	33,00	4,94	35,80	8,70	48,00	10,15	73,40	- 1,41
1979	40,20	- 11,56	45,60	- 7,66	45,60	- 1,10	49,20	8,95	60,00	11,99
1980	22,00	6,64	48,00	- 10,06	58,00	- 13,50	65,00	- 6,85	74,00	- 2,01
1981	22,60	6,04	25,00	12,94	35,80	8,70	71,40	- 13,25	104,00	- 32,01
1982	32,00	- 3,36	35,80	2,14	44,00	0,50	71,40	- 13,25	104,00	- 32,01
1983	36,20	- 7,56	37,80	0,14	39,00	5,50	52,00	6,15	98,00	- 26,01
1984	29,40	- 0,76			52,60	- 8,10	52,60	5,55	55,60	16,39
1985	20,00	8,64	20,20	17,74	31,00	13,50	60,00	- 1,85	90,00	- 18,01
1986	28,00	0,64	30,20	7,74	40,20	4,30	63,00	- 4,85	86,00	- 14,01
1987	26,80	1,84	39,00	- 1,06	64,80	- 20,30	97,40	- 39,25	107,80	- 35,81
1988	32,80	- 4,16	33,80	4,14	42,80	1,70	76,80	- 18,65	83,80	- 11,81
1989	31,80	- 3,16	49,60	- 11,66	55,00	- 10,50	72,60	- 14,45	102,60	- 30,61
1990	12,00	16,64	20,00	17,94	31,20	13,30	46,20	11,95	69,60	2,39
1991	23,00	5,64	32,00	5,94	47,40	- 2,90	80,40	- 22,25	83,60	- 11,61
1992					27,00	17,50			62,40	9,59
1993					13,00	31,50			67,60	4,39
1994	50,00	- 21,36	65,80	- 27,86	74,60	- 30,10	74,60	- 16,45	82,40	- 10,41
1995	22,00	6,64	30,80	7,14	37,40	7,10	40,60	17,55	63,00	8,99
1996	28,00	0,64	34,00	3,94	34,20	10,30	41,60	16,55	71,20	0,79
1997									91,10	- 19,11
1998									82,20	- 10,21
1999									77,00	- 5,01
2000									52,50	19,49
2001									71,50	0,49
2002									60,20	11,79
2003									51,30	20,69
2004									60,00	11,99
2005									61,90	10,09
2006									94,00	-22,01
2007									46,80	25,19
2008									43,00	28,99
2009									108,00	-36,01
media M	28,64	0,00	37,94	0,00	44,50	0,00	58,15	0,00	71,99	0,00

I parametri caratteristici della rilevazione, valore medio "μ" e scarto quadratico medio "σ", vengono ricavati e di seguito riepilogati:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \mu)^2}{(n - 1)}}$$

da cui:



	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Valore medio "μ"	28,64	37,94	44,50	58,15	71,99
Scarto quadratico medio "σ"	12,789	17,365	19,013	19,895	18,961

Per brevi periodi inferiori all'ora (scrosci), si può fare riferimento alla stazione ARPAV di Montecchio Precalcino, però con una limitata serie di dati in considerazione del modesto periodo di installazione della stazione di rilevamento.

Anno	STAZIONE ARPAV DI MONTECCHIO PRECALCINO Pioggia in mm				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti
1994	11,2	20	25,4	33,8	47,6
1995	11,2	20,8	29,4	50,2	52,4
1996	12	20,4	24,8	28,2	33,4
1997	6	10,4	12,4	14,4	17,6
1998	8,2	14,2	20,4	29,8	32,6
1999	11,8	20,8	26,6	39,2	45,2
2000	10,4	17,8	23,4	40	46,6
2001	7,4	13,2	18	21,8	25
2002	15,2	28,2	35,2	38,8	38,8
2003	6,8	10,8	11,4	12	12
2004	7,8	12,6	17,4	32	41,8
2005	7,8	14,4	17,2	21,4	26,2
2006	7	13	16	18,8	19,4
2007	6,2	8,4	11	16,6	19,6
2008	11,4	14,2	17,2	29	35,2
2009	14	19,2	22,8	34,8	43,2
2010	10,4	20,4	27	33,6	33,8
2011	12	17,8	19,2	20	20
2012	18,4	27	30,6	36	39,8

I parametri caratteristici della rilevazione, valore medio "μ" e scarto quadratico medio "σ", vengono ricavati e di seguito riepilogati:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \mu)^2}{(n - 1)}}$$

da cui:

	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min
Valore medio "μ"	10,274	17,032	21,337	29,968	33,168
Scarto quadratico medio "σ"	3,316	5,379	6,741	10,160	11,813

## 5.2 Tempo di ritorno - Curva di possibilità pluviometrica

Il parametro fondamentale per l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche di progetto, e che ha diretta influenza sul dimensionamento della rete e delle opere di smaltimento meteorico, è il tempo di ritorno "T<sub>r</sub>" degli eventi pluviometrici, ovvero il periodo di tempo mediamente intercorrente tra due eventi pluviometrici di prefissata intensità. In questa sede, come indicato nell'All. "A" al DGRV n. 2948 del 6 ottobre '09, si utilizza un tempo minimo di ritorno T<sub>r</sub> = 50 anni e T<sub>r</sub> = 200 anni, in condizioni



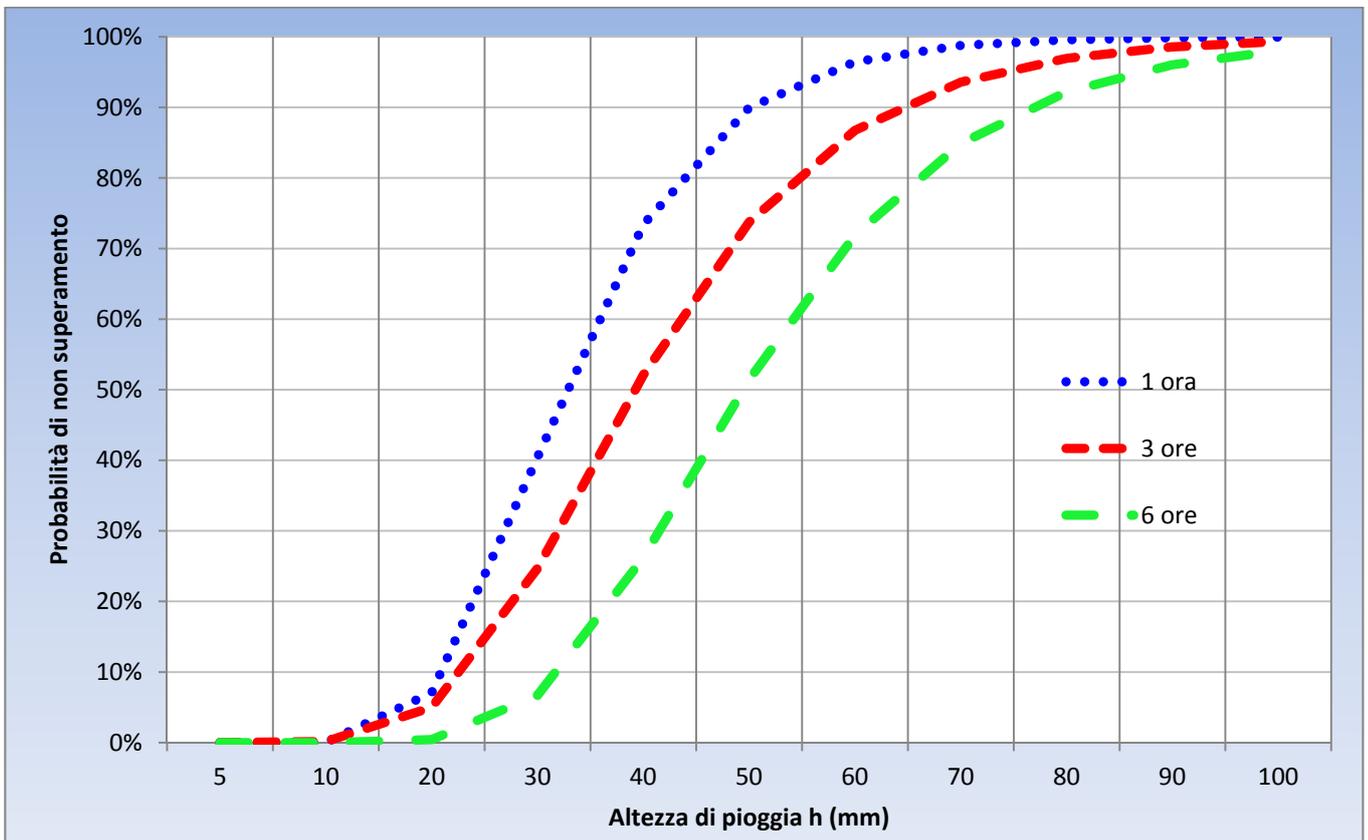
particolari più avanti descritte.

L'elaborazione dei dati pluviometrici porta all'individuazione della relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate, che risulta maggiormente attendibile quanto più è esteso nel tempo il periodo di osservazione.

Con i dati pluviometrici a disposizione, l'obiettivo è stato quello di pervenire all'individuazione di una espressione matematica in modo da determinare la probabile altezza di pioggia massima di durata generica "t"; l'approccio che si è seguito, una volta ipotizzato, come generalmente e tecnicamente si fa, un legame funzionale del tipo:

$$h_{max} = a * t^n$$

con "a" e "n" costanti da determinare - è quello statistico-probabilistico, dove una volta individuato il modello matematico più congruente e prossimo all'interpretazione del fenomeno fisico, consente di stimare l'evento "x" che ha "P" probabilità di non essere superato, ovvero che **ha tempo di ritorno "T"** (come è noto si intende per tempo di ritorno quel numero di anni entro il quale c'è da attendersi che in media l'evento "x" venga superato una volta).



Talvolta, si può facilitare la determinazione delle costanti tramite l'introduzione di una relazione su base logaritmica:

$$\log(h_{max}) = \log a + n \log t$$

Le linee segnalatrici consentono di determinare le altezze di pioggia associate ad eventi pluviometrici di una certa durata e con un certo tempo di ritorno.

Definendo P(h) la probabilità di non superamento di una certa altezza di pioggia "h", il tempo di ritorno "Tr" è dato da:

$$T_r = \frac{1}{1 - P(h)}$$



Per calcolare le linee segnalatrici si è proceduto nel seguente modo:

1. determinazione, sulla base delle osservazioni disponibili, delle funzioni di probabilità  $P(h_t)$  che forniscono la probabilità di non superamento di ogni valore  $h_t$  di precipitazione della durata  $t$  considerata;
2. dalle curve prima ottenute, si determinano le altezze di pioggia corrispondenti a vari tempi di ritorno di interesse;
3. infine si interpolano i punti sul piano  $(t, h)$  che rappresentano i massimi annuali col tempo di ritorno  $T$  per le diverse durate con una curva, appunto la curva segnalatrice di possibilità climatica.

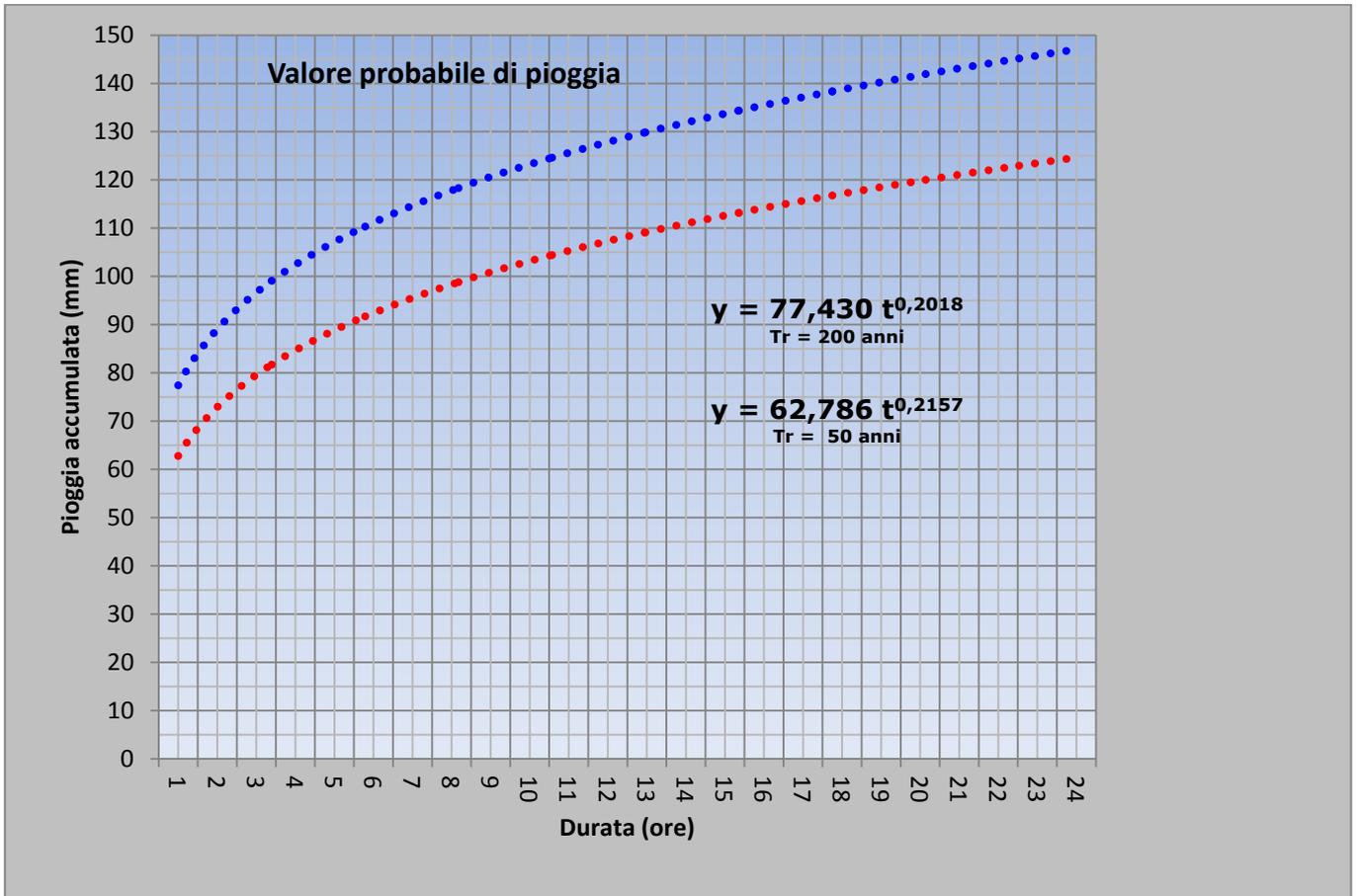
Per quanto riguarda la legge teorica di distribuzione delle probabilità, trattandosi di eventi massimi, il modello che meglio interpreta i valori e che più adeguatamente descrive il fenomeno fisico è quello del doppio-esponenziale di **Gumbel**; nel caso in esame, essendo la variabile l'altezza massima " $h_t$ " di precipitazione di durata " $t$ ", può scriversi:

$$P(h_t) = e^{-e^{-\alpha_t(h_t-\epsilon_t)}}$$

ove  $P(h_t)$  misura la probabilità che l'evento " $h_t$ " non venga superato; " $\alpha_t$ " ed " $\epsilon_t$ " sono i parametri della legge di distribuzione di Gumbel che dipendono dalla media " $\mu$ " e dallo scarto quadratico medio " $\sigma$ " relativi ai valori osservati, tramite le relazioni:

$$\alpha_t = 1,2825/\sigma$$

$$\epsilon_t = \mu - 0,45006$$



Pertanto, dalle elaborazioni sopra descritte, con durata di pioggia  $1 < t < 24$  ore e  $T_r=50-200$  anni, sulla base dei dati forniti, si è pervenuti all'adozione della conseguente curva di possibilità



pluviometrica.

e pertanto, per  $T_r=50$  anni

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

mentre per  $T_r=200$  anni

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

dove:

- h [mm] altezza di pioggia cumulata nell'intervallo di tempo "t";
- t [ore] durata della pioggia.

Per brevi e limitati periodi inferiori all'ora (**scrosci**), lo stesso diagramma assume la forma sopra-riportata dove i parametri caratteristici, per  $T_r=50$  anni :

$$h = 6,8694 * t^{0,5665}$$

mentre per  $T_r=200$  anni

$$h = 7,9582 * t^{0,5756}$$

dove:

- h [mm] altezza di pioggia cumulata nell'intervallo di tempo "t";
- t [min] durata della pioggia.

### 5.3 Definizione del tempo di corrivazione

Un parametro da definire nel calcolo delle portate meteoriche è il valore del tempo di corrivazione, inteso come tempo necessario ad una particella d'acqua per raggiungere la sezione di verifica del collettore in esame, partendo dall'istante in cui la pioggia tocca il suolo. L'importanza di tale parametro discende dal fatto che la portata massima di calcolo, in una determinata sezione di un collettore, si ottiene in corrispondenza di eventi pluviometrici aventi durata pari al tempo di corrivazione. In considerazione delle indicazioni dei Consorzio di Bonifica e dove le reti meteoriche vengono messe in crisi da piogge intense della durata di qualche ora, per la valutazione dell'afflusso meteorico si considerano critiche le piogge di durata inferiore alle 24 ore. Per bacini urbani il tempo di corrivazione ( $T_c$ ) può essere stimato, con buona approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete ( $T_a$ ), che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete ( $T_r$ ) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura; la velocità in rete, che per evitare problemi di deposito - per suoi valori bassi - o erosione - per suoi valori alti - deve essere normalmente compresa tra 0,5 e 4 m/sec., è responsabile, anche in base della lunghezza del tratto considerato, del tempo di rete  $T_r$ .

Le relazioni sperimentali più applicate per il calcolo del tempo di accesso alla rete  $T_a$  [ore] vengono da vari autori, tramite verifiche sperimentali, così descritte:

**Ventura**

$$T_a = 0,1272 \sqrt{\frac{S_b}{I_m}}$$

**Pasini**

$$T_a = \frac{0,108}{\sqrt{I_m}} (S_b * L_a)^{1/3}$$

**Giandotti**

$$T_a = \frac{4 * \sqrt{S_b} + 1,50 L_a}{0,8 * \sqrt{Z_m - Z_o}}$$

**Mambretti&Paoletti**

$$T_a = \frac{1714 * S_b^{0,30}}{I_m * K_s * h_c * \varphi^{0,25}}$$



Civil Engineering Department (Maryland)

$$T_a = \left[ 26,3 * \frac{(L/K_s)}{(3600^{0.4(1-n)} * a^{0.4 * t^{0.3}})} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}}$$

dove:

 $S_b$  = area bacino [km<sup>2</sup>] $L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km] $V$  = velocità media di scorrimento superficiale [m/sec]: si può porre variabile da 0.9 ÷ 1:5 m/sec $Z_m$  = quota media del bacino [m.l.m.] $Z_o$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.l.m.] $I_m$  = pendenza media dell'asta principale del bacino $h_c$  = pioggia caduta nel tempo  $T_c$  $K_s$  = coefficiente di scabrezza del suolo - Strickler (~18)

#### 5.4 Il metodo per il calcolo delle portate

Tra i vari metodi di calcolo delle portate di piena in una rete bianca si dovranno adottare metodi analitici o modelli matematici, come indicato DGRV n. 2948/09. Su indicazione del Consorzio di Bonifica "Alta Pianura Veneta" per lo studio di aree di modeste dimensioni, si dovranno utilizzare modelli analitici di trasformazione afflussi/deflussi, da scegliere fra il Metodo Razionale (più utilizzato in Italia), il Metodo Curve Number (proposto dal Soil Conservation Service americano) e il Metodo Cinematico.

Per la valutazione delle portate scolanti nella situazione antecedente alla trasformazione del territorio e cioè alla realizzazione dell'opera, in modo da poterle confrontare con quelle di progetto per il calcolo dei volumi di laminazione delle piene, si deve prendere come riferimento il valore del coefficiente udometrico medio pari a  $U = 10 \text{ l/s } h_a$ , valore normalmente prescritto dai vari enti e rappresentativo di un'area antropizzata a bassa percentuale di impermeabilizzazione.

Ad ogni modo, in considerazione del fatto che tale coefficiente è legato alle specifiche zone, alle superfici e al tipo di intervento, oltre che al mezzo recettore, il Consorzio di Bonifica "Alta Pianura Veneta" prescrive di rivolgersi a loro in fase progettuale esecutiva dei nuovi interventi per la verifica del calcolo delle portate da far defluire nei canali attraverso delle bocche tarate.

#### 5.5 Smaltimento delle acque

Lo smaltimento delle acque meteoriche, in funzione del terreno interessato e la presenza di eventuali corpi ricettori, andrà normalmente realizzato mediante diverse modalità e precisamente:

- invaso di contenimento, con recapito a corpi idrici superficiali;
- infiltrazione facilitata negli strati superficiali del sottosuolo, con funzione di reimmissione in falda, effettuata sotto forma di pavimentazioni permeabili, trincee drenanti, vasche o condotte disperdenti;
- dispersione sul terreno, nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione di scolo e/o scarico delle acque verso un corpo recettore.

Considerato che i terreni di Zanè hanno un coefficiente di filtrazione medio di  $k > 3 * 10^{-4} \text{ m/s}$  come si desume dalla documentazione prodotta nella relazione geologica in sede del P.A.T., si prevede che



buona parte o meglio la totalità della quantità dell'acqua venga temporaneamente accumulata in invasi di capacità sufficiente a contenere le portate critiche calcolate e successivamente smaltita nelle forme più opportuno mediante un lento rilascio nel suolo grazie al deflusso verticale nel terreno e, in minima parte, evapotraspirazione.

## 5.6 Relazioni di calcolo dei volumi di invaso

Per la determinazione dei volumi minimi da invasare e/o da disperdere nel sottosuolo al fine di garantire l'invarianza idraulica della zona interessata dall'intervento, viene applicato alternativamente il *metodo razionale*, con definizione dell'equazione di continuità idraulica del bacino interessato o "*legge dei serbatoi*", oppure il *metodo cinematico*.

### a) Metodo razionale o dei serbatoi

Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica, si determinano le altezze di precipitazione accumulate per le varie durate di pioggia e quindi i volumi di afflusso relativi alle aree oggetto d'intervento; poi dai coefficienti udometrici forniti dal Consorzio di Bonifica, se in presenza di corpi recettori, si determinano i volumi costanti da far defluire da bocche tarate: la differenza fra afflussi-deflussi fornisce i volumi minimi di laminazione o di invaso, in funzione del tempo di pioggia:

$$V_{in}(t) - V_{out}(t) = V_{diff}(t)$$

Il volume in ingresso  $V_{in}(t)$ , reso dalle varie e differenti superfici scolanti componenti il bacino, è dato dal prodotto tra l'estensione " $S_B$ " del bacino interessato ed il relativo coefficiente di afflusso " $\varphi$ ", il cui valore viene determinato dalla media pesata dei coefficienti indicati dalla normativa regionale, in mancanza di dati effettivi sull'ambito di intervento interessato, e l'altezza " $h(t)$ " [mm.] di pioggia cumulata nell'intervallo di tempo " $t$ ":

$$V_{in} = \varphi * h(t) * S_B$$

Il volume in uscita  $V_{out}(t)$  è dato dall'aliquota immessa allo scarico nei corpi idrici superficiali e da quella smaltita per infiltrazione nel terreno.

L'aliquota immessa allo scarico nei corpi idrici superficiali viene normalmente indicata dai vari Enti di Bonifica, come precedentemente già riportato, non superiore  $U(t) = 10 \text{ l/s } h_a$ , e quindi:

$$V_{1out}(t) = U * S_B * t$$

mentre la portata eventualmente smaltita per deflusso nel terreno viene tecnicamente determinata attraverso la relazione di *Darcy*:

$$V_{2out}(t) = (K * i * S_D) * t$$

dove " $K$ " rappresenta la permeabilità verticale del terreno, " $i$ " il gradiente idraulico e " $S_D$ " l'estensione della superficie disperdente del sistema utilizzato.

Il gradiente idraulico " $i$ " può essere normalmente posto **pari a 1** qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

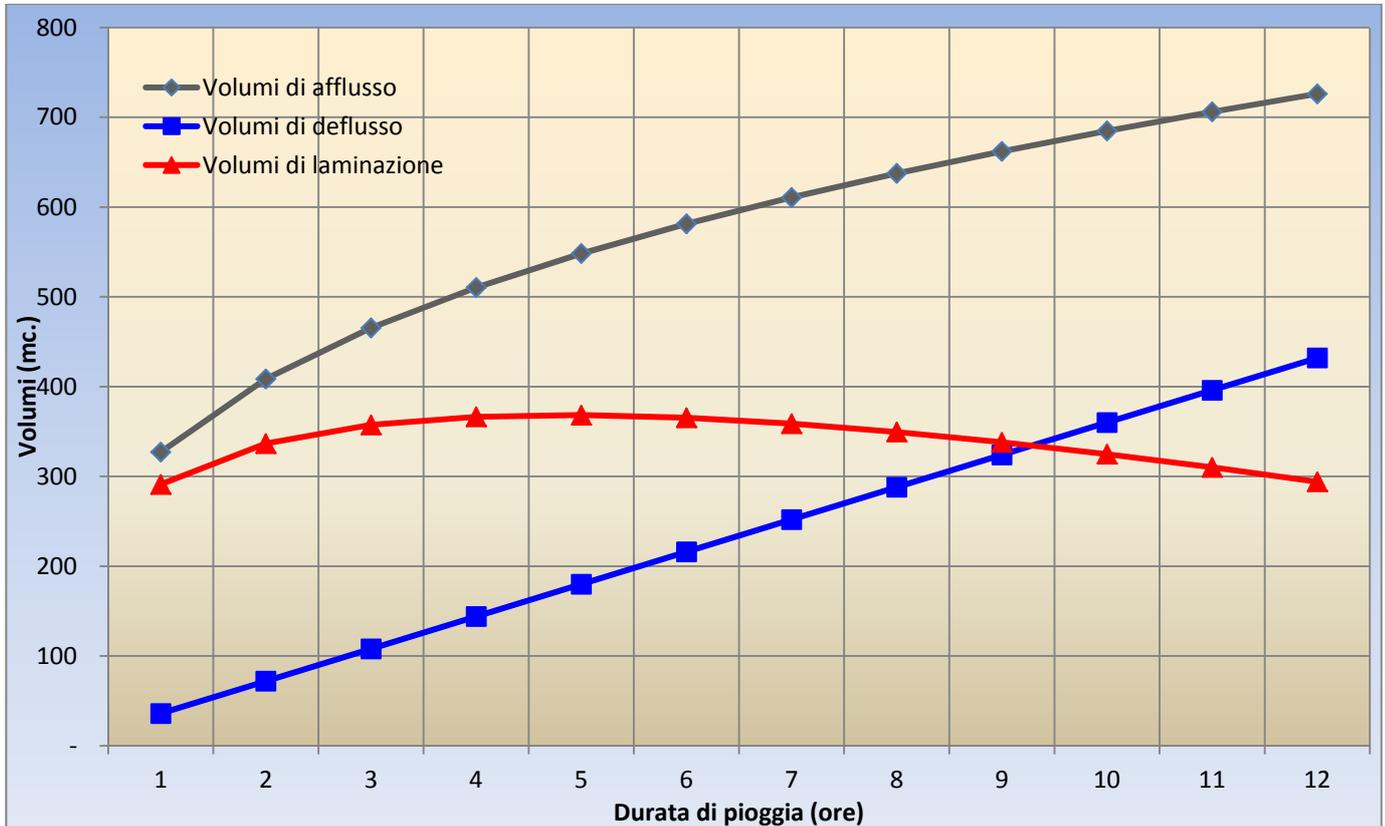
Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica, si determinano le precipitazioni accumulate per le varie durate di pioggia critica e quindi i volumi di afflusso relativi alle aree oggetto d'intervento; poi dai coefficienti udometrici forniti dal Consorzio di Bonifica per il bacino interessato si determinano i



volumi costanti da far defluire dai corpi idrici superficiali: la differenza fra afflussi-deflussi fornisce i volumi minimi di laminazione  $V_{diff}(t)$  in funzione del tempo di probabile pioggia critica:

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out} = (\varphi * h(t) * S_B) - [(U * S_B) + (K * i * S_D)] * t$$

Riportando in un diagramma cartesiano i valori, in base al tempo della durata ed intensità di pioggia, del volume di ingresso, di uscita e netto, si ricava – come nell'esempio riportato nel diagramma - il volume da assegnare al bacino di accumulo.



Non considerando l'aliquota di scarico dovuta all'infiltrazione nel terreno e derivando la precedente relazione rispetto al tempo ed eguagliando a zero la suddetta relazione, si ottiene il tempo massimo di durata della pioggia che, inserito nell'equazione dei serbatoi, determina il valore più alto del volume di invaso:

$$T_{max} = \theta_m = \left[ \frac{3600}{10000} * \frac{(U * S_B)}{(\varphi * S_B * a * n)} \right]^{\frac{1}{n-1}}$$

Inserendo il valore  $\theta_m$  trovato nella relazione di continuità:

$$W_m = \varphi * S * a * \left( \frac{Q_u}{\varphi * S * a * n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u * \left( \frac{Q_u}{\varphi * S * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

si determina per ogni singola zona trasformabile il volume massimo da invasare.

In considerazione della situazione idraulica esistente del territorio e del progetto delle opere, viene assunto un tempo di ritorno degli eventi atmosferici **di 50 o 200 anni**. Nella formula precedente al moltiplicatore "a" e all'esponente "n" della curva di possibilità pluviometrica, correlati entrambi all'estensione dell'area sottesa dalla sezione, ed "n" anche alla variabilità del coefficiente "φ" con la durata dell'evento meteorico, si devono apportare le seguenti correzioni:

- "a": è relativo al centro dell'evento piovoso (il pluviografo nel caso particolare). In

considerazione del fatto che l'intensità di pioggia non possa essere considerata costante sull'intero comprensorio preso in esame e che, al crescere dell'area interessata, si avrà un riduzione del coefficiente "a", tale riduzione può essere rappresentata mediante la seguente formula sperimentale, dovuta al Puppini:

$$a' = a * \left( 1 - 0.052 \frac{S}{100} + 0.002 \left( \frac{S}{100} \right)^2 \right)$$

dove S è la superficie in ettari ( $h_a$ ).

- "n": quanto sopra detto vale pure per il valore dell'esponente; si può pertanto utilizzare la seguente espressione di Puppini:

$$n_0 = n + n * 0.0175 * \frac{S}{100}$$

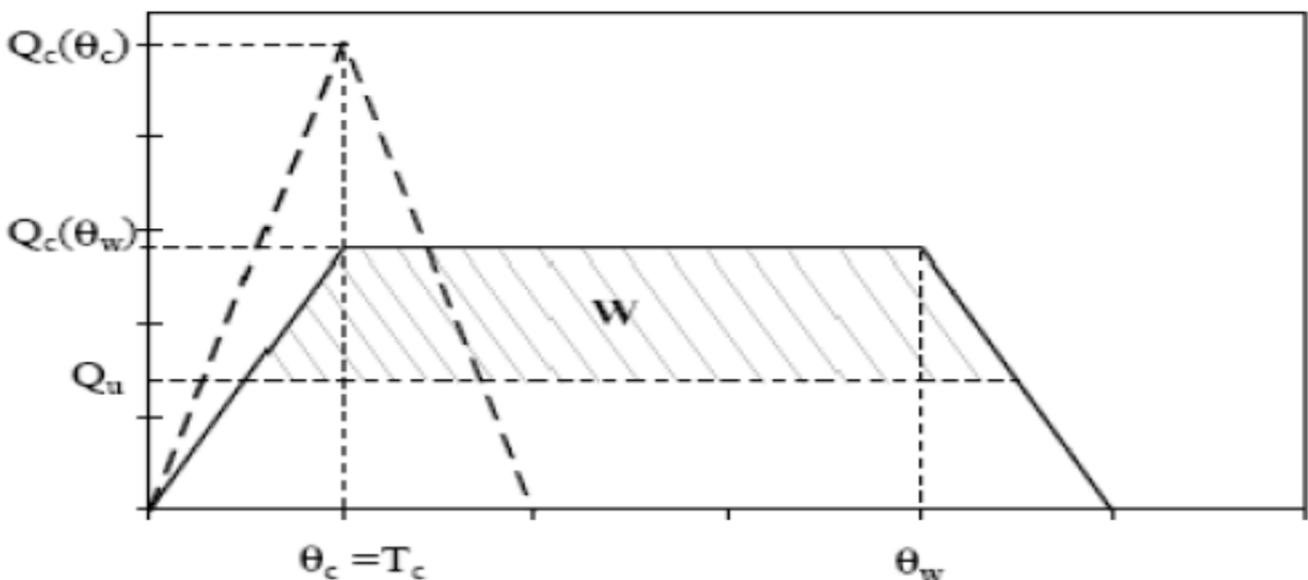
dove S è la superficie in ettari ed  $n_0$  il valore di n corretto.

Una ulteriore correzione da apportare all'esponente "n" originario serve per tenere debito conto della variazione del coefficiente di deflusso con la durata di pioggia. Secondo le esperienze del prof. Fantoli si può ritenere che il coefficiente "φ" sia proporzionale alla radice cubica dell'altezza di pioggia, da cui si perviene alla seguente correzione:

$$n' = \frac{4}{3} * n_0$$

#### **b) Metodo cinematico (Alfonsi & Orsi)**

Di seguito vengono riprese alcune moderne e pratiche formulazioni già note e presenti nella letteratura scientifica.



Considerando  $Q_u$  la massima portata ammissibile al recapito finale, in uscita su corpi idrici o a dispersione nel suolo dal bacino, ed assunto che sia costante nel tempo, la figura mostra il volume  $V_{inv}$  o  $W_{inv}$  che è necessario invasare all'interno della vasca di laminazione per una pioggia di durata  $\theta_w$  per un bacino il cui tempo di corrivazione sia  $\theta_c = T_c$  (si definisce *tempo di corrivazione* ( $T_c$ ), il tempo necessario alla goccia caduta nel punto "più lontano" del bacino per arrivare alla sezione di dispersione oppure l'intervallo di tempo necessario affinché, alla sezione considerata, si raggiunga la portata



massima, ossia quando giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino).

Analogamente  $Q_c(\theta_c)$  rappresenta la portata critica per una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e  $Q_c(\theta_w)$  la corrispondente alla pioggia di durata  $\theta_w$ .

Da semplici considerazioni grafiche ed elementari similitudini geometriche, il volume da invasare  $V_{inv}$  o  $W_{inv}$  risulta (Alfonsi & Orsi, 1987):

$$V_{inv} = W_{inv} = \varphi * S * a * \theta^n + T_c * Q_u^2 * \frac{\theta^{1-n}}{\varphi * S * a} - Q_u * \theta - Q_u * T_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume, cioè derivando la relazione sopradescritta rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero, si trova la relazione:

$$0 = n * \varphi * S * a * \theta_w^{n-1} + (1 - n) * T_c * Q_u^2 * \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u$$

dalla quale si ricava la durata critica  $\theta_w$  per il bacino, che, inserita nella relazione iniziale, consente di stimare il volume  $W_{inv}$  da assegnare al bacino interessato.

Il tempo di corrivazione, che rappresenta l'intervallo di tempo necessario affinché, alla sezione considerata, si raggiunga la portata massima, ossia quando giungano insieme i contributi di tutte le parti della pavimentazione viene specificatamente e singolarmente ricavato, tramite le relazioni precedentemente descritte.



## 6- Criteri di dimensionamento degli invasi

### 6.1 Determinazione del coefficiente di deflusso complessivo dell'area insediata

Si possono ragionevolmente individuare nei vari ambiti del territorio 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 "φ" dai singoli bacini scolanti.

Per determinare tale valore di "φ" di riferimento si deve procedere ad un'analisi dettagliata delle tipologie elementari di superfici scolanti, i cui coefficienti, ove non determinati analiticamente tramite indagini di campagna, dovranno essere convenzionalmente assunti come indicato nell'All. "A" della DGRV n. 2948/09:

<b>a. Superfici impermeabili: tetti, terrazze, strade asfaltate, piazzali</b>	φ = 0,90
<b>b. Superfici semi-permeabili: grigliati drenanti, strade in terra o stabilizzato</b>	φ = 0,60
<b>c. Superfici permeabili: aree a verdi</b>	φ = 0,20
<b>d. Aree agricole</b>	φ = 0,10

oppure quelli della Regione Lombardia, che per il piano di risanamento delle acque ha proposto uno schema più articolato nelle tipologie delle superfici interessate, e precisamente:

<b>a. Tetti di metallo o di ardesia</b>	φ = 0,90÷0,95
<b>b. Tetti normali in tegola di laterizio e cartone catramato</b>	φ = 0,85÷0,90
<b>c. Tetti di fibrocemento</b>	φ = 0,50÷0,70
<b>d. Lastricato d'asfalto e marciapiedi con manto impermeabile</b>	φ = 0,85÷0,90
<b>e. Lastricato in pietra o legno con connessioni sigillate</b>	φ = 0,75÷0,85
<b>f. Lastricato in pietre di grande taglio senza sigillatura dei giunti</b>	φ = 0,50÷0,70
<b>g. Massicciata in macadam all'acqua in pietre di piccolo taglio</b>	φ = 0,25÷0,60
<b>h. Viali inghiaati</b>	φ = 0,15÷0,30
<b>i. Superfici non edificate</b>	φ = 0,10÷0,20
<b>j. Superfici di parchi e giardini</b>	φ = 0,05÷0,10

Nel caso del P.I. in esame, la distribuzione degli spazi scoperti interni delle singole trasformazioni urbanistiche vengono mediamente così ripartiti secondo le varie tipologie d'uso e parametri edilizi attuativi:

<b>Tipologia intervento</b>	<b>Superfici interessata (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superfici coperte (%)</b>	<b>Superfici pavimentate (%)</b>	<b>Massetti drenanti (%)</b>	<b>Aree verdi (%)</b>	<b>Coefficiente di deflusso</b>
<i>Edilizia residenziale C2.6</i>	<b>6.473</b>	26,77	13,45	==	59,78	<b>0,4815</b>
<i>Edilizia residenziale C1.2</i>	<b>1.350</b>	34,52	17,16	==	48,33	<b>0,5618</b>
<i>Edilizia residenziale C1.3</i>	<b>1.144</b>	25,69	16,94	==	57,37	<b>0,4984</b>
<i>Edilizia commerciale D1.b</i>	<b>7.135</b>	44,44	55,56	==	==	<b>0,9000</b>

**6.2 Dimensionamento degli invasi di progetto di P.I. n. 1****6.2.1 - Trasformazione dell'area di proprietà Marca Truks s.r.l.**a) **metodo razionale** o dei serbatoi

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{in} = \varphi * S * h(t)$$

$$V_{out} = U * S * t = Q_u * t$$

$$V_{diff} = V_{in} - V_{out} = W = \varphi * S * h(t) - U * S * t$$

$$W = \varphi * S * a * t^n - Q_u * t$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>C</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C2.6	0,6473	<b>0,4815</b>	<b>10</b>	<b>2,133</b>	<b>180,74</b>	<b>279,22</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>C</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C2.6	0,6473	<b>0,4815</b>	<b>10</b>	<b>4,063</b>	<b>257,16</b>	<b>397,28</b>

b) metodo cinematico (Alfonsi & Orsi)

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{inv} = W_{inv} = \varphi * S * a * \theta^n + T_c * Q_u^2 * \frac{\theta^{1-n}}{\varphi * S * a} - Q_u * \theta - Q_u * T_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume, cioè derivando la relazione sopradescritta rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero, si trova la relazione:

$$0 = n * \varphi * S * a * \theta_w^{n-1} + (1 - n) * T_c * Q_u^2 * \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u$$

dalla quale si ricava la durata critica  $\theta_w$  per il bacino, che, inserita nella relazione iniziale, consente di stimare il volume  $W_{inv}$  da assegnare al bacino interessato.

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	$\varphi_{medio}$	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	$\theta_w$ (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C2.6	0,6473	<b>0,4815</b>	<b>10</b>	<b>0,1853</b>	<b>2,2693</b>	<b>185,47</b>	<b>286,53</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	$\varphi_{medio}$	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	$\theta_w$ (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C2.6	0,6473	<b>0,4815</b>	<b>10</b>	<b>0,1853</b>	<b>4,3213</b>	<b>265,65</b>	<b>410,40</b>

**6.2.2 - Trasformazione dell'area di proprietà Dal Maso Anna - Dal Maso Emanuela**a) **metodo razionale** o dei serbatoi

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{in} = \varphi * S * h(t)$$

$$V_{out} = U * S * t = Q_u * t$$

$$V_{diff} = V_{in} - V_{out} = W = \varphi * S * h(t) - U * S * t$$

$$W = \varphi * S * a * t^n - Q_u * t$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.2	0,1350	<b>0,5618</b>	<b>10</b>	<b>2,596</b>	<b>45,88</b>	<b>339,85</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.2	0,1350	<b>0,5618</b>	<b>10</b>	<b>5,018</b>	<b>66,24</b>	<b>490,69</b>

b) metodo cinematico (Alfonsi & Orsi)

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{inv} = W_{inv} = \varphi * S * a * \theta^n + T_c * Q_u^2 * \frac{\theta^{1-n}}{\varphi * S * a} - Q_u * \theta - Q_u * T_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume, cioè derivando la relazione sopradescritta rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero, si trova la relazione:

$$0 = n * \varphi * S * a * \theta_w^{n-1} + (1 - n) * T_c * Q_u^2 * \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u$$

dalla quale si ricava la durata critica  $\theta_w$  per il bacino, che, inserita nella relazione iniziale, consente di stimare il volume  $W_{inv}$  da assegnare al bacino interessato.

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	$\varphi_{medio}$	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	$\theta_w$ (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.2	0,1350	<b>0,5618</b>	<b>10</b>	<b>0,1211</b>	<b>2,6226</b>	<b>45,42</b>	<b>336,43</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	$\varphi_{medio}$	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	$\theta_w$ (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.2	0,1350	<b>0,5618</b>	<b>10</b>	<b>0,1211</b>	<b>5,0799</b>	<b>65,43</b>	<b>484,65</b>

**6.2.3 - Trasformazione dell'area di proprietà Silvestri Ruggero**a) **metodo razionale** o dei serbatoi

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{in} = \varphi * S * h(t)$$

$$V_{out} = U * S * t = Q_u * t$$

$$V_{diff} = V_{in} - V_{out} = W = \varphi * S * h(t) - U * S * t$$

$$W = \varphi * S * a * t^n - Q_u * t$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.3	0,1144	0,4984	10	2,229	33,38	291,75

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici residenziali C1.3	0,1144	0,4984	10	4,259	47,66	416,58

b) metodo cinematico (Alfonsi & Orsi)

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{inv} = W_{inv} = \varphi * S * a * \theta^n + T_c * Q_u^2 * \frac{\theta^{1-n}}{\varphi * S * a} - Q_u * \theta - Q_u * T_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume, cioè derivando la relazione sopradescritta rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero, si trova la relazione:

$$0 = n * \varphi * S * a * \theta_w^{n-1} + (1 - n) * T_c * Q_u^2 * \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u$$

dalla quale si ricava la durata critica  $\theta_w$  per il bacino, che, inserita nella relazione iniziale, consente di stimare il volume  $W_{inv}$  da assegnare al bacino interessato.

Tipologia intervento	Superfici e ( $h_a$ )	$\Phi_{medio}$	U (lt/sec $h_a$ )	$T_c$ (h)	$\theta_w$ (h)	$V_{invaso}$ ( $m^3$ )	$V_c$ ( $m^3/h_a$ )
Edifici residenziali C1.3	0,1144	<b>0,4984</b>	<b>10</b>	<b>0,1211</b>	<b>2,2510</b>	<b>33,05</b>	<b>288,87</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superfici e ( $h_a$ )	$\Phi_{medio}$	U (lt/sec $h_a$ )	$T_c$ (h)	$\theta_w$ (h)	$V_{invaso}$ ( $m^3$ )	$V_c$ ( $m^3/h_a$ )
Edifici residenziali C1.3	0,1144	<b>0,4984</b>	<b>10</b>	<b>0,1211</b>	<b>4,32210</b>	<b>46,97</b>	<b>410,54</b>

**6.2.4 - Trasformazione dell'area di proprietà Comin S.p.A.**a) **metodo razionale** o dei serbatoi

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{in} = \varphi * S * h(t)$$

$$V_{out} = U * S * t = Q_u * t$$

$$V_{diff} = V_{in} - V_{out} = W = \varphi * S * h(t) - U * S * t$$

$$W = \varphi * S * a * t^n - Q_u * t$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici commerciali D1.b	0,7135	<b>0,9000</b>	<b>10</b>	<b>4,37</b>	<b>442,23</b>	<b>619,80</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici commerciali D1.b	0,7135	<b>0,9000</b>	<b>10</b>	<b>4,24</b>	<b>666,93</b>	<b>934,73</b>

b) **metodo cinematico** (Alfonsi & Orsi)

$$T_r = 50 \text{ anni}$$

$$h = 62,786 * t^{0,2157}$$

$$V_{inv} = W_{inv} = \varphi * S * a * \theta^n + T_c * Q_u^2 * \frac{\theta^{1-n}}{\varphi * S * a} - Q_u * \theta - Q_u * T_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume, cioè derivando la relazione sopradescritta rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero, si trova la relazione:

$$0 = n * \varphi * S * a * \theta_w^{n-1} + (1 - n) * T_c * Q_u^2 * \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi * S * a} - Q_u$$

dalla quale si ricava la durata critica  $\theta_w$  per il bacino, che, inserita nella relazione iniziale, consente di stimare il volume  $W_{inv}$  da assegnare al bacino interessato.

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici commerciali D1.b	0,7135	<b>0,9000</b>	<b>10</b>	<b>0,2054</b>	<b>4,7796</b>	<b>438,10</b>	<b>614,01</b>

$$T_r = 200 \text{ anni}$$

$$h = 77,430 * t^{0,2018}$$

Tipologia intervento	Superficie (h <sub>a</sub> )	Φ <sub>medio</sub>	U (lt/sec h <sub>a</sub> )	T <sub>c</sub> (h)	θ <sub>w</sub> (h)	V <sub>invaso</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h <sub>a</sub> )
Edifici commerciali D1.b	0,7135	<b>0,9000</b>	<b>10</b>	<b>0,2054</b>	<b>9,6216</b>	<b>662,62</b>	<b>928,68</b>



### 6.3 Smaltimento del flusso meteorico

In presenza di terreni con buona o ottima permeabilità come il territorio di Zanè e **di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate**, specialmente nel caso di mancanza di corpi recettori superficiali, si potrà prevedere infiltrazione di acqua nello strato superficiale del sottosuolo.

Questi sistemi, che fungono anche 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, dove i parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Si dovrà possibilmente evitare di realizzare canali o condotte di sfioro che da questi sistemi recapitino le acque in eccesso a canali consortili, in modo da evitare interconnessioni fra questi ultimi e la rete di scolo.

Al riguardo, l'All. "A" alla D.G.R.V. n. 2948 del 06 ottobre 2009 specificatamente riporta: *"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, 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 e di 200 anni nei territori di pianura.*

*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 recettore, ma i deflussi vengano dispersi 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.*

*Occorre comunque tenere presente che la mancanza di sistemi di scolo delle acque, in terreni di acclività non trascurabile, può portare ad altre controindicazioni in termini di stabilità del versante.*

*Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione."*

La portata smaltibile per deflusso nel terreno viene tecnicamente determinata attraverso la relazione di Darcy:



$$V_{2\ out}(t) = (K * i * S_D) * t$$

dove:

$K$  = permeabilità verticale del terreno

$i$  = gradiente idraulico

$S_D$  = l'estensione della superficie disperdente del sistema utilizzato.

I possibili vantaggi sono che:

- l'opera non necessita di ulteriori acquisizioni di superfici, in quanto vengono anche posti al di sotto della superficie pavimentata prevista;
- viene mantenuto il regime naturale di filtrazione in profondità delle acque meteoriche: le caratteristiche del terreno interessato appaiono abbastanza idonee alla realizzazione di un tale sistema;
- l'intervento ha un costo contenuto rispetto ad altri sistemi di contenimento, considerato anche il recupero del materiale ghiaioso;
- la manutenzione e controllo viene ridotta al minimo.

In base alle caratteristiche idrogeologiche, di deflusso della falda, si ritiene che i pozzi possono essere realizzati con le seguenti specifiche:

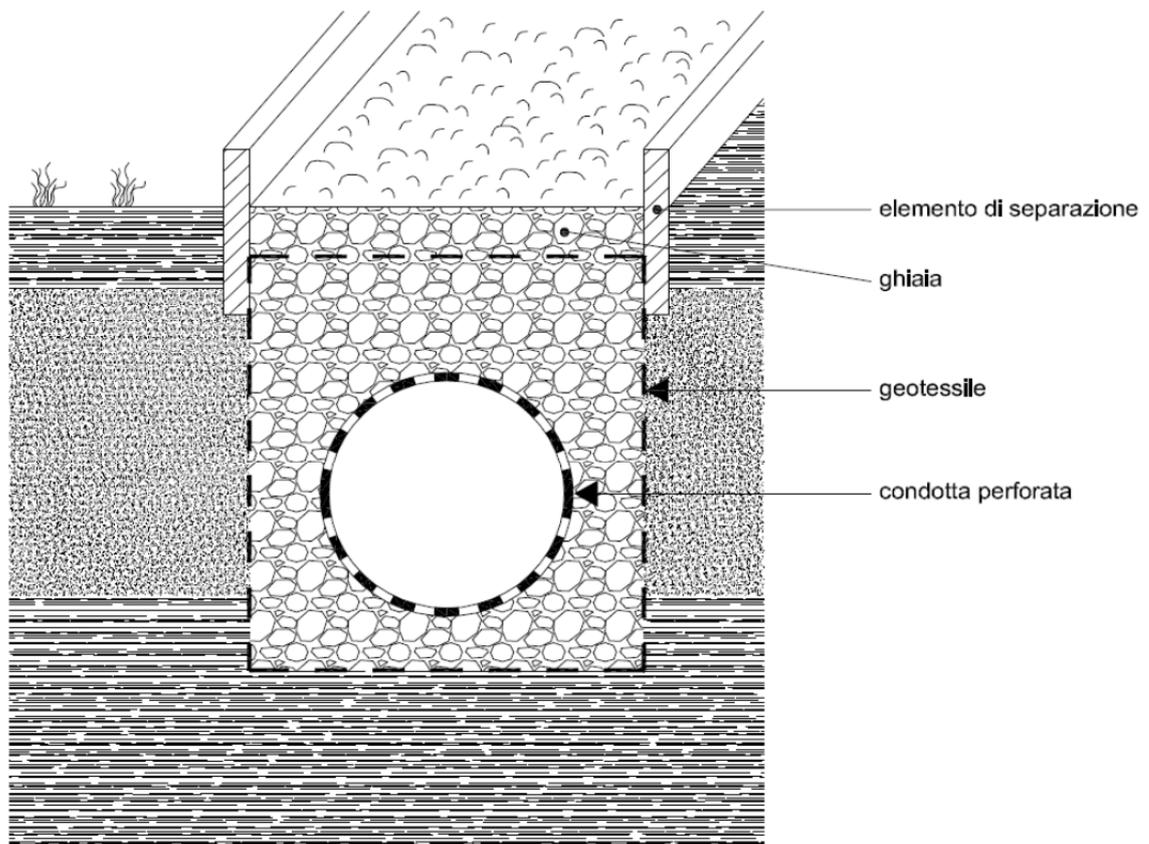
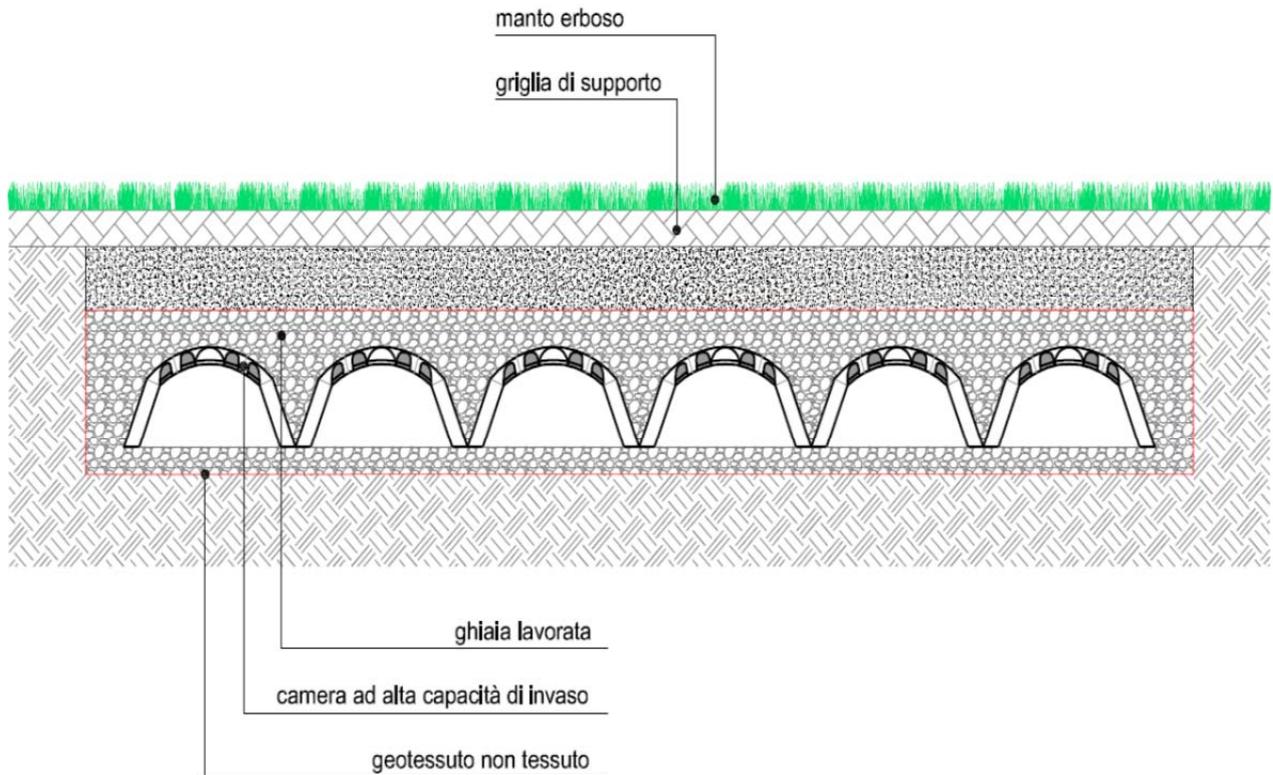
- massimo approfondimento fino a -6.00 ml. da piano campagna;
- portata massima smaltita di 250 ÷ 300 m<sup>3</sup>/h<sub>a</sub>.

Le misure compensative, in presenza di corpi recettori superficiali, devono individuare i volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% o il 75%, con le prescrizioni sopra riportate, degli aumenti di portata rispetto al coefficiente udometrico consentito.

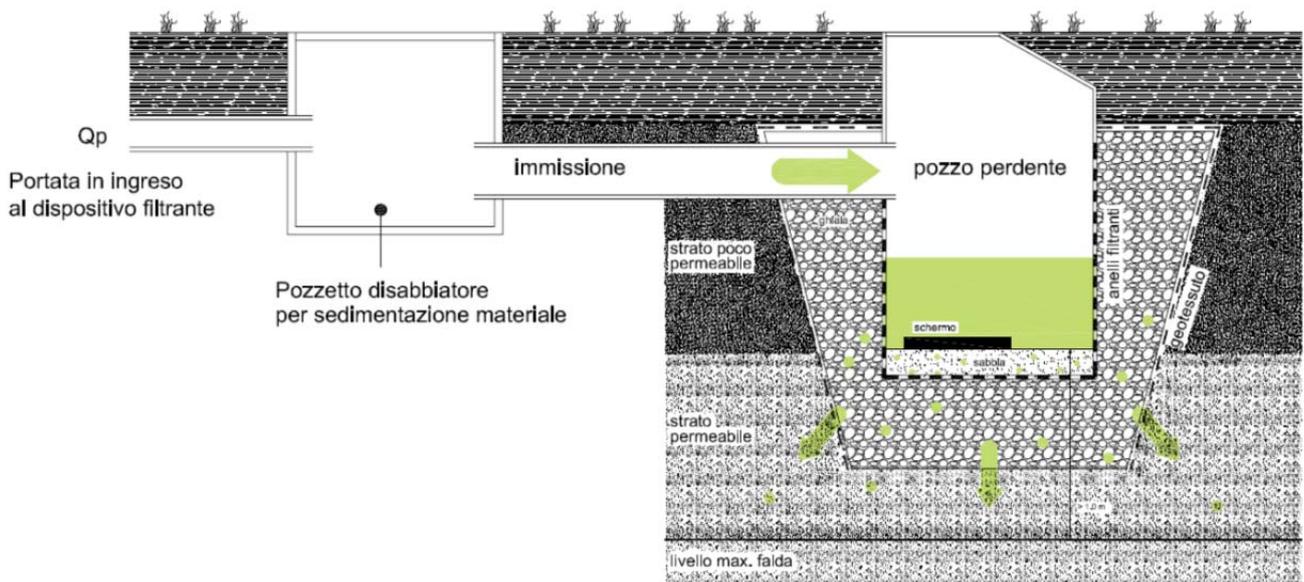
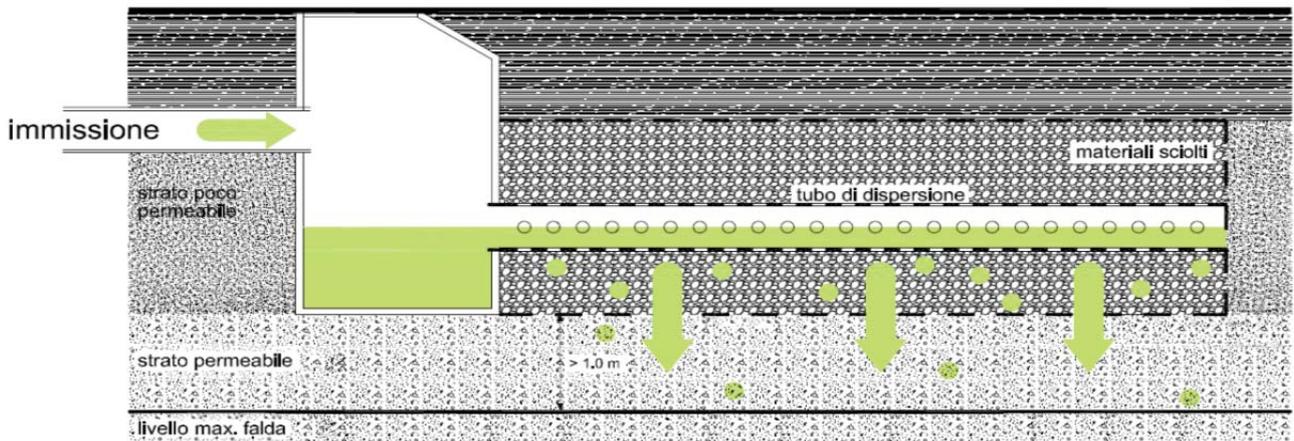
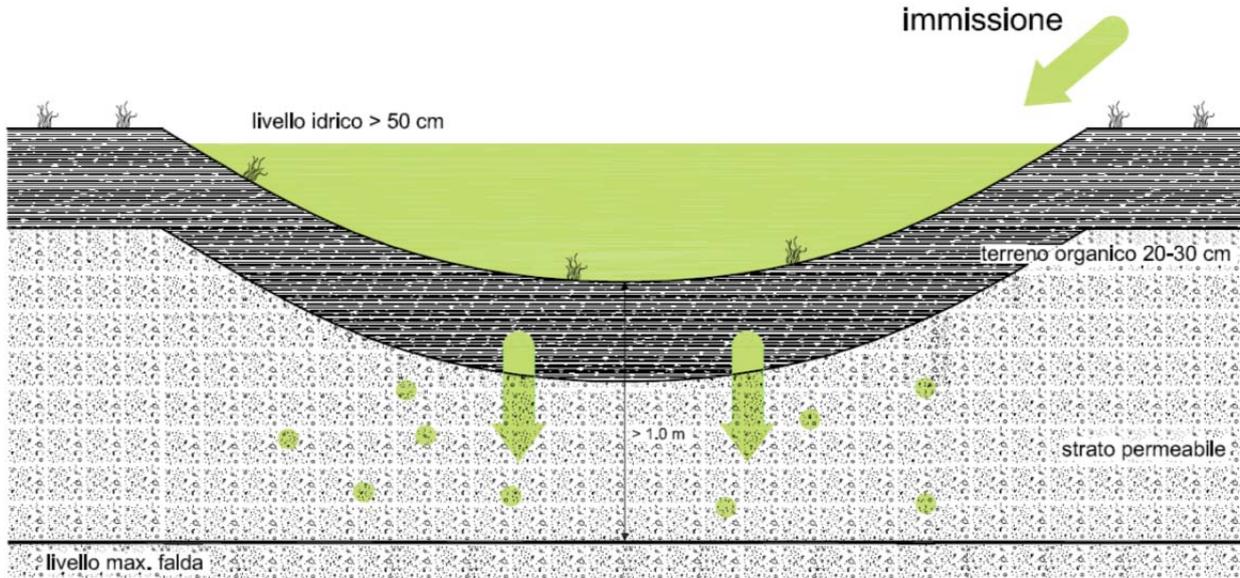
Lo stesso tipo di smaltimento può essere adottato per tutta la superficie interna dei soli lotti residenziali con superficie coperta inferiore ( $S_{cop}$ ) a 200 m<sup>2</sup> complessivi, senza la necessità di invaso locale.

Tra i sistemi maggiormente utilizzati nella pratica, riportati in modo schematico più avanti, 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;
- accumulo in volumi interrati realizzati mediante la posa di condotte di grande diametro;
- sovradimensionamento della rete acque meteoriche.



Trincea drenante : sezione trasversale





## 6.4 Bacini di invaso

Gli invasi superficiali andranno di norma individuati su a cielo aperto (ad es. canali, laghetti, vasche, o mediante una depressione delle aree a verde opportunamente sagomata), prevedenti comunque, prima del recapito nel ricettore finale, un pozzetto con bocca tarata.

Le aree a verde dovranno assumere una configurazione che attribuisca loro la funzione di ricettore di una parte delle precipitazioni defluenti lungo le aree e di bacino di laminazione del sistema di smaltimento delle acque piovane. Tali aree possibilmente dovranno essere poste ad una quota inferiore rispetto al piano stradale circostante ed essere idraulicamente connesse tramite opportuni collegamenti con la strada; la loro configurazione plano-altimetrica 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.

Le suddette aree dovranno essere vincolate dagli idonei strumenti urbanistici, in modo tale che non possano essere trasformate, e le opere realizzate preliminarmente all'espansione urbanistica pianificata. Tuttavia, qualora l'Amministrazione Comunale ritenga di dover ridefinire con una visione unitaria il deflusso meteorico dell'intera zona urbanizzata, potrà essere presa in considerazione l'idea di sviluppare con la perequazione le opere prevedibili all'interno dei singoli comparti, assumendosi quindi l'onere di realizzare, con i fondi accantonati, un complesso organico ed efficiente di interventi.

Nel caso in cui gli spazi disponibili in superficie non siano sufficienti, si dovrà prevedere la realizzazione di vasche interrato o di una rete di raccolta delle acque meteoriche che tenga in considerazione, oltre al sovradimensionamento della rete di tubazioni (necessario per recuperare il volume di invaso), anche l'inserimento, in corrispondenza della sezione di valle del bacino drenato dalla rete di fognatura bianca, di un pozzetto in calcestruzzo con bocca tarata per la limitazione della portata scaricata nel fosso ricettore. Per l'incremento di invaso è possibile altresì prevedere risezionamenti ed allargamenti di canali consorziali con oneri a carico di chi urbanizza.

Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente ad un corpo idrico il cui livello non risulti influenzato, su conforme parere del competente Consorzio di Bonifica, dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione.



*Esempi di bacini di invaso nell'Alto Vicentino*

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 recettore, ma i deflussi vengano dispersi 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 suolo.

Le acque inquinate di prima pioggia provenienti dai piazzali di manovra e dalle aree di sosta degli automezzi, secondo le prescrizioni e modalità contenute nell'art. 39 delle N.T.A. del Piano Tutela delle Acque (D.C.R.V. n. 107 del 5 novembre 2009), dovranno essere destinate ad un disoleatore per il trattamento, prima della consegna finale al corpo ricettore o alla batteria di pozzi perdenti. Tali vasche di prima pioggia dovranno periodicamente essere sottoposte a interventi di manutenzione e pulizia.

## **7 - Prima pioggia - Adeguamento al Piano di Tutela delle Acque**

Con lo sviluppo urbanistico degli ultimi decenni, si è incrementata in modo eccezionale la quantità di aree impermeabili destinate sia a fini residenziali che ad usi produttivi e/o commerciali: per questo sono state messe a punto delle normative che prevedono l'obbligo di accumulare le acque meteoriche ricadenti sulle superfici impermeabili e di trattarle al fine di evitare il recapito nei corsi d'acqua, nel sottosuolo o nelle pubbliche fognature di sabbia, terriccio, idrocarburi, residui oleosi, particelle di materiali di consumo provenienti dagli autoveicoli circolanti, etc. Oltre che tale sostanze, nei periodi di assenza delle precipitazioni piovose, l'atmosfera si carica di sostanze residuali di diversa tipologia e dimensione, tendenzialmente inquinanti, derivanti dalle attività civili ed industriali e parte di queste sostanze si deposita al suolo mentre parte rimane in sospensione. L'innescarsi delle precipitazioni comporta il trascinarsi di tali sostanze da parte delle gocce di pioggia e il conseguente dilavamento delle superfici pavimentate. Queste acque, che normalmente presentano consistenti carichi inquinanti, poiché concentrati, sono definite come "acque di prima pioggia". Il processo di "depurazione" avrà carattere transitorio, dopo di che le acque defluenti possono ritenersi pulite e scaricabili, previo collettamento, nella rete naturale, senza timore di possibile inquinamento. Per minimizzare l'impatto di carichi inquinanti, si rende quindi necessario trattare le acque di prima pioggia prima di inviarle allo scarico: esse vengono inviate agli impianti di raccolta dove avviene la separazione da sostanze grasse e solidi sedimentabili.

Le Norme Tecniche di Attuazione del PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (p.to 5 dell'Art. 39 dell'Allegato D, della D.G.R.V. n. 842 del 15 maggio 2012) prevedono che le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio delle strade pubbliche e private, dei parcheggi e piazzali di estensione inferiore a 5.000 m<sup>2</sup> di zone residenziali "convogliate in condotte ad esse riservate, possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o sul suolo, fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di nulla osta idraulico. Il recapito potrà avvenire anche negli strati superficiali del sottosuolo, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione delle acque ivi convogliate".

Realisticamente si può considerare che le superfici a destinazione residenziale non siano soggette a carichi inquinanti tali da rendere necessario l'utilizzo di vasche di prima pioggia.

Di contro, negli ambiti di tipo industriale-commerciale-artigianale, in considerazione della concreta possibilità di presenza di agenti inquinanti (materiali residui delle lavorazioni, residui dovuti al



trasporto, carico, scarico delle merci, polveri e residui da trasporto veicolare, etc.) è consigliata la messa in opera di vasche di separazione delle frazioni inquinate, da dimensionare nel modo di seguito spiegato.

La stima del volume di prima pioggia viene effettuata considerando l'invaso proveniente dal dilavamento dei piazzali interni, della viabilità, dei parcheggi e dei marciapiedi (superfici soggette al maggior deposito di carico inquinante).

Il dimensionamento delle vasche è fatto sulla base della definizione delle acque di prima pioggia, la quale è generalmente riferita all'art. 20 della Legge n. 62, 27 maggio 1985, della Regione Lombardia sono definite acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico a una precipitazione di 5 mm. (pari a 50 m<sup>3</sup>/h<sub>a</sub>) uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio, con tempo di corrivazione di 15 minuti primi.

Le acque di seconda pioggia, tranne che nei casi di cui al comma 1, non necessitano di trattamento, non sono assoggettate ad autorizzazione allo scarico fermo restando la necessità di acquisizione del nulla osta idraulico, possono essere immesse negli strati superficiali del sottosuolo e sono gestite e smaltite a cura del comune territorialmente competente o di altri soggetti da esso delegati.

\*\*\*\*\*

Breganze, ottobre 2015

**IL TECNICO**



<b>1 - Premesse</b> .....	<b>1</b>
<b>2 - Caratteristiche generali del progettuale primo Piano degli Interventi</b> .....	<b>2</b>
2.1 - Trasformazione dell'area di proprietà Marca Truks s.r.l. ....	3
2.2 - Trasformazione dell'area di proprietà Dal Maso Anna - Dal Maso Emanuela .....	4
2.3 - Trasformazione dell'area di proprietà Silvestri Ruggero.....	5
2.4 - Trasformazione dell'area di proprietà Comin S.p.A. ....	6
<b>3 - Analisi del territorio di Zanè</b> .....	<b>7</b>
3.1 - Inquadramento geografico.....	7
3.2 - Inquadramento geomorfologico .....	7
3.3 - Inquadramento geologico .....	8
3.4 - Inquadramento idrogeologico .....	9
3.5 - Carta geomorfologica del territorio di Zanè .....	11
<b>4 - Valutazione di compatibilità idraulica</b> .....	<b>14</b>
4.1 - Il rischio idraulico - Definizioni.....	14
4.2 Valutazione della criticità idraulica del territorio comunale.....	16
4.3 - Valutazione del rischio e della pericolosità idraulica .....	17
4.4 Analisi delle azioni del primo P.I.....	18
<b>5 - Misure compensative e/o di mitigazione</b> .....	<b>19</b>
5.1 Analisi statistica dei dati di precipitazione del territorio .....	19
5.2 Tempo di ritorno - Curva di possibilità pluviometrica .....	21
5.3 Definizione del tempo di corrivazione.....	24
5.4 Il metodo per il calcolo delle portate.....	25
5.5 Smaltimento delle acque.....	25
5.6 Relazioni di calcolo dei volumi di invaso .....	26
a) Metodo razionale o dei serbatoi .....	26
b) Metodo cinematico (Alfonsi & Orsi) .....	28
<b>6- Criteri di dimensionamento degli invasi</b> .....	<b>30</b>
6.1 Determinazione del coefficiente di deflusso complessivo dell'area insediata .....	30
6.2 Dimensionamento degli invasi di progetto di P.I. n. 1 .....	31
6.2.1 - Trasformazione dell'area di proprietà Marca Truks s.r.l. ....	31
6.2.2 - Trasformazione dell'area di proprietà Dal Maso Anna - Dal Maso Emanuela .....	33
6.2.3 - Trasformazione dell'area di proprietà Silvestri Ruggero.....	35
6.2.4 - Trasformazione dell'area di proprietà Comin S.p.A. ....	37
6.3 Smaltimento del flusso meteorico .....	39
6.4 Bacini di invaso .....	43
<b>7 - Prima pioggia - Adeguamento al Piano di Tutela delle Acque</b> .....	<b>45</b>