



Comune di  
**ARCOLE**

Provincia di  
Verona

**P.A.T.**

Elaborato

**Idro. 1**

## Valutazione di Compatibilità Idraulica

Base cartografica: C.T.R. del Veneto formato shape 2005 - Georeferenziazione: Gauss-Boaga Fuso Ovest



### GRUPPO DI LAVORO

**Responsabile Ufficio  
Tecnico Comunale**  
Arch. Daniela Bravi

**Progettista Incaricato**  
Arch. Roberto Sbrogiò

**Quadro Conoscitivo**  
MapDesk

**Valutazione Ambientale Strategica**  
Studio Benincà

**Analisi Agronomiche**  
Studio Benincà

**Valutazione VINCA**  
Studio Benincà

**Analisi Geologiche**  
Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale

**Valutazione Compatibilità Idraulica**  
Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale

COMUNE DI ARCOLE  
Sindaco On. Giovanna Negro

REGIONE VENETO  
Direzione Urbanistica

COMPATIBILITA' IDRALICA

dott. geol. Romano Rizzotto

ing. Sara Pozzerle

**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE**

Via Sabotino 1/B 37124 VERONA  
tel fax 045 8301096 studio@sgta.it

## INDICE

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>PREMESSA .....</b>                                 | <b>4</b>  |
| <b>2.</b> | <b>DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO .....</b>          | <b>6</b>  |
| 2.1       | Inquadramento Geomorfologico e Geologico .....        | 7         |
| 2.2       | Inquadramento Idrogeologico .....                     | 9         |
| 2.3       | Il Torrente Alpone .....                              | 14        |
| <b>3.</b> | <b>ENTI COMPETENTI.....</b>                           | <b>19</b> |
| 3.1       | Autorità di Bacino del Fiume Adige .....              | 19        |
| 3.2       | Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta .....       | 20        |
| <b>4.</b> | <b>ANALISI IDROLOGICA .....</b>                       | <b>21</b> |
| 4.1       | Caratteristiche pluviometriche.....                   | 21        |
| <b>5.</b> | <b>ANALISI IDRAULICA .....</b>                        | <b>25</b> |
| 5.1       | Stima dell'Idrogramma di Piena.....                   | 25        |
| 5.2       | Stima dei volumi specifici di invaso .....            | 29        |
| <b>6.</b> | <b>VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....</b> | <b>31</b> |
| 6.1       | <b>A.T.O. n° 1- Piana della Zerpa .....</b>           | <b>32</b> |
| 6.1.1     | Inquadramento .....                                   | 32        |
| 6.1.2     | Criticità Idraulica .....                             | 33        |
| 6.1.3     | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....       | 34        |
| 6.2       | <b>ATO n° 2 – Pianura Centrale .....</b>              | <b>35</b> |
| 6.2.1     | Inquadramento .....                                   | 35        |
| 6.2.2     | Criticità Idraulica .....                             | 36        |
| 6.2.3     | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....       | 36        |
| 6.3       | <b>A.T.O. n°3 – Pianura Nord .....</b>                | <b>37</b> |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 6.3.1      | Inquadramento .....                                      | 37        |
| 6.3.2      | Criticità idrauliche.....                                | 37        |
| 6.3.3      | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....          | 37        |
| <b>6.4</b> | <b>A.T.O. n°4 – Arcole .....</b>                         | <b>38</b> |
| 6.4.1      | Inquadramento .....                                      | 38        |
| 6.4.2      | Criticità idrauliche.....                                | 39        |
| 6.4.3      | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....          | 40        |
| <b>6.5</b> | <b>A.T.O. n°5 – Gazzolo - Volpino .....</b>              | <b>49</b> |
| 6.5.1      | Inquadramento .....                                      | 49        |
| 6.5.2      | Criticità idrauliche.....                                | 49        |
| 6.5.3      | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....          | 50        |
| <b>6.6</b> | <b>A.T.O. n°6 – Produttivo Arcole.....</b>               | <b>60</b> |
| 6.6.1      | Inquadramento .....                                      | 60        |
| 6.6.2      | Criticità idrauliche.....                                | 61        |
| 6.6.3      | Obiettivi del P.A.T. e misure compensative.....          | 61        |
| <b>7.</b>  | <b>PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE.....</b>                     | <b>69</b> |
| <b>7.1</b> | <b>Bacini di laminazione inseriti in aree verdi.....</b> | <b>70</b> |
| <b>7.2</b> | <b>Realizzazione di condotte sovradimensionate.....</b>  | <b>71</b> |
| <b>7.3</b> | <b>Vasca volano in CLS .....</b>                         | <b>72</b> |
| <b>8.</b>  | <b>CONCLUSIONI .....</b>                                 | <b>73</b> |

## TAVOLA

IDRO 2 - Carta della Compatibilità Idraulica ..... scala 1:10.000

## 1. *PREMESSA*

*Le modifiche del territorio, ad opera dell'uomo sono sempre più frequenti ed estese e contribuiscono ad aumentare la frequenza degli eventi rovinosi di piena, sia diminuendo la capacità di trattenuta del terreno, sia riducendo i tempi di formazione dei colmi. A questo si cerca di ovviare ricalibrando i corsi d'acqua e/o predisponendo invasi di laminazione.*

L'intervento sulle reti drenanti, però, non sempre si sviluppa parallelamente a urbanizzazione e deforestazione, per problemi di vario tipo - economici, gestionali, legislativi -, non ultimo la complessità dell'ambiente artificiale venutosi a formare nel tempo.

Al fine di consentire una più efficace prevenzione dei dissesti idrogeologici, secondo la D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009, ogni nuovo strumento urbanistico deve contenere una valutazione di compatibilità idraulica.

Lo scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare. In sintesi, lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico, prospettando soluzioni idonee dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

La valutazione deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico, cioè l'intero territorio comunale. Ovviamente il grado di approfondimento e dettaglio della valutazione dovrà essere rapportato all'entità ed alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche (PAT, PATI o PI).

In particolare dovranno essere:

1. Analizzate le problematiche di carattere idraulico;
2. Individuate le zone di tutela e fasce di rispetto ai fini idraulici ed idrogeologici;
3. Dettate specifiche discipline per non aggravare l'esistente livello di rischio;
4. Indicate tipologie compensative da adottare nell'attuazione delle previsioni urbanistiche.

La definizione delle misure compensative vengono individuate con progressiva definizione articolata tra pianificazione strutturale (Piani di Assetto del Territorio), operativa (Piani degli Interventi), ovvero Piani Urbanistici Attuativi (PUA).

Con il presente studio verranno fornite indicazioni che la normativa urbanistica ed edilizia dovrà assumere per garantire un'adeguata sicurezza degli insediamenti previsti nel nuovo strumento urbanistico.

Va premesso che il Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige non individua all'interno del territorio comunale di Arcole alcune aree a pericolosità idraulica.

Per semplicità di lettura e come suggerito nella D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 si suddivide l'analisi di compatibilità idraulica per i sei Ambiti Territoriali Omogenei riportati nell'elaborato grafico allegato **ELABORATO Idro 2 «Carta della Compatibilità Idraulica» alla scala 1:10.000.**

***Come richiesto dall'Amministrazione Comunale e dal tecnico estensore del Piano verranno analizzate tutte le possibili aree oggetto di espansione edilizia identificate nella tavola della Trasformabilità con le linee di espansione, con un'ipotizzata superficie massima di intervento, fermo restando le scelte urbanistiche che verranno affrontate in sede di P.I..***

## 2. DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Il territorio del comune di Arcole, che si estende su una superficie di circa 18,92 km<sup>2</sup>, si trova all'interno dell'unità nota in letteratura come «antico conoide dell'Adige», formato dal materasso alluvionale depositato dal fiume Adige nelle sue ripetute divagazioni.

Confina a Nord con il Comune di San Bonifacio, ad Est con i Comuni di Lonigo e Zimella, a Sud con il Comune di Veronella e ad Ovest con il Comune di Belfiore.

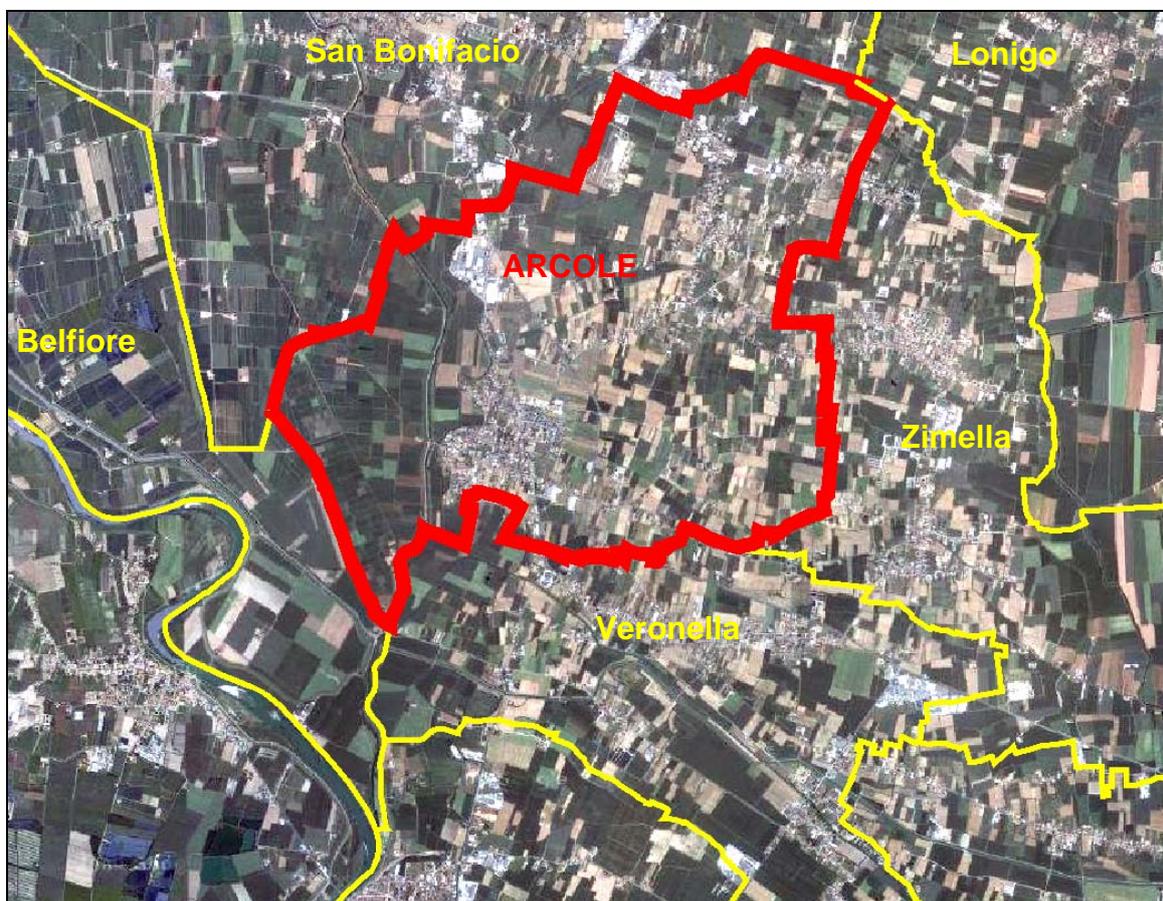


Figura 1: Confini comunali di Arcole – foto aerea Google Earth fuori scala

Il territorio comunale si estende sulla piana addossata alle rive dell'Alpone, immediatamente a Nord della confluenza del torrente con il fiume Adige; esso è caratterizzato da rilevanti attività agricole e da un polo artigianale, di rilievo provinciale, che funge da riferimento economico per l'intera area.

## **2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO**

Il territorio del comune di Arcole si trova all'interno dell'unità nota in letteratura come «antico conoide dell'Adige», formato dal materasso alluvionale depositato dal fiume Adige nelle sue ripetute divagazioni, le cui litologie rilevate in superficie presentano una granulometria prevalentemente sabbiosa e sabbio-limosa.

L'assetto geomorfologico comunale risulta condizionato dalla presenza dell'ampio conoide fluvioglaciale pleistocenico del Fiume Adige; quest'ultimo risulta inciso, nella parte occidentale del territorio comunale, dal divagare del corso d'acqua pensile del torrente Alpone.

Il conoide Atesino risulta inoltre modellato dagli antichi paleoalvei dell'Adige, testimoni delle sue ampie divagazioni lungo direttrici più orientali rispetto alla posizione dell'attuale alveo.

Altro elemento morfologico importante è la scarpata erosiva, che percorre da Nord a Sud, in prossimità dell'Alpone, l'intero territorio comunale, con altezze che variano da 4 metri a 1 metro rispetto al p.c. circostante.

Localmente si individuano poi dossi sabbiosi, allungati secondo la direzione Ovest-Est, il più evidente dei quali si osserva in località Gazzolo.

Come riferito dai tecnici del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e osservato durante i rilievi di campagna, esistono quattro aree depresse nella pianura alluvionale situate nella parte occidentale del territorio comunale al di sotto dell'orlo di scarpata fluviale.

Nella parte a Nord Ovest del territorio comunale, in prossimità della zona industriale, si trova un relitto di un canale abbandonato pensile che sfociava nel torrente Alpone. A seguito dei lavori di Bonifica infatti tale tratto di canale è stato dismesso e in parte ricoperto.

Le Ordinanze del P.C.d.M. n°3274, del 20.03.2003, n°3379 del 05.11.2004 e loro integrazioni e modifiche inseriscono il Comune di Arcole tra i territori sismici in Zona 3.

Il territorio del comune di Arcole è costituito dal materasso alluvionale depositato dal Fiume Adige nelle sue ripetute divagazioni. Le litologie presenti sono costituite in prevalenza da sedimenti depositati dai ghiacciai dell'era Pliocenica e Quaternaria alle pendici dei rilievi montuosi e successivamente rimaneggiati e trasportati dai fiumi e torrenti principali. Tali corsi d'acqua, rappresentati in particolare dal Fiume Adige, non regimati e contenuti all'interno di argini, spaziavano lungo tutta la pianura Veronese alternando il deposito di materiale a granulometria medio-grossolana e di materiale più fine, al variare della loro energia.

Le litologie arealmente più estese sono rappresentate dalle alluvioni a granulometria prevalentemente sabbiosa; esse occupano quasi la totalità del settore centro orientale del territorio comunale.

Le alluvioni a tessitura prevalentemente limosa affiorano principalmente all'interno del piano di divagazione del Torrente Alpone; questi depositi presentano una colorazione bruna e spesso contengono frammenti di rocce basaltiche e di calcari cenozoici e mesozoici, caratteristici del bacino idrografico del torrente Alpone.

Alluvioni a tessitura prevalentemente argillosa, localmente con significative percentuali di materiale organico e/o torba, sono presenti nella parte occidentale del territorio comunale, al confine con il Comune di Belfiore.

Terreni con significativa presenza di materiale argilloso affiorano anche nel settore settentrionale del territorio comunale.

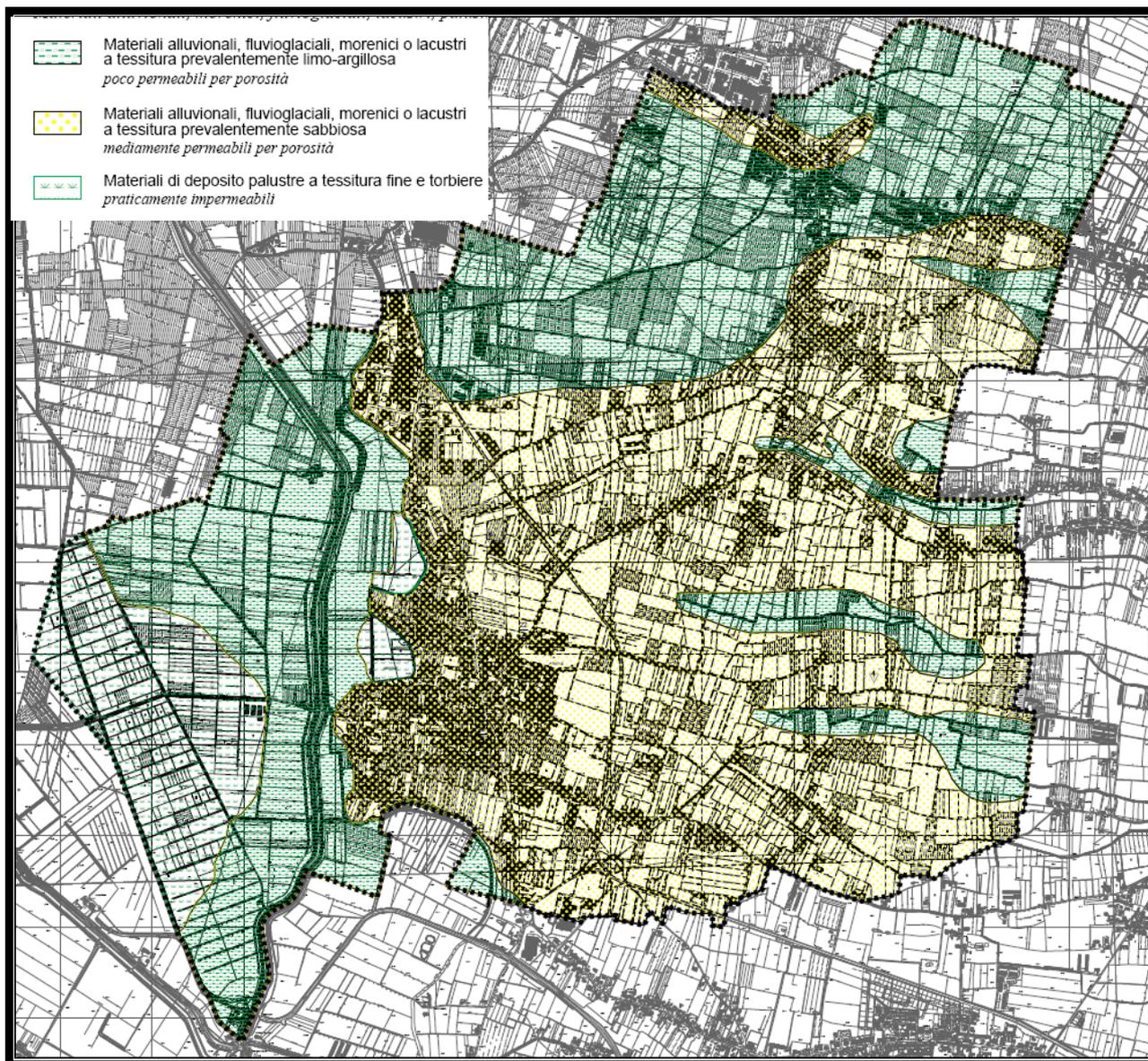


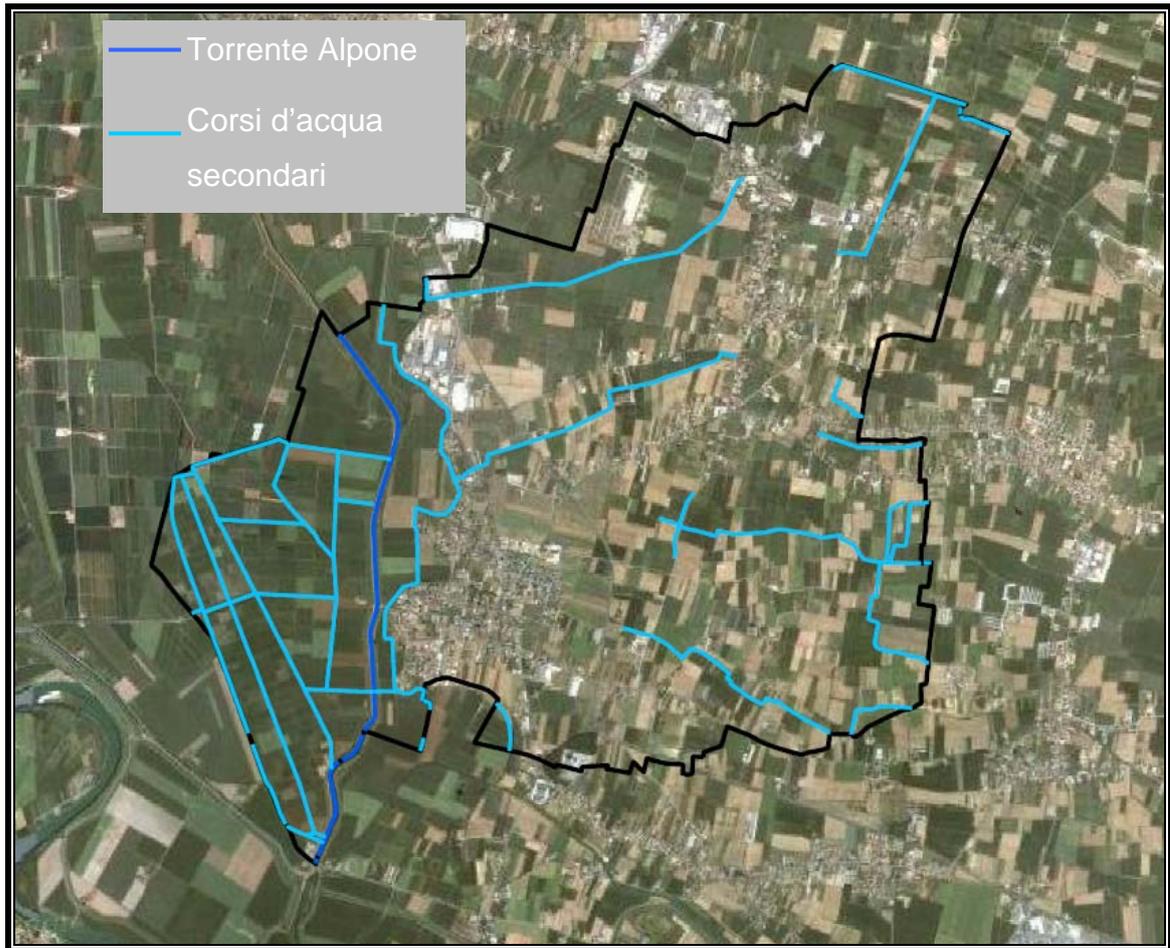
Figura 2: Carta geolitologica –fuori scala

## 2.2 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il reticolo idrografico del territorio comunale di Arcole è costituito da un sistema di corsi d'acqua, che nel suo aspetto attuale risulta fortemente condizionato dall'intervento antropico, che lo ha rimodellato per renderlo a servizio del comprensorio consortile.

La principale asta fluviale è rappresentata dal Torrente Alpone, che scendendo dalla Lessinia si immette in sinistra idrografica dell'Adige attraversando l'intero territorio comunale nella parte occidentale.

La rete idrografica comunale è completata da una articolata serie di corsi d'acqua secondari e fossi irrigui.



*Figura 3: Rete idrografica ed irrigua nel Comune di Arcole –fuori scala*

Una antica rappresentazione cartografica, redatta da G. Cipriotti nel 1561 dimostra che un tempo la rete idrografica principale era assai diversa dalla situazione attuale.

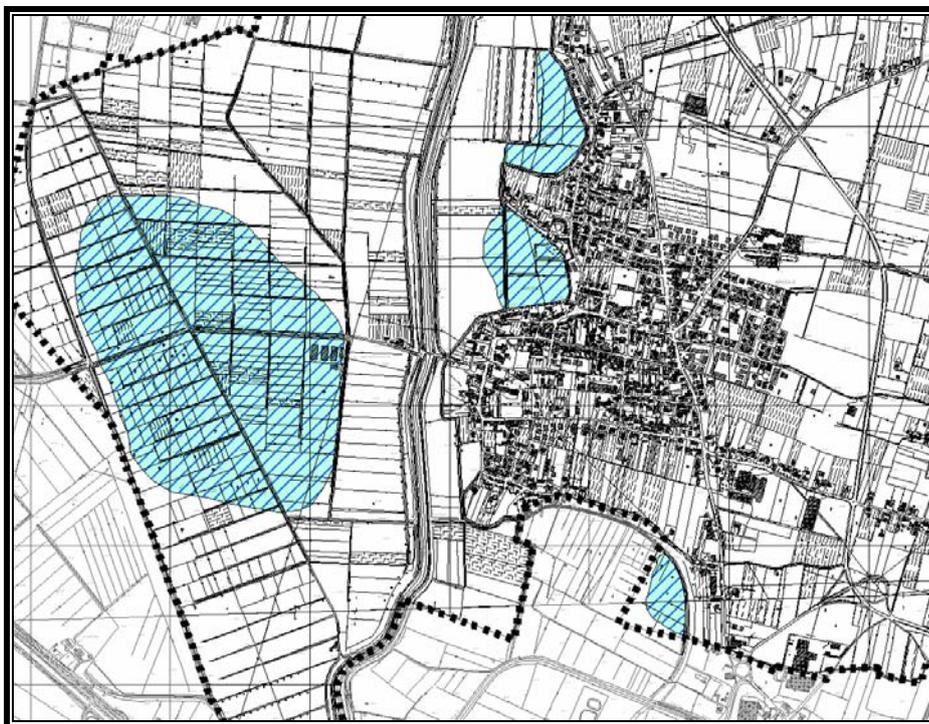


Figura 4: La Valle della Zerpana – Cipriotti 1561

Nel Piano Stralcio del Bacino del Fiume Adige - adottato con delibera n°1/2005 nella seduta di Comitato Istituzionale del 15 febbraio 2005 e approvato con D.P.C.M. 27 aprile 2006, non vengono individuate aree a pericolosità idraulica.

Tuttavia i tecnici del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, durante l'incontro preliminare alla stesura di questa valutazione, hanno individuato quattro

aree ad Ovest del territorio comunale depresse e a difficoltà di deflusso e periodicamente allagate, riportate nella seguente figura.



*Figura 5: Aree a deflusso difficoltoso segnalate nel Comune di Arcole –fuori scala*

La tipologia idrogeologica dell'area in esame è condizionata dalla permeabilità dei litotipi presenti nel sottosuolo, dall'assetto stratigrafico ed dalla morfologia locale; questi fattori determinano anche i caratteri della rete idrografica superficiale ed il deflusso delle acque meteoriche.

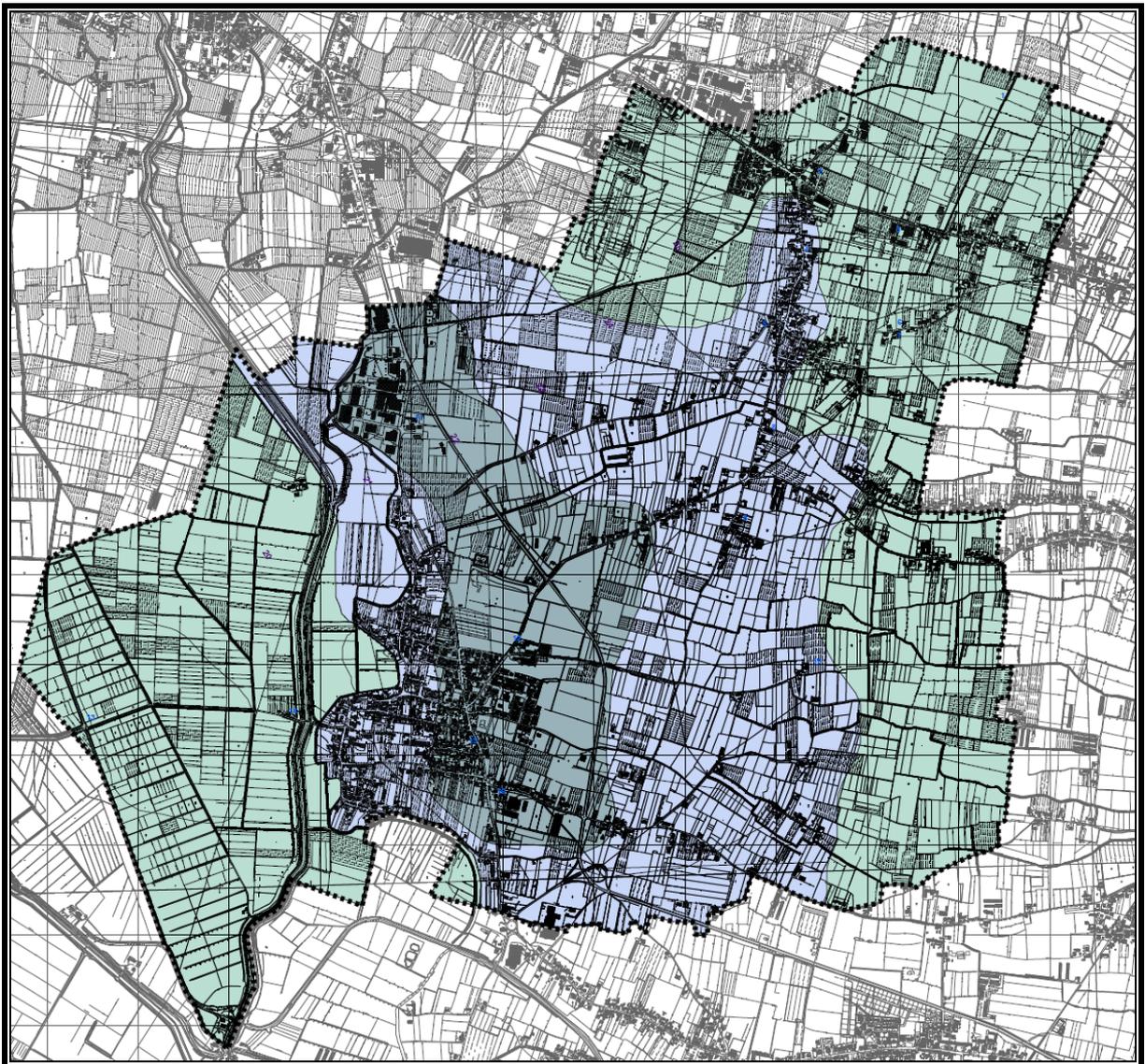
Il sottosuolo comunale è costituito da depositi alluvionali con alternanze di livelli a bassa e medio permeabilità; pertanto siamo in presenza di un sistema multifalde con diverso spessore e potenzialità.

Da dati ricavati dalla letteratura la direzione di deflusso sotterraneo è circa da Nord-Est verso Sud-Ovest ed un gradiente è pari a 0,9‰; il regime della falda risente sia dell'alimentazione dovuta all'area di ricarica degli acquiferi e dalle piogge efficaci, oltre che dalle diffuse pratiche irrigue.

La soggiacenza della falda e l'andamento delle isofreatiche è stato desunto dalle misure freaticometriche riportate nella Carta Idrogeologica del PRG del Comune di Arcole del 1988.

Dall'analisi delle quote della Carta Tecnica Regionale e da quelle delle isofreatiche si è suddiviso il territorio comunale di Arcole in tre classi:

-  area con profondità della falda freatica compresa tra 0 e 2 metri dal p.c.;
-  area con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 metri dal p.c.;
-  area con profondità della falda freatica compresa tra 5 e 10 metri dal p.c..



*Figura 6: Carta della soggiacenza della falda freatica –fuori scala*

## 2.3 IL TORRENTE ALPONE

Il torrente Alpone appartiene al settore Veneto del bacino del fiume Adige ed in particolare alla rete idrografica lessinea. L'asta principale del torrente raccoglie le acque dei torrenti Chiampo, Tramigna, Aldegà e di alcuni scoli di dimensione minore.

La chiusura del bacino idrografico può essere posta in corrispondenza della confluenza con il Tramigna, nei pressi di San Bonifacio. Il bacino idrografico dell'Alpone comprende quindi anche i sottobacini del Chiampo, Tramigna e Aldegà, per una superficie complessiva pari a circa 285 km<sup>2</sup>.

La forma dei sottobacini, così come quella del reticolo idrografico, è stretta e allungata in direzione N-W ÷ S-E, con affluenti laterali piccoli e brevi lungo i rilievi. I tratti montani dei corsi d'acqua sono caratterizzati da quote massime relativamente contenute (900- 1000 m s.l.m. per l'Alpone e il Tramigna, 1600-1700 m s.l.m. per il Chiampo, molto inferiori per i restanti affluenti) e da pendenze marcate dei versanti.

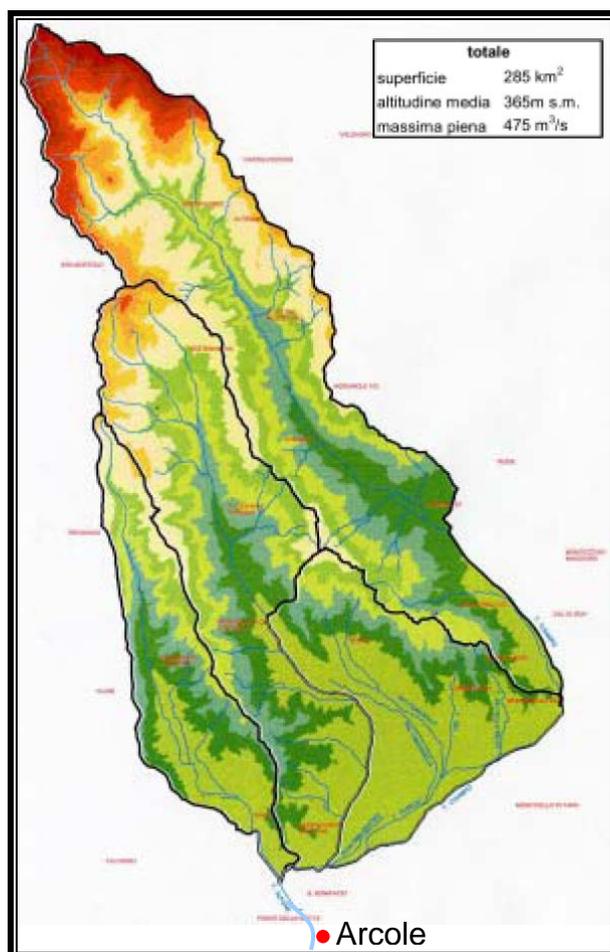


Figura 7: Sistema Chiampo Alpone – D.T.M. e rete idrografica –fuori scala

Al piede dei rilievi le pendenze si riducono notevolmente e l'alveo dei torrenti è per ampi tratti pensile rispetto alle pianure circostanti e racchiuso da alti argini.

Infatti, ampie porzioni del territorio di pianura sono servite da una fitta rete di bonifica e da impianti idrovori di sollevamento che scaricano le acque nei torrenti, in quanto l'alveo di questi ultimi è a quota più elevata rispetto al piano campagna.



*Figura 8: Torrente Alpone –foto verso Nord dal ponte di Arcole*



*Figura 9: Argini Torrente Alpone in Comune di Arcole*

Per l'importanza e la pericolosità del fiume, il regime idrologico del torrente Alpone è stato oggetto di accurate indagini sia da parte del Magistrato alle Acque di Verona (competente dell'opera idraulica sino all'anno 2000), sia da parte della Regione Veneto che dall'ex Consorzio Zerpano Alpone Adige Guà.

In particolare, il Progetto Preliminare regionale è stato redatto su un'accurata valutazione degli eventi teorici di piena sia per il torrente Alpone a San Bonifacio

(bacino complessivo) che per i singoli affluenti principali (Alpone a Monteforte d'A., Chiampo, Aldegà e Tramigna).

L'indagine è stata svolta dallo Studio Idroesse di Padova mediante l'allestimento di un modello afflussi-deflussi che ha considerato un'ampia serie di dati preliminari di base:

- le caratteristiche idrografiche e idrologiche dei singoli bacini e del bacino complessivo;
- un congruo numero di eventi di piena significativi per i quali sono disponibili sia i tracciati idrometrici in sezioni di interesse, che i pluviogrammi di pioggia che hanno dato luogo alla specifica piena;
- la serie storica delle precipitazioni per un campione rappresentativo di anni e per varie durate orarie di pioggia, relativamente ad un idoneo numero di stazioni pluviografiche.

I risultati dell'elaborazione idraulica hanno fornito le massime portate che si possono riscontrare a seguito di eventi meteorologici di durata critica di 12 ore con diversi tempi di ritorno:

| <u>TORRENTE ALPONE A SAN BONIFACIO</u> |                         |                              |               |
|--|-------------------------|------------------------------|---------------|
| Superficie imbrifera                   | 285,2 Km <sup>2</sup> ; | Altitudine media             | 365 m s.l.m.; |
| Tr = 2 anni                            | ⇒                       | Qmax = 112 m <sup>3</sup> /s |               |
| Tr = 10 anni                           | ⇒                       | Qmax = 237 m <sup>3</sup> /s |               |
| Tr = 50 anni                           | ⇒                       | Qmax = 393 m <sup>3</sup> /s |               |
| Tr = 100 anni                          | ⇒                       | Qmax = 465 m <sup>3</sup> /s |               |

Figura 10: Tabella risultati analisi idraulica – studio Idroesse Padova

La situazione più grave permane comunque quella relativa al torrente Alpone nella tratta in transito presso l'abitato di San Bonifacio, relativamente sia alla capacità di contenimento delle piene da parte dell'alveo che alle interferenze antropiche, con particolare riferimento ai manufatti di attraversamento.

Gli studi sopraccitati hanno dimostrato che, nel territorio comunale di Arcole, non ci sono situazioni di pericolo di esondazione nella tratta tra il ponte di Arcole e la confluenza nell'Adige: anche considerando l'effetto di richiamo da parte

dell'Adige, tale tratto è in grado di contenere senza esondazioni anche la piena centenaria.

Possibili esondazioni si possono verificare in corrispondenza del tratto di torrente Alpone tra il ponte della Motta a San Bonifacio e il ponte di Arcole: infatti, qui, la capacità di portata del fiume si riduce al valore massimo di circa  $370 \text{ m}^3/\text{s}$ , al quale corrisponde una frequenza statistica dell'ordine di una volta ogni 40 anni.

Il Ponte Motta è storicamente un punto critico essendo il piano di calpestio più basso degli argini: nel caso di eventi di piena vengono sistemati dei panconi alle estremità del ponte per evitare allagamenti del centro abitato.

Purtroppo, nell'ultimo decennio si sono verificati importanti eventi di piena non ultimo quello del recente 1 novembre 2010 in cui le piogge insistenti hanno fatto crollare gli argini del Torrente Tramigna a Soave, e del torrente Alpone presso il ponte Lessinia e in corrispondenza degli Impianti di Costalunga. Si è verificato anche la tracimazione del torrente Alpone, a monte della S.R. 11 a San Bonifacio.



*Figura 11: Ponte della Motta – 01 novembre 2010*



*Figura 12: Torrente Alpone ponte SR 11 – 1 novembre 2010*

Lo studio condotto dalla Regione e dall'ex Consorzio di Bonifica Zerpano Alpone Adige Guà, già nel 2005, ha definito gli interventi ottimali, che dovrebbero essere realizzati sul sistema dell'Alpone per la messa in sicurezza dell'intero reticolo principale ed in particolare degli abitati di Soave e San Bonifacio:

- un bacino per la laminazione delle piene del torrente Chiampo (onda dominante) in grado di ridurre le piene dello specifico affluente e dell'Alpone a San Bonifacio di ben  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  e pertanto da  $465 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $325 \text{ m}^3/\text{s}$ : verrebbe quindi sostanzialmente assicurato il contenimento della piena centenaria, pur con un franco di sicurezza praticamente nullo;
- la regimazione fluviale dell'alveo dell'Alpone nella tratta compresa tra la immissione del Tramigna (circa 1,5 Km a monte del ponte della Motta) ed una sezione posta circa 1,8 Km a valle del medesimo ponte, per una lunghezza complessiva pari quindi a 3,3 Km: tale regimazione, costituita dalla verticalizzazione delle sponde con abbassamento ed allargamento del fondo alveo, consentirebbe di dotare l'intero sistema di un franco di sicurezza minimo pari ad almeno 1 m rispetto alla piena centenaria.

Purtroppo tali interventi non sono stati ancora realizzati anche se quasi ogni anno si verificano situazioni di pericolo di esondazione.

### 3. ENTI COMPETENTI

Gli organi istituzionali, che regolano e governano la rete fluviale e il reticolo dei canali di scolo del Comune di Arcole, sono rispettivamente l'Autorità di Bacino del Fiume Adige ed il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta.

#### 3.1 AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE

L'Autorità è un organismo misto, costituito da Stato e Regioni, operante in conformità agli obiettivi della legge, sui bacini idrografici, considerati come sistemi unitari.

Il bacino idrografico dell'Adige, di circa 12.100 km<sup>2</sup> ed con un percorso di 409 km, è ricompreso tra le province di Bolzano, in cui ricade la parte maggiore del bacino, e di Trento e, per la Regione Veneto, tra le province di Verona ed una piccola parte di quella di Vicenza; una piccola porzione del bacino è compreso in territorio svizzero (parte superiore della Val Monastero – Cantone dei Grigioni).

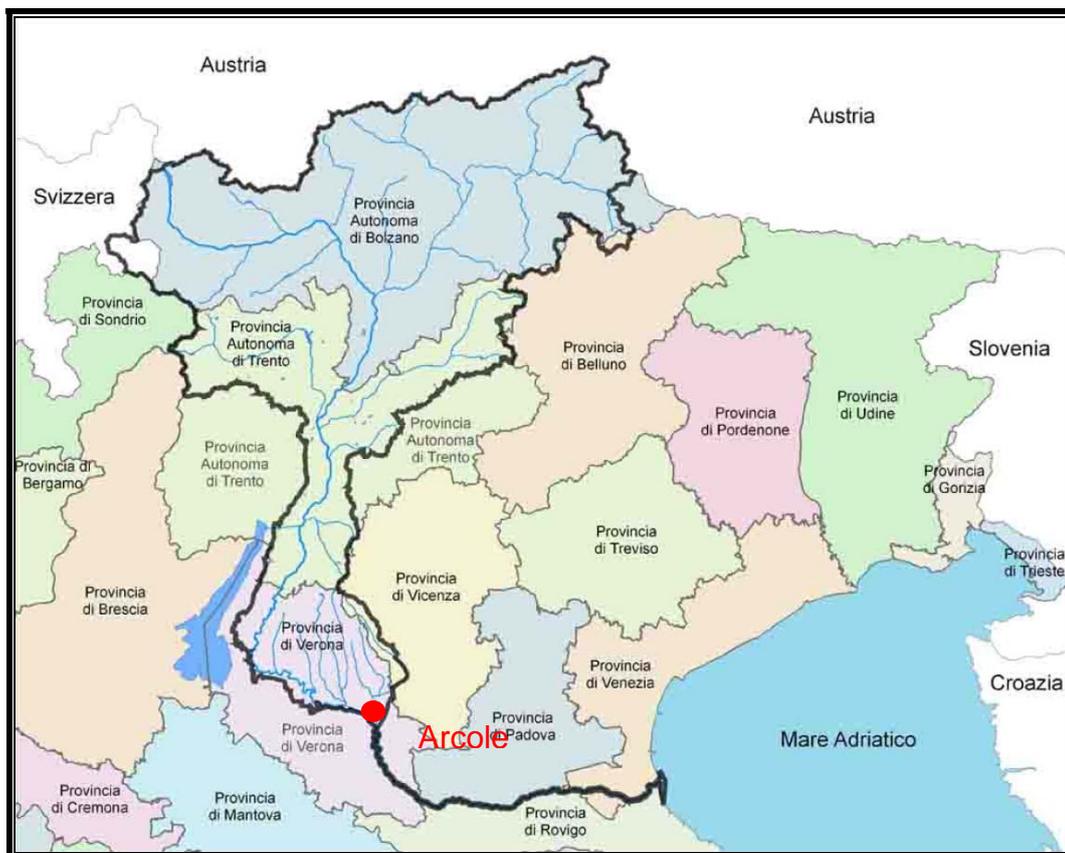
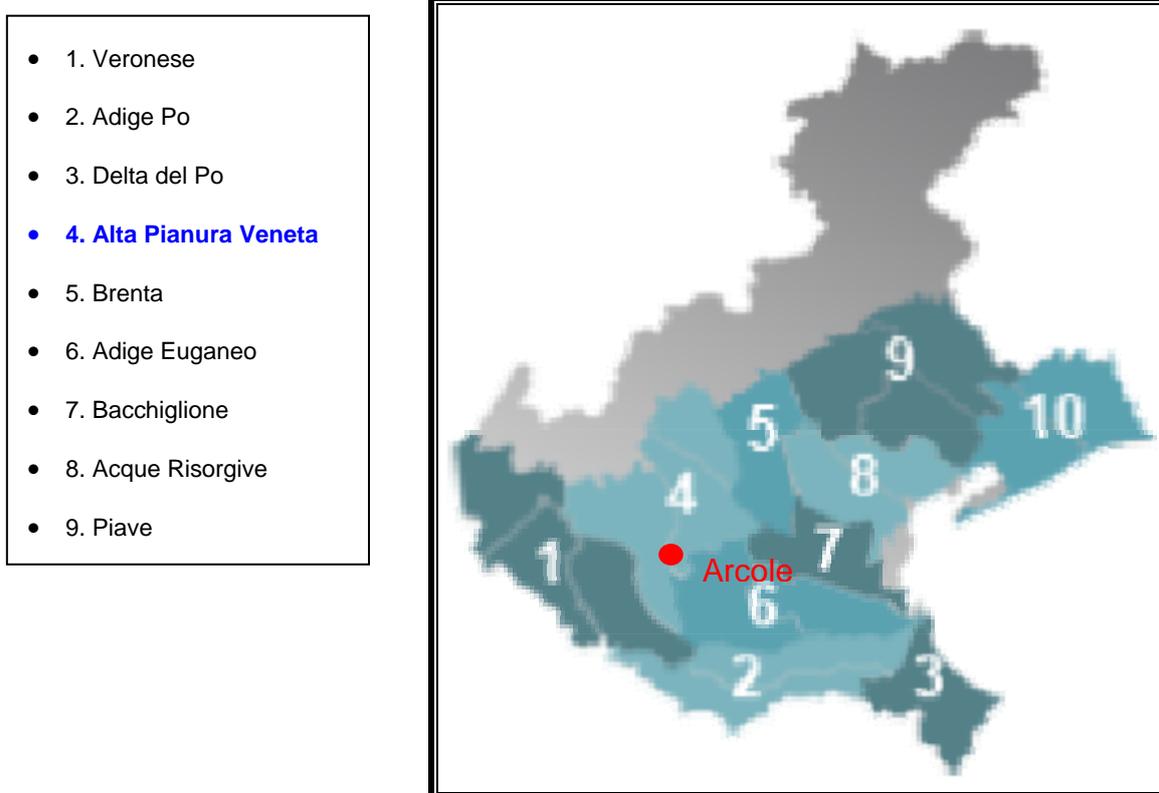


Figura 13: Ambito di Competenza dell'Autorità di Bacino del Fiume Adige – fuori scala

Con Delibera del Comitato Istituzionale 1/2005 del 15 febbraio 2005 è stato adottato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Adige, poi approvato con D.P.C.M. del 27 aprile 2006.

### **3.2 CONSORZIO DI BONIFICA ALTA PIANURA VENETA**

Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1408 del 19 maggio 2009 si è proceduto alla Costituzione dei nuovi Consorzi di bonifica del Veneto ai sensi dell'art. 3 della legge regionale 8 maggio 2009, n.12 "Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio".



*Figura 14: Suddivisione Consorzi di Bonifica secondo D.G.R.V. n°1408/2009*

In particolare il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta deriva dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di Bonifica Riviera Berica, Zerpano Alpone Adige Guà e Medio Astico Bacchiglione.

Il territorio comunale di Arcole rientra interamente in questo Consorzio.

## *4. ANALISI IDROLOGICA*

### **4.1 CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE**

Per determinare gli effetti prodotti dagli eventi più intensi ed individuare le eventuali criticità presenti sul territorio in esame è necessario stimare la quantità di precipitazione che la rete deve smaltire in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità.

E' necessario pertanto determinare le curve di possibilità climatica per assegnati tempi di ritorno a partire dalle serie storiche dei dati idrologici disponibili dalle stazioni pluviografiche presenti nei dintorni dell'area oggetto di intervento. A tale scopo sono stati analizzati i dati relativi a precipitazioni brevi ed intense registrate alle stazioni pluviografiche di Arcole.

Sono stati raccolti i dati relativi alle massime precipitazioni annue di 5, 10, 15, 30 e 45 minuti e di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive, pubblicati dal Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio dell'agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto.

Le serie dei valori massimi annuali di precipitazione di diversa durata sono state regolarizzate secondo gli usuali metodi statistici; in particolare, calcolati media, scarto quadratico medio e coefficiente di asimmetria del campione, col metodo dei momenti sono stati stimati i parametri delle leggi di probabilità usualmente impiegate per interpretare le funzioni di ripartizione dei valori estremi.

In questa analisi statistica è stata usata la distribuzione di Gumbel che fornisce per i diversi tempi di ritorno valori di precipitazione mediamente più elevati.

| <b>durata</b> | 5'   | 10'  | 15'  | 30'  | 45'  | 1 h  | 3 h   | 6 h   | 12 h  | 24 h  |
|---------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| <b>anno</b>   |      |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
| 1992          | 12.4 | 26.0 | 28.2 | 53.2 | 60.0 | 60.6 | 61.2  | 61.2  | 62.0  | 66.2  |
| 1993          | 7.8  | 14.4 | 21.8 | 35.8 | 38.4 | 44.4 | 48.6  | 49.8  | 62.4  | 65.6  |
| 1994          | 10.6 | 18.4 | 24.0 | 33.0 | 35.4 | 41.8 | 54.0  | 57.6  | 61.2  | 62.8  |
| 1995          | 9.0  | 16.6 | 21.8 | 30.2 | 31.2 | 31.4 | 31.6  | 35.8  | 40.6  | 40.6  |
| 1996          | 12.4 | 16.4 | 18.6 | 19.8 | 21.6 | 21.8 | 29.8  | 38.2  | 41.0  | 43.2  |
| 1997          | 5.8  | 9.6  | 12.4 | 15.8 | 17.2 | 18.4 | 19.6  | 37.2  | 37.2  | 39.2  |
| 1998          | 10.4 | 18.2 | 24.4 | 43.4 | 50.2 | 54.6 | 60.8  | 62.4  | 62.4  | 76.2  |
| 1999          | 10.8 | 20.0 | 21.4 | 27.8 | 29.6 | 30.8 | 33.6  | 49.8  | 62.8  | 73.4  |
| 2000          | 13.0 | 20.4 | 26.8 | 38.2 | 42.6 | 42.6 | 46.6  | 47.6  | 53.2  | 57.8  |
| 2001          | 7.8  | 11.4 | 12.8 | 14.2 | 14.4 | 15.2 | 25.0  | 38.8  | 54.8  | 60.4  |
| 2002          | 13.8 | 26.0 | 35.8 | 41.2 | 45.8 | 53.8 | 115.6 | 122.6 | 123.2 | 123.2 |
| 2003          | 5.4  | 8.8  | 12.2 | 18.8 | 22.4 | 23.6 | 26.6  | 28.2  | 33.6  | 36.0  |
| 2004          | 11.2 | 19.2 | 27.6 | 46.4 | 52.8 | 55.4 | 62.2  | 74.4  | 85.0  | 89.4  |
| 2005          | 16.4 | 26.8 | 32.8 | 41.0 | 46.8 | 51.4 | 52.4  | 66.4  | 66.6  | 71.4  |
| 2006          | 8.8  | 14.8 | 18.0 | 28.0 | 33.8 | 34.0 | 35.6  | 43.8  | 49.6  | 52.8  |

Figura 1: altezze di pioggia per le diverse durate orarie nella stazione di ARCOLE

Determinate le altezze di massima pioggia per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 25, 30, 50 e 100 anni, sono quindi stati calcolati, tramite regressione lineare mediante il metodo dei minimi quadrati, i parametri della curva di possibilità climatica per la stazione di misura.

La curva di possibilità climatica lega le altezze di pioggia alla durata attraverso la relazione

$$h = at^n$$

ove: "h" è l'altezza di pioggia espressa in mm

"t" è la durata dell'evento in ore

"a" ed "n" sono i parametri caratteristici della curva.

Tale curva presenta la concavità rivolta verso il basso, poiché con il crescere della durata l'intensità media della pioggia diminuisce.

| Tr<br>anni | Altezze di precipitazione (mm) |       |       |       |        |        | a             | n             |
|------------|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|---------------|---------------|
|            | 0,08                           | 0,17  | 0,25  | 0,5   | 0,75   | 1      |               |               |
| 2          | 9,94                           | 16,99 | 21,56 | 30,76 | 34,19  | 36,53  | 40,345        | 0,5144        |
| 5          | 13,29                          | 23,24 | 29,44 | 43,85 | 49,34  | 52,98  | 58,590        | 0,5490        |
| 10         | 15,51                          | 27,37 | 34,66 | 52,51 | 59,36  | 63,88  | 70,683        | 0,5628        |
| 20         | 17,64                          | 31,34 | 39,67 | 60,82 | 68,98  | 74,33  | 82,289        | 0,5725        |
| 30         | 18,86                          | 33,62 | 42,55 | 65,59 | 74,51  | 80,34  | 88,967        | 0,5771        |
| 50         | 20,39                          | 36,47 | 46,15 | 71,57 | 81,43  | 87,86  | <b>97,316</b> | <b>0,5819</b> |
| 100        | 22,45                          | 40,32 | 51,01 | 79,63 | 90,76  | 97,99  | 108,580       | 0,5873        |
| 200        | 24,51                          | 44,15 | 55,84 | 87,66 | 100,05 | 108,09 | 119,804       | 0,5917        |

Tabella 2: parametri della curva di possibilità pluviometrica per pioggia inferiori all'ora (ARCOLE)

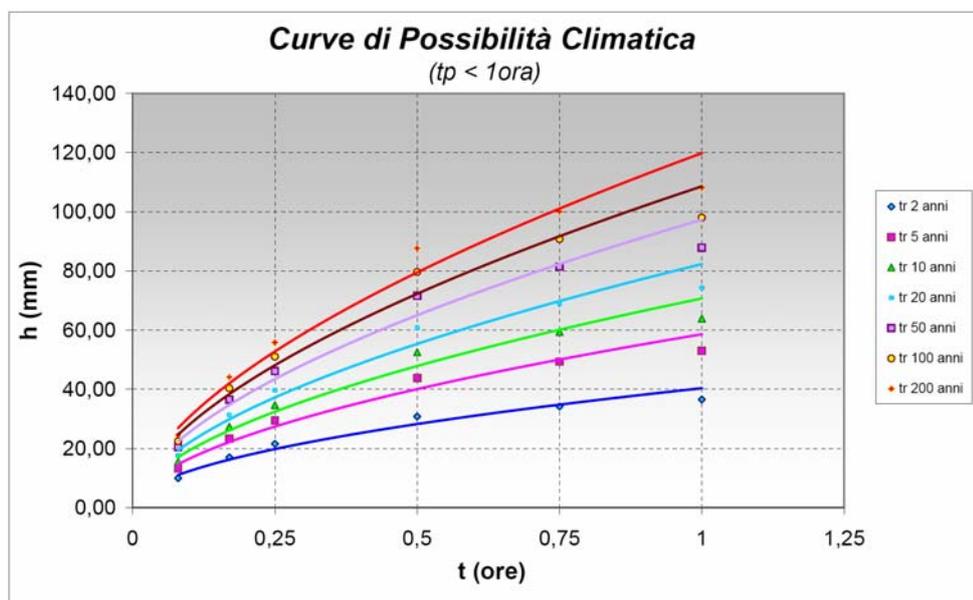


Figura 15: curve di possibilità climatica per piogge di durata inferiore all'ora (ARCOLE)

| Tr<br>anni | Altezze di precipitazione (mm) |        |        |        |        | a             | n             |
|------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|
|            | 1                              | 3      | 6      | 12     | 24     |               |               |
| 2          | 36,53                          | 43,47  | 50,97  | 56,54  | 60,67  | 36,789        | 0,1655        |
| 5          | 52,98                          | 69,86  | 76,42  | 81,06  | 85,52  | 56,120        | 0,1472        |
| 10         | 63,88                          | 87,33  | 93,26  | 97,29  | 101,97 | 68,897        | 0,1405        |
| 20         | 74,33                          | 104,09 | 109,42 | 112,86 | 117,75 | 81,146        | 0,1359        |
| 30         | 80,34                          | 113,73 | 118,72 | 121,81 | 126,82 | 88,190        | 0,1338        |
| 50         | 87,86                          | 125,78 | 130,34 | 133,01 | 138,17 | <b>96,995</b> | <b>0,1317</b> |
| 100        | 97,99                          | 142,04 | 146,02 | 148,11 | 153,47 | 108,869       | 0,1292        |
| 200        | 108,09                         | 158,23 | 161,64 | 163,16 | 168,72 | 120,698       | 0,1273        |

Tabella 3: parametri della curva di possibilità pluviometrica per pioggia superiore all'ora (ARCOLE)

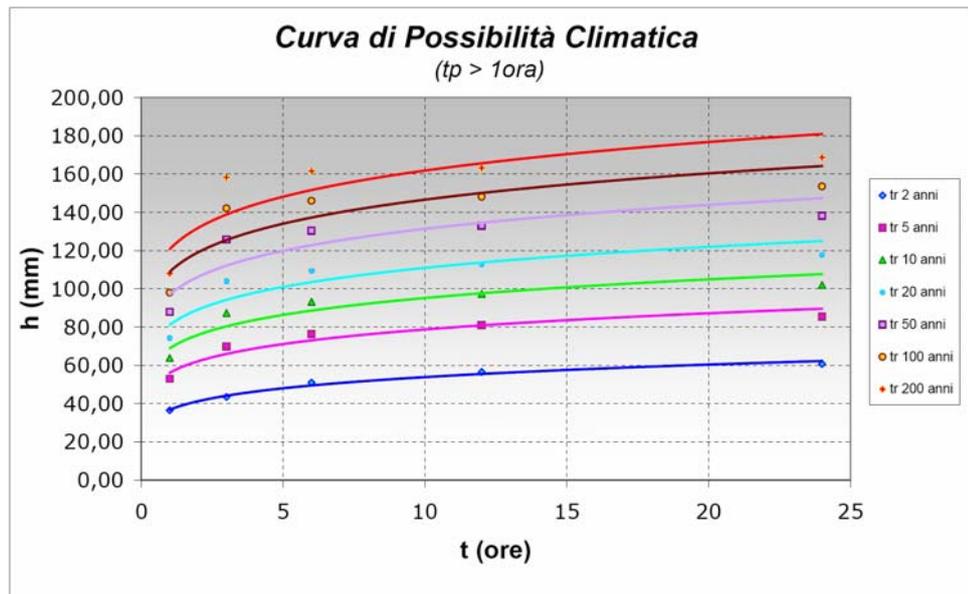


Figura 16: curve di possibilità climatica per piogge di durata superiore all'ora (ARCOLE)

Considerata la modesta estensione dei vari bacini di scolo, corrispondenti alle nuove aree di trasformazione, e prevedendo pertanto modesti tempi di corrivazione, la curva è stata discretizzata con una monomia che caratterizza eventi di durata superiore all'ora, periodo solitamente considerato nella pratica professionale per determinare i volumi di invaso necessari alla laminazione delle portate generate dagli eventi piovosi più gravosi. Il dimensionamento invece delle condotte della rete fognaria delle nuove aree soggette a impermeabilizzazione dovrà essere effettuato adottando invece le curve climatiche relative a tempi di pioggia inferiori all'ora. In questa sede non viene affrontata quest'ultima tipologia di dimensionamento, che invece dovrà essere sviluppata in sede di progetto, una volta definita la geometria della rete fognaria.

Come prescritto nella D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 *“in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di 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 cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni”* e la curva di possibilità pluviometrica è:

$$h(mm) = 96.99 \cdot t(ore)^{0.1311}$$

## 5. ANALISI IDRAULICA

### 5.1 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Per la definizione dell'idrogramma di piena ci si è avvalsi di un software applicativo (UrbisPro del Centro Studi Idraulica Urbana) che tramite processi di tipo iterativo consente di stimare la portata confluyente generata da piogge reali o simulate su bacini naturali o urbani. In questo caso l'evento piovoso è stato simulato sinteticamente con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento dei volumi di invaso necessari alla laminazione delle portate di piena.

La prima fase di quest'analisi ha comportato la definizione di uno **ietogramma costante**. Questo ietogramma, sicuramente il più diffuso nell'ambito progettuale, è dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante in tutta la durata. Per la sua definizione è necessario quindi specificare la durata dell'evento. Quest'ultima risulterà funzione delle portate in ingresso al sistema di laminazione, prodotte dall'evento piovoso, e di quelle in uscita, proporzionali alla superficie dell'area da servire. Il metodo adottato per la stima della durata dell'evento piovoso è di tipo iterativo e conduce, caso per caso, a risultati diversi, massimizzando comunque ogni volta i volumi prodotti.

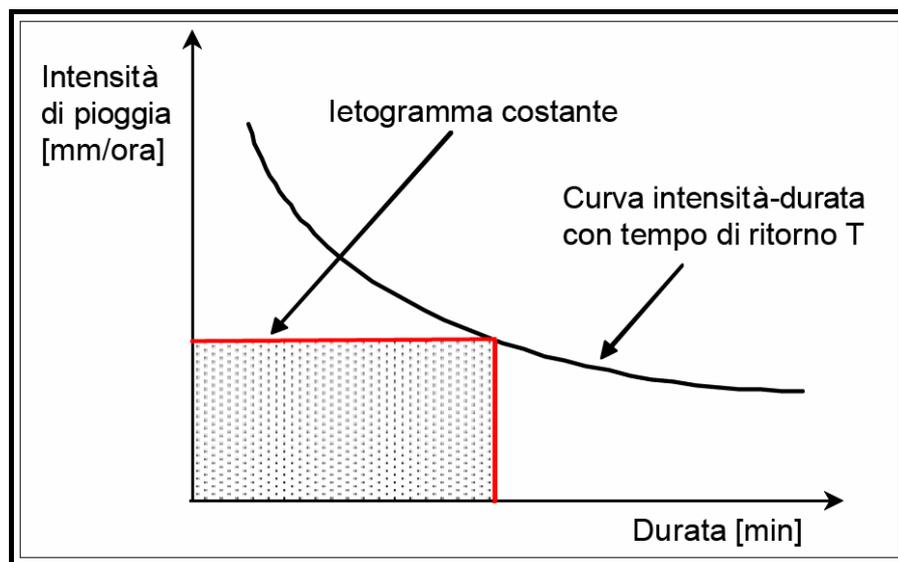


Figura 17 Ietogramma rettangolare

Non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alle canalizzazioni per essere convogliato verso il recapito finale. I fenomeni idrologici che avvengono sulla superficie del bacino scolante modificano sostanzialmente sia la distribuzione temporale che il volume della pioggia utile ai fini del deflusso nella rete di drenaggio. Se si prescinde dall'evapotraspirazione e dall'intercettazione (del tutto trascurabili in un bacino durante un evento di pioggia particolarmente intenso) i fenomeni idrologici che intervengono sono sostanzialmente legati all'infiltrazione e immagazzinamento di acqua nelle depressioni superficiali esistenti.

Questi processi, in realtà molto complessi, sono normalmente trattati con un approccio di tipo concettuale, basato cioè su equazioni empiriche e non derivanti dalla modellazione rigorosa del fenomeno fisico.

Il valori dei coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli indicati nell'Allegato A della D.G.R.V. n.2948 del 6 ottobre 2009 – indicazioni operative per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici – proposti nella letteratura di settore e adottati nella normale pratica progettuale, in mancanza di una descrizione dettagliata della copertura del suolo.

| <b>Tipologia area</b>   | <b>Coefficiente di deflusso</b> |
|---|---------------------------------|
| Agricola  | 0,1                             |
| Permeabili (aree verdi)   | 0,2                             |
| Semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato) | 0,6                             |
| Impermeabili (strade, tetti, marciapiedi)   | 0,9                             |

*Figura 18 Coefficienti di deflusso secondo la D.G.R.V. n°2948/2009*

L'ultima fase dell'analisi porta alla creazione dell'idrogramma di piena.

Tra i diversi metodi a disposizione, si è scelto il “**metodo lineare della corrivazione – metodo razionale –**”. Tale metodo schematizza il bacino come un insieme di canali lineari, tale cioè che il tempo di percorrenza del bacino sia un’invariante. È possibile quindi, almeno in via concettuale, tracciare le così dette linee isocorrive che uniscono i punti del bacino ad ugual tempo di corrivazione. Da esse, infine, è possibile costruire la curva aree-tempi che rappresenta in ordinate le aree del bacino comprese tra la sezione di chiusura e la linea isocorriva relativa al generico tempo di corrivazione, rappresentato in ascissa. Quest’ultimo, per una data superficie totale **S**, si definisce semplicemente tempo di corrivazione del bacino in esame **t<sub>c</sub>**. Dalla curva aree-tempi è possibile dedurre l’IUH – Idrogramma Unitario Istantaneo – che assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dt}$$

dove **dS/dt** è la derivata dalla curva aree tempi medesima.

Il **tempo di corrivazione** del bacino è il tempo necessario perché la goccia d’acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino stesso.

Esso è valutato indipendentemente dalla possibile interferenza nel deflusso della goccia con altre particelle d’acqua.

Per bacini artificiali il **tempo di corrivazione t<sub>c</sub>** può, in prima approssimazione, essere valutato come somma di due termini

$$t_c = t_i + t_r$$

dove:

*t<sub>i</sub>* = tempo di ingresso, cioè il tempo che impiega la particella d’acqua a giungere alla più vicina canalizzazione scorrendo in superficie,

*t<sub>r</sub>* = è il tempo di trasferimento lungo i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

Per la determinazione dei valori di **t<sub>i</sub>** si può far uso della tabella di Fair del 1966:

| Descrizione del Bacino   | $t_i$ [min] |
|--|-------------|
| Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali | <5          |
| Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti                                 | 10 – 15     |
| Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti                                 | 20 – 30     |

Figura 19 Valori dei tempi di ingresso secondo Fair

Per la determinazione del tempo  $t_r$  si accetta normalmente che esso si possa calcolare sulla base della velocità di moto uniforme dell'acqua nelle canalizzazioni – pari a 1 m/s –, ipotizzate piene ma non in pressione.

*A questo punto è possibile a partire dai parametri pluviometrici (a,n) di progetto, dal coefficiente di deflusso e dal tempo di corrivazione, ottenere per il tempo di ritorno di 50 anni i volumi necessari alla laminazione delle portate di pioggia, potendo scaricare nella rete idrografica esistente la sola portata specifica caratteristica di un apporto proveniente da un suolo agrario. Quest'ultima viene fissata dai Consorzi di Bonifica, in funzione della superficie, essere pari a **10 l/s-per ettaro**.*

## 5.2 STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO

Al fine di non aggravare la capacità di smaltimento delle acque meteoriche da parte della rete idrografica superficiale, è necessario prevedere l'invaso temporaneo, dei volumi in esubero derivanti dalle portate di piena, all'interno di zone opportunamente attrezzate per iniziare a restituirlo successivamente, alla diminuzione della portata di pioggia.

Il modello matematico impiegato per questa stima, descrive il fenomeno della laminazione attraverso le seguenti equazioni:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW}{dt} \quad \text{equazione di continuità}$$

$$Q_u(t) = f(h(t)) \quad \text{equazione della scala di portata dello scarico}$$

$$W(t) = g(h(t)) \quad \text{equazione dell'invaso della vasca}$$

dove:

$Q_e(t)$  portata entrante nella vasca

$Q_u(t)$  portata uscente

$W(t)$  volume invasato nella vasca

$Q_u(t)$  funzione che lega la portata uscente dalla vasca (dipendente dallo scarico)

$g$  e  $f$  legami geometrici

Per il caso in esame è stato adottato una schema idraulico di tipo a "bocca a battente", rappresentato graficamente nella figura seguente, trascurando il volume della cunetta:

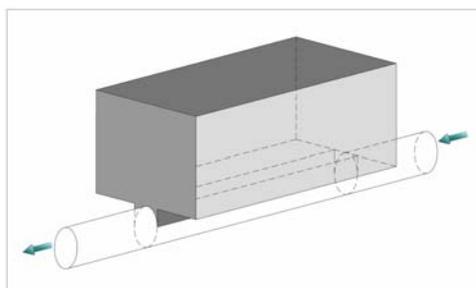


Figura 20: schematizzazione della vasca.

Per determinare quando la vasca entra in funzione, occorrerebbe conoscere la capacità di portata a riempimento del tubo in uscita e quindi, oltre alle sue dimensioni, anche la sua scabrezza e pendenza. Per semplicità si ammette che la portata di soglia, oltre la quale la vasca comincia effettivamente a funzionare, possa essere valutata con la relazione dell'efflusso sotto battente, ponendo pari a D/2 il carico della luce:

$$Q_{soglia}(t) = c \cdot A \cdot \sqrt{2g \frac{D}{2}}$$

dove "c" è il coefficiente di efflusso (supposto pari a 0.6) ed "A" l'area della bocca di scarico.

Al di sopra del valore di soglia la vasca entra in funzione e la legge di efflusso "f" è valutata con:

$$Q_e(t) = c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

dove "h" è il carico sulla luce.

Una volta noto il carico massimo sarà premura del progettista prevedere un adeguato franco di sicurezza che sia in grado di garantire la protezione delle opere pubbliche e private adiacenti al manufatto idraulico.

Secondo la D.G.R.V. n°2948/2009, il grado di approfondimento e dettaglio della Valutazione di Compatibilità Idraulica deve esser rapportato all'entità e alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche con una progressiva definizione articolata tra PAT, PI e PUA.

***Considerato che per le aree di possibile trasformazione previste dal P.A.T. il grado di dettaglio non è definito, essendo solo ipotizzate le dimensioni delle superfici e la percentuale di impermeabilizzazione, non si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche altri modelli di trasformazione afflussi-deflussi.***

## 6. VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Per semplicità di lettura e come suggerito dalla D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 si suddivide l'analisi di compatibilità idraulica per gli Ambiti Territoriali Omogenei riportati nell'elaborato grafico allegato **Idro 2 «Carta della Compatibilità Idraulica» alla scala 1:10.000.**

Dall'esame della Carta nel Comune risultano individuati 6 ambiti territoriali:

- **Insieme di ATO con prevalenza dei caratteri del sistema ambientale e paesaggistico**

ATO 1 – piana della Zerpa

ATO 2 – pianura centrale

ATO 3 – pianura Nord

- **Insieme di ATO con prevalenza dei caratteri del sistema insediativo: residenziale e produttivo**

Sottoinsieme: misto a dominante residenziale

ATO 4 – Arcole

ATO 5 – Gazzolo / Volpino

Sottoinsieme: misto a dominante produttiva

ATO 6 – Produttivo Arcole

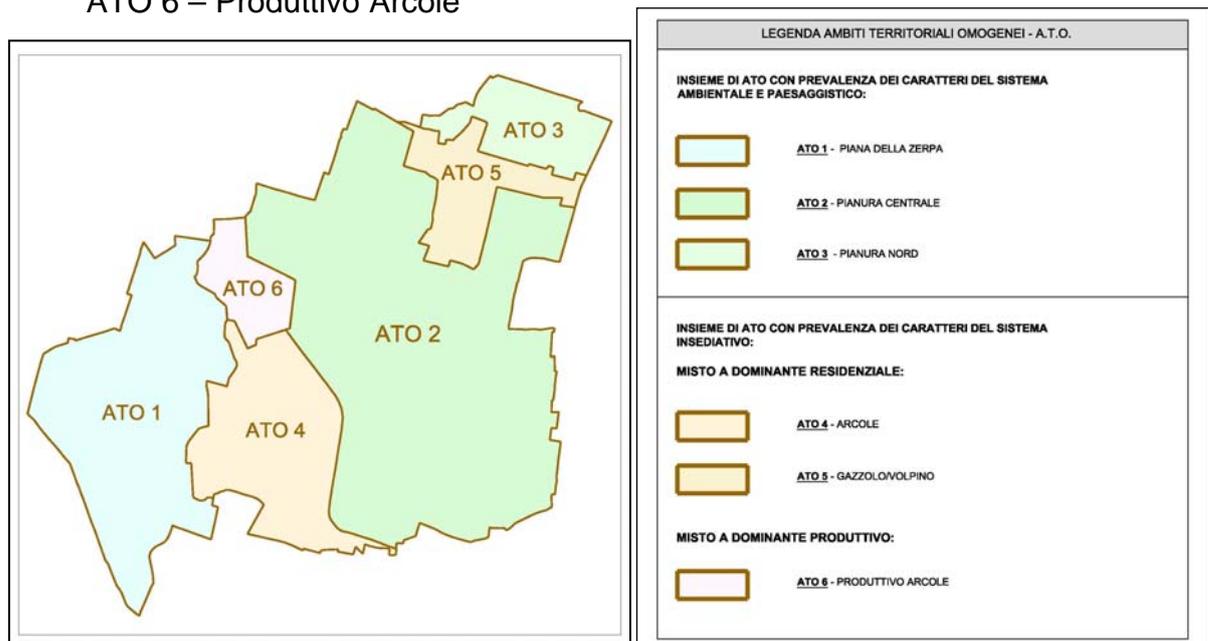


Figura 21: Suddivisione del territorio comunale in Ambiti Territoriali Omogenei

## 6.1 A.T.O. N° 1- PIANA DELLA ZERPA

### 6.1.1 Inquadramento

L'ATO 1 –PIANA DELLA ZERPA – appartiene all'insieme “con prevalenza dei caratteri del sistema ambientale e paesaggistico” è costituito dalla parte di territorio comunale che si estende ad Ovest dell'insediamento urbano del capoluogo Arcole, su una superficie di circa 4.293.984 m<sup>2</sup>.

L'ATO è costituito da una vasta area di territorio aperto che presenta un paesaggio di rilevante pregio ambientale, ancora complessivamente integro, caratterizzato dal disegno della maglia poderale dei terreni agricoli e dalla presenza di un corridoio ecologico secondario lungo il percorso dell'Alpone. L'ambito presenta i caratteri tipici del territorio agricolo che trovano omogenea continuità nei territori limitrofi.

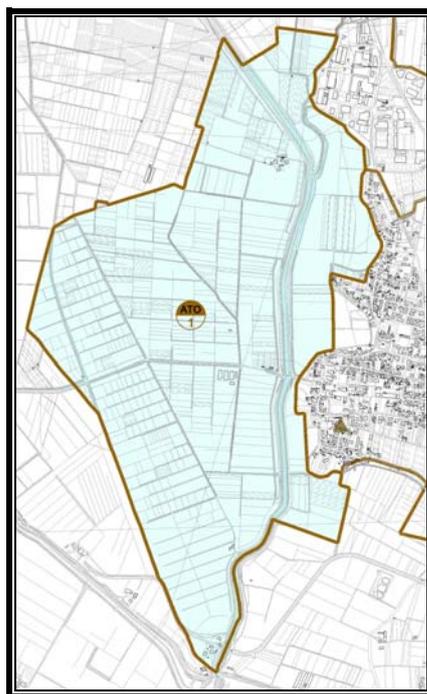


Figura 22: ATO n°1 – Piana della Zerpa

L'ATO è solcato al suo interno dal torrente Alpone (corso d'acqua principale), lambito ad Ovest dal fosso Circondario e dallo scolo Serega, che costituiscono il limite fisico dell'ambito, ed è attraversato anche da una rete di altri corsi d'acqua minori, naturali ed artificiali. Ad Est l'ATO è delimitato dallo scolo Palù.

Nell'ATO n°1, a causa della destinazione prevalentemente agricola del territorio e della mancanza di continuità nell'edificato, non è stato sviluppato negli anni un sistema fognario di raccolta integrato, sia per quanto riguarda le acque nere che le acque bianche. A questa motivazione va aggiunta anche la presenza di una fitta rete idraulica superficiale che copre in maniera capillare tutto l'Ambito Territoriale, disincentivando così l'investimento di capitali per la costruzione di una rete separata alternativa a quella esistente.

### 6.1.2 Criticità Idraulica

Oltre alle criticità già evidenziate nei capitoli precedenti del Torrente Alpone, all'interno dell'Ambito in esame sono state individuate, dai tecnici del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, alcune situazioni di criticità che comprendono le aree che si localizzano come in figura. Negli ultimi anni infatti, si sono verificati allagamenti, dovuti ad un deflusso difficoltoso della rete di scolo e alla scarsa permeabilità della zona.

In particolare le aree a deflusso difficoltoso individuate ai bordi del centro abitato di Arcole vengono allagate a causa dei fenomeni di rigurgito che si instaurano quando lo scolo Palù non riesce a scaricare nel Torrente Alpone.

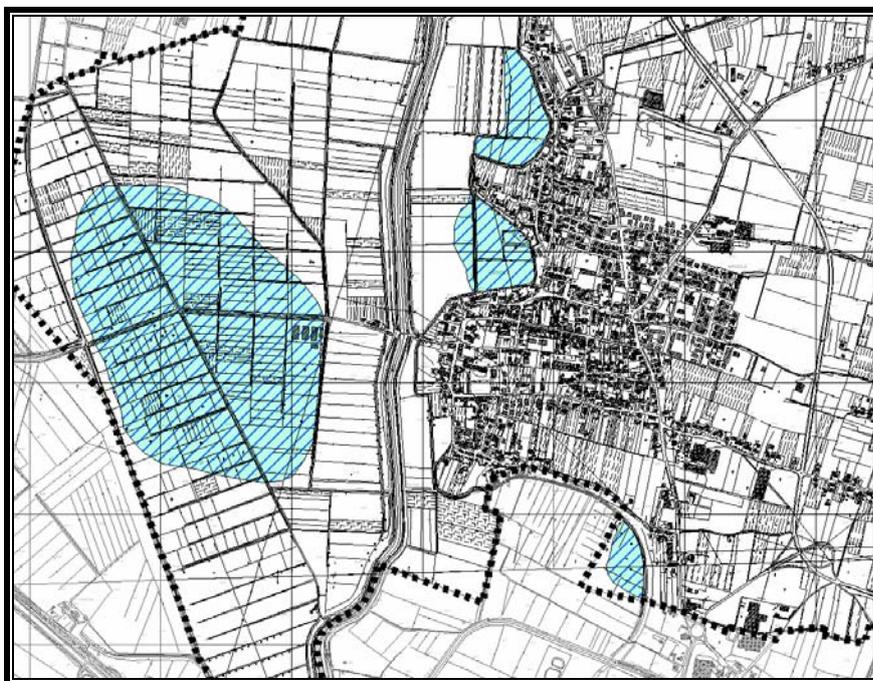


Figura 23: ATO n°1 – zone a deflusso difficoltoso

Tali aree sono definite a pericolosità idraulica e non risultano quindi idonee ad ospitare nuove edificazioni, e dovranno mantenere inalterato il loro carattere tipicamente rurale. La scelta di non prevedere aree trasformabili all'interno di questi limiti consente infatti di contenere al minimo il rischio idraulico.

### *6.1.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative*

#### All'intero A.T.O. non sono previste aree di trasformazione.

Sono solo consentite le attività agricole e funzioni ad esse connesse, a salvaguardia e valorizzazione del complessivo carattere agricolo ambientale del territorio, anche sotto il profilo economico; nonchè attrezzature e sistemazioni per l'organizzazione degli spazi a verde della rete dei servizi e delle reti di connessione ciclo-pedonali-equestri per l'ospitalità e visitazione del territorio aperto.

## 6.2 ATO N° 2 – PIANURA CENTRALE

### 6.2.1 Inquadramento

L'ATO 2 – PIANURA CENTRALE – che appartiene all'insieme “con prevalenza dei caratteri del sistema ambientale e paesaggistico” è costituito dall'ambito centrale del territorio comunale di Arcole, racchiuso dagli impianti insediativi del Capoluogo ad Ovest e della frazione di Gazzolo/Volpino a Nord-Est. Esso si estende dal margine della Strada Provinciale n. 7 ad Ovest fino al confine orientale del Comune, su una superficie territoriale di circa 9.058.809 m<sup>2</sup>.

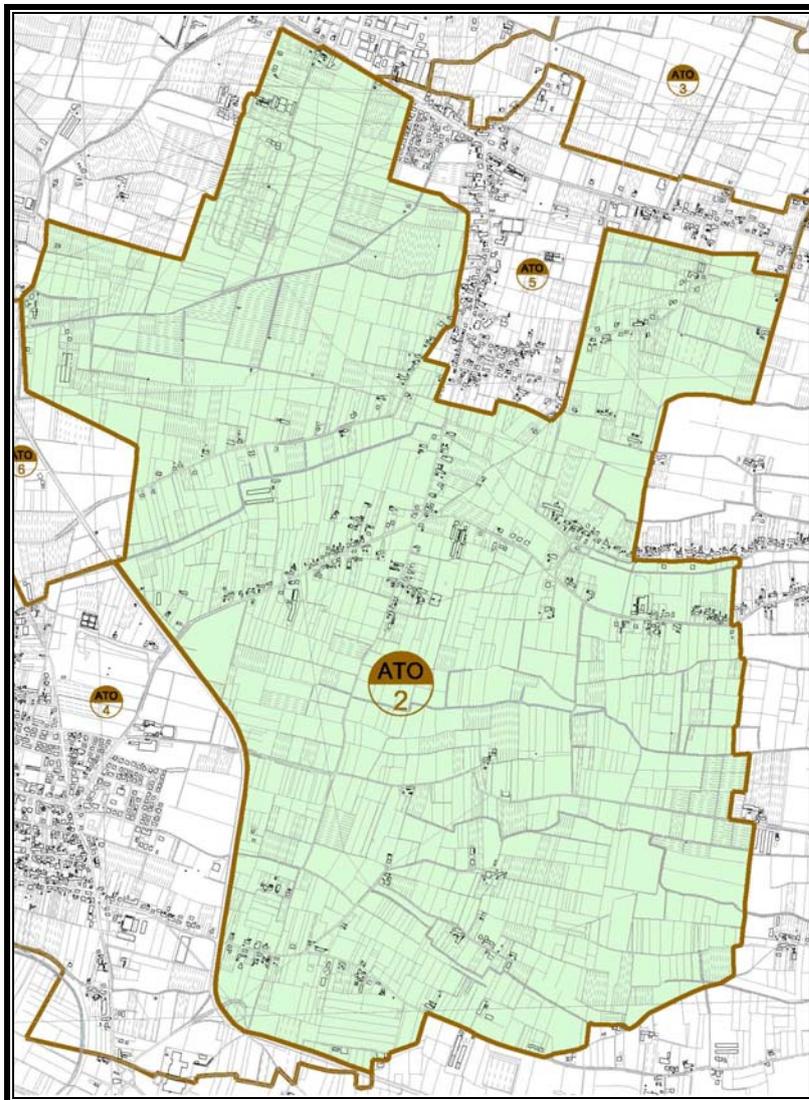


Figura 24: ATO n°2 – Pianura Centrale

L'ATO è costituito da un'ampia area di territorio aperto che presenta i caratteri tipici del territorio agricolo ed è contrassegnato dalla presenza di nuclei abitati sparsi e piccoli aggregati, per lo più connessi con l'attività agricola e disposti lungo la viabilità principale.

L'ambito è solcato da una rete di corsi d'acqua minori, naturali ed artificiali.

### *6.2.2 Criticità Idraulica*

All'interno dell'ATO non si riscontrano condizioni di pericolosità idraulica.

### *6.2.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative*

All'intero A.T.O. non sono previste aree di trasformazione.

Sono solo consentite le attività agricole e funzioni ad esse connesse, a salvaguardia e valorizzazione del complessivo carattere agricolo ambientale del territorio, anche sotto il profilo economico; nonchè attrezzature e sistemazioni per l'organizzazione degli spazi a verde della rete dei servizi e delle reti di connessione ciclo-pedonali-equestri per l'ospitalità e visitazione del territorio aperto.

## 6.3 A.T.O. N°3 – PIANURA NORD

### 6.3.1 Inquadramento

L'ATO 3 – PIANURA NORD che appartiene all'insieme "con prevalenza dei caratteri del sistema ambientale e paesaggistico" è costituito dalla parte di territorio all'estremità Nord-Est dei limiti comunali e dei nuclei insediativi delle frazioni di Gazzolo e Volpino.

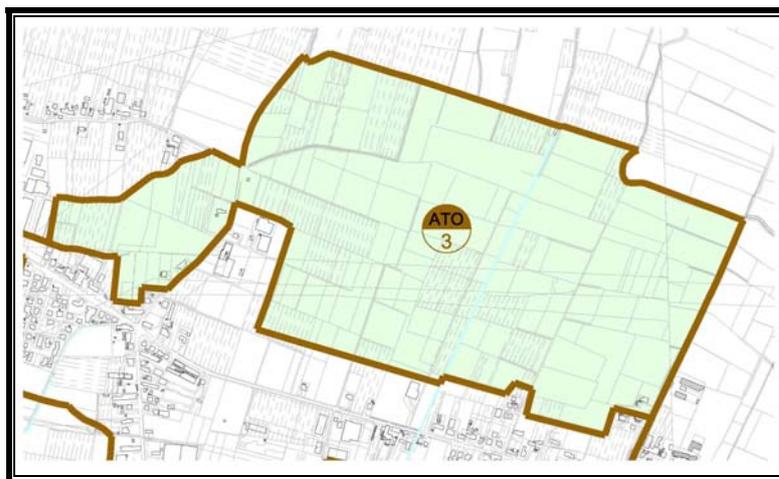


Figura 25: ATO n°3 – Pianura Nord

L'ATO è costituito da un' area di territorio aperto che presenta i caratteri tipici del territorio agricolo. Tale connotazione agricola trova omogenea continuità nei territori limitrofi. Sono presenti solo scoli irrigui.

### 6.3.2 Criticità idrauliche

L'A.T.O. in esame non presenta criticità idrauliche dovute a fenomeni di esondazione e di deflusso difficoltoso.

### 6.3.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative

All'intero A.T.O. non sono previste aree di trasformazione.

Sono solo consentite le attività agricole e funzioni ad esse connesse, a salvaguardia e valorizzazione del complessivo carattere agricolo ambientale del territorio, anche sotto il profilo economico.

## **6.4 A.T.O. N°4 – ARCOLE**

### *6.4.1 Inquadramento*

L'ATO 4 – ARCOLE – che appartiene all'insieme “con prevalenza dei caratteri del sistema insediativo” e al sottoinsieme “misto a dominante residenziale”, comprende l'impianto urbano di Arcole, prevalentemente residenziale. All'interno dell'ATO, a contorno dell'impianto urbano, residenziale e produttivo, ricade un insieme di aree agricole di mediazione con il territorio aperto, aree che nelle azioni strategiche di piano sono in parte previste come “Aree boscate di compensazione” che si configurano come cintura verde a raccordo con l'ambito fluviale dell'Alpone e con l'organizzazione degli spazi a verde della rete dei servizi e delle reti di connessione ciclo-pedonale-equestre, previsti dal Piano.

Il tessuto urbanizzato più recente dell'ATO è invece caratterizzato da insediamenti residenziali con presenza di alcune piccole attività produttive e commerciali.

L'ATO è delimitato ad Est dal tracciato della Strada Provinciale n. 7 che, attraversando l'intero comune da Nord a Sud, lo separa fisicamente dall'ATO 2 – Pianura centrale.

All'interno dell'ATO trovano localizzazione i principali servizi a scala comunale come le strutture scolastiche di base e il Municipio.

La rete fognaria è di tipo misto nella parte del centro storico mentre è di tipo separato nelle nuove aree di lottizzazione.

Considerato il tessuto urbanizzato dell'A.T.O. si nota l'assenza corsi d'acqua principali.

Sono presenti sul territorio due scoli di minor importanza, lo Scolo Palù, che ne delimita l'A.T.O. ad Ovest e lo Scolo Poggi, immissario del Collettore Zerpano.

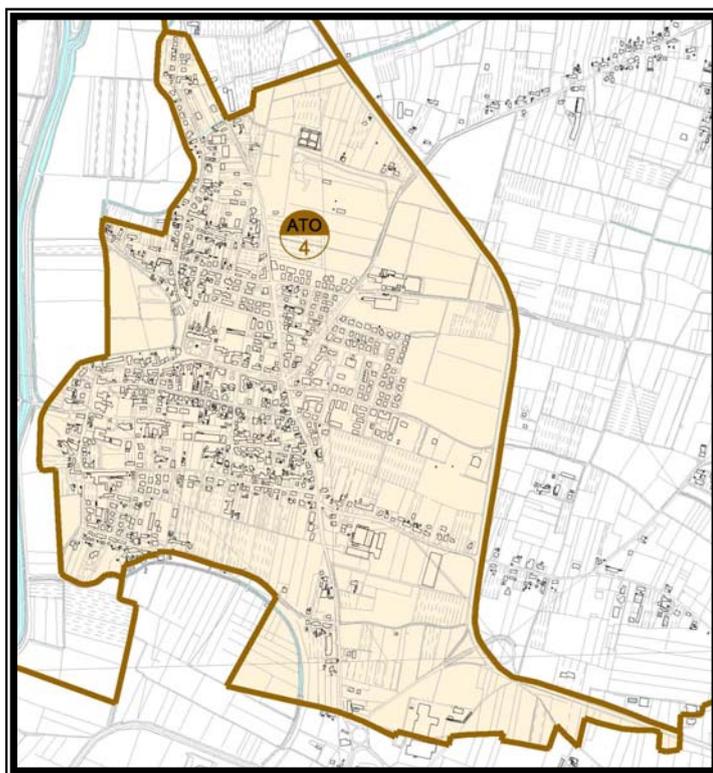


Figura 26: ATO n°4 – Arcole

#### 6.4.2 Criticità idrauliche

Oltre alle criticità già evidenziate nell'ATO 1 per lo scolo Palù, all'interno dell'Ambito in esame è stato individuata, dai tecnici del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, una situazione di criticità a Sud dell'ATO, a valle dell'idrovora.

In questa zona depressa si verificano allagamenti dovuti all'insufficienza della rete Zerpa ad accogliere ulteriori acque di scolo.

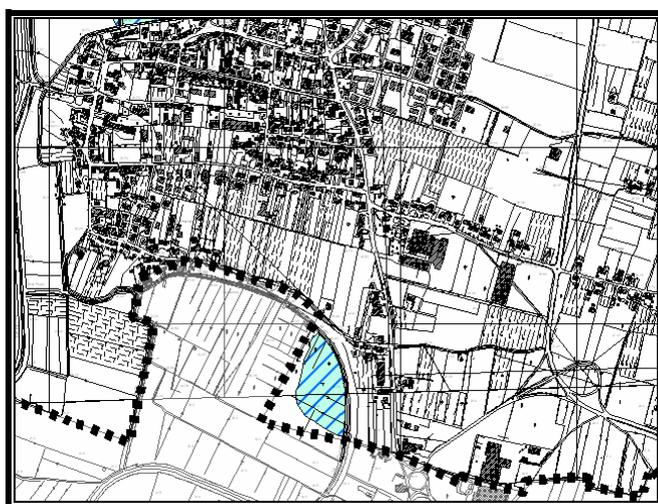


Figura 27: ATO n°4 – zona a deflusso difficoltoso

Tale area è definita a pericolosità idraulica e non risulta quindi idonea ad ospitare nuove edificazioni, e dovrà mantenere inalterato il suo carattere tipicamente rurale. La scelta di non prevedere aree trasformabili all'interno di questi limiti consente infatti di contenere al minimo il rischio idraulico.



*Figura 28: ATO n°4 – zona a deflusso difficoltoso*

Un'altra situazione di pericolo è costituita dalla probabile rottura della vetusta rete irrigua, costruita nel 1930, interamente intubata al di sotto delle abitazioni del centro storico. E' presente presso il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta un progetto di sistemazione di tale rete ma ad oggi non ha ricevuto finanziamenti per la realizzazione.

#### *6.4.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative*

All'interno dell'Ambito in esame è prevista la realizzazione di cinque aree di trasformabilità a destinazione civile che amplieranno il centro abitato in direzione Sud ed Ovest. Le superfici interessate dagli interventi hanno un'estensione rispettivamente di circa 1,2, 1,6, 1,25, 0,3 e 0,47 ha.

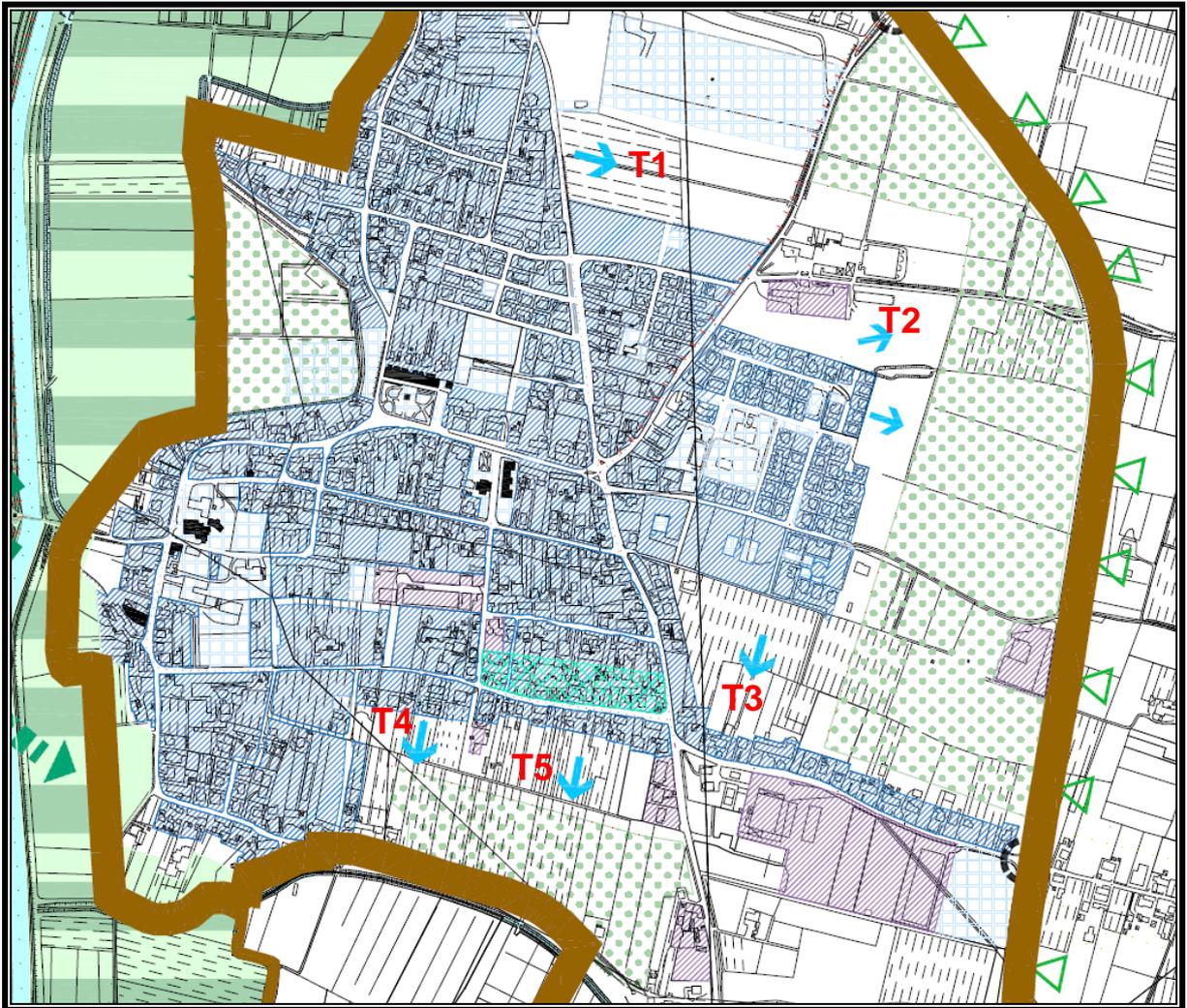


Figura 29: ATO n°5 – aree di espansione residenziale

Le aree di trasformabilità previste dal Piano di Assetto Territoriale non presentano condizioni di pericolosità idraulica e risultano quindi compatibili con le condizioni idrogeologiche del territorio, a patto di prevedere adeguate misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Considerata la mediocre permeabilità dei terreni sabbiosi come misure compensative verranno di seguito dimensionati bacini di laminazione depressi con scarico nella rete superficiale esistente e/o di futura progettazione.

Nel corso del complessivo processo approvativo degli interventi urbanistico – edilizi è richiesta, con progressiva definizione, l'individuazione puntuale delle misure compensative. A livello della pianificazione strutturale del Piano di Assetto del Territorio (PAT), vengono quantificati per ambiti territoriali omogenei (ATO) le superfici agricole utili (SAU) per le nuove aree di trasformabilità, senza però stabilire

con precisione la disposizione sul territorio delle stesse. Questo ultimo processo di definizione avverrà in sede di pianificazione operativa, Piano degli Interventi (PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi (PUA).

**Per questo motivo l'analisi che viene di seguito approntata, va a considerare la superficie massima contenibile nei limiti dell'edificabilità, tenendo in debita considerazione le barriere fisiche presenti sul territorio. Singolarmente le aree di trasformabilità, così definite, saranno comunque inferiori alla SAU definita per quest'ATO.**

**Anche la percentuale di impermeabilizzazione è ipotizzata.**

Se in fase di attuazione dello strumento urbanistico l'area di trasformabilità risulterà avere una superficie inferiore rispetto a quella di seguito adottata, allora le dimensioni dell'invaso, necessario alla laminazione delle portate di piena, dovranno essere stimate sulla base del volume specifico, rispetto alla superficie, definito alla fine della modellazione idraulica del fenomeno meteorico considerato.

Le aree di trasformabilità presentano le seguenti caratteristiche:

| Area | Superfici | Tipo intervento | % superficie impermeabile | Coefficiente deflusso | T           | T            | Parametri Curva Climatica |        |
|------|-----------|-----------------|---------------------------|-----------------------|-------------|--------------|---------------------------|--------|
|      | e         |                 |                           |                       | pioggia     | corrivazione | a                         | n      |
|      | S [ha]    |                 | S [%]                     | $\phi$                | $t_p$ [min] | $t_c$ [min]  |                           |        |
| T1   | 1,2       | Residenziale    | 60                        | 0,65                  | 150         | 15           | 96,99                     | 0,1311 |
| T2   | 1,6       | Residenziale    | 60                        | 0,65                  | 150         | 18           | 96,99                     | 0,1311 |
| T3   | 1,2       | Residenziale    | 60                        | 0,65                  | 150         | 15           | 96,99                     | 0,1311 |
| T4   | 0,3       | Residenziale    | 60                        | 0,65                  | 120         | 12           | 96,99                     | 0,1311 |
| T5   | 0,47      | Residenziale    | 60                        | 0,65                  | 120         | 12           | 96,99                     | 0,1311 |

*Tabella 4: Caratteristiche idrauliche e dimensionali relative alle aree di trasformabilità dell'ATO 4*

Gli idrogrammi di piena che si generano utilizzando ietogrammi di pioggia costante e il metodo lineare della corrivazione, descritti precedentemente, sono di seguito riportati.

Per completezza viene riportato anche l'idrogramma che massimizza la portata, sempre per un tempo di ritorno di 50 anni. In questo caso il tempo di pioggia adottato è uguale al tempo di corrivazione e la portata massima raggiunge valori nettamente superiori a quelli ottenuti con l'idrogramma che massimizza i volumi.

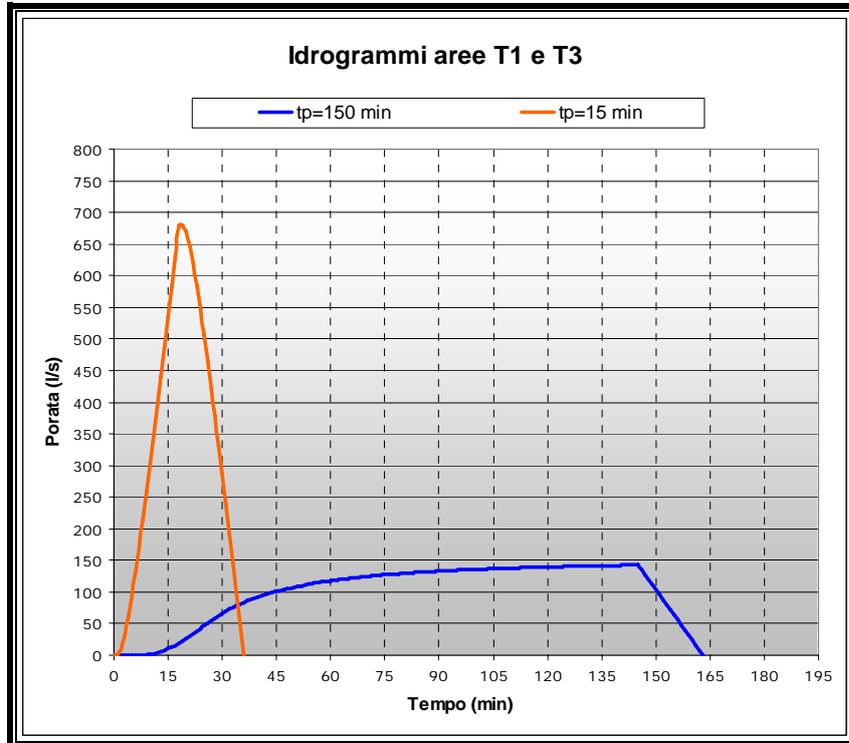


Figura 30: idrogrammi di piena per le aree T1 e T3

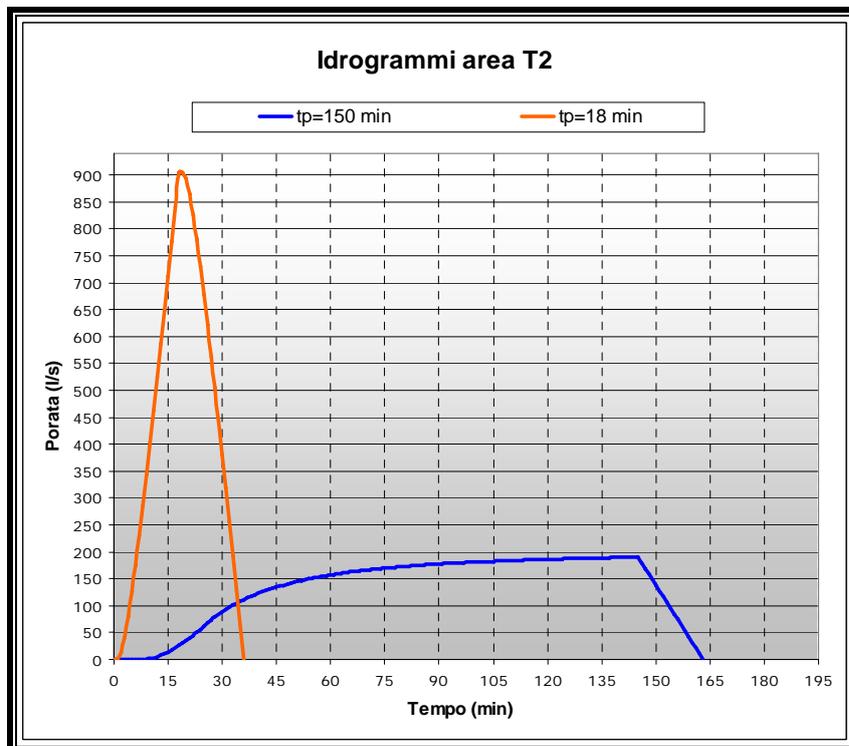


Figura 31: idrogrammi di piena per l'area T2

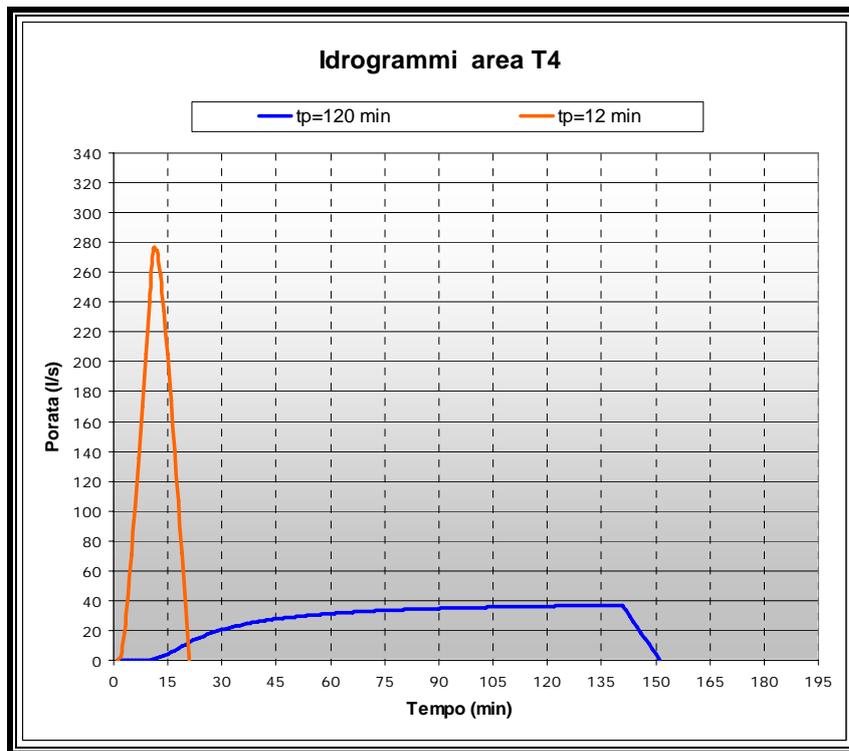


Figura 32: idrogrammi di piena per l'area T4

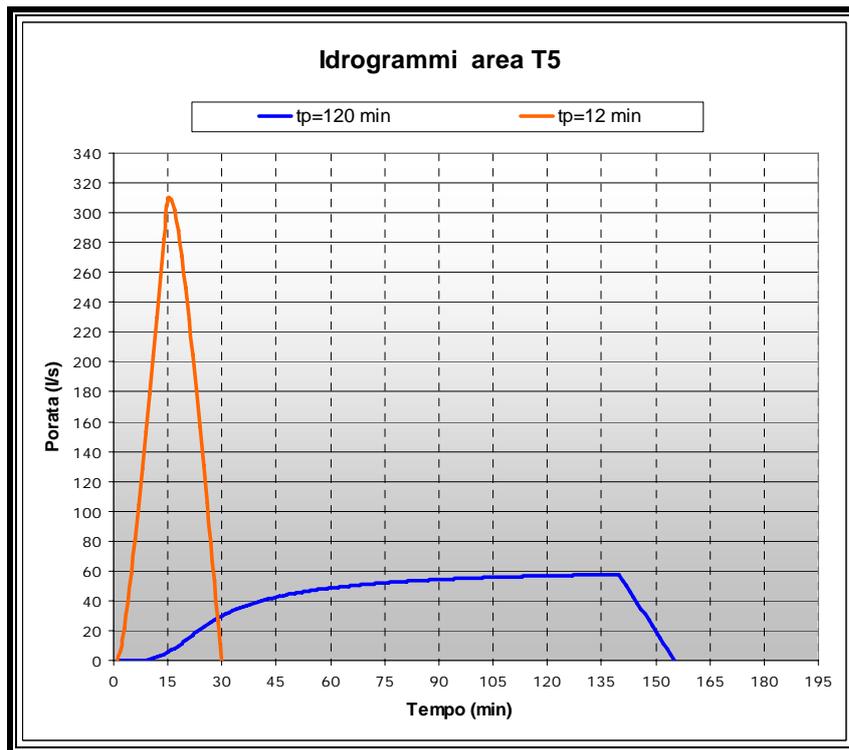


Figura 33: idrogrammi di piena per l'area T5

Per stimare il volume d'invaso è necessario definire alcuni parametri dimensionali delle vasche di laminazione e dei manufatti regolatori di portata; portata in uscita che non dovrà superare in maniera sostanziale il valore specifico di

10 l/s-ha, considerato dai Consorzi di Bonifica come valore rappresentativo di un deflusso proveniente da un suolo agrario.

A titolo di calcolo approssimativo vengono ipotizzati alcuni parametri dimensionali riguardanti le superfici delle vasche di laminazione, che si suppone abbiano una superficie regolare, tale da limitare l'entità del livello idraulico del bacino (al di sotto del metro). Con riferimento alla D.G.R.V. n° 2941/2009, per la bocca d'uscita non viene assunta una luce con diametro superiore ai 200 mm.

A causa delle dimensioni limitate delle aree di trasformabilità T4 e T5, è stato ipotizzato l'utilizzo di una pompa in grado di sollevare proprio la portata specifica di 10 l/s-ha, assunta come ammissibile in uscita.

| Area di trasformabilità | Superficie invaso<br>S [m <sup>2</sup> ] | Diametro foro uscita<br>D [mm] | Portata in uscita<br>Q <sub>u</sub> [l/s] |
|-------------------------|--|--------------------------------|---|
| T1                      | 1.200                                    | 80                             | 12  |
| T2                      | 2.000                                    | 100                            | 16  |
| T3                      | 1.200                                    | 80                             | 12  |
| T4                      | 300                                      | pompa                          | 3   |
| T5                      | 500                                      | pompa                          | 5   |

Tabella 5: Caratteristiche dimensionali del bacino di laminazione e manufatto limitatore di portata.

A questo punto è possibile definire, nel tempo, il volume che viene trattenuto all'interno del bacino di laminazione, che dipende della portata in uscita, funzione del livello che si instaura all'interno dell'invaso. Di seguito vengono presentati i risultati del modello, evidenziando i valori di battente, internamente al bacino, di portata e infine di volume.

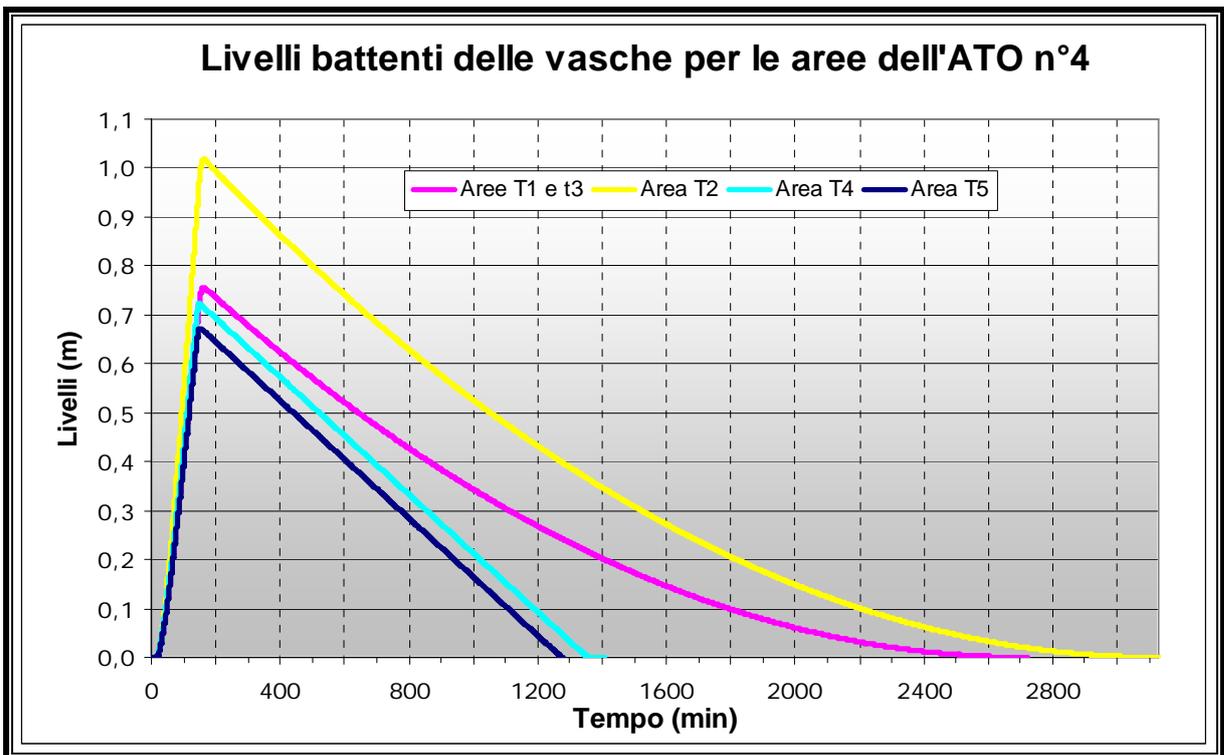


Figura 34: battenti idraulici che si realizzano nelle vasche delle aree di trasformazione dell'ATO 4

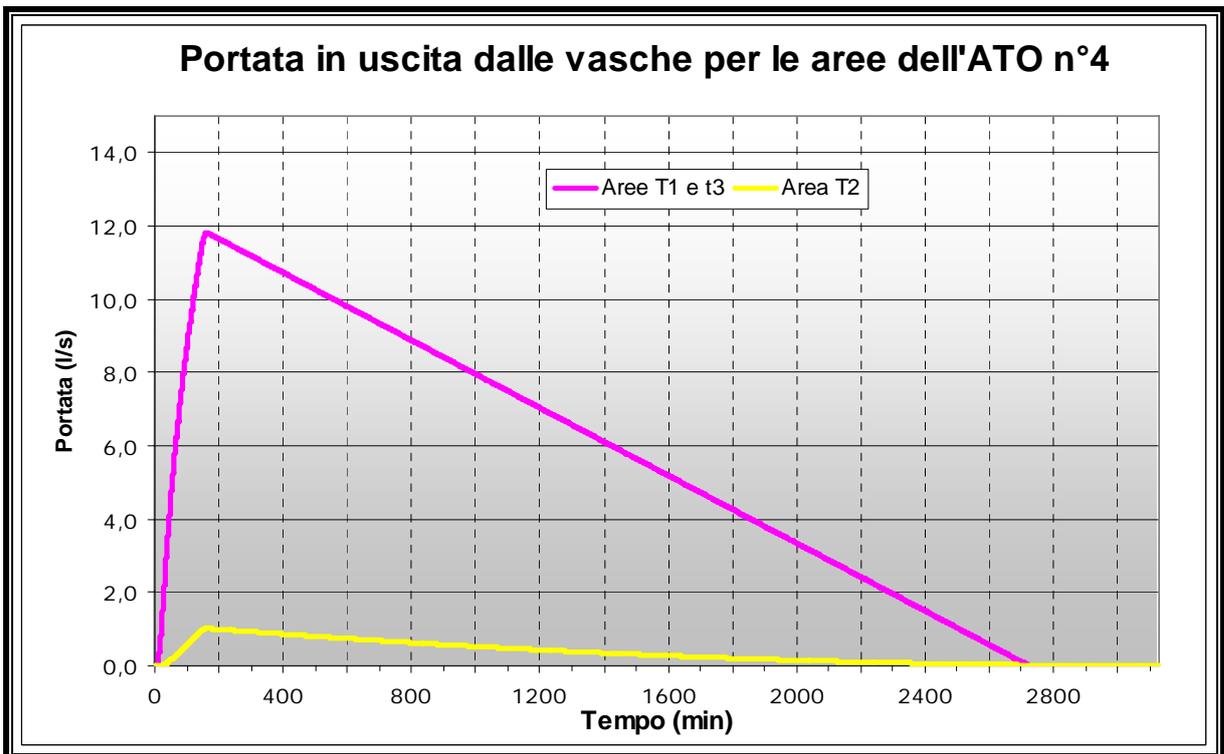


Figura 35 : portate uscenti dalle vasche a servizio delle aree di trasformazione dell'ATO 4

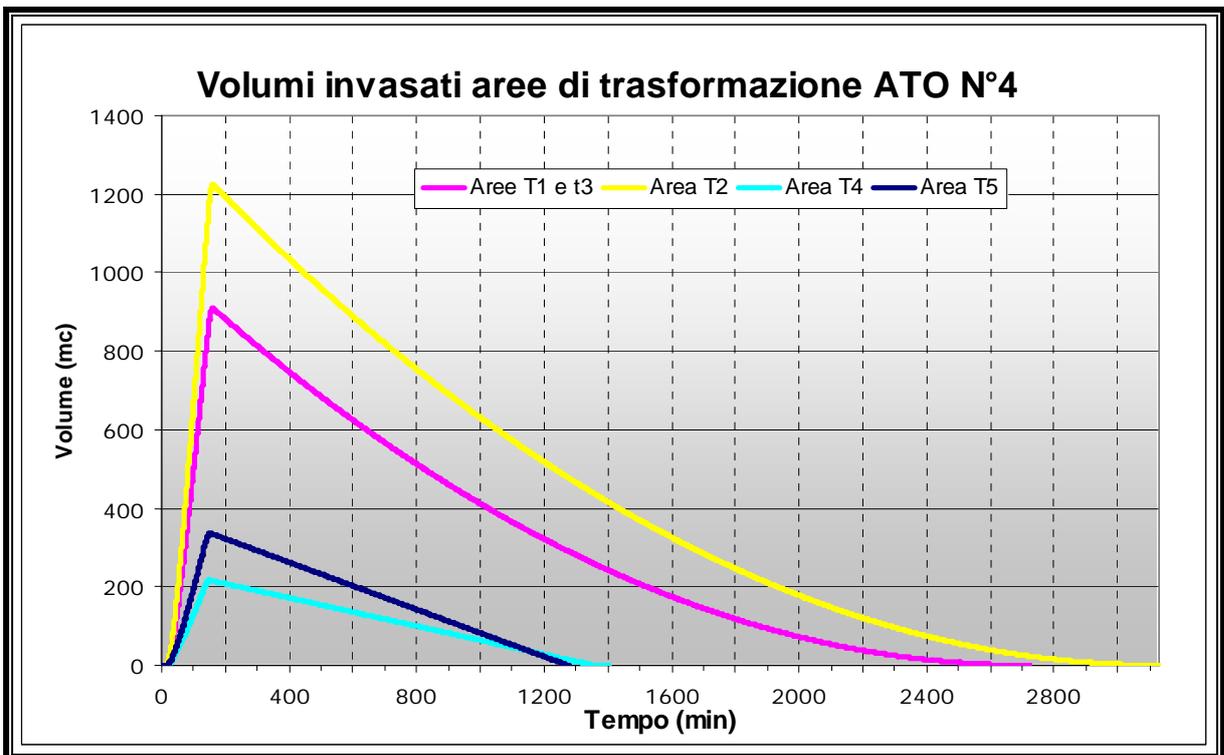


Figura 36: volumi invasati nelle vasche a servizio delle aree di trasformazione dell'A.T.O. 4

Le portate in uscita dai bacini destinati alla laminazione delle portate di piena si mantengono, per la totalità dell'evento, al di sotto dei valori correlati al deflusso da un terreno agrario, non aggravando in questo modo le condizioni esistenti della rete idraulica ricettrice superficiale e del sistema fognario.

Riassumendo i volumi specifici d'invaso sono:

| Area | Superficie | Volume specifico d'invaso |
|------|------------|---------------------------|
|      | S [ha]     | m <sup>3</sup> /ha        |
| T1   | 1,2        | 750                       |
| T2   | 1,6        | 754                       |
| T3   | 1,2        | 720                       |
| T4   | 0,3        | 750                       |
| T5   | 0,47       | 715                       |

**L'elevato valore del volume specifico d'invaso deriva dal calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione ARPAV di Arcole per la quale si hanno a disposizione i soli dati di precipitazione degli ultimi 15 anni. Il dato ottenuto potrebbe pertanto essere considerato oggettivamente sovradimensionato; tuttavia considerando la fragilità del territorio comunale, con terreni poco permeabili e zone a deflusso difficoltoso, e il mutamento delle condizioni climatiche in questi ultimi anni, si ritiene corretto utilizzare i suddetti valori di volume specifico d'invaso per le nuove aree di trasformazione previste dal P.A.T..**

**Inoltre si ricorda che, in sede di P.I., dovrà essere localizzato il punto di scarico nella rete idrografica superficiale; in assenza o in caso di non compatibilità al ricevimento delle acque di scarico del fossato esistente, sarà necessario realizzare nuovi scoli.**

## 6.5 A.T.O. N°5 – GAZZOLO - VOLPINO

### 6.5.1 Inquadramento

L'ATO 5 – GAZZOLO/VOLPINO – che appartiene all'insieme “con prevalenza dei caratteri del sistema insediativo” e al sottoinsieme “misto a dominante residenziale”, comprende l'impianto urbano delle frazioni di Gazzolo e Volpino, prevalentemente residenziale ma con attività produttive concentrati nella parte a Nord. L'estensione della superficie dell'ATO è pari a 1.187.872 m<sup>2</sup>.

All'interno dell'ATO trovano localizzazione i servizi a scala comunale ed un sistema di elementi ed edifici, non vincolati, ma di valore storico ed architettonico.

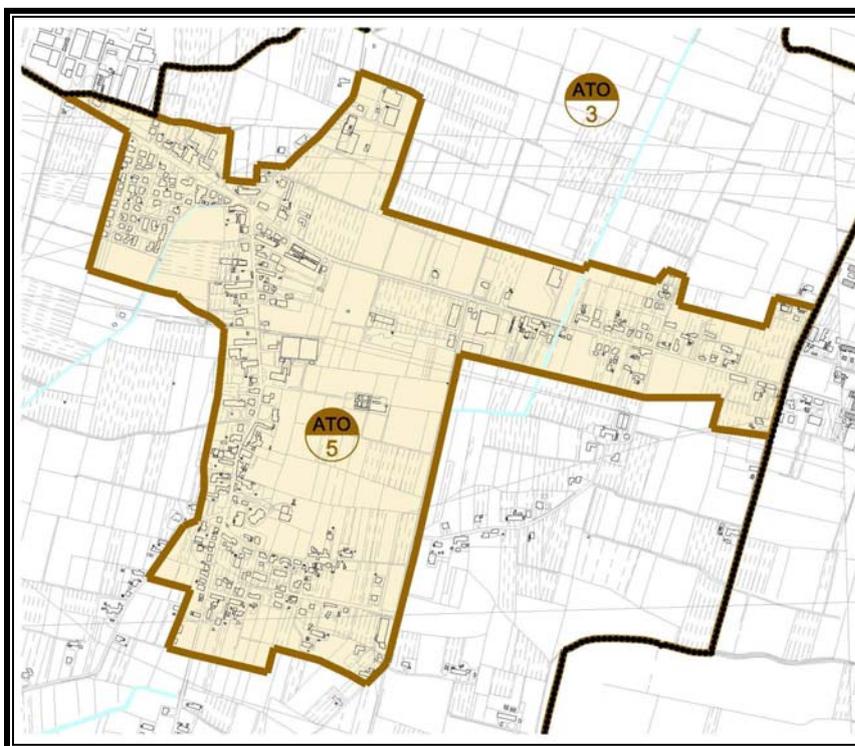


Figura 37: ATO n°5 – Gazzolo- Volpino

Dal punto di vista idrografico sono presenti solo scoli irrigui.

### 6.5.2 Criticità idrauliche

L'A.T.O. in esame non presenta criticità idrauliche dovute a fenomeni di esondazione e di deflusso difficoltoso.

### 6.5.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative

All'interno dell'Ambito in esame è prevista la realizzazione di sei aree di trasformabilità a destinazione civile di superficie pari a 0,8, 1,5, 0,6, 0,2, 0,2 e 0,5 ha e un'area industriale di ampliamento di superficie pari a 3,8 ha.

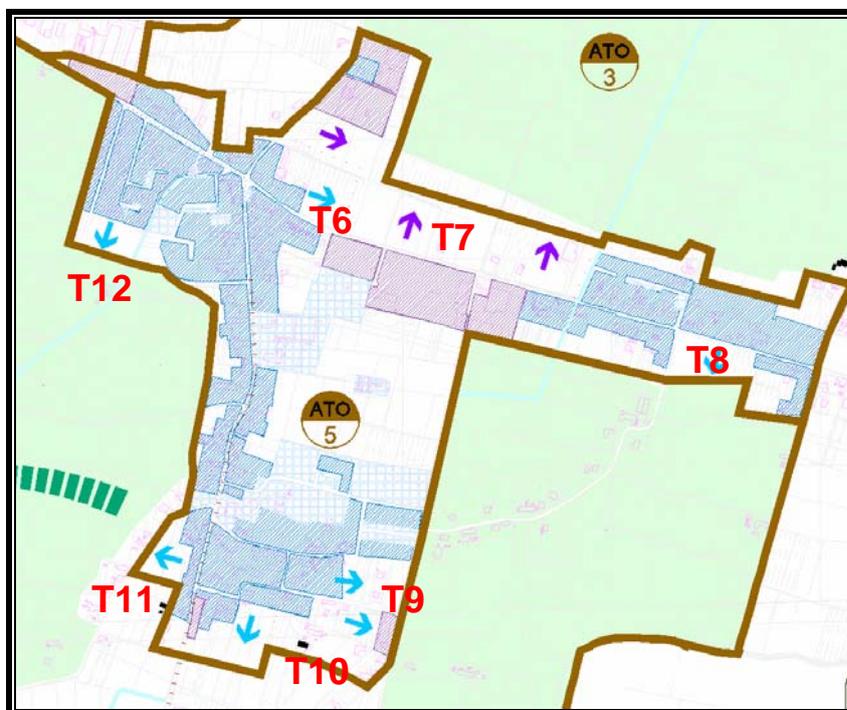


Figura 38: ATO n°5 – aree di espansione residenziale

Le aree di trasformabilità previste dal Piano di Assetto Territoriale non presentano condizioni di pericolosità idraulica e risultano quindi compatibili con le condizioni idrogeologiche del territorio, a patto di prevedere adeguate misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Considerata la mediocre permeabilità dei terreni sabbiosi come misure compensative verranno di seguito dimensionati bacini di laminazione depressi con scarico nella rete superficiale esistente e/o di futura progettazione.

Come già definito per le aree di trasformabilità dell'A.T.O. n° 4 anche in questo caso **l'analisi che viene di seguito approntata, va a considerare la superficie massima contenibile nei limiti dell'edificabilità, tenendo in debita considerazione le barriere fisiche presenti sul territorio. Singolarmente le aree**

**di trasformabilità, così definite, saranno comunque inferiori alla SAU definita per quest'ATO.**

**Anche la percentuale di impermeabilizzazione è ipotizzata.**

Se in fase di attuazione dello strumento urbanistico l'area di trasformabilità risulterà avere una superficie o una percentuale di impermeabilizzazione inferiore rispetto a quella di seguito adottata allora le dimensioni dell'invaso, necessario alla laminazione delle portate di piena, dovranno essere stimate sulla base del volume specifico, rispetto alla superficie, definito alla fine della modellazione idraulica del fenomeno meteorico considerato.

Le aree di trasformabilità presentano le seguenti caratteristiche:

| Area | Superfici | Tipo intervento | % superficie impermeabile | Coefficient e deflusso | T         | T     | Parametri Curva Climatica |                      |
|------|-----------|-----------------|---------------------------|------------------------|-----------|-------|---------------------------|----------------------|
|      | S [ha]    |                 |                           |                        | nota (**) | S [%] | $\phi$                    | t <sub>p</sub> [min] |
| T6   | 0,8       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 150       | 15    | 96,99                     | 0,1311               |
| T7   | 3,8       | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 180       | 20    | 96,99                     | 0,1311               |
| T8   | 1,5       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 150       | 18    | 96,99                     | 0,1311               |
| T9   | 0,6       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 120       | 15    | 96,99                     | 0,1311               |
| T10  | 0,2       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 120       | 12    | 96,99                     | 0,1311               |
| T11  | 0,2       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 120       | 12    | 96,99                     | 0,1311               |
| T12  | 0,5       | Residenziale    | 60                        | 0,65                   | 120       | 12    | 96,99                     | 0,1311               |

*Figura 39: Caratteristiche idrauliche e dimensionali relative alle aree di possibile trasformazione*

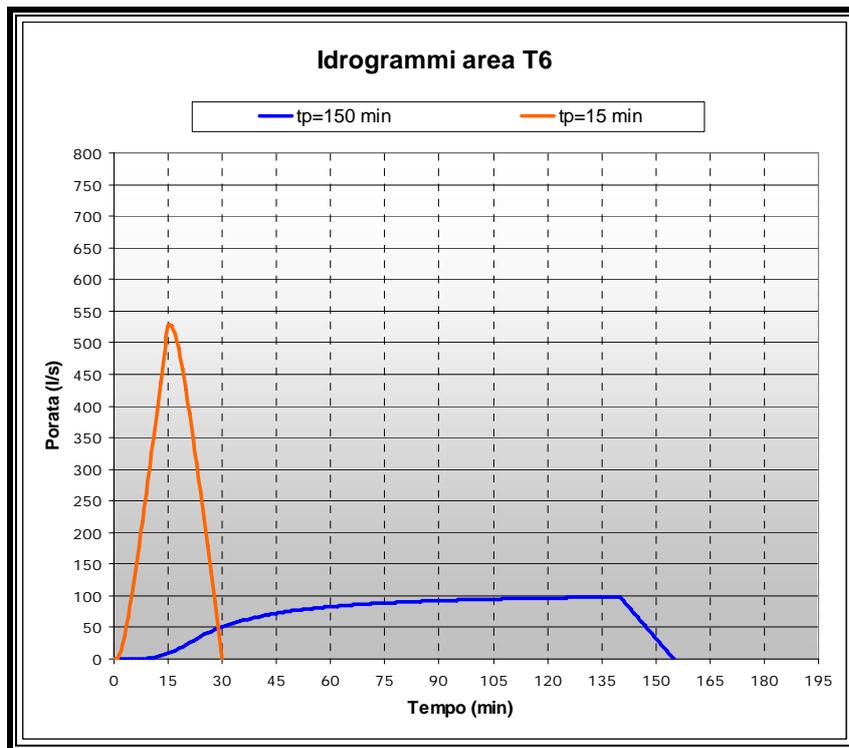


Figura 40: idrogrammi di piena per l'area T6

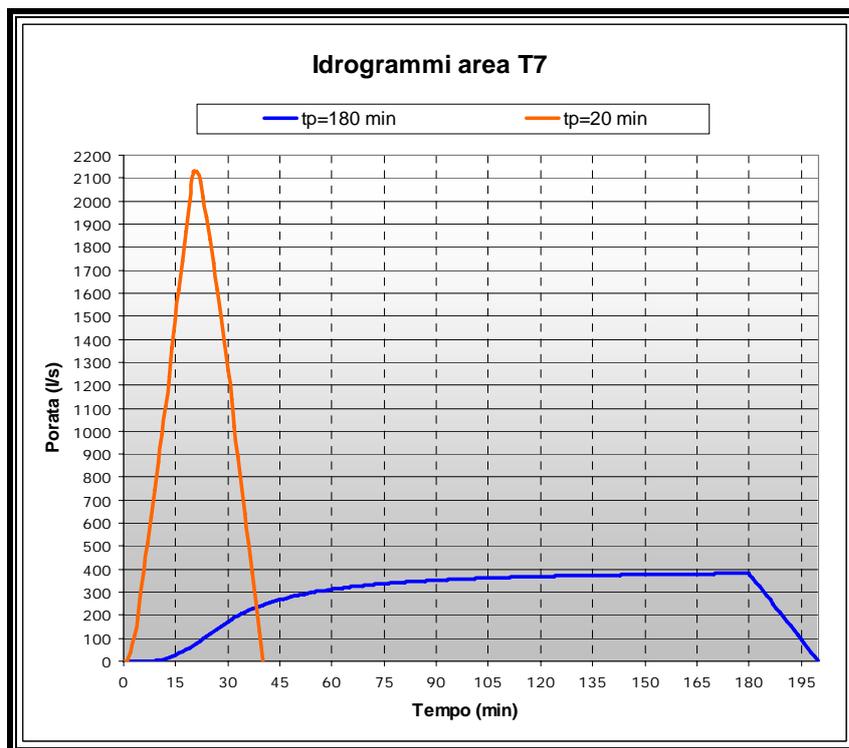


Figura 41: idrogrammi di piena per l'area T7

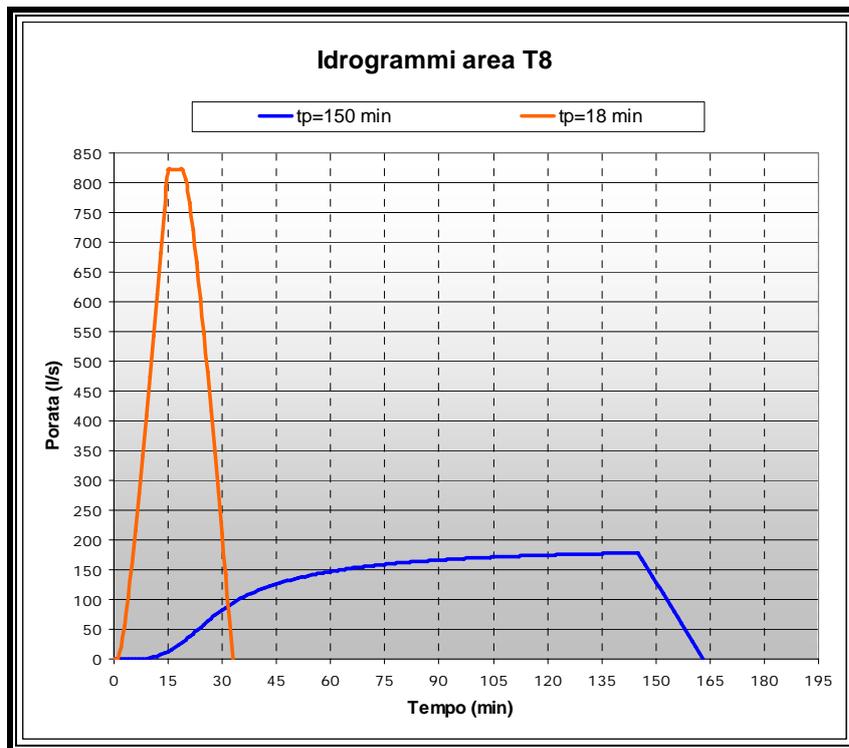


Figura 42: idrogrammi di piena per l'area T8

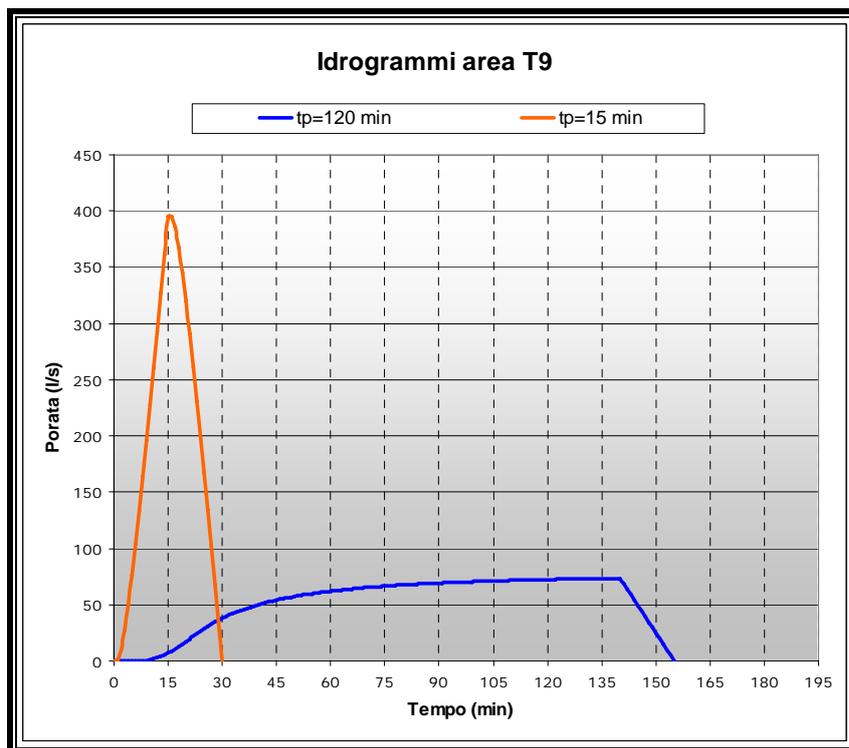


Figura 43: idrogrammi di piena per l'area T9

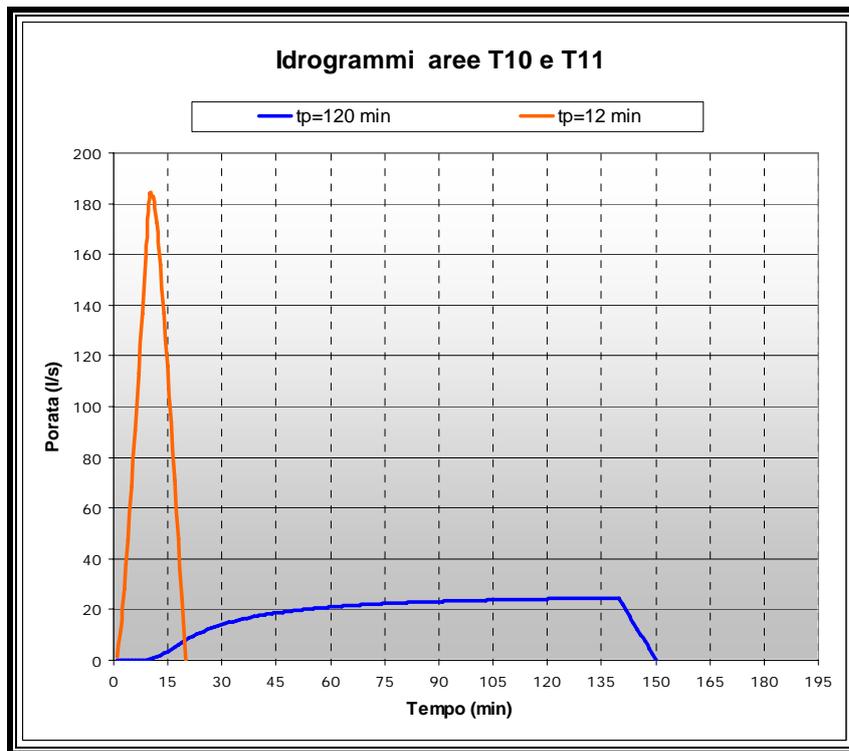


Figura 44: idrogrammi di piena per le aree T10 e T11

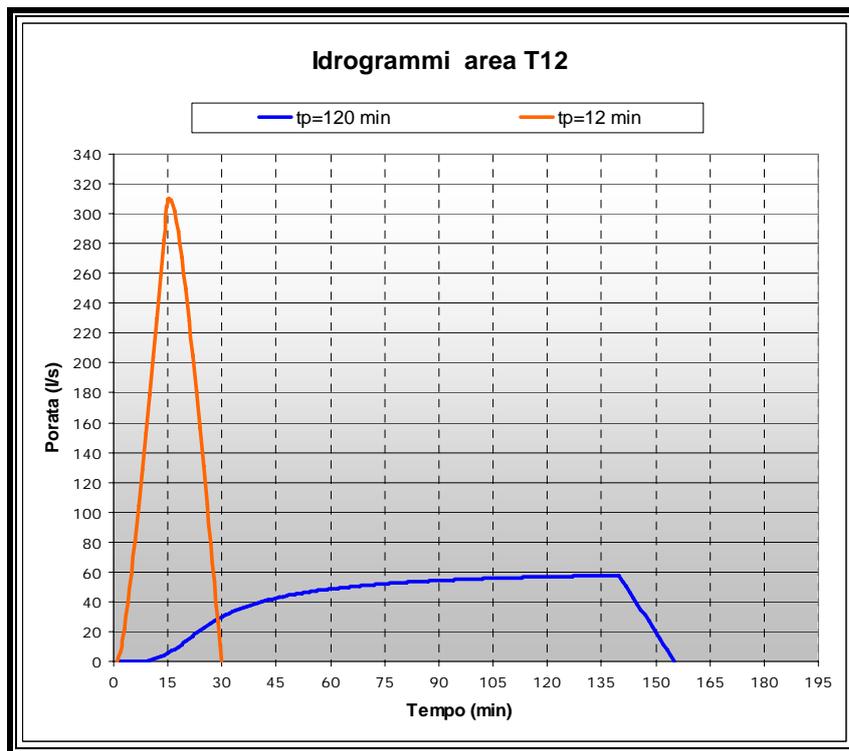


Figura 45: idrogrammi di piena per l'area 12

Per stimare il volume d'invaso è necessario definire alcuni parametri dimensionali delle vasche di laminazione e dei manufatti regolatori di portata; portata in uscita che non dovrà superare in maniera sostanziale il valore specifico di

10 l/s-ha, considerato dai Consorzi di Bonifica come valore rappresentativo di un deflusso proveniente da un suolo agrario.

A titolo di calcolo approssimativo vengono ipotizzati alcuni parametri dimensionali riguardanti le superfici delle vasche di laminazione, che si suppone abbiano una superficie regolare, tale da limitare l'entità del livello idraulico del bacino (al di sotto del metro). Con riferimento alla D.G.R.V. n° 2941/2009, per la bocca d'uscita non viene assunta una luce con diametro superiore ai 200 mm.

A causa delle dimensioni limitate delle aree di trasformabilità T10, T11 e T12, è stato ipotizzato l'utilizzo di una pompa in grado di sollevare proprio la portata specifica di 10 l/s-ha, assunta come ammissibile in uscita.

| Area di trasformabilità | Superficie invaso<br>S [m <sup>2</sup> ] | Diametro foro uscita<br>D [mm] | Portata in uscita<br>Q <sub>U</sub> [l/s] |
|-------------------------|--|--------------------------------|---|
| T6                      | 1.400                                    | 100                            | 8   |
| T7                      | 5.000                                    | 150                            | 38  |
| T8                      | 2.000                                    | 100                            | 15  |
| T9                      | 750                                      | 63                             | 6   |
| T10                     | 200                                      | pompa                          | 2   |
| T11                     | 200                                      | pompa                          | 2   |
| T12                     | 500                                      | pompa                          | 5   |

Tabella 6: Caratteristiche dimensionali del bacino di laminazione e manufatto limitatore di portata.

A questo punto è possibile definire, nel tempo, il volume che viene trattenuto all'interno del bacino di laminazione, che dipende della portata in uscita, funzione del livello che si instaura all'interno dell'invaso. Di seguito vengono presentati i risultati del modello, evidenziando i valori di battente, internamente al bacino, di portata e infine di volume.

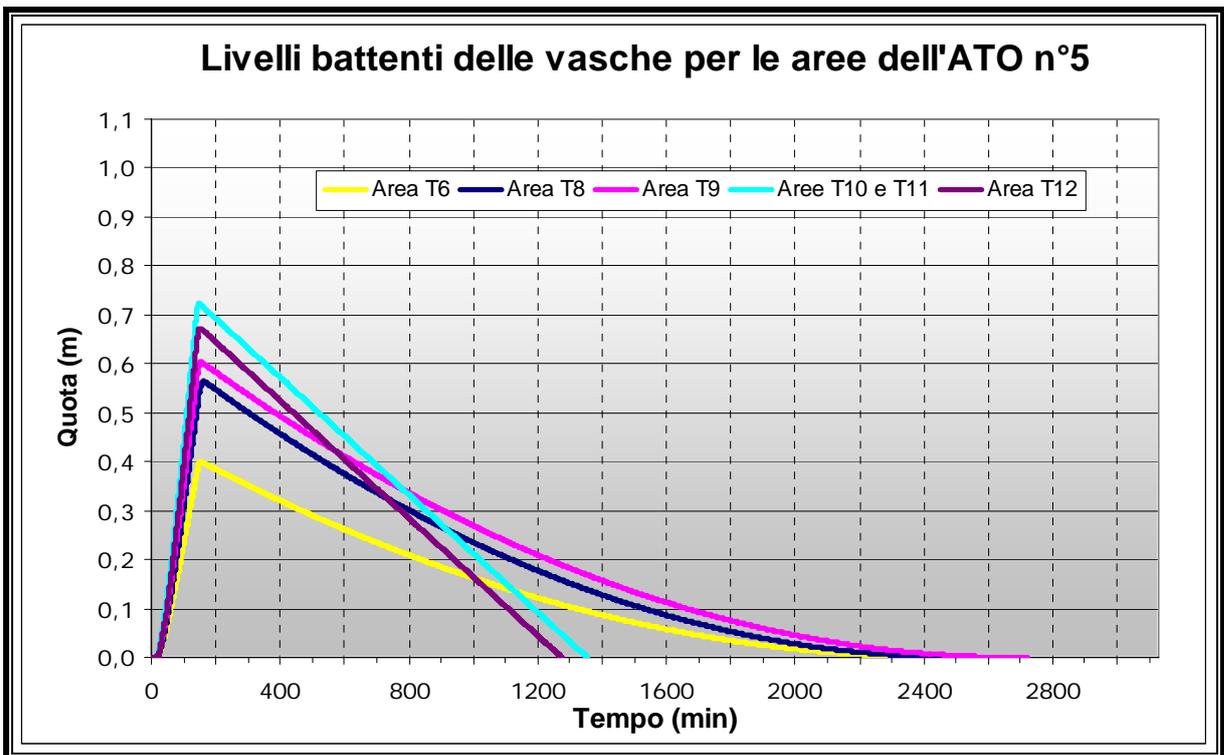


Figura 46: battenti idraulici che si realizzano nelle vasche a servizio delle aree di trasformazione residenziali dell'A. T.O. 5

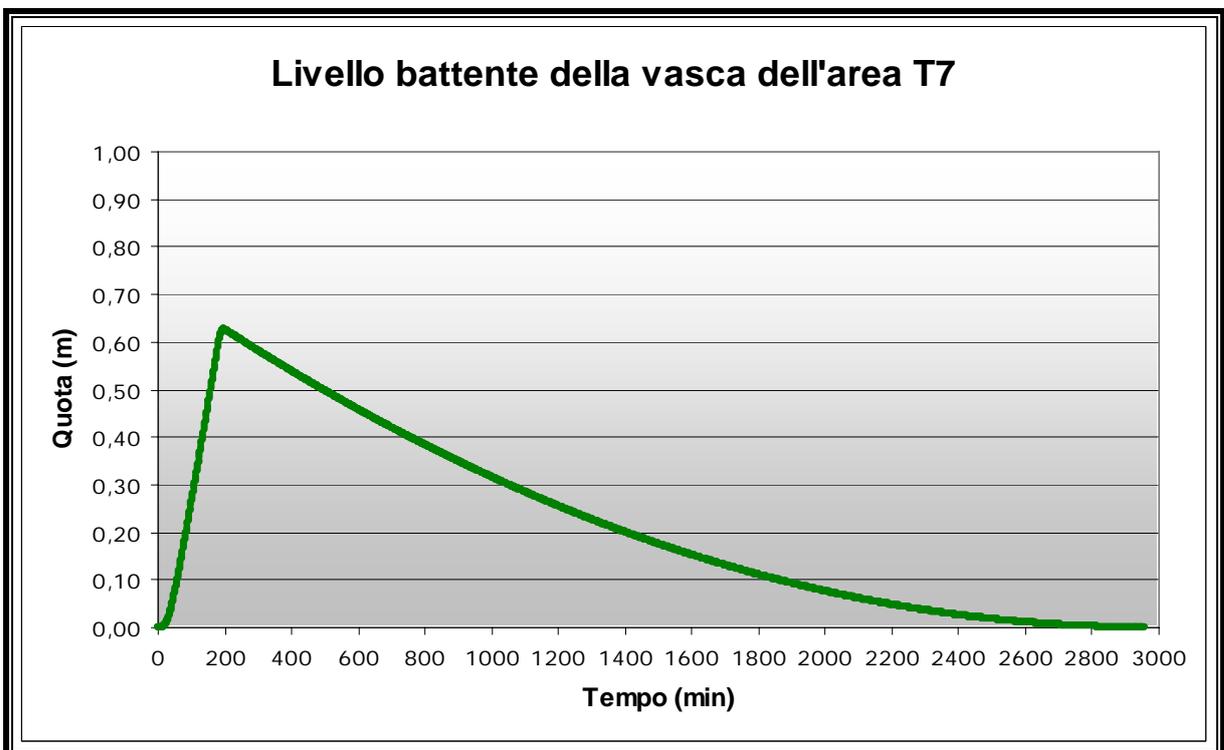


Figura 47: battenti idraulici che si realizzano nelle vasche a servizio dell'area di trasformazione produttiva T7 dell'A.T.O. 5

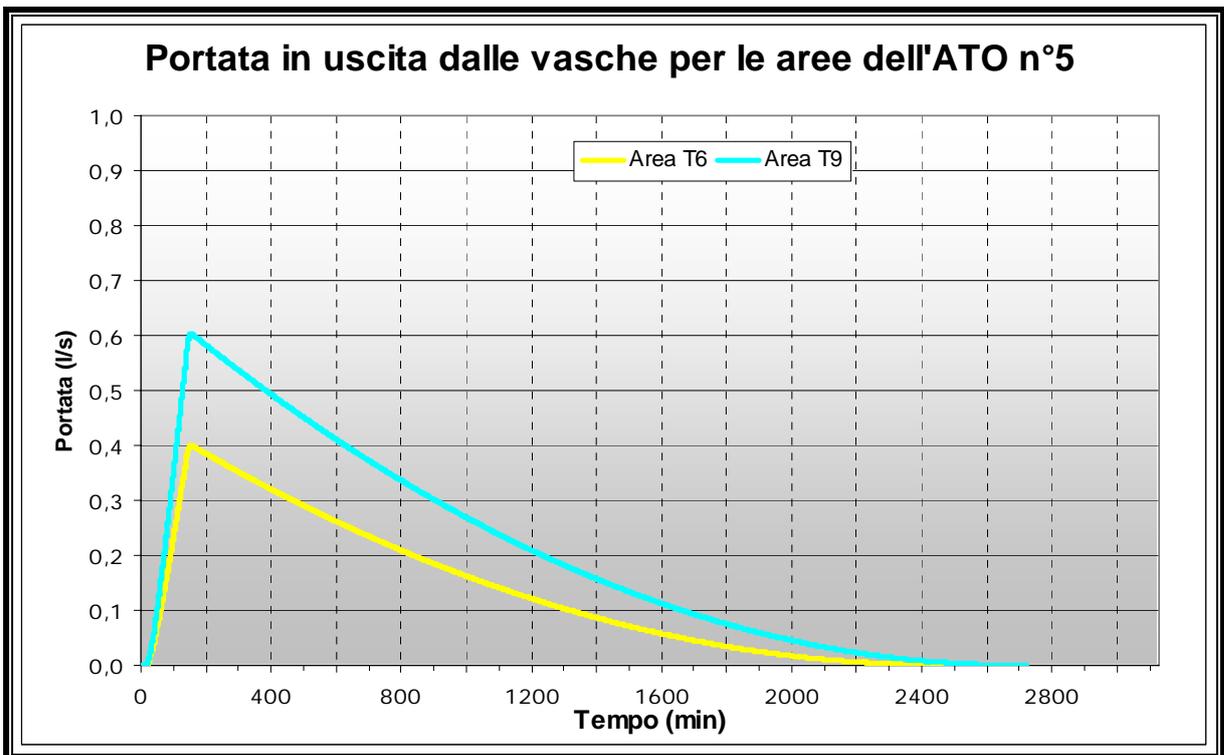


Figura 48 : portate uscenti dalle vasche a servizio delle aree di trasformazione T6 e T9 dell'A.T.O. 5

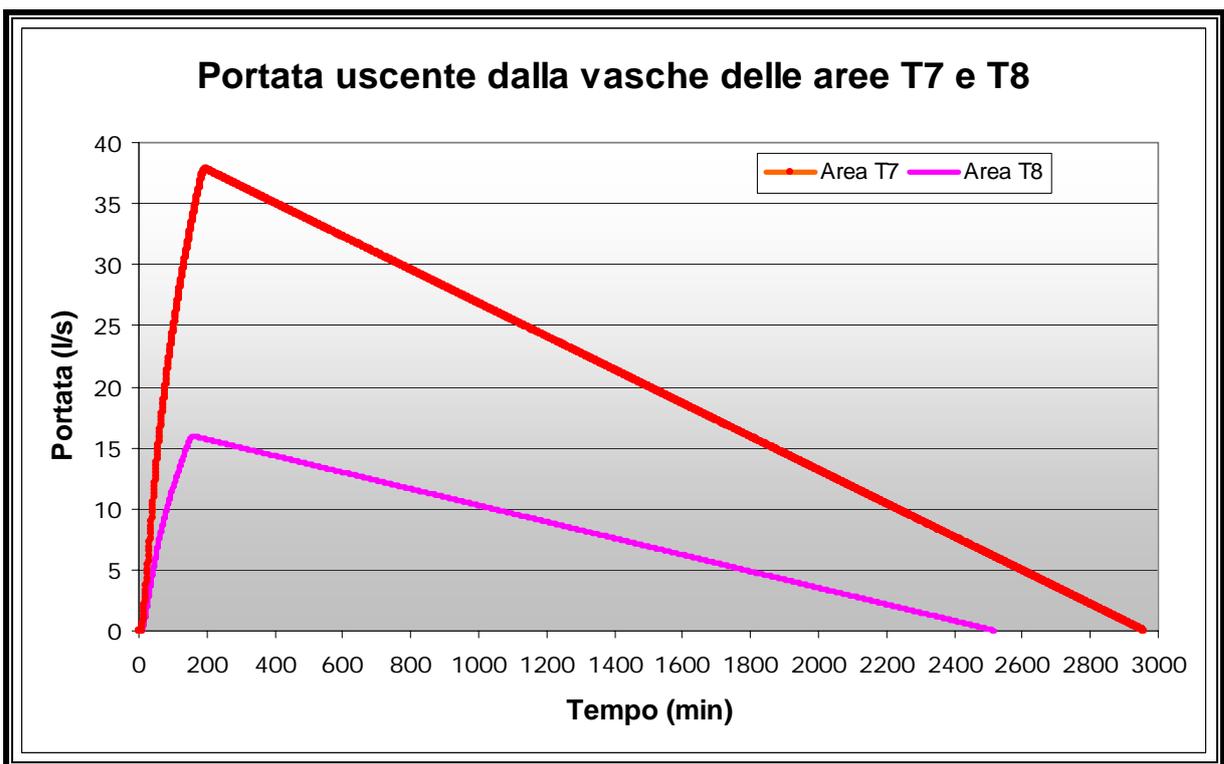


Figura 49 : portate uscenti dalle vasche a servizio delle aree di trasformazione T7 e T8 dell'A.T.O. 5

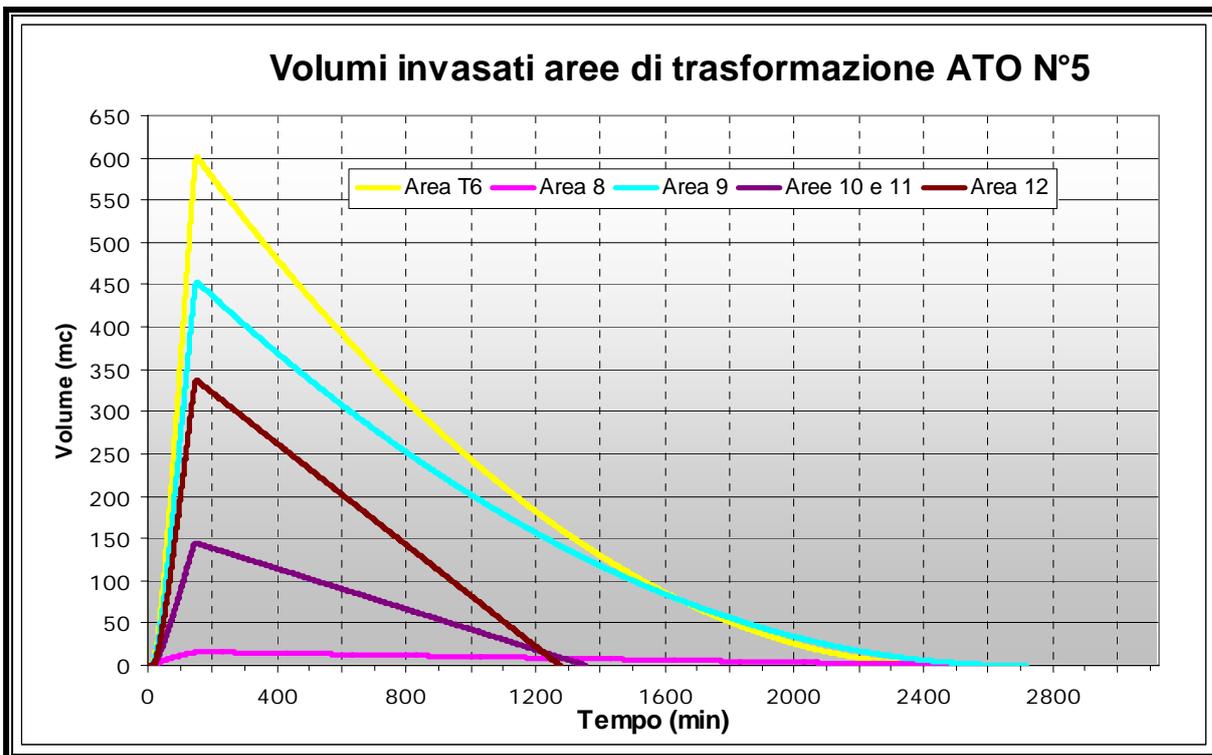


Figura 50: volumi invasati nelle vasche a servizio delle aree di trasformabilità residenziale dell'ATO 5

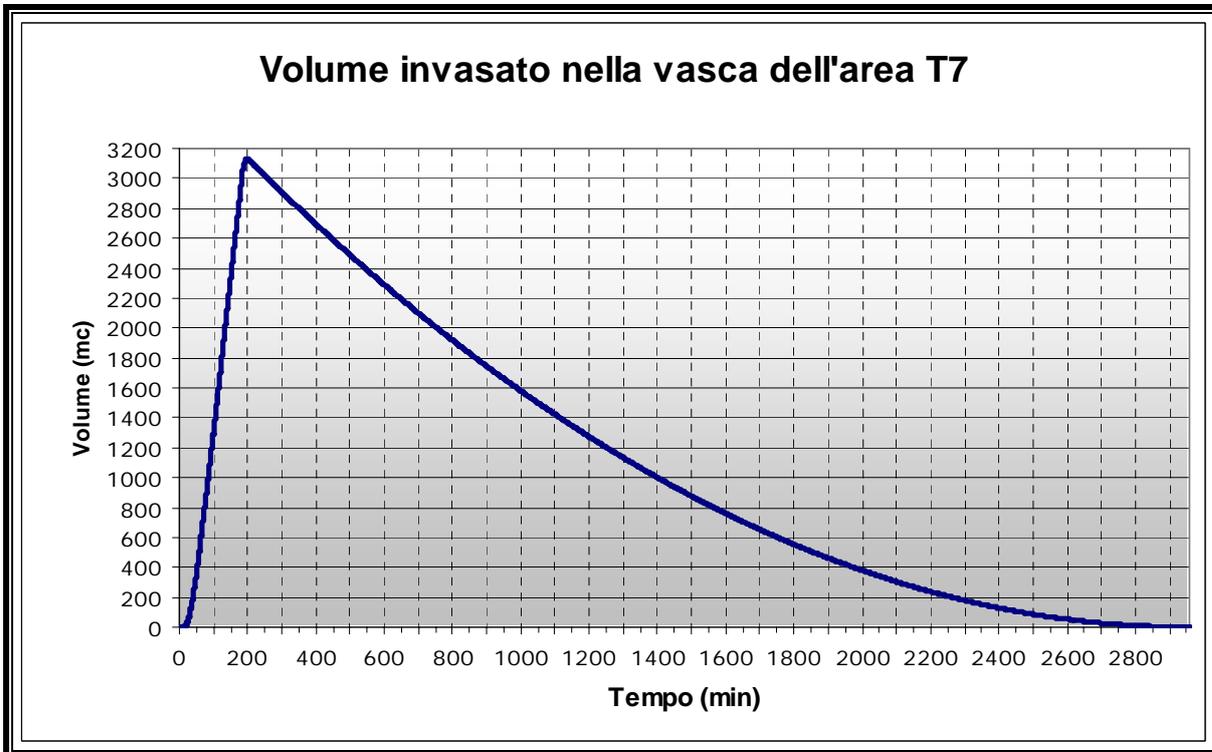


Figura 51: volumi invasati nelle vasche a servizio delle aree di trasformabilità residenziale dell'ATO 5

Riassumendo i volumi specifici d'invaso sono:

| Area | Superficie | Volume specifico d'invaso |
|------|------------|---------------------------|
|      | S [ha]     | m <sup>3</sup> /ha        |
| T6   | 0,8        | 750                       |
| T7   | 3,8        | 820                       |
| T8   | 1,5        | 750                       |
| T9   | 0,6        | 755                       |
| T10  | 0,2        | 720                       |
| T11  | 0,2        | 720                       |
| T12  | 0,5        | 715                       |

L'elevato valore del volume specifico d'invaso deriva dal calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione ARPAV di Arcole per la quale si hanno a disposizione i soli dati di precipitazione degli ultimi 15 anni. Il dato ottenuto potrebbe pertanto essere considerato oggettivamente sovradimensionato; tuttavia considerando la fragilità del territorio comunale, con terreni poco permeabili e zone a deflusso difficoltoso, e il mutamento delle condizioni climatiche in questi ultimi anni, si ritiene corretto utilizzare i suddetti valori di volume specifico d'invaso per le nuove aree di trasformazione previste dal P.A.T..

Inoltre si ricorda che, in sede di P.I., dovrà essere localizzato il punto di scarico nella rete idrografica superficiale; in assenza o in caso di non compatibilità al ricevimento delle acque di scarico del fossato esistente, sarà necessario realizzare nuovi scoli.

## 6.6 A.T.O. N°6 – PRODUTTIVO ARCOLE

### 6.6.1 Inquadramento

L'ATO 6 – PRODUTTIVO ARCOLE – che appartiene all'insieme “con prevalenza dei caratteri del sistema insediativo” e al sottoinsieme “misto a dominante produttiva/commerciale”, è costituito dall'insediamento produttivo di Arcole, dislocato lungo la Strada Provinciale n. 7 (via Padovana) all'estremità nord del territorio comunale e lambito ad Ovest dal corso d'acqua scolo Palù, al cui interno ricadono attività produttive di carattere industriale ed artigianale.

L'ATO confina a Nord con il Comune di San Bonifacio ed ha un'estensione di 749.229 m<sup>2</sup>.

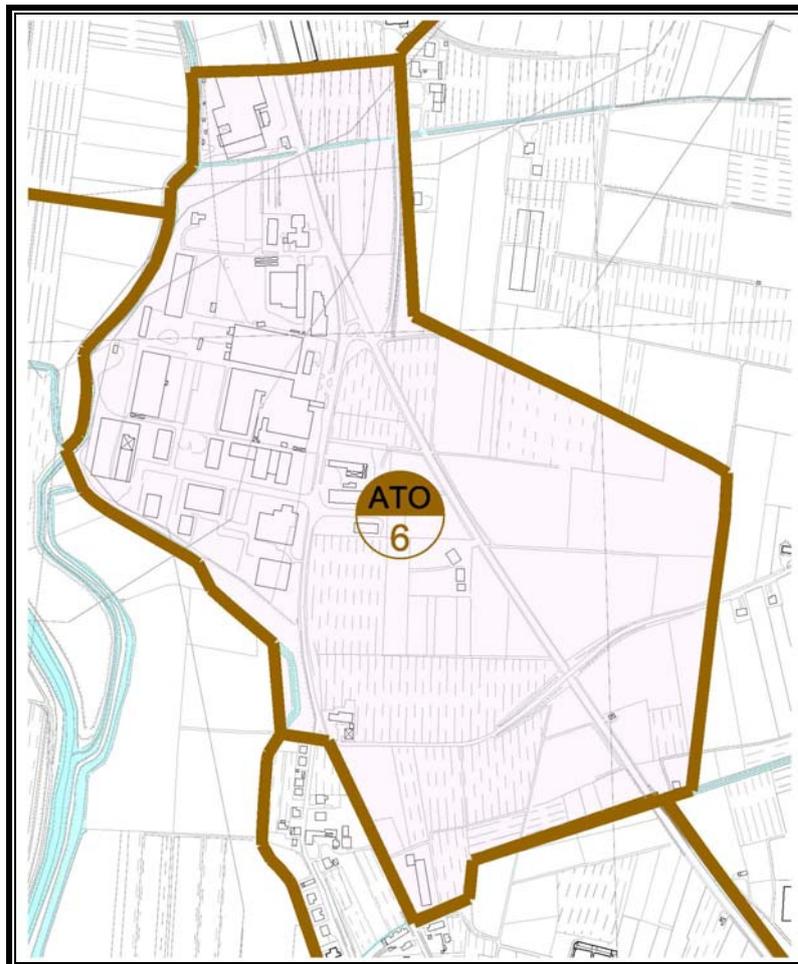


Figura 52: ATO n°5 – Produttivo Arcole

Dal punto di vista idrografico sono presenti lo scolo Palù e lo scolo Dugale Crestati.

### 6.6.2 Criticità idrauliche

L'A.T.O. in esame non presenta criticità idrauliche dovute a fenomeni di esondazione e di deflusso difficoltoso, ma si ricordano le già citate criticità provenienti dallo scolo Palù.

### 6.6.3 Obiettivi del P.A.T. e misure compensative

All'interno dell'Ambito in esame è prevista la realizzazione di sei aree di trasformabilità a destinazione produttiva di superficie pari a 1,8, 0,3, 0,7, 0,8, 0,4 e 1,82 ha.

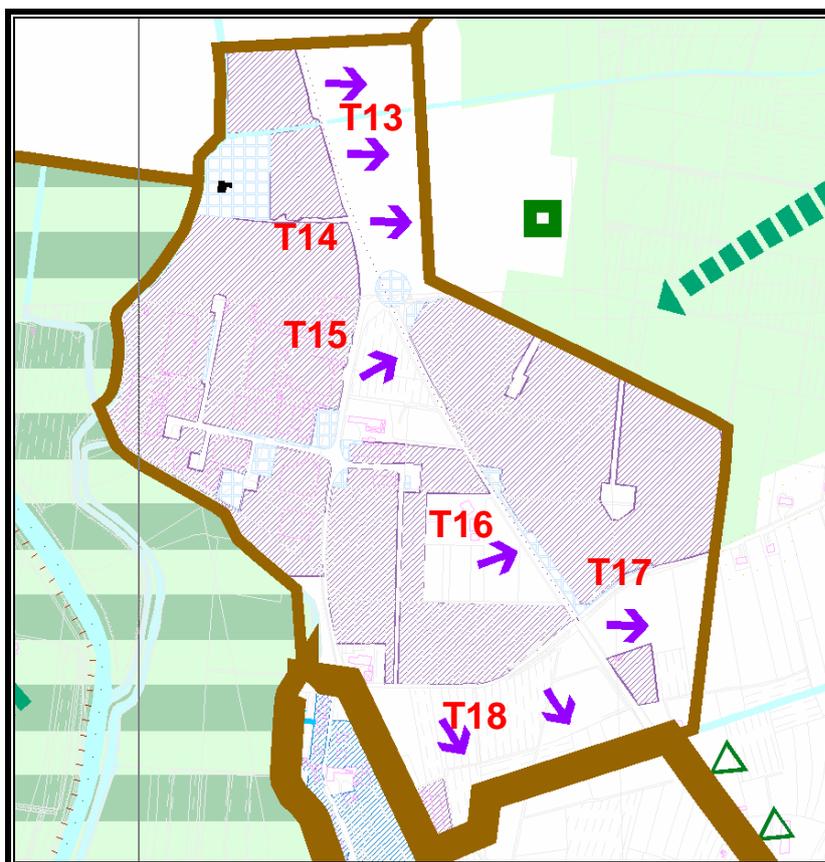


Figura 53: ATO n°6 – aree di espansione produttiva

Le aree di trasformabilità previste dal Piano di Assetto Territoriale non presentano condizioni di pericolosità idraulica e risultano quindi compatibili con le condizioni idrogeologiche del territorio, a patto di prevedere adeguate misure

compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Considerata la mediocre permeabilità dei terreni sabbiosi come misure compensative verranno di seguito dimensionati bacini di laminazione depressi con scarico nella rete superficiale esistente e/o di futura progettazione.

Come già definito per le aree di trasformabilità dell'A.T.O. n° 4 anche in questo caso **l'analisi che viene di seguito approntata, va a considerare la superficie massima contenibile nei limiti dell'edificabilità, tenendo in debita considerazione le barriere fisiche presenti sul territorio. Singolarmente le aree di trasformabilità, così definite, saranno comunque inferiori alla SAU definita per quest'ATO.**

**Anche la percentuale di impermeabilizzazione è ipotizzata.**

Se in fase di attuazione dello strumento urbanistico l'area di trasformabilità risulterà avere una superficie o una percentuale di impermeabilizzazione inferiore rispetto a quella di seguito adottata allora le dimensioni dell'invaso, necessario alla laminazione delle portate di piena, dovranno essere stimate sulla base del volume specifico, rispetto alla superficie, definito alla fine della modellazione idraulica del fenomeno meteorico considerato.

Le aree di trasformabilità presentano le seguenti caratteristiche:

| Area | Superfici e | Tipo intervento | % superficie impermeabile | Coefficient e deflusso | T pioggia   | T corrivazione | Parametri Curva Climatica |        |
|------|-------------|-----------------|---------------------------|------------------------|-------------|----------------|---------------------------|--------|
|      | S [ha]      | nota (**)       | S [%]                     | $\phi$                 | $t_p$ [min] | $t_c$ [min]    | a                         | n      |
| T13  | 1,8         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 150         | 18             | 96,99                     | 0,1311 |
| T14  | 0,3         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 120         | 12             | 96,99                     | 0,1311 |
| T15  | 0,7         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 150         | 15             | 96,99                     | 0,1311 |
| T16  | 0,8         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 150         | 15             | 96,99                     | 0,1311 |
| T17  | 0,4         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 120         | 12             | 96,99                     | 0,1311 |
| T18  | 1,8         | Produttivo      | 80                        | 0,80                   | 150         | 18             | 96,99                     | 0,1311 |

Figura 54: Caratteristiche idrauliche e dimensionali relative alle aree di possibile trasformazione

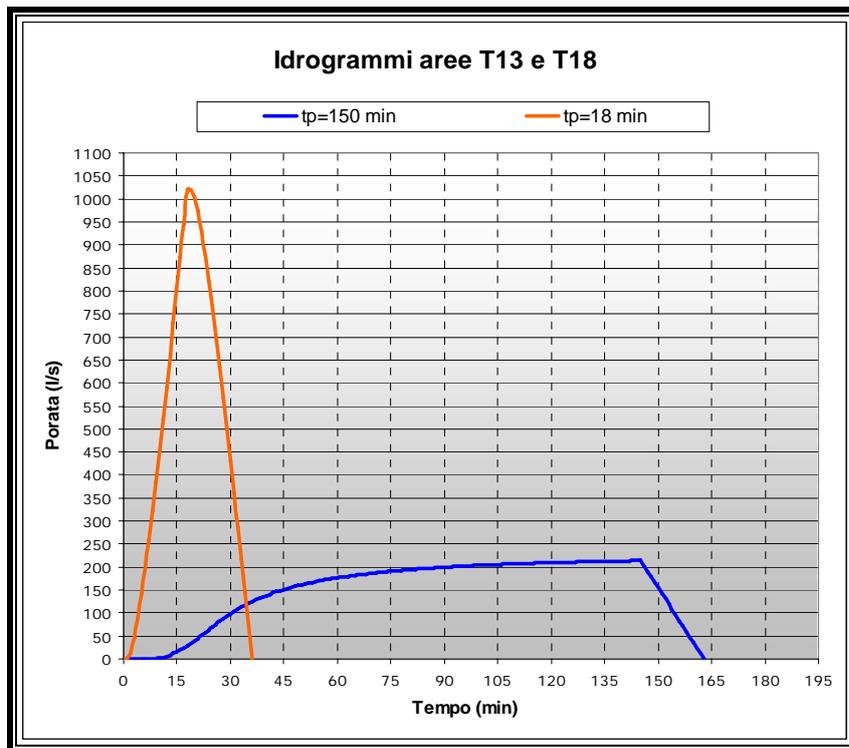


Figura 55: idrogrammi di piena per l'area T13 e T18

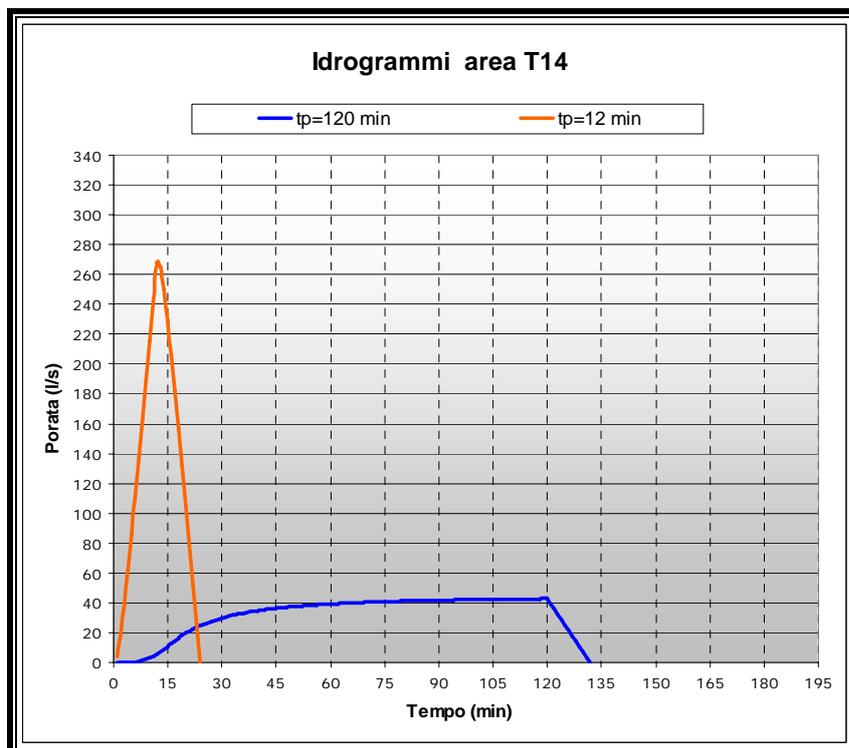


Figura 56: idrogrammi di piena per l'area 14

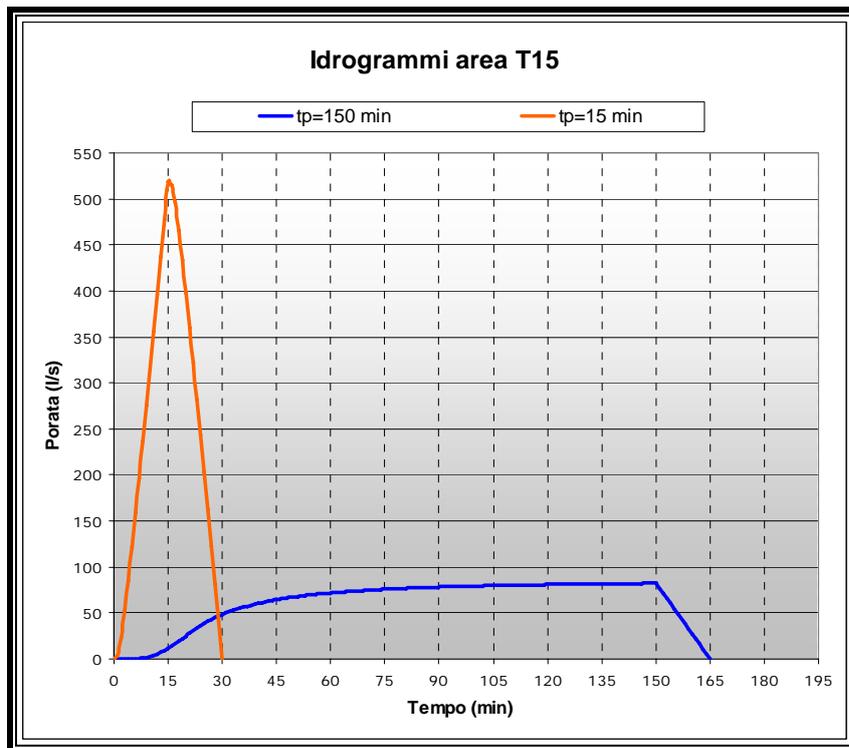


Figura 57: idrogrammi di piena per l'area 15

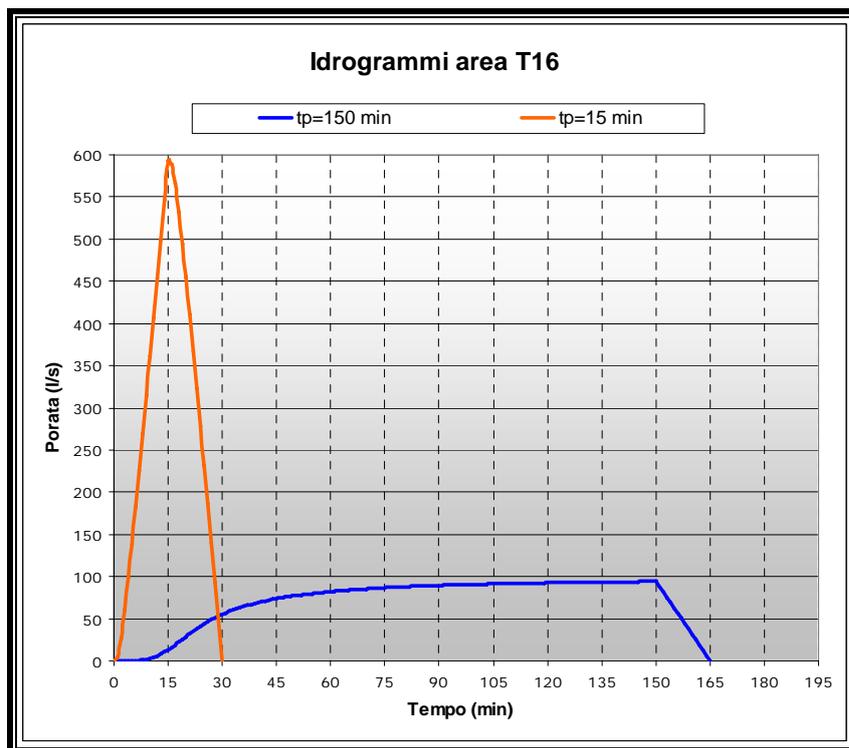


Figura 58: idrogrammi di piena per l'area 16

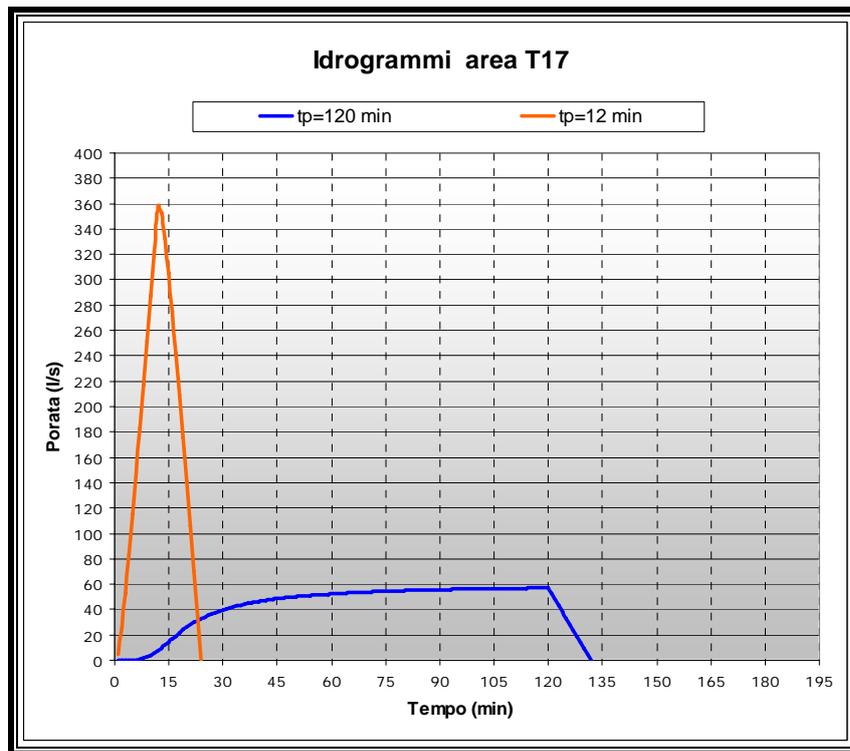


Figura 59: idrogrammi di piena per le aree 17

Per stimare il volume d'invaso è necessario definire alcuni parametri dimensionali delle vasche di laminazione e dei manufatti regolatori di portata; portata in uscita che non dovrà superare in maniera sostanziale il valore specifico di 10 l/s-ha, considerato dai Consorzi di Bonifica come valore rappresentativo di un deflusso proveniente da un suolo agrario.

A titolo di calcolo approssimativo vengono ipotizzati alcuni parametri dimensionali riguardanti le superfici delle vasche di laminazione, che si suppone abbiano una superficie regolare, tale da limitare l'entità del livello idraulico del bacino (al di sotto del metro). Con riferimento alla D.G.R.V. n° 2941/2009, per la bocca d'uscita non viene assunta una luce con diametro superiore ai 200 mm.

A causa delle dimensioni limitate delle aree di trasformabilità T14 e T17, è stato ipotizzato l'utilizzo di una pompa in grado di sollevare proprio la portata specifica di 10 l/s-ha, assunta come ammissibile in uscita.

| Area di trasformabilità | Superficie invaso<br>S [m <sup>2</sup> ] | Diametro foro uscita<br>D [mm] | Portata in uscita<br>Q <sub>u</sub> [l/s] |
|-------------------------|--|--------------------------------|---|
| T13                     | 3.000                                    | 100                            | 18  |
| T14                     | 300                                      | pompa                          | 3   |
| T15                     | 2.000                                    | 80                             | 7   |
| T16                     | 2.000                                    | 80                             | 8   |
| T17                     | 400                                      | pompa                          | 4   |
| T18                     | 3.000                                    | 100                            | 18  |

Tabella 7: Caratteristiche dimensionali del bacino di laminazione e manufatto limitatore di portata.

A questo punto è possibile definire, nel tempo, il volume che viene trattenuto all'interno del bacino di laminazione, che dipende della portata in uscita, funzione del livello che si instaura all'interno dell'invaso. Di seguito vengono presentati i risultati del modello, evidenziando i valori di battente, internamente al bacino, di portata e infine di volume.

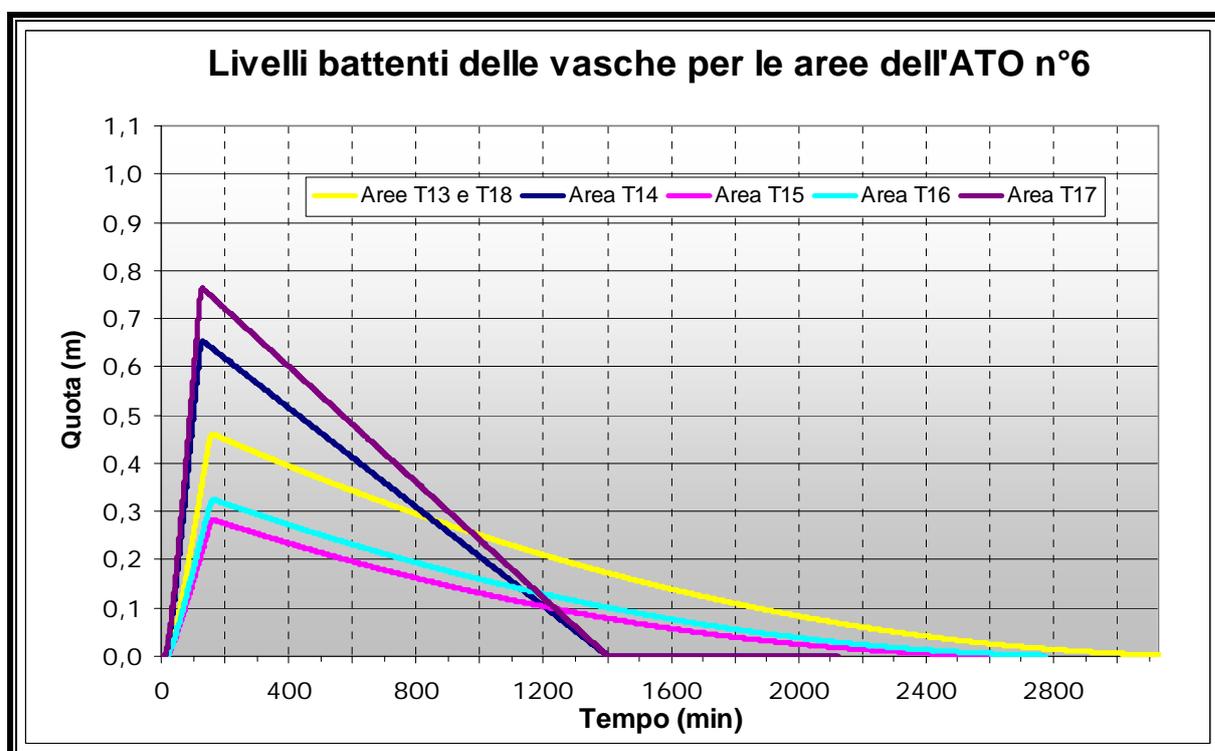


Figura 60: battenti idraulici che si realizzano nelle vasche delle aree di trasformazione dell'ATO 6

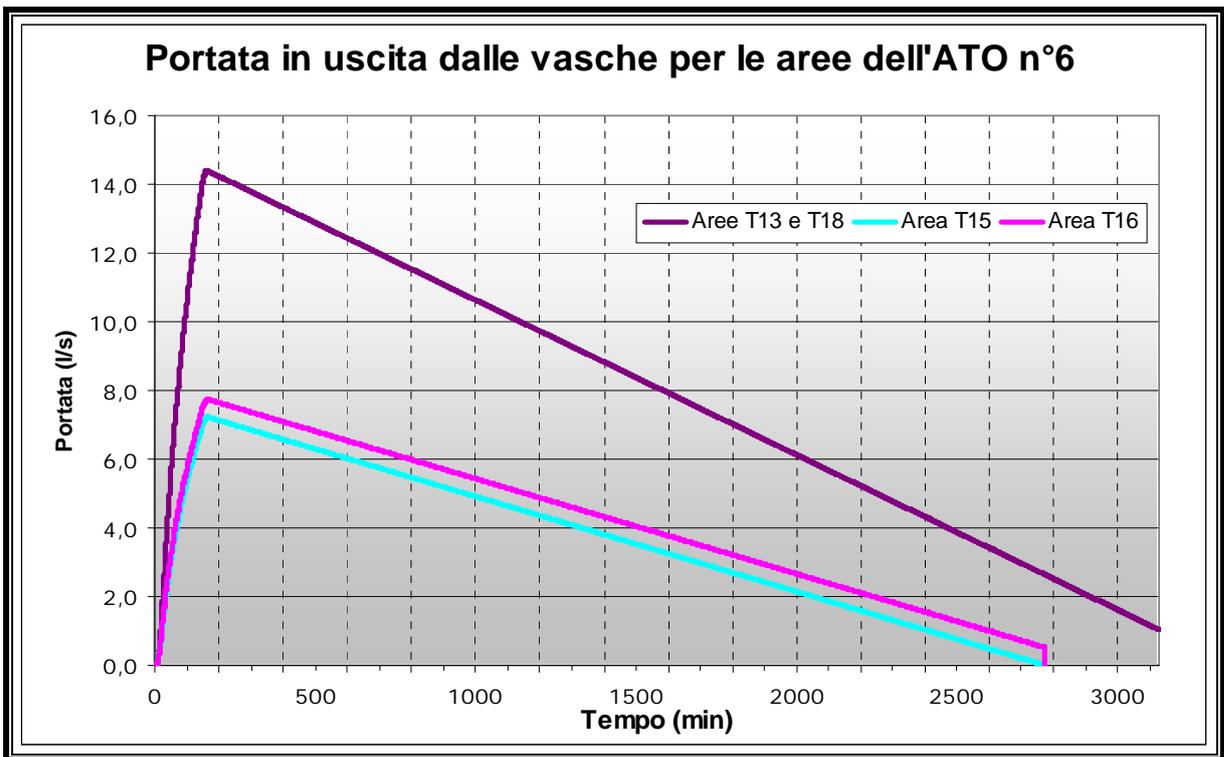


Figura 61 : portate uscenti dalle vasche delle aree di trasformazione dell'ATO 6

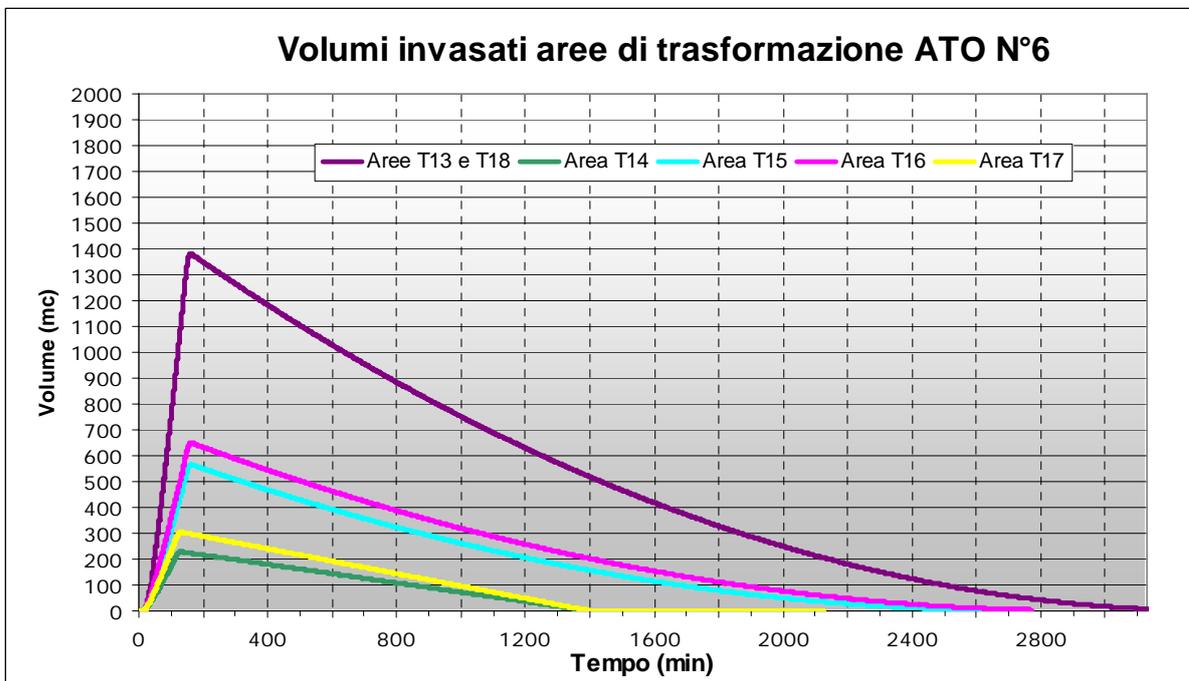


Figura 62: volumi invasati nelle vasche a servizio delle aree di trasformabilità dell'A.T.O. 6

I volumi specifici d'invaso sono:

| Area | Superficie | Volume specifico d'invaso |
|------|------------|---------------------------|
|      | S [ha]     | m <sup>3</sup> /ha        |
| T13  | 1,8        | 765                       |
| T14  | 0,3        | 765                       |
| T15  | 0,7        | 800                       |
| T16  | 0,8        | 800                       |
| T17  | 0,4        | 760                       |
| T18  | 1,8        | 765                       |

L'elevato valore del volume specifico d'invaso deriva dal calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione ARPAV di Arcole per la quale si hanno a disposizione i soli dati di precipitazione degli ultimi 15 anni. Il dato ottenuto potrebbe pertanto essere considerato oggettivamente sovradimensionato; tuttavia considerando la fragilità del territorio comunale, con terreni poco permeabili e zone a deflusso difficoltoso, e il mutamento delle condizioni climatiche in questi ultimi anni, si ritiene corretto utilizzare i suddetti valori di volume specifico d'invaso per le nuove aree di trasformazione previste dal P.A.T..

Inoltre si ricorda che, in sede di P.I., dovrà essere localizzato il punto di scarico nella rete idrografica superficiale; in assenza o in caso di non compatibilità al ricevimento delle acque di scarico del fossato esistente, sarà necessario realizzare nuovi scoli.

## 7. PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE

Secondo la D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009, si possono suddividere gli interventi di trasformazione urbanistica in diverse categorie a seconda dell'estensione dell'area:

| Classe di intervento                          | Definizione  |
|---|--|
| Trascurabile impermeabilizzazione potenziale  | Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.10 ha (1000 mq)  |
| Modesta impermeabilizzazione potenziale       | Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha ( 1000 e 10000 mq)   |
| Significativa impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha ( 10000 e 100000 mq) – intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30 |
| Marcata impermeabilizzazione potenziale       | Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.30  |

1. Nel caso di **trascurabile impermeabilizzazione** potenziale è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
2. Nel caso di **modesta impermeabilizzazione**, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi, cui affidare funzioni di laminazione delle piene, è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
3. Nel caso di **significativa impermeabilizzazione** andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione
4. Nel caso di **marcata impermeabilizzazione** è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio.

Inoltre, secondo la D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009, il grado di approfondimento e dettaglio della Valutazione di Compatibilità Idraulica deve esser

rapportato all'entità e alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche con una progressiva definizione articolata tra PAT, PI e PUA.

Per la redazione di successive valutazioni di compatibilità, dovranno essere eseguiti una serie di sopralluoghi mirati alla determinazione delle caratteristiche morfologiche e idrauliche locali; infatti il calcolo delle portate, inizia dalle precipitazioni, ma è fortemente condizionato dalle estensioni delle aree, dalla natura dei terreni attraversati e dalla composizione delle superfici scolanti.

Gli invasi necessari a laminare le portate di piena potranno essere realizzati secondo le modalità descritte in precedenza, principalmente con le tre tipologie di seguito elencate:

1. bacini di laminazione inseriti in aree a verde, realizzati mediante opportune vasche in terra collegate alla rete di scolo per mezzo di un manufatto che limiti le portate scaricate ai valori precedentemente calcolati;
2. rete di fognatura dotata di condotte sovradimensionate per consentire un invaso distribuito in rete;
3. vasche volano in cls e immissione in fognatura.

In ogni caso nella sezione di rilascio finale delle portate nella rete di bonifica dovrà essere realizzato un manufatto per la modulazione delle portate scaricate.

### **7.1 BACINI DI LAMINAZIONE INSERITI IN AREE VERDI**

I bacini di laminazione inseriti in aree a verde destinati a raccogliere le acque meteoriche sono uno dei dispositivi più semplici ed economici.

Il bacino di accumulo assume usualmente una configurazione planimetrica irregolare, simile ai laghetti che si trovano talvolta all'interno dei giardini pubblici.

Poiché risulta acquisito che la prima frazione dei volumi di pioggia presenti elevati carichi inquinanti, tale tipo di bacino di laminazione viene spesso abbinata ad una bacino di prima pioggia interrata, collegata all'impianto di depurazione.

Il bacino di laminazione può essere suddiviso in comparti caratterizzati da diversa frequenza di allagamento, realizzando il fondo della bacino dei vari comparti a quote diverse, o, in alternativa, mediante argini interni di separazione trascinabili.

Il vantaggio di tale disposizione è dato dalla maggiore fruibilità a scopo ricreativo della parte di invaso che viene allagato più raramente, e dalla possibilità di razionalizzare le operazioni di manutenzione.



*Figura 63: esempio di bacino di laminazione inserito in un'area a verde in Provincia di Verona*

## **7.2 REALIZZAZIONE DI CONDOTTE SOVRADIMENSIONATE**

La realizzazione di una rete di fognatura dotata di condotte sovradimensionate può consentire di evitare il ricorso ad una vasca di laminazione finale, e ben si presta ad utilizzare come sede di invaso quella sottostante alla rete stradale ed ai piazzali. L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali

gli spazi per le opere di fognatura bianca risultino limitati. Il rallentamento dei valori di velocità all'interno delle condotte favorisce per contro fenomeni di sedimentazione distribuiti.

### 7.3 VASCA VOLANO IN CLS

La realizzazione di una vasca di laminazione in calcestruzzo allo sbocco della rete di fognatura può risultare più costosa rispetto alla soluzione precedente, ma al tempo stesso di ingombro minore.

Esse sono usualmente suddivise in più comparti separati, resi comunicanti mediante sfioratori, in maniera da far sì che gli invasi più frequenti interessino solo una parte della vasca. Ciò allo scopo di razionalizzare le operazioni di pulizia e di manutenzione, che devono essere frequenti nel comparto di invaso più frequente, mentre possono essere più rare negli altri scomparti.

Si possono distinguere vasche multicamera in serie, il cui riempimento e lo svuotamento di ciascuna vasca avviene attraverso la vasca precedente, e vasche multicamera in parallelo, in cui il riempimento e lo svuotamento di ciascuna vasca avviene per tutte attraverso la precamera d'ingresso.

La scelta fra un tipo e l'altro viene effettuata in funzione delle caratteristiche geometriche del sito di realizzazione, nonché dell'ubicazione plano-altimetrica del condotto di alimentazione e del recapito.

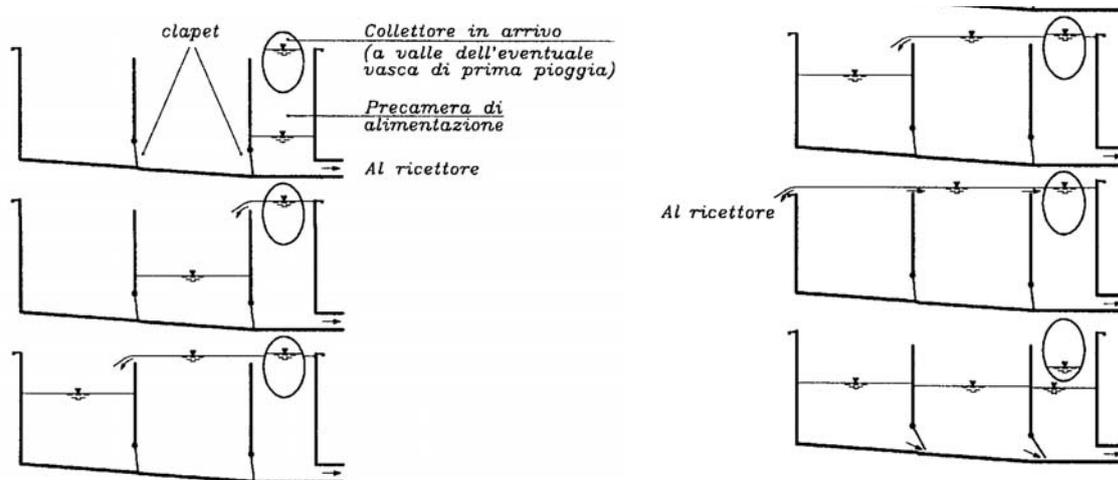


Figura 64: invaso multicamera con vasche in serie

## 8. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato eseguito secondo le indicazioni operative per la “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici” contenute nella D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009.

Come richiesto dall'Amministrazione Comunale e dal progettista del Piano sono state analizzate tutte le possibili aree oggetto di espansione edilizia identificate nella tavola della Trasformabilità con le linee di espansione con un'ipotizzata superficie d'intervento, fermo restando le future scelte urbanistiche che verranno affrontate in sede di P.I..

Per ciascuna area di possibile trasformazione si sono dunque fornite le indicazioni sugli interventi necessari a garantire il principio dell'**invarianza idraulica**.

Essendo le caratteristiche dei terreni dell'intero territorio comunale a mediocre permeabilità, le misure compensative considerate più idonee sono i sistemi di invaso ricavabili mediante depressioni delle aree verdi e che prevedano, prima del recapito nel ricettore finale, un pozzetto con bocca tarata.

Altri sistemi d'invaso suggeriti sono il sovradimensionamento delle condotte fognarie e la realizzazione di vasche volano in cls.

Considerato che per le aree di possibile trasformazione previste dal P.A.T. il grado di dettaglio non è definito essendo solo ipotizzate le dimensioni spaziali delle superfici e la percentuale di impermeabilizzazione non si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche altri modelli di trasformazione afflussi-deflussi oltre a quello della corrivazione lineare.

Per tutte le aree destinate a parcheggio e ad area pubblica dovrà essere prescritto l'utilizzo di pavimentazioni permeabili, al fine di contenere l'abbassamento del valore del coefficiente di deflusso, nel rispetto delle ipotesi assunte ai fini del presente studio.

Nella seguente tabella riassuntiva è riportato per ogni area il tipo di misura compensativa adottata e il valore del volume specifico richiesto dalla laminazione.

| <b>ATO</b>   | <b>CRITICITA' IDRAULICHE</b>  | <b>AREA</b>                           | <b>SUPERFICIE TERRITORIALE (ha)</b> | <b>TIPOLOGIA D'INTERVENTO</b> | <b>VOLUME SPECIFICO D'INVASO (mc/ha)</b> |
|--------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| <b>ATO 1</b> | <b>Torrente Alpone<br/>Aree a deflusso<br/>difficoltoso</b>   | <b>Nessuna area di trasformazione</b> |                                     |                               |  |
| <b>ATO 2</b> | -----   | <b>Nessuna area di trasformazione</b> |                                     |                               |  |
| <b>ATO 3</b> | -----   | <b>Nessuna area di trasformazione</b> |                                     |                               |  |
| <b>ATO 4</b> | <b>Scolo Palù<br/>Aree a deflusso<br/>difficoltoso a Sud<br/><br/>Rete irrigua<br/>vetusta al di<br/>sotto delle<br/>abitazioni</b> | <b>T1</b>                             | <b>1,2</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>750</b>                               |
|              |   | <b>T2</b>                             | <b>1,6</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>754</b>                               |
|              |   | <b>T3</b>                             | <b>1,2</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>720</b>                               |
|              |   | <b>T4</b>                             | <b>0,3</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>750</b>                               |
|              |   | <b>T5</b>                             | <b>0,47</b>                         | <b>Residenziale</b>           | <b>715</b>                               |

| <b>ATO</b>   | <b>CRITICITA' IDRAULICHE</b> | <b>AREA</b> | <b>SUPERFICIE TERRITORIALE (ha)</b> | <b>TIPOLOGIA D'INTERVENTO</b> | <b>VOLUME SPECIFICO D'INVASO (mc/ha)</b> |
|--------------|------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| <b>ATO 5</b> | -----                        | <b>T6</b>   | <b>0,8</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>750</b>                               |
|              |                              | <b>T7</b>   | <b>3,8</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>820</b>                               |
|              |                              | <b>T8</b>   | <b>1,5</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>750</b>                               |
|              |                              | <b>T9</b>   | <b>0,6</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>755</b>                               |
|              |                              | <b>T10</b>  | <b>0,2</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>720</b>                               |
|              |                              | <b>T11</b>  | <b>0,2</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>720</b>                               |
|              |                              | <b>T12</b>  | <b>0,5</b>                          | <b>Residenziale</b>           | <b>715</b>                               |
| <b>ATO 6</b> | <b>Scolo Palù</b>            | <b>T13</b>  | <b>1,8</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>765</b>                               |
|              |                              | <b>T14</b>  | <b>0,3</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>765</b>                               |
|              |                              | <b>T15</b>  | <b>0,7</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>800</b>                               |
|              |                              | <b>T16</b>  | <b>0,8</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>800</b>                               |
|              |                              | <b>T17</b>  | <b>0,4</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>760</b>                               |
|              |                              | <b>T18</b>  | <b>1,8</b>                          | <b>Produttivo</b>             | <b>765</b>                               |

Figura 65: Caratteristiche idrauliche e dimensionali relative alle aree di possibile trasformazione

**L'elevato valore del volume specifico d'invaso deriva dal calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione ARPAV di Arcole per la quale si hanno a disposizione i soli dati di precipitazione degli ultimi 15 anni. Il dato ottenuto potrebbe pertanto essere considerato oggettivamente sovradimensionato; tuttavia considerando la fragilità del territorio comunale, con terreni poco permeabili e zone a deflusso difficoltoso, e il mutamento delle condizioni climatiche in questi ultimi anni, si ritiene corretto utilizzare i suddetti valori di volume specifico d'invaso per le nuove aree di trasformazione previste dal P.A.T..**

**Inoltre si ricorda che, in sede di P.I., dovrà essere localizzato il punto di scarico nella rete idrografica superficiale; in assenza o in caso di non compatibilità al ricevimento delle acque di scarico del fossato esistente, sarà necessario realizzare nuovi scoli.**

Verona, novembre 2010