

OGGETTO:

PROGETTO PER PIANO URBANISTICO ATTUATIVO UNITARIO  
"SAN ROCCHETTO A QUINZANO"  
ai sensi dell'art. 20 L.R.V. 11/2004  
SCHEMA NORMA N° 131  
loc. QUINZANO ATO 2 CIRCOSCRIZIONE 2°

SOGGETTI ATTUATORI:

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| MORGANA S.r.l            | P.I 04038630234      |
| AITECO COSTRUZIONI S.r.l | P.I 03841050234      |
| EGG PROPERTY S.r.l       | P.I 04877930232      |
| SILVESTRI SANDRO         | C.F SLVSDR74H17L781L |
| NONIEGO DINA             | C.F NNGDNI35A67L781V |
| BERTOLDI MARIA           | C.F BRTMRA55P43E502B |
| RESIDORI DEBORA          | C.F RSDDBR76C71L781U |

|                          |                       |       |
|--------------------------|-----------------------|-------|
| MORGANA S.R.L            | P.I 04038630234       | _____ |
| AITECO COSTRUZIONI S.R.L | P.I 03841050234       | _____ |
| EGG PROPERTY S.R.L       | P.I 0487793232        | _____ |
| SILVESTRI SANDRO         | C.F SLVSDR74H17L781V  | _____ |
| NONIEGO DINA             | C.F NNGDNI35A67L781V  | _____ |
| BERTOLDI MARIA           | C.F BRTMRA55P43E502B  | _____ |
| RISIDORI DEBORA          | C.F RSDDBR76C71L781U  | _____ |
| IL PROGETTISTA           |                       |       |
| ARCH. LONARDI MARTINA    | C.F: LNRMTN88B45B296I | _____ |

NUOVA TAVOLA

TAV. 6.2

GENNAIO  
2024

STUDIO COMPATIBILITA' IDRAULICA



**PROVINCIA DI VERONA**  
**COMUNE DI VERONA**

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO UNITARIO**  
**«SAN ROCCHETTO A QUINZANO»**

ai sensi dell'art. 20 L.R.V. 11/2004

**SCHEDA NORMA 131**

loc. Quinzano ATO 2 Circoscrizione 2

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

secondo quanto disposto dall'art. 8 e 44 della N.T.O. del P.I.



*Francesco Rizzotto*  
Francesco Rizzotto  
geologo



*Cristiano Tosi*  
Cristiano Tosi  
geologo

Verona, luglio 2022

**STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA ED INGEGNERIA AMBIENTALE**

Via Sabotino 1/B - 37124 VERONA

tel. e fax: 045/ 830.10.96

e-mail: francesco.rizzotto@hotmail.it



## INDICE

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>                                           | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI .....</b>           | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>ANALISI IDROLOGICA.....</b>                                  | <b>11</b> |
|          | 3.1 GENERALITA'.....                                            | 11        |
|          | 3.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA .....                    | 12        |
| <b>4</b> | <b>ANALISI IDRAULICA.....</b>                                   | <b>14</b> |
|          | 4.1 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA.....                         | 14        |
|          | 4.2 STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO .....                  | 16        |
|          | 4.3 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO .....             | 17        |
|          | 4.4 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO .....              | 19        |
| <b>5</b> | <b>DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE .....</b>                | <b>20</b> |
|          | 5.1 PREMESSA .....                                              | 20        |
|          | 5.2 CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE CON IL METODO RAZIONALE ..... | 21        |
|          | 5.3 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO .....             | 24        |
|          | 5.4 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO .....              | 26        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSIONI .....</b>                                        | <b>28</b> |

## ELENCO ALLEGATI

|    |                              |                |
|----|------------------------------|----------------|
| 1. | TOPOGRAFIA .....             | scala 1:25.000 |
| 2. | CARTA TECNICA REGIONALE..... | scala 1:5.000  |
| 3. | PLANIMETRIA CATASTALE .....  | scala 1:2.000  |
| 4. | PLANIMETRIA GENERALE .....   | scala 1:2.000  |
| 5. | DATI PLUVIOMETRICI           |                |



## **1 PREMESSA**

Per incarico dell'Immobiliare Eureka S.r.l. ed altri è redatta la presente Valutazione di Compatibilità Idraulica del Piano Urbanistico Attuativo Scheda Norma 131, in Comune di Verona -- *si vedano gli allegati 1 «Topografia alla scala 1:25.000», stralcio della Tavoletta I.G.M. F°49 III N.O. «Verona» e 2 «Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000», tratta dall'elemento n°123123 «Quinzano».*

Catastralmente l'ambito di intervento interesserà i terreni censiti al Foglio 104, mappali 336, 258, 333, 334, 335, 260, 337, 276, 212, 244, 245, 246, 247, 259, 239, 261, 209, 277, 279, 175, 176, 41, 211, e al Foglio 105, mappali 810, 812, 832, - *si veda **allegato 3 «Planimetria catastale scala 1:2.000»*** -.

Attualmente l'area è agricola.

Il piano in esame occupa un'area di circa 20.937 m<sup>2</sup> , dei quali 10.452 m<sup>2</sup> per la realizzazione di un'area residenziale, e i restanti per la creazione di verde, di viabilità e di parcheggi.

La presente relazione ottempera a quanto definito, nella scheda norma n°131, nelle NTO del vigente P.I. del Comune di Verona, nonché alle prescrizioni evidenziate dalla stessa Valutazione di Compatibilità Idraulica.

Per la scheda norma 131 il vigente P.I. del Comune di Verona prevede un invaso di circa 1000 m<sup>3</sup> da attuare mediante la realizzazione di vasche di laminazione, sovradimensionamento condotte e bacini di ritenzione, con finale scarico nella rete idrografica esistente.



*Stralcio fuori scala del PUA in esame*

Lo studio ha richiesto:

- ☐ raccolta e consultazione di dati bibliografici e cartografici;
- ☐ esame geologico, geomorfologico, idrogeologico ed idrologico dell'area e delle sue adiacenze.

## **2 SINTESI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI**

L'area in esame è situata nella frazione di Quinzano, in comune di Verona, a quote comprese tra gli 88 e i 92 metri s.l.m. - *si vedano gli allegati 1 «Topografia alla scala 1:25.000», stralcio della Tavoletta I.G.M. F°49 III N.O. «Verona» e 2 «Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000», tratta dall'elemento n°123123 «Quinzano».*

La valle di Quinzano si trova alle estreme propaggini meridionali della regione lessinea centrale, che si identifica in una struttura a tavolato, leggermente immergente verso meridione, costituita in prevalenza da litotipi calcarei e subordinatamente vulcanici e vulcanoclastici, di età mesozoica - cenozoica.

L'area oggetto di indagine occupa il piatto fondovalle percorso dal Progno di Quinzano e si spinge ad Ovest fino a lambire le pendici calcaree del rilievo collinare denominato Monte Cavo.

Il fondovalle in esame è costituito da un materasso alluvionale torrentizio di potenza metrica, composto in prevalenza da argille e limi argillosi, con alternanze di strati sabbiosi e ghiaiosi in matrice limo - argillosa.

Il limitrofo versante del Monte Cavo è costituito da rocce sedimentarie di età Eocenica, riferibili alla Formazione dei Calcarei nummulitici.

Si tratta di calcari stratificati e calcareniti bioclastiche di colore variabile dal bianco grigio al giallognolo, caratterizzati da una alternanza di facies cristalline con facies più arenacee.

La giacitura degli strati è sub orizzontale o debolmente immergente verso Sud, Sud-Ovest di qualche grado.

Da un punto di vista idrografico la vallata di Quinzano è percorsa dall'omonimo Progno che scorre all'incirca al suo centro, facendo da confine orientale all'area del PUA in esame.

Il regime del Progno di Quinzano, è tipicamente torrentizio con circolazione in alveo significativa limitata a pochi giorni all'anno, in occasione di eventi meteorologici particolarmente intensi e prolungati.

Dall'esame della Carta Tecnica Regionale sono stati estrapolati i dati caratterizzanti il bacino imbrifero del torrente Quinzano alla sezione di chiusura, posta in corrispondenza dell'area del PUA in esame:

- Superficie bacino imbrifero 4,68 km<sup>2</sup>;
- Lunghezza dell'asta fluviale: 6 km;
- Perimetro del bacino: 13,65 km;
- Altezza massima del bacino: 650 m slm.;
- Altezza media del bacino: 270 m slm;
- Altezza della sezione di chiusura: 91 m slm;
- Pendenza torrente 5%
- Superficie del bacino urbanizzata: 0,23 km<sup>2</sup>;
- Superficie del bacino non urbanizzata: 4.45 km<sup>2</sup>.

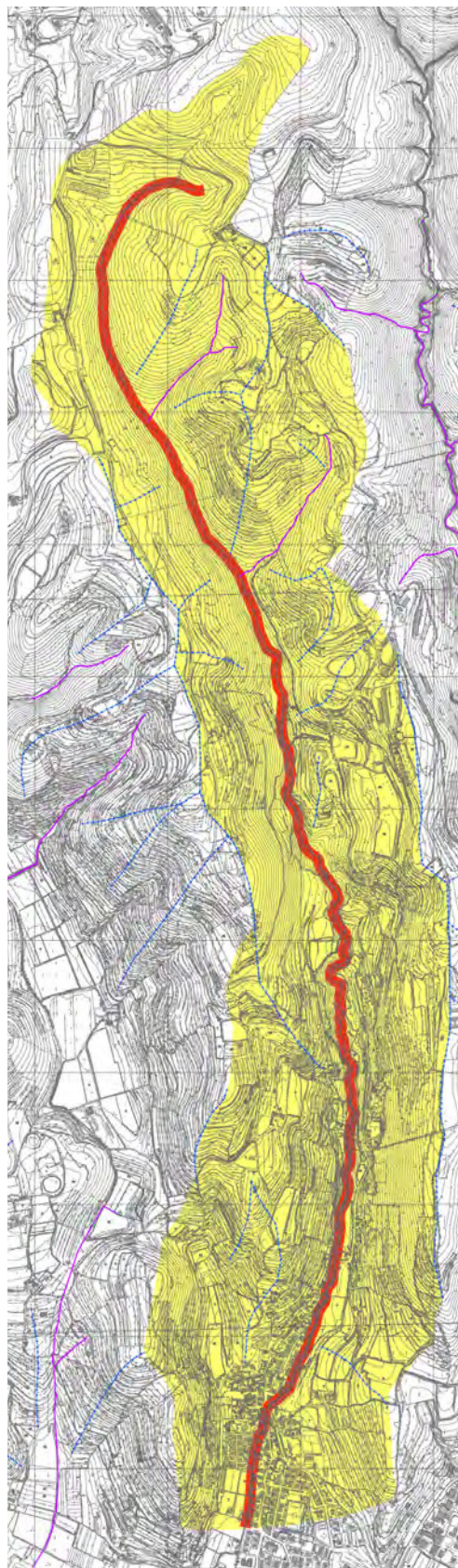
La sua portata massima per tempi di ritorno pari a 100 anni è stimabile in poco più di 10 m<sup>3</sup>/sec.

L'area del PUA è protetta sul lato del Progno, che scorre incassato di circa 1.5 m rispetto il p.c., da muri arginali in sasso. Da testimonianze raccolte risulta che la zona non è stata interessata da esondazioni o allagamenti e non è a rischio idraulico.

Anche per il P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità dell'Adige) questa porzione del territorio comunale non è considerata a pericolosità o a rischio idraulico.

Anche per la 2<sup>a</sup> Variante al P.A.I. adottata con delibera del Comitato Istituzionale n°1/2012 del 9 novembre 2012 e pubblicata nella Gazzetta Ufficiale il 2 gennaio 2013 n°1, l'area in esame non è considerata a pericolosità idraulica.

La consultazione delle bozze delle mappe di allagabilità e rischio del Piano di Gestione delle Alluvioni del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali, in recepimento alla Direttiva 2007/60 (D. Lgs. n°49/2010) conferma che l'area oggetto d'intervento non è a rischio di esondazione.



*bacino imbrifero del Progno di Quinzano*

Le condizioni idrogeologiche dell'area in esame sono legate alla permeabilità dei litotipi presenti nel sottosuolo, all'assetto stratigrafico ed alla morfologia locale; questi fattori determinano anche i caratteri della rete idrografica superficiale ed il deflusso delle acque meteoriche.

Nell'area di studio la falda principale è ospitata all'interno dell'ammasso roccioso calcareo presente al di sotto delle alluvioni limose e argillose a bassa permeabilità. Sulla base di dati reperiti in letteratura il sottosuolo non è dunque interessato da falde a profondità limitate, come confermato anche dalle indagini dirette eseguite ed in particolare dai sondaggi spinti fino alla profondità massima di 15 m dal piano campagna senza incontrare alcun livello saturo.

### **3 ANALISI IDROLOGICA**

#### **3.1 GENERALITA'**

Per caratterizzare il comportamento idrologico dell'area oggetto d'intervento, con la determinazione della portata, che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire, si utilizzano opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti  $a$  (mm/ora) e  $n$  che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

$$h = a t^n$$

dove:  $h$  = altezza di pioggia in mm

$t$  = tempo in ore

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno  $Tr$ , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$Tr = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia  $t$ , il massimo valore di  $h$  nel periodo pari al tempo di ritorno  $Tr$  e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

La ricerca presso gli enti dei dati pluviometrici ha portato all'individuazione della stazione pluviometrica di Verona, la più prossima all'area in esame e gestita da ARPAV.

Per l'elaborazione dell'indagine idrologica sono stati raccolti i dati pluviometrici delle serie storiche del valore di altezza di precipitazione di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo – si veda *allegato 5 «Dati pluviometrici»*.

### 3.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, fa riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti. La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove  $x$  e  $u$  rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - mx)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{\pi} \quad \text{misura della dispersione attorno al valore medio;}$$

$$u = mx - \lambda \cdot \alpha \quad \text{moda;}$$

con  $\lambda = 0,5772$  costante di Eulero.

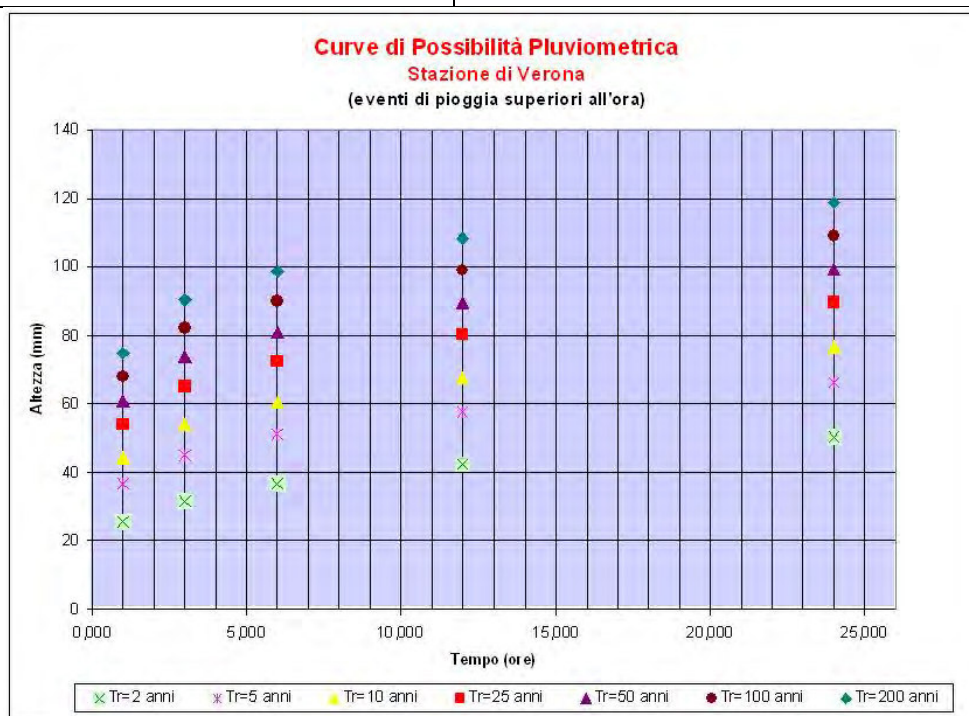
Indicando con  $F(x)$  la probabilità di non superamento del valore  $x$ , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove  $Tr$  rappresenta quindi il numero medio di anni durante i quali il valore  $x$  viene superato una sola volta.

Di seguito si riportano i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione statistica secondo Gumbel relativi alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 1 a 24 ore per la stazione di misura di Verona.

| VERONA                  |                                      |
|-------------------------|--------------------------------------|
| Tempo di ritorno (anni) | Curva di possibilità (h [mm], t [h]) |
| 5                       | $h = 36.79 \cdot t^{0.183}$          |
| 10                      | $h = 44.49 \cdot t^{0.171}$          |
| 25                      | $h = 54.24 \cdot t^{0.159}$          |
| 50                      | $h = 61.48 \cdot t^{0.153}$          |
| 100                     | $h = 68.66 \cdot t^{0.148}$          |
| 200                     | $h = 75.83 \cdot t^{0.144}$          |



Nel campo bilogaritmico la curva ha forma lineare con coefficiente angolare pari ad «n» ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad «a».

Considerata la modesta estensione del bacino di scolo, e prevedendo pertanto un modesto tempo 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.

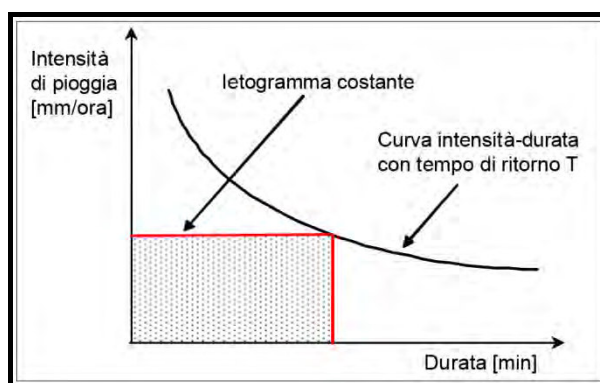
Come prescritto nella D.G.R.V. 2948 del 6 ottobre 2009 «in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni.»

## 4 ANALISI IDRAULICA

### 4.1 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.



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.

| Tipologia area                                                                                                  | Coefficiente di deflusso |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 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                      |

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 isocorve 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 isocorva 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  $t_c$ . 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  $t_c$  può, in prima approssimazione, essere valutato come somma di due termini

$$t_c = t_i + t_r$$

dove:

- $t_i$  = tempo di ingresso, cioè il tempo che impiega la particella d'acqua a giungere alla più vicina canalizzazione scorrendo in superficie,
- $t_r$  = è il tempo di trasferimento lungo i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

Per la determinazione dei valori di  $t_i$  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     |

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.

#### 4.2 STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO

Il dimensionamento del bacino di laminazione può essere effettuato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica; anche in questo caso si considera un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il volume specifico affluente,  $V_i$ , al bacino è:

$$V_i = S \cdot \varphi \cdot a' \cdot t'^n$$

Il volume  $V_u$ , che s'infiltra nel terreno è:

$$V_u = Q_u \cdot t$$

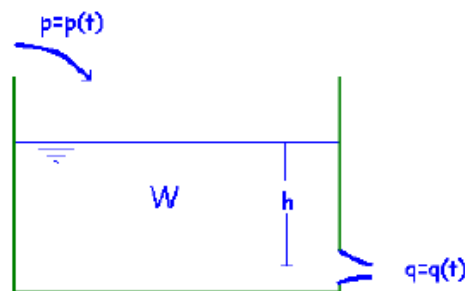
Risulta dunque che il volume specifico invasato,  $V_{\text{invasato}}$ , nel bacino di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{invasato} = Vi(t) - Vu(t)$$

Come consigliato dalla delibera n°2948/2009, per l'area in esame, di cui sono note le distribuzioni delle superfici d'uso del suolo, si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche i metodi dell'invaso e cinematico.

#### 4.3 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO

Il metodo dell'invaso lineare assimila il comportamento del bacino a quello di un serbatoio nel quale entra la portata  $p$ , che rappresenta la precipitazione meteorica che insiste sul bacino, e dal quale esce attraverso una luce la portata  $q$ , che rappresenta la portata uscente data dalla differenza tra la  $p$  e il volume  $W$  proprio del bacino.



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

$$\frac{dW(t)}{dt} = P(t) - Q(t) = P(t) + kW(t)$$

essendo  $p(t)$  la pioggia netta all'istante  $t$  e  $q(t)$  la portata uscente, dipendente dal volume invasato  $W(t)$ .

La portata di picco è calcolata attraverso la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot 0.65 \cdot \varphi \cdot a \cdot k^{n-1} [l/s]$$

con:  $S$  superficie scolante in ha;  
 $\varphi$  coefficiente di afflusso;  
 $a, n$  parametri curva di possibilità pluviometrica;  
 $k$  costante d'invaso in ore.

La costante d'invaso  $k$  si determina con la formula URBISPRO dedotta con criteri empirici a seguito di numerosi riscontri in bacini urbani sperimentali:

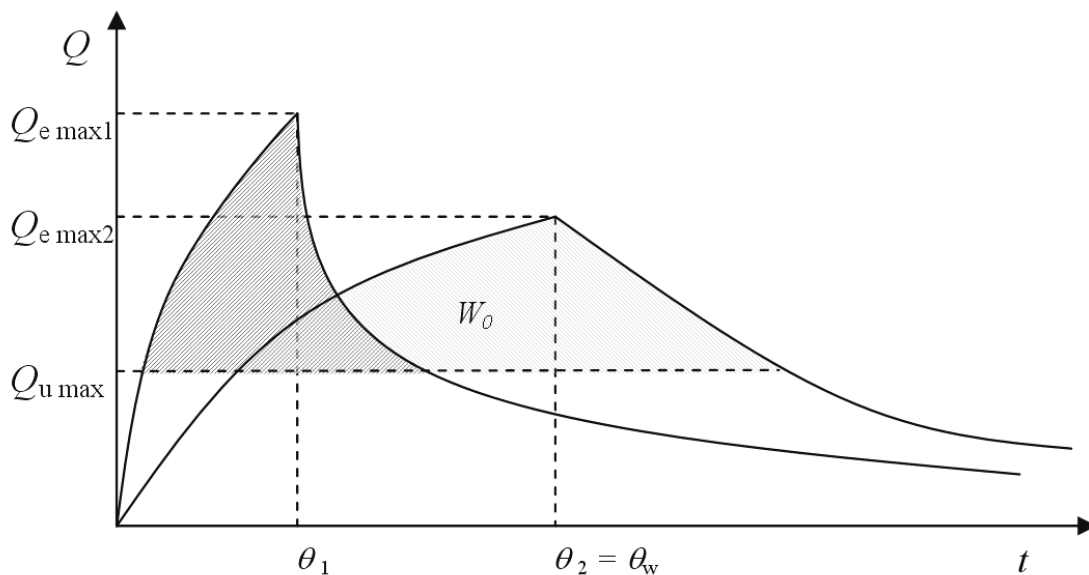
$$k = 0.7 \cdot t_c$$

dove  $k$  [ore] è il parametro del modello;  $t_c$  [ore] è il tempo di corrivazione del bacino.

Il volume da invasare all'interno dei bacini di laminazione si calcola in modo implicito in funzione delle grandezze adimensionali:

$$F(n, m) = \frac{\theta_w}{k} \quad G(n, m) = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

dove  $k$  è la costante d'invaso in ore del bacino,  $\theta_w$  è la durata critica per i bacini (quella cioè che conduce al massimo volume d'invaso  $W_0$ ),  $Q_c$  è la portata critica del bacino a monte.



Assegnato poi il rapporto  $m = 1/\eta = Q_c/Q_{u\max}$ , le grandezze  $F$  e  $G$  sono calcolabili con le equazioni:

$$n \cdot F + (1-n) \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{\frac{D}{m} \cdot F^{2-n}}{1 - e^{-F}} = 0$$

$$G(n, m) = \frac{F^n}{D} - \frac{F^{n-1}}{D} \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{F}{m} - \frac{1}{m} \cdot \ln \left[ \left( \frac{m \cdot F^{n-1}}{D} - 1 \right) \cdot (1 - e^{-F}) \right] = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

In particolare, trovato con la prima il valore di  $F$ , è immediato calcolare la durata critica  $\theta_w = k \cdot F(n, m)$  e il volume da invasare  $W_0 = k \cdot Q_c \cdot G(n, m)$ . E' da notare che tali risultati sono validi solo nel caso in cui la durata critica  $\theta_w$  della vasca e la durata critica  $\theta_c = C \cdot k$  del bacino rientrino nel medesimo campo di validità del parametro  $n$  della curva di possibilità pluviometrica.

#### 4.4 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO

Questo approccio schematizza un processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino a monte di tipo cinematico. Le ipotesi semplificate adottate sono le seguenti:

- ❖ ietogramma netto di pioggia a intensità costante (ietogramma rettangolare);
- ❖ curva aree tempi lineare;
- ❖ svuotamento della vasca a portata costante pari a  $Q_u$ , (laminazione ottimale).

La portata di picco è calcolata con la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1} [l/s]$$

con:  $S$  superficie scolante in ha;  
 $\varphi$  coefficiente di afflusso;  
 $a, n$  parametri curva di possibilità pluviometrica;  
 $t_c$  tempo di corrivazione in ore.

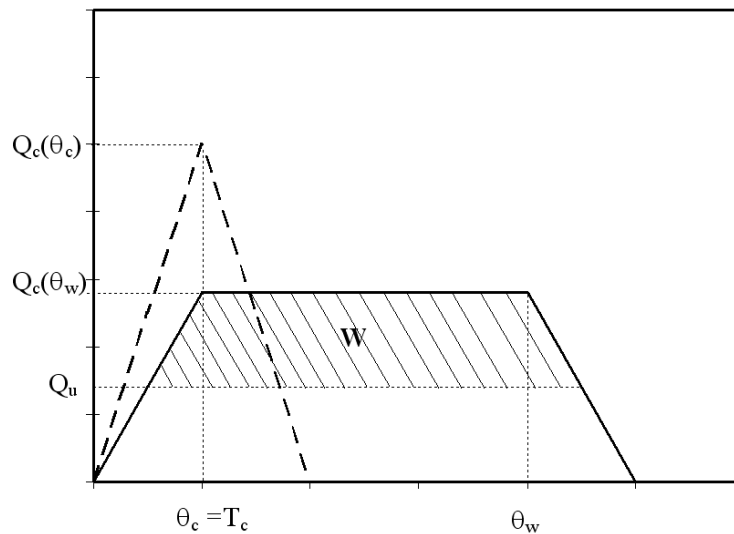
con queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume  $W$  invasato nei bacini in funzione della durata della pioggia  $\theta$ , del tempo di corrivazione del bacino  $t_c$ , della portata uscente drenata massima dalla vasca  $Q_u$ , del coefficiente di afflusso  $\varphi$ , dell'area del bacino  $S$  e dei parametri  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità pluviometrica:

$$W = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n + t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot t_c$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume  $W$ , cioè derivando l'espressione precedente rispetto alla durata  $\theta$  ed eguagliando a zero si trova:

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

dalla quale si ricava la durata critica  $\mathcal{G}_w$  per i bacini di laminazione, che, inserita nella precedente consente di stimare il volume  $W_0$  da invasare.



Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia:  $W$  in  $m^3$ ,  $S$  in ha,  $a$  in  $mm/ora^{-n}$ ,  $\mathcal{G}$  in ore,  $t_c$  in ore,  $Q_u$  in l/s, le equazioni diventano:

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + 1.295 \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_u \cdot T_c$$

$$2.78 \cdot n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + 0.36 \cdot (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

## 5 DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE

### 5.1 PREMESSA

Il piano in esame occupa un'area di circa 20.937  $m^2$ , dei quali 10.452  $m^2$  per la realizzazione di un'area residenziale (UMI da 1 a 8), e i restanti 10.458  $m^2$  per la creazione di verde, di viabilità e di parcheggi.

La gestione delle acque meteoriche in uscita dai lotti sarà separata rispetto a quella delle opere di urbanizzazione. Il recapito finale risulta esser sempre il Torrente Quinzano.

Attualmente l'area è agricola.

Come riportato nella D.G.R.V. n°2948/2009, trattandosi di un intervento su superficie compresa tra 1 ha e 10 ha, il grado di impermeabilizzazione è significativo.

**Considerate le caratteristiche litologiche dei terreni nonché la vicinanza al torrente Quinzano, le misure compensative scelte sono:**

1. **Realizzazione di invasi di laminazione nei singoli lotti e bacino di laminazione;**
2. **Scarico nel torrente Quinzano di una portata non maggiore dell'attuale, suddiviso tra opere di urbanizzazione e aree private.**

## 5.2 CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE CON IL METODO RAZIONALE

Nel corso del processo di approvazione degli interventi urbanistico – edilizi è richiesta, con progressiva definizione, l'individuazione puntuale delle misure compensative. Per l'area in esame, sono note le superfici a diversa destinazione d'uso del suolo ed è quindi possibile calcolare la portata in uscita allo stato attuale e di progetto noto il coefficiente di deflusso medio dell'area secondo i valori riportati nella D.G.R.V. n°2948/2009.

Per lo stato attuale il coefficiente di deflusso è:

| STATO ATTUALE – opere di urbanizzazione |                              |                          |
|-----------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| TIPOLOGIA                               | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Coefficiente di deflusso |
| PERMEABILE (agricolo)                   | 10.485                       | 0,1                      |
| <b>TOTALE</b>                           | <b>10.485</b>                | <b>0,1</b>               |

Allo stato ante opera, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

| STATO ATTUALE- opere di urbanizzazione |                             |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| Curva di possibilità pluviometrica     | $h = 61,48 \cdot t^{0.153}$ |
| Tempo di corrivazione                  | 20 min                      |
| Coefficiente di deflusso               | 0,1                         |

Allo stato di progetto si avrà:

| STATO DI PROGETTO- opere di urbanizzazione             |                              |                          |
|--------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| TIPOLOGIA                                              | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Coefficiente di deflusso |
| PERMEABILE (parco pubblico e forestazione urbana)      | 7.655                        | 0,2                      |
| IMPERMEABILE<br>(strade, marciapiedi, pista ciclabile) | 1.827                        | 0,9                      |
| SEMIPERMEABILE (stalli parcheggi)                      | 1.003                        | 0,6                      |
| <b>TOTALE</b>                                          | <b>10.485</b>                | <b>0.36</b>              |

i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

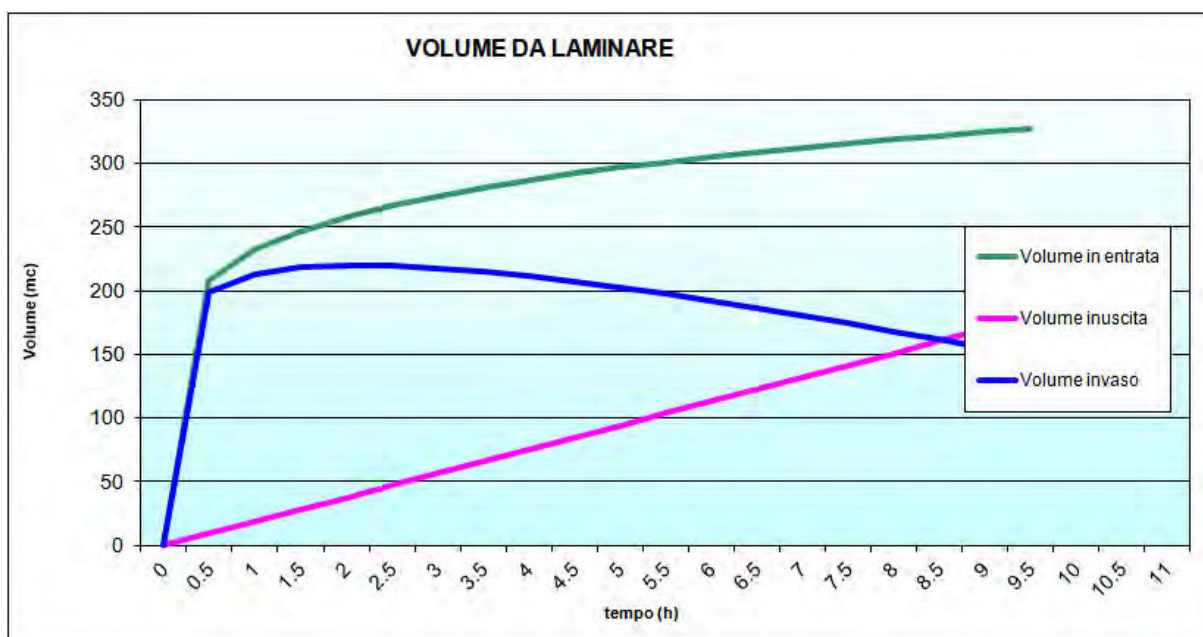
| <b>STATO DI PROGETTO- opere di urbanizzazione</b> |                             |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Curva di possibilità pluviometrica</b>         | $h = 61,48 \cdot t^{0.153}$ |
| <b>Tempo di corrivazione</b>                      | 12 min                      |
| <b>Coefficiente di deflusso</b>                   | 0.36                        |

In via cautelativa nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente pari a 5 l/s per ettaro di lottizzazione, da scaricare sul torrente Quinzano.

Risulta dunque che il volume specifico immagazzinato,  $V_{\text{immagazzinato}}$ , nel bacino di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{\text{immagazzinato}} = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

Il massimo valore della differenza tra  $V_i$  e  $V_u$  è pari a  $220 m^3$ , che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa  $210 m^3/ha$ .



Per lo stato attuale, per i lotti privati, il coefficiente di deflusso è:

| <b>STATO ATTUALE – lotti privati</b> |                                   |                                 |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>TIPOLOGIA</b>                     | <b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente di deflusso</b> |
| PERMEABILE (agricolo)                | 10.452                            | 0,1                             |
| <b>TOTALE</b>                        | <b>10.452</b>                     | <b>0,1</b>                      |

Allo stato ante opera, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

| <b>STATO ATTUALE- lotti privati</b>       |                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Curva di possibilità pluviometrica</b> | $h = 61,48 \cdot t^{0.153}$ |
| <b>Tempo di corrivazione</b>              | 20 min                      |
| <b>Coefficiente di deflusso</b>           | 0,1                         |

Allo stato di progetto si avrà:

| <b>STATO DI PROGETTO-lotti privati</b>               |                                   |                                 |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| <b>TIPOLOGIA</b>                                     | <b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Coefficiente di deflusso</b> |
| PERMEABILE (verde privato- 30% lotti)                | 3.136                             | 0.2                             |
| IMPERMEABILE<br>(area impermeabile lotti- 70% lotti) | 7.316                             | 0.9                             |
| <b>TOTALE</b>                                        | 10.452                            | <b>0.69</b>                     |

I parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

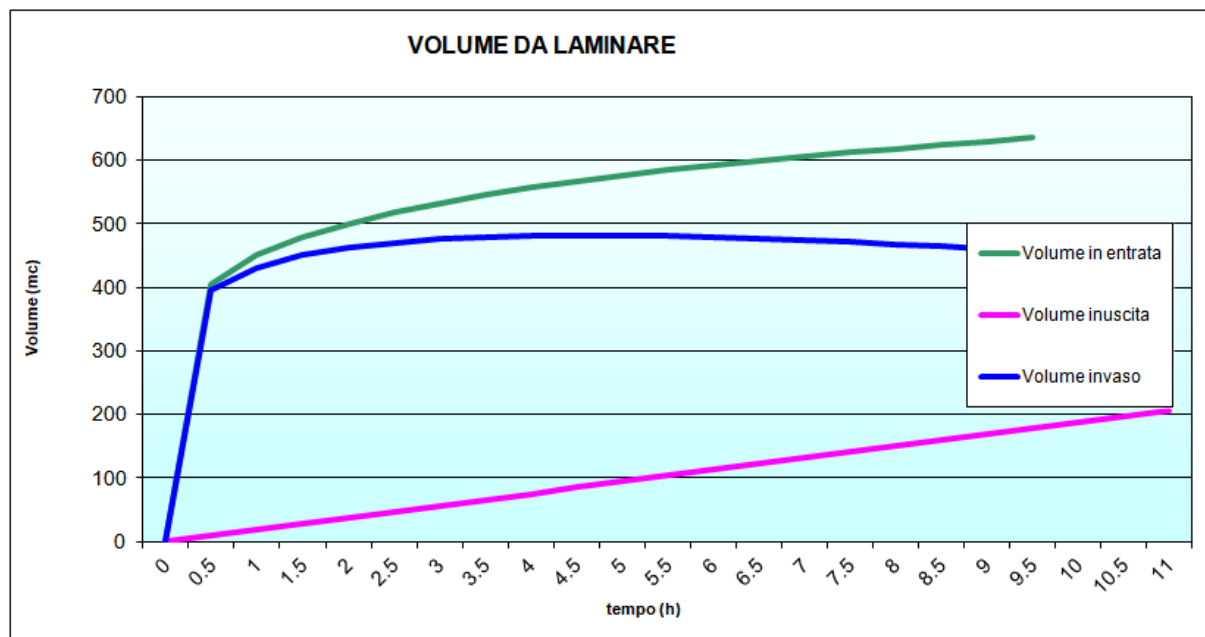
| <b>STATO ATTUALE- lotti privati</b>       |                             |
|-------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Curva di possibilità pluviometrica</b> | $h = 61,48 \cdot t^{0.153}$ |
| <b>Tempo di corrivazione</b>              | 12 min                      |
| <b>Coefficiente di deflusso</b>           | 0,7                         |

**In via cautelativa nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente pari a 5 l/s per ettaro di lottizzazione, da scaricare sul torrente Quinzano**

Risulta dunque che il volume specifico immagazzinato,  $V_{\text{immagazzinato}}$ , nel bacino di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{\text{immagazzinato}} = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

Il massimo valore della differenza tra  $V_i$  e  $V_u$  è pari a **480 m<sup>3</sup>**, che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa **460 m<sup>3</sup>/ha**.



Con riferimento a ciascun lotto i volumi da invasare saranno i seguenti:

| LOTTE/ U.M.I.             | SF<br>(Superficie<br>Fondiaria) | Verde Profondo<br>(30%)<br>mq | Volume in vaso<br>mc |
|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1                         | 1.380 mq                        | 414                           | 63.48                |
| 2                         | 1.375 mq                        | 412.5                         | 63.25                |
| 3                         | 1.348 mq                        | 404.4                         | 62.008               |
| 4                         | 1.352 mq                        | 405.6                         | 62.192               |
| 5                         | 1.402 mq                        | 420.6                         | 64.492               |
| 6                         | 725 mq                          | 217.5                         | 33.35                |
| 7                         | 1.320 mq                        | 396                           | 60.72                |
| 8                         | 1.550 mq                        | 465                           | 71.3                 |
| <b>TOTALE<br/>SC. 131</b> | <b>TOT. 10.452<br/>mq.</b>      |                               |                      |

Come consigliato dalla delibera n°2948/2009, per l'area in esame, di cui sono note le distribuzioni delle superfici d'uso del suolo, si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche i metodi dell'invaso e cinematico.

### 5.3 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO DELL'INVASO

La portata di picco è calcolata attraverso la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot 0.65 \cdot \varphi \cdot a \cdot k^{n-1} [l/s]$$

con:  $S$  superficie scolante in ha;  
 $\varphi$  coefficiente di afflusso;  
 $a, n$  parametri curva di possibilità pluviometrica;  
 $k$  costante d'invaso in ore.

La costante d'invaso  $k$  si determina con la formula URBISPRO dedotta con criteri empirici a seguito di numerosi riscontri in bacini urbani sperimentali è pari a  $k = 0.7 \cdot t_c$  dove  $k$  [ore] è il parametro del modello;  $t_c$  [ore] è il tempo di corrivazione del bacino.

La portata massima delle opere di urbanizzazione è dunque pari a  $Q_c = 220$  l/s mentre quella relativa ai lotti privati risulta essere pari a  $Q = 430$  l/s.

Il volume da invasare all'interno dei bacini di laminazione si calcola in modo implicito in funzione delle grandezze adimensionali:

$$F(n, m) = \frac{\theta_w}{k} \qquad G(n, m) = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

dove  $k$  è la costante d'invaso del bacino,  $\theta_w$  è la durata critica per i bacini (quella cioè che conduce al massimo volume d'invaso  $W_0$ ),  $Q_c$  è la portata critica del bacino a monte.

Assegnato poi il rapporto  $m = 1/\eta = Q_c/Q_{umax}$ , le grandezze  $F$  e  $G$  sono calcolabili con le equazioni:

$$n \cdot F + (1-n) \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{\frac{D}{m} \cdot F^{2-n}}{1 - e^{-F}} = 0$$

$$G(n, m) = \frac{F^n}{D} - \frac{F^{n-1}}{D} \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{F}{m} - \frac{1}{m} \cdot \ln \left[ \left( \frac{m \cdot F^{n-1}}{D} - 1 \right) \cdot (1 - e^{-F}) \right] = \frac{W_0}{k \cdot Q_c}$$

In particolare, trovato con la prima il valore di  $F$ , è immediato calcolare la durata critica  $\theta_w = k \cdot F(n, m)$  e il volume da invasare  $W_0 = k \cdot Q_c \cdot G(n, m)$ . E' da notare che tali risultati sono validi solo nel caso in cui la durata critica  $\theta_w$  della vasca e la durata critica  $\theta_c = C \cdot k$  del bacino rientrino nel medesimo campo di validità del parametro  $n$  della curva di possibilità pluviometrica.

Nel caso in esame, ricordando che la portata in uscita non deve essere superiore a quella in uscita allo stato attuale, si calcola il volume d'invaso pari a **175 m<sup>3</sup> per le opere di urbanizzazione** che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa **166 m<sup>3</sup>/ha**. Per quanto riguarda invece i **lotti privati** si ottiene un volume pari a **409 m<sup>3</sup>** che equivale a **390 m<sup>3</sup>/ha**.

#### 5.4 VERIFICA VOLUMI CON IL METODO CINEMATICO

La portata di picco è calcolata con la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1} [l/s]$$

con:  $S$  superficie scolante in ha;  
 $\varphi$  coefficiente di afflusso;  
 $a, n$  parametri curva di possibilità pluviometrica;  
 $t_c$  tempo di corrivazione in ore.

La portata massima è dunque pari a  $Q_c = 488$  l/s per quanto riguarda i lotti privati e  $Q = 252$  l/s per le aree di urbanizzazione.

Se si considerano per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, ossia:  $W$  in  $m^3$ ,  $S$  in ha,  $a$  in  $mm/ora^{-n}$ ,  $\theta$  in ore,  $t_c$  in ore,  $Q_u$  in l/s, le equazioni diventano:

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + 1.295 \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_u \cdot T_c$$

$$2.78 \cdot n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + 0.36 \cdot (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

Il volume da invasare è pari a  $W_{0, cinematico} = 415 m^3$  per i lotti privati che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa **397  $m^3/ha$** .

Il volume da invasare per le **aree di urbanizzazione** risulta essere invece pari a  $W_{0, cinematico} = 186 m^3$  che se rapportato alla superficie oggetto di trasformazione urbanistica, determina un volume specifico pari a circa **178  $m^3/ha$** .

Riassumendo per i vari metodi si ha:

| AREA                    | Metodo razionale | Metodo dell'invaso | Metodo cinematico |
|-------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Opere di urbanizzazione | 210 $m^3/ha$     | 166 $m^3/ha$       | 178 $m^3/ha$      |
| Lotti privati           | 460 $m^3/ha$     | 390 $m^3/ha$       | 397 $m^3/ha$      |

Come si può notare il metodo razionale fornisce il valore più elevato di volume da invasare per entrambe le macro-aree studiate.

Per quanto riguarda i lotti i valori ottenuti sono in linea con quanto riportato nella Valutazione di Compatibilità del Piano degli Interventi del Comune di Verona dove il volume specifico da invasare è di **487,4 m<sup>3</sup>/ha**, dato ripreso dal PAT.

Per l'area pubblica in ragione dell'elevata superficie riservata a verde permeabile, i valori calcolati sono ovviamente inferiori alle previsioni del PI

In accordo con il progettista il volume da stoccare sarà convogliato nell'unico bacino di laminazione, nell'area a Sud, per le opere di urbanizzazione, mentre sarà prescritto in sede di convenzione la gestione privata dei lotti privati.

Il bacino sarà profondo al massimo 2 metri per consentire l'immissione delle tubazioni fognarie e garantire un franco di sicurezza di almeno 0,5 metri. Essi avranno le scarpate inclinate a circa 25°.



*Esempio bacino di laminazione*

In linea generale ogni lotto dovrà invasare quanto definito nella presente con scarico controllato nella rete comune dei lotti. I singoli invasi potranno essere garantiti attraverso: pozzi a tenuta, vasche gettate in opera, materassi di invaso, canalette perimetrali, bacini verdi etc.



*Esempio sistemi di accumulo*

Saranno poste in opera due vasche con pompe di rilascio separate tra opere di urbanizzazione e lotti privati, con successivo scarico finale nel torrente Quinzano.

Per l'ubicazione dei bacini di laminazione si veda l'allegato 4 «*Ubicazione misure compensative scala 1:2.000*».

## **6 CONCLUSIONI**

Lo studio 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, ha rilevato che:

- ❖ il substrato dell'area in esame è costituito da alluvioni limo argillose passanti a sabbie e sabbie ghiaiose sovrastanti un substrato roccioso calcareo;
- ❖ la permeabilità degli strati costituenti il sottosuolo è bassa;
- ❖ i coefficienti di deflusso da utilizzare nelle considerazioni tecniche sono quelli previsti dalla D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009.

Per quanto riguarda le misure compensative in funzione delle prevedibili variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area d'intervento, nella relazione è stato illustrato il dimensionamento di opere di laminazione posti nell'area verde a Sud, per le acque di dilavamento delle opere di urbanizzazione, e dei singoli lotti per le restanti aree, entrambe con scarico controllato sul torrente Quinzano.



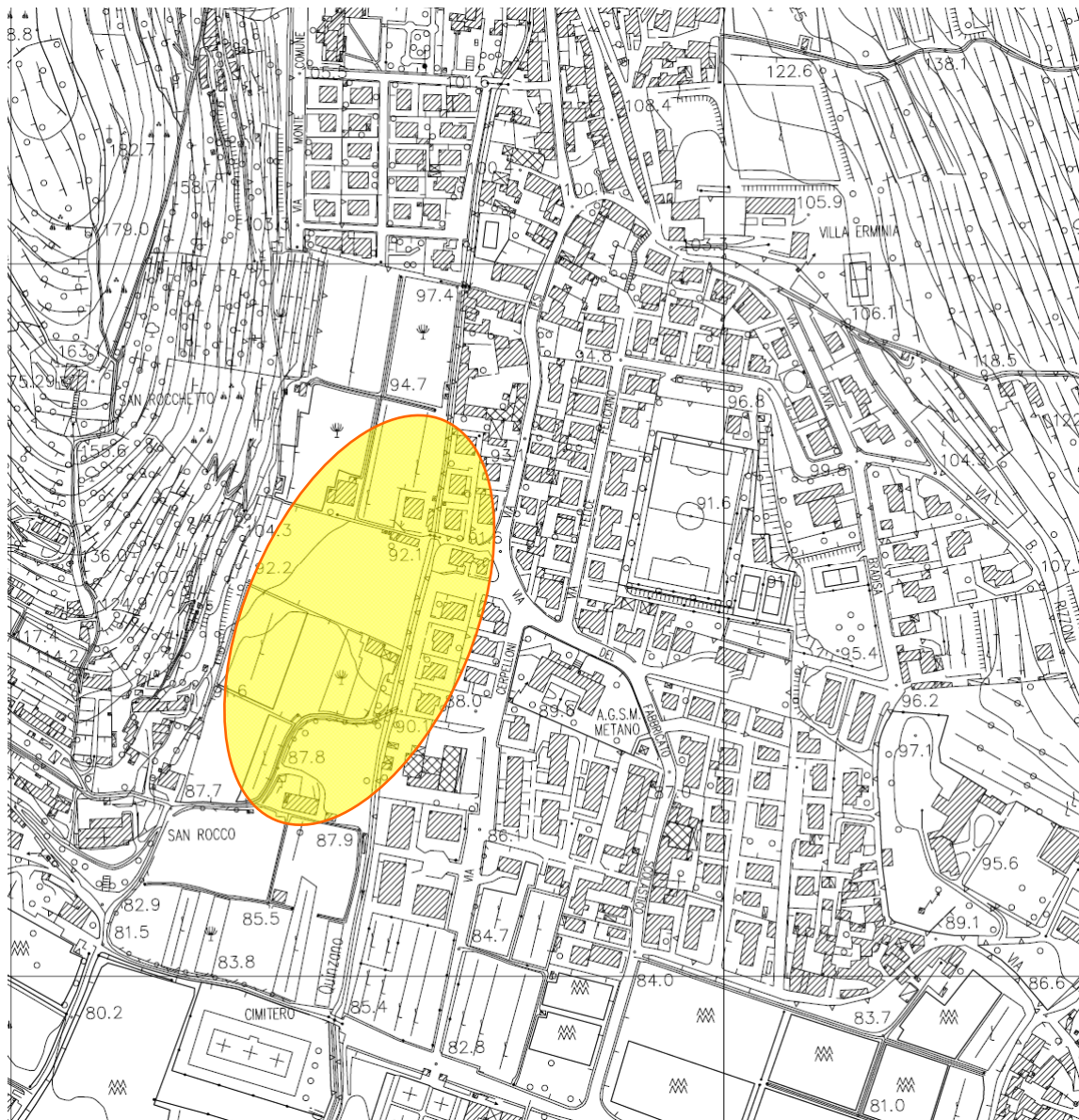
(stralcio dalle Tavolette IGM F°49 III N.O. «Verona»)

## **TOPOGRAFIA**

**scala 1:25.000**

ubicazione dell'area in esame





(stralcio dell'elemento n° 123 122 «Quinzano»)

**CARTA TECNICA REGIONALE**

**scala**



**1:5.000**

ubicazione dell'area in esame





*Estratto catastale N.C.T. del Comune di Verona Foglio 104 e Foglio 105*

**AMBITO DI INTERVENTO**

## ***PLANIMETRIA CATASTALE***

*scala 1:2.000*



**ALLEGATO 4**

### UBICAZIONE MISURE COMPENSATIVE

scala 1:2.000

|                                                               |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Stazione di VERONA                                            |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Parametri regolarizzazione dati di precipitazione             |                                                      |                                                      | legge di GUMBEL                                      |                                                      |
| $P(x) = e^{-e^{-\alpha \cdot (x - \beta)}}$                   |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| 1 ora                                                         | 3 ore                                                | 6 ore                                                | 12 ore                                               | 24 ore                                               |
| N: 31<br>Media: 27.110<br>alfa: .100<br>beta: 21.713          | N: 31<br>Media: 33.742<br>alfa: .084<br>beta: 27.374 | N: 31<br>Media: 38.987<br>alfa: .080<br>beta: 32.261 | N: 31<br>Media: 44.781<br>alfa: .075<br>beta: 37.611 | N: 31<br>Media: 52.858<br>alfa: .072<br>beta: 45.419 |
| Tr = 2<br>Xt = 25.40                                          | Tr = 2<br>Xt = 31.72                                 | Tr = 2<br>Xt = 36.85                                 | Tr = 2<br>Xt = 42.50                                 | Tr = 2<br>Xt = 50.50                                 |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 9.086 n = .238 (T = minuti)  |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 5<br>Xt = 36.78                                          | Tr = 5<br>Xt = 45.16                                 | Tr = 5<br>Xt = 51.04                                 | Tr = 5<br>Xt = 57.63                                 | Tr = 5<br>Xt = 66.19                                 |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 14.696 n = .208 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 10<br>Xt = 44.32                                         | Tr = 10<br>Xt = 54.05                                | Tr = 10<br>Xt = 60.44                                | Tr = 10<br>Xt = 67.65                                | Tr = 10<br>Xt = 76.58                                |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 18.560 n = .196 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 25<br>Xt = 53.85                                         | Tr = 25<br>Xt = 65.29                                | Tr = 25<br>Xt = 72.31                                | Tr = 25<br>Xt = 80.30                                | Tr = 25<br>Xt = 89.72                                |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 23.545 n = .184 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 50<br>Xt = 60.92                                         | Tr = 50<br>Xt = 73.63                                | Tr = 50<br>Xt = 81.12                                | Tr = 50<br>Xt = 89.69                                | Tr = 50<br>Xt = 99.46                                |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 27.296 n = .177 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 100<br>Xt = 67.93                                        | Tr = 100<br>Xt = 81.91                               | Tr = 100<br>Xt = 89.86                               | Tr = 100<br>Xt = 99.01                               | Tr = 100<br>Xt = 109.13                              |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 31.051 n = .172 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |
| Tr = 200<br>Xt = 74.92                                        | Tr = 200<br>Xt = 90.16                               | Tr = 200<br>Xt = 98.57                               | Tr = 200<br>Xt = 108.30                              | Tr = 200<br>Xt = 118.76                              |
| Parametri curva H = a*T**n : a = 34.817 n = .168 (T = minuti) |                                                      |                                                      |                                                      |                                                      |

## DATI PLUVIOMETRICI