

# COMUNE DI PADOVA



## QUARTIERE SAN LAZZARO P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"

### PROPONENTI:

CONSORZIO DI URBANIZZAZIONE "QUADRANTE NORD EST" VIA  
DELL'ARTIGIANATO, 9 LOREGGIA (PD)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA'  
IDRAULICA

ELAB. N°

V-G

### PROGETTAZIONE OPERE ARCHITETTONICHE:

Arch. Angelo Barbato

Arch. Giafranco Zulian

### PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE:

Ing. Pietro Cévese



Ing. Gaetano Parpajola



**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. “SAN LAZZARO – IR2”  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

**INDICE**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. INTRODUZIONE METODOLOGICA.....</b>	<b>6</b>
3.1 Curve di possibilità pluviometrica .....	6
3.2 Coefficienti di deflusso .....	9
3.3 Coefficiente udometrico.....	9
3.4 Volumi D'invaso – Metodo delle Piogge.....	10
<b>4. CALCOLO DEL VOLUME D'INVASO NECESSARIO A COMPENSARE LE VARIAZIONI INDOTTE DALLA TRASFORMAZIONE D'USO DEL SUOLO .....</b>	<b>11</b>
4.1 Comparto 1.....	11
4.1.1 <i>Determinazione del coefficiente di deflusso medio</i> .....	11
4.1.2 <i>Volume d'invaso</i> .....	13
4.2 Comparto 2.....	14
4.2.1 <i>Determinazione del coefficiente di deflusso medio</i> .....	14
4.2.2 <i>Volume d'invaso</i> .....	16
<b>5. PROPOSTE DI PROGETTO .....</b>	<b>17</b>
5.1 Metodo di Calcolo.....	17
5.1.1 <i>Modellazione idraulica</i> .....	17
5.1.2 <i>Modellazione Idrologica</i> .....	19
5.2 Piogge utilizzate per le simulazioni - Elaborazione degli ietogrammi di progetto .....	21
5.3 <i>Modello Idraulico di Progetto</i> .....	23
5.3.1 <i>Reti di Progetto e Manufatti di Scarico</i> .....	23
5.4 Risultati del modello .....	28
<b>6. INDICAZIONI ESECUTIVE E CONSIDERAZIONI TECNICHE .....</b>	<b>33</b>
<b>7. INDICAZIONI PER LA CORRETTA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DRENANTE.....</b>	<b>34</b>
<b>8. CONCLUSIONI .....</b>	<b>35</b>

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. “SAN LAZZARO – IR2”  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

**1. PREMESSA**

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica viene redatta ai sensi della D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009; lo studio è relativo al progetto di P.U.A. denominato “San Lazzaro IR2” situato a Padova tra la linea ferroviaria Padova-Venezia e le vie Maroncelli, Friburgo e Galante.

L’ambito del P.U.A. è evidenziato nella figura seguente, sovrapposto ad una vista aerea della zona; si tratta di un terreno ex agricolo di superficie complessiva pari a circa 260.000 m<sup>2</sup>.



Figura 1: Ambito d’intervento – Ubicazione su foto aerea

L’intervento di progetto prevede la suddivisione dell’area con la cessione di circa metà della stessa al Comune di Padova, per cui di fatto l’ambito in trasformazione, su cui sarà sviluppato lo studio idraulico, ha una superficie complessiva di **127.605,72 m<sup>2</sup>**; come si vedrà nel seguito l’ambito di studio sarà poi a sua volta suddiviso in due parti denominate “Comparto 1” e “Comparto 2”, di superficie pari rispettivamente a 27.089,16 m<sup>2</sup> e 100.515,56 m<sup>2</sup> (Figura 2).

QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO

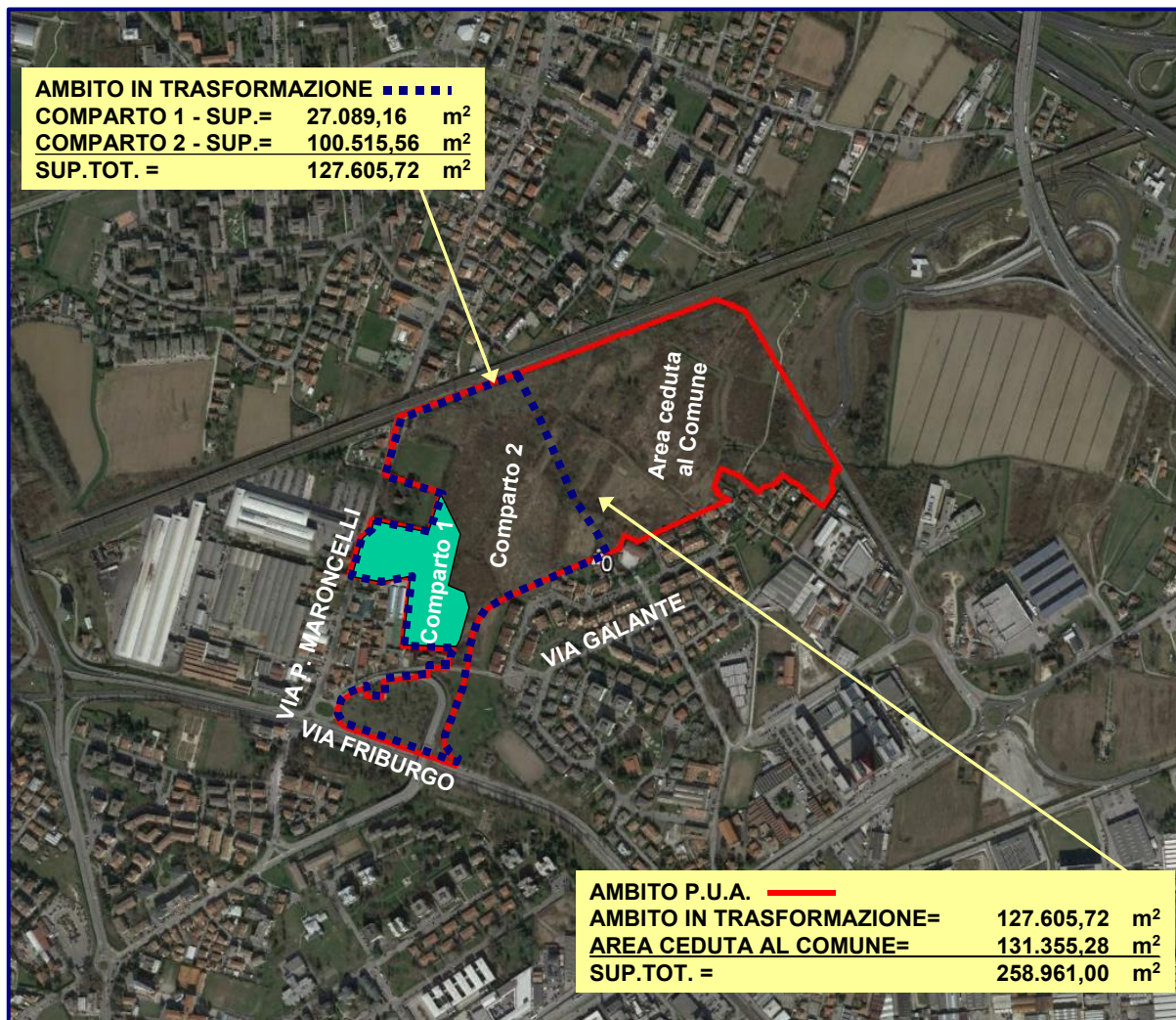


Figura 2: Individuazione aree in Trasformazione

Per la porzione del P.U.A. ceduta al Comune, si sottolinea che quando ne sarà predisposto il progetto di urbanizzazione, anche per esso dovrà essere sviluppata una specifica valutazione di compatibilità idraulica che dovrà essere sottoposta per approvazione al Consorzio di Bonifica competente (Consorzio Bacchiglione).

Scopo del presente studio è l'individuazione delle misure di compensazione idraulica necessarie al fine di garantire il rispetto del principio d'invarianza idraulica; verranno quindi progettate e dimensionate le nuove reti di fognatura bianca tenendo conto della duplice funzione di drenaggio e invaso che dovranno avere, sulla base dei dati disponibili; alcuni aspetti, quali la precisa individuazione delle quote dei ricettori e la presenza di eventuali connessioni idrauliche locali con le aree contermini, ad oggi non completamente noti, dovranno essere approfonditi nelle successive fasi progettuali.

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

Per il dimensionamento delle opere di smaltimento e degli invasi, si seguiranno le indicazioni contenute nel documento "VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA - LINEE GUIDA", realizzato dall'ufficio tecnico del Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3621 del 18/10/2007), pubblicazione ufficialmente riconosciuta dagli organi di controllo competenti (ConSORZI di Bonifica, Genio Civile, ecc.).

## 2. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E TERRITORIALE

L'ambito d'intervento è evidenziato nella figura seguente, una vista aerea dell'area su cui è riportata l'idrografia locale principale. Come si può vedere parte dell'area ricade in una zona indicata come a “pericolosità media”

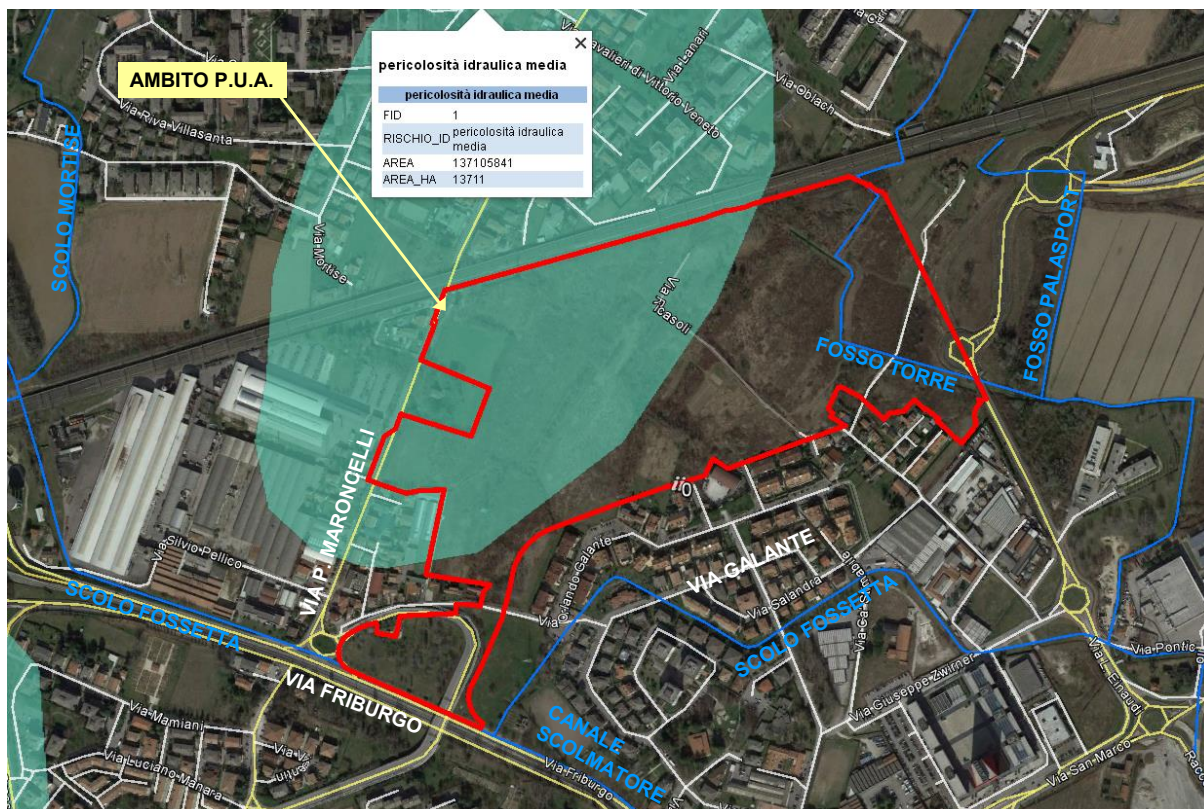


Figura 3: Ubicazione dell'ambito d'intervento e idrografia

I recapiti idraulici naturali dell'area sono lo Scolo Consortile “Fosso Torre”, che scorre nella porzione nord orientale del P.U.A. (e quindi nell'area ceduta al Comune) e lo “Scolo Fossetta” che scorre a sud dell'ambito d'intervento. Lo scolo Fossetta in questo tratto è tombinato con tre condotte scatolari parallele in calcestruzzo di dimensione interna 250x290 cm; sul fronte ovest dell'ambito che dà su via Maroncelli è presente un fossato che s'immette in una condotta in CLS DN 80 cm della pubblica fognatura; dalle informazioni raccolte presso APS, in corrispondenza dell'incrocio tra via Maroncelli e Via Galante risulta che il DN 80 prosegua il suo percorso lungo quest'ultima, seguendo il vecchio tracciato dello scolo Fossetta, immettendosi più a est nel tombinamento a tripla canna del Fossetta stesso.

La Figura 4 rappresenta un estratto della cartografia fornita da APS in cui sono indicate le linee di drenaggio descritte.

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

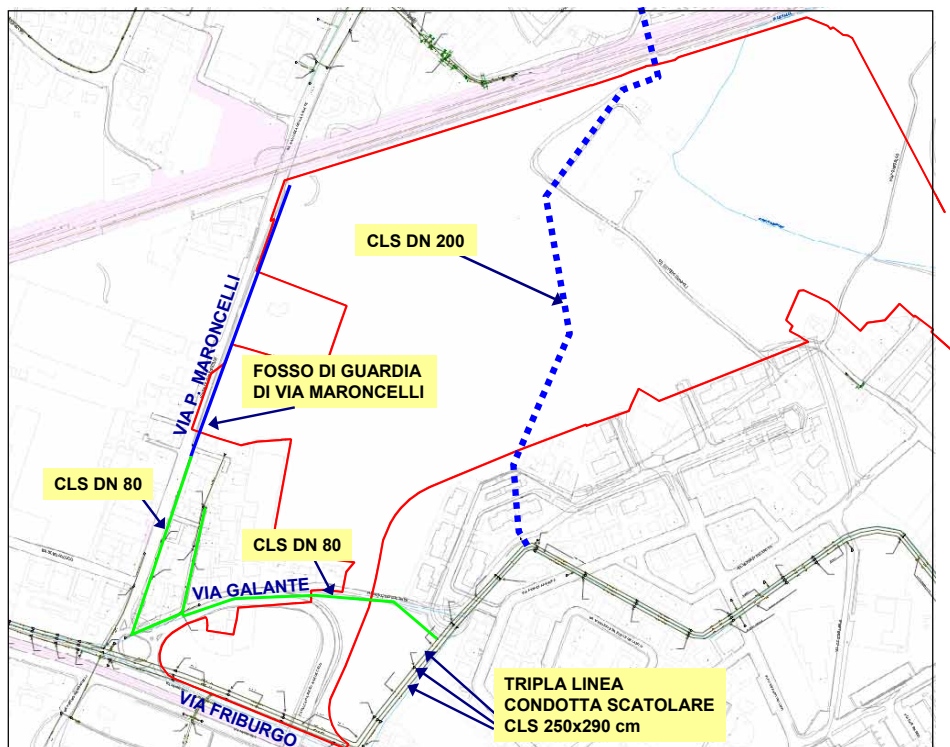


Figura 4: Estratto della Cartografia APS con evidenziati i possibili recapiti idraulici per l'area in trasformazione

Come detto l'area in trasformazione sarà suddivisa in due comparti che potranno essere realizzati con differenti tempistiche; per questo motivo il Comparto 1, che si affaccia direttamente su via Maroncelli avrà come recapito idraulico il fosso lungo la via, mentre il Comparto 2 scaricherà direttamente verso lo scolo Fossetta a sud. Osservando la Figura 4, in cui è riportato anche l'ambito d'intervento, si nota come la porzione più meridionale dello stesso risulti idraulicamente separata dal resto, per la presenza della condotta di scarico di via Maroncelli; in quest'area è attualmente presente il rilevato stradale del cavalcavia Maroncelli. Il nuovo progetto prevede la demolizione della rampa di accesso al cavalcavia e la rinaturalizzazione dell'area, per cui si avrà la disponibilità di un sito idoneo per la realizzazione di un bacino d'invaso di grandi dimensioni. Per collegare efficacemente tale bacino con le aree da servire a nord di via Galante si potrà prevedere la realizzazione di un sifone o in alternativa l'interruzione della condotta di via Galante ed il suo rifacimento con verso di scorrimento in senso opposto e scarico nel Fossetta nei pressi dell'incrocio con via Friburgo.

Per completezza d'informazione in Figura 4 è riportata anche la condotta di fognatura mista DN 200 cm che attraversa l'ambito in direzione Nord-sud, collegando l'abitato di Mortise direttamente con il tombinamento del Fossetta. Tale condotta potrebbe rappresentare un altro possibile recapito idraulico per la nuova urbanizzazione; ad oggi tuttavia non ne è nota la quota di scorrimento, per cui tale possibilità potrà essere oggetto di approfondimento in fase di progettazione definitiva-esecutiva.

### **3. INTRODUZIONE METODOLOGICA**

#### **3.1 Curve di possibilità pluviometrica**

Per lo sviluppo dell'analisi idrologica sull'intervento si fa riferimento all'“*Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di Riferimento*” pubblicata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per mano del *Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte della regione Veneto (OPCM n. 3621 18/102007)*.

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono le formule che esprimono la precipitazione  $h$  o l'intensità media  $j = h/t$  in funzione della durata  $t$ . La relazione utilizzata nella suddetta analisi ha struttura a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

Imponendo  $b=0$  ed  $n = 1-c$  si ottiene la formula di uso comune:

$$h = \frac{a}{t^c} t = a \cdot t^{1-c} = a \cdot t^n$$

La stima dei parametri delle curve segnalatrici avviene tipicamente per regressione lineare sui logaritmi; nel caso della formula italiana infatti, la relazione si presenta come una retta in un grafico bi-logaritmico  $\log t - \log h$

$$h = a \cdot t^n \leftrightarrow \log h = \log a + \log(t^n) = \log a + n \log t$$

Nella pubblicazione di riferimento sopracitata le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono state suddivise per sotto-aree omogenee. L'area di studio ricade nella “Zona Sud Occidentale”.



**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. “SAN LAZZARO – IR2”  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

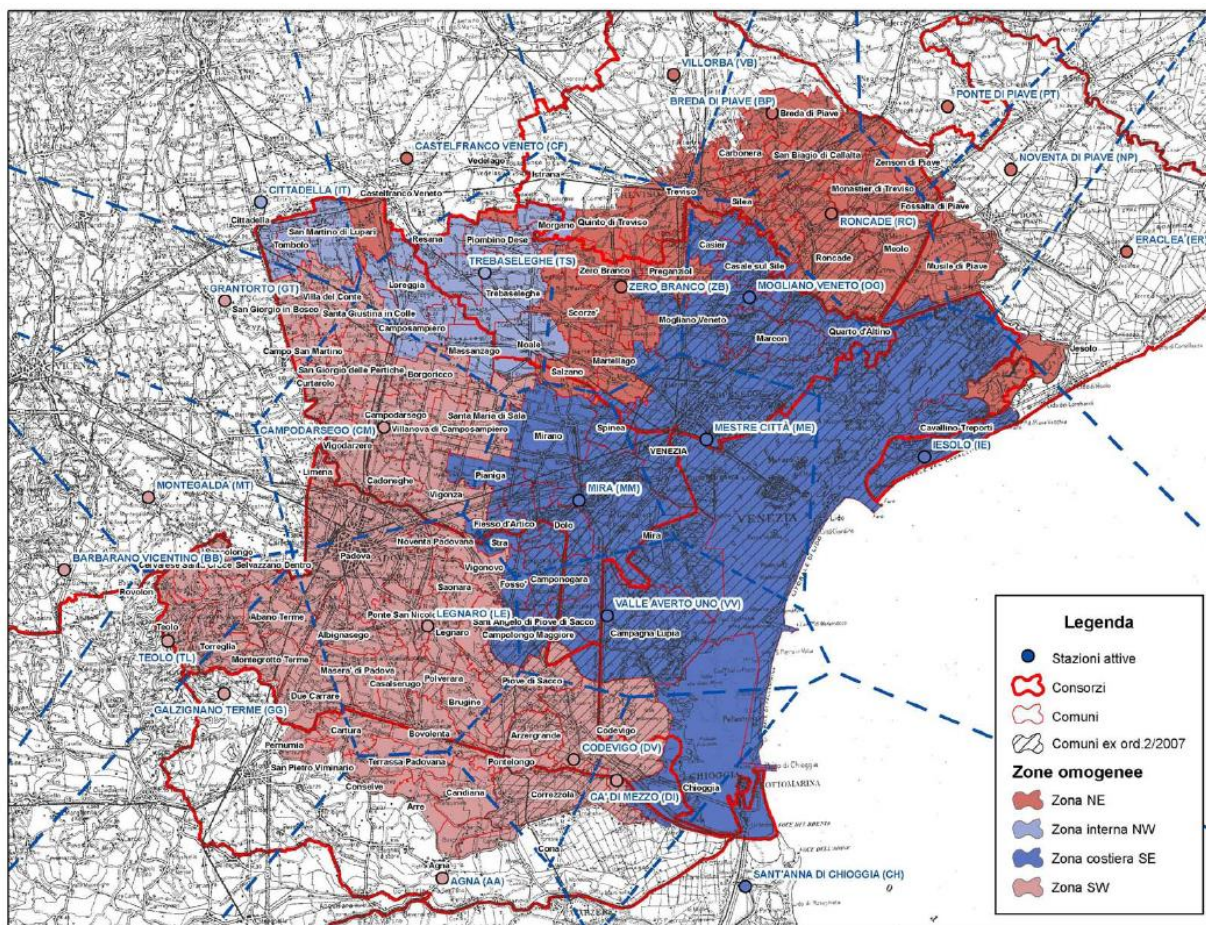


Figura 5: Ripartizione in Zone Omogenee di precipitazione (fonte “Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l’individuazioni di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di Riferimento”)

Per la Zona sud occidentale si riportano a seguire (Tabella 1) i valori dei parametri della curva segnalatrice per Tempi di Ritorno variabili da 2 a 200 anni.

Tr (anni)	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

Tabella 1 – Parametri della curva segnalatrice -Zona Omogenea Sud Ovest (fonte “Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l’individuazioni di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di Riferimento”)

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

I relativi valori attesi di precipitazione ricavati per diverse durate di pioggia sono i seguenti:

Tr (anni)	Durata (min)										
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440	
2	9.70	16.30	20.60	28.00	31.80	34.20	42.70	49.40	57.70	67.00	
5	12.20	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6	
10	13.80	23.5	30	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1	
20	15.30	26	33	47.7	55.2	60	78.9	92.3	106.7	126.4	
30	16.10	27.4	35.3	50.8	59	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7	
50	17.10	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7	
100	18.40	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4	
200	19.60	33.3	43.7	65	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9	

Tabella 2 – Valori Attesi di precipitazione

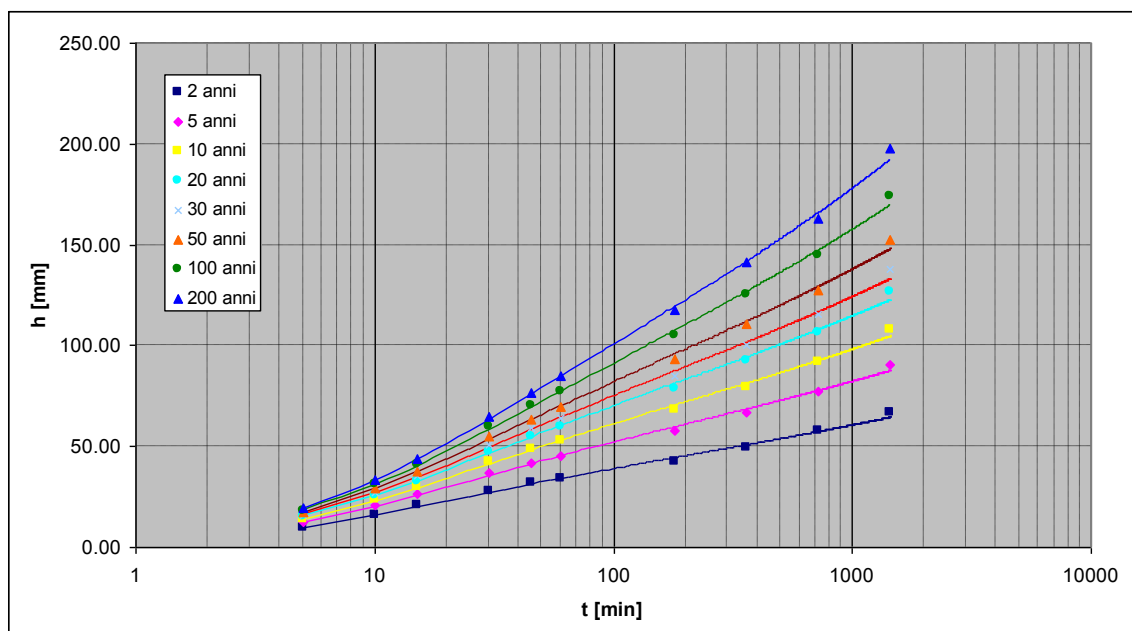


Figura 6- Curve Segnalatrici a tre parametri

Ai fini della presente trattazione si adotta un Tempo di ritorno di 50 anni; si ha:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t \Rightarrow \frac{39,5}{(t+14,5)^{0,817}}$$

con  $h$  [mm] e  $t$  [minuti]

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

### **3.2 Coefficienti di deflusso**

La stima della frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso una rete di collettori, si realizza mediante il coefficiente di deflusso  $\varphi$ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso. Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche valgono, di massima, i coefficienti relativi a piogge di durata oraria ( $\varphi_1$ ) riportati nella tabella seguente:

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso $\varphi_1$
Coperture	0,9÷1,00
Pavimentazioni asfaltate	0,80÷0,9
Pavimentazioni drenanti	0,60÷0,70
Aree verdi (giardini)	0,2÷0,4
Aree agricole	0,05÷0,2
Bosco, prato incolto, acquitrino	0÷0,05

*Tabella 3*

Nel caso in cui superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate da diversi valori del coefficiente di deflusso  $\varphi$ ), siano afferenti al medesimo tratto di tubazione, è necessario calcolare la media ponderale di  $\varphi$ ; detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , sarà:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

### **3.3 Coefficiente udometrico**

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto "coefficiente udometrico" o "contributo specifico di piena" e si esprime usualmente in  $[l/(s \cdot ha)]$  (litri al secondo per ettaro). L'ordine di grandezza del coefficiente udometrico (nel seguito indicato con "u") dipende dall'estensione del bacino o comprensorio in esame: i valori ricorrenti in letteratura per terreni adibiti ad uso agricolo si attestano intorno a  $u=1 \div 2 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$  per le aree di maggior estensione (bonifiche della Val Padana), mentre sono generalmente maggiori di un ordine di grandezza  $u=10 \div 20 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$  per aree relativamente piccole come quelle in esame.

Ai fini della presente trattazione si fa riferimento alle indicazioni del Consorzio di bonifica Bacchiglione, secondo cui, in considerazione dello stato di generale criticità idraulica in cui versa il territorio, la portata massima imposta in uscita nella configurazione di progetto deve essere non superiore a

quella risultante da un coefficiente udometrico di 5 litri al secondo per ettaro, anche in presenza di urbanizzazioni preesistenti.

### **3.4 Volumi D'invaso – Metodo delle Piogge**

La trasformazione d'uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l'aumento del coefficiente udometrico  $u$ , con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici ricettori; per mantenere inalterato il contributo specifico dell'area d'intervento è necessario adottare misure compensative adeguate, prevedendo dispositivi di limitazione della portata e volumi d'invaso aggiuntivi. Il calcolo di tali volumi, si può effettuare con il cosiddetto "metodo delle piogge" considerando costante il valore della portata in uscita ( $Q_u = u \cdot S$ ) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d'uso.

Il volume in ingresso al sistema per effetto di una pioggia di durata  $\tau$  risulta:

$$V_i = S \cdot \varphi \cdot h(\tau)$$

dove  $S$  è la superficie del bacino,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso (costante) e  $h(\tau)$  l'altezza di pioggia caduta nel tempo  $\tau$ . Nello stesso tempo il volume in uscita dal sistema è:

$$V_u = Q_u \cdot \tau$$

Il volume da invasare è quindi:

$$V(\tau) = V_e - V_u = S \cdot \varphi \cdot h(\tau) - Q_u \cdot \tau \quad (1)$$

Il volume da assegnare alla laminazione è quello massimo ottenibile dalla precedente e quindi quello corrispondente ad una precipitazione di durata  $\tau_{Vmax}$ ; è quindi necessario calcolare il massimo della funzione  $V(t)$ , uguagliando a zero la sua derivata prima.

$$\frac{\partial V}{\partial t} = S \cdot \varphi \frac{\partial h}{\partial t} - Q_u = 0 \quad (2)$$

si ha:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial t} \left[ \frac{a \cdot t}{(t+b)^c} \right] = \frac{a \cdot (t+b)^c - a \cdot t \cdot [c \cdot (t+b)^{(c-1)}]}{(t+b)^{2c}} \quad (3)$$

La (3) inserita nella (2) da luogo ad un'espressione implicita in  $t$ , risolvibile iterativamente per approssimazioni successive (metodo di Newton Raphson). Una volta determinato  $\tau_{Vmax}$ , dalla (1) è immediato ricavare il volume corrispondente.

#### 4. CALCOLO DEL VOLUME D'INVASO NECESSARIO A COMPENSARE LE VARIAZIONI INDOTTE DALLA TRASFORMAZIONE D'USO DEL SUOLO

##### 4.1 Comparto 1

###### 4.1.1 Determinazione del coefficiente di deflusso medio

La figura seguente rappresenta il "Comparto 1" nella configurazione di progetto, con evidenziate le diverse superfici distinte per grado di permeabilità.

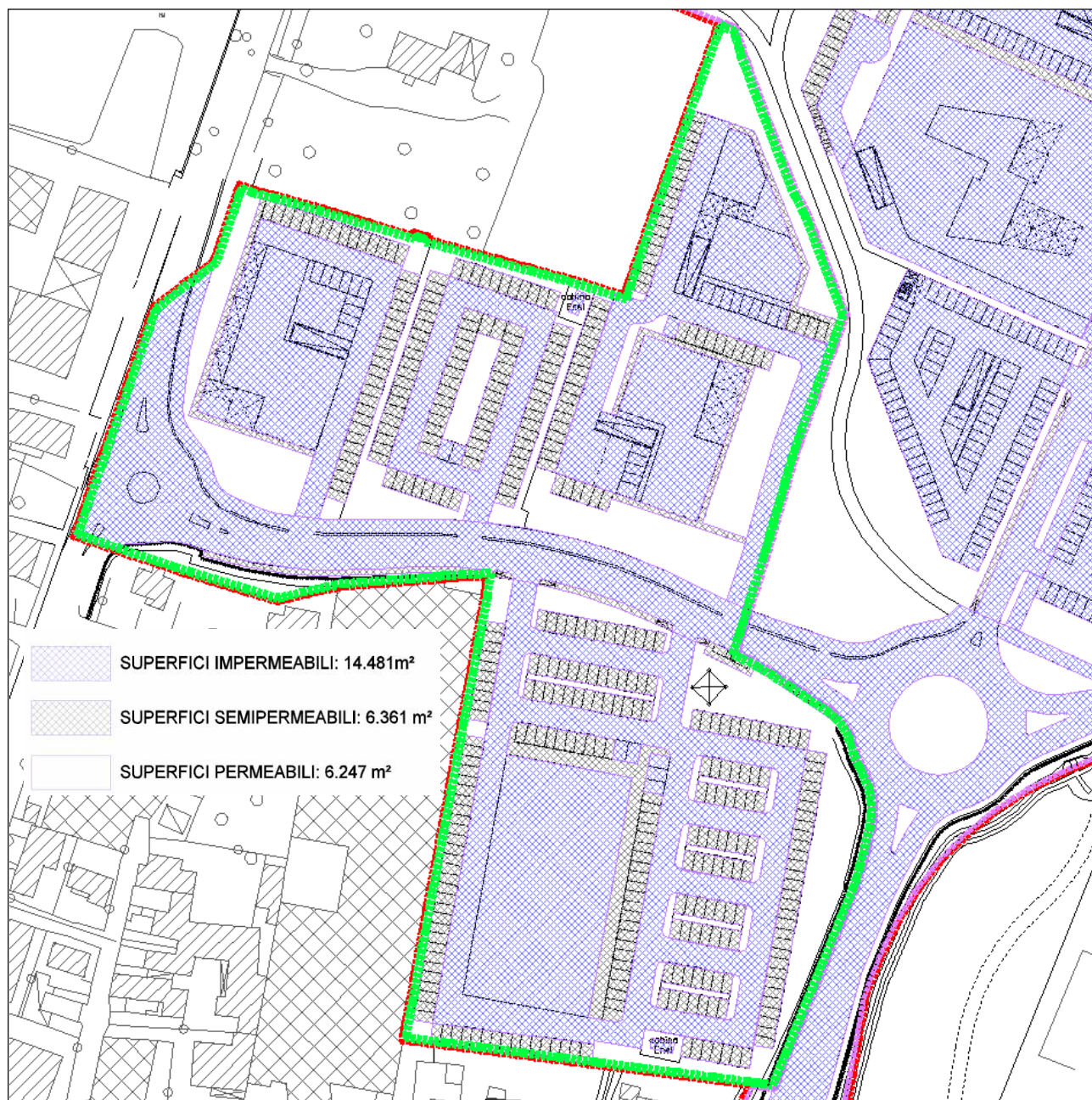


Figura 7: Ambito d'intervento Comparto 1 – Stato di Progetto

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

La Tabella 4 riporta i dati relativi alle superfici distinte per destinazione d'uso, i coefficienti di deflusso assegnati ed il coefficiente di deflusso medio risultante per l'area nello stato di progetto.

STATO DI PROGETTO			
Destinazione d'uso	Superficie (m <sup>2</sup> )	Φ	Φ·S
Superficie impermeabile	14.481	0,90	13.033
Superficie semipermeabile	6.361	0,60	3.816
Superficie a Verde	6.247	0,20	1.249
Totali	<b>27.089</b>		<b>18.099</b>
$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i \cdot s_i}{\sum s_i} = \mathbf{0,67}$			

*Tabella 4: Comparto 1 Stato di Progetto - Coefficiente di deflusso medio*

Ricordando che il coefficiente udometrico assunto come rappresentativo dello stato attuale è  $u = 5$  [l/sxha] (cfr. par. 3.3), la massima portata teorica ammessa allo scarico risulta pari a:

$$Q_{u\_max} = u \cdot S = 5 \left[ \frac{l}{s \cdot ha} \right] \cdot 2,71ha = 13,55 \cong \mathbf{14 \text{ l/s}}$$

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

**4.1.2 Volume d'invaso**

Assumendo come portata costante imposta in uscita dal bacino il valore sopra calcolato  $Q_{u\_max} = 14,0$  l/s e applicando la trattazione teorica di cui al paragrafo 3.4 si ottiene  $V_{max} = 1.759$  m<sup>3</sup> per un tempo di pioggia di 540 minuti.

Le curve riportate in Figura 8, rappresentano graficamente i calcoli effettuati. La curva relativa al volume di pioggia in ingresso al sistema [Vprec] è composta dai volumi derivanti dall'equazione di possibilità pluviometrica; la curva relativa ai corrispondenti volumi che defluiscono in rete [Vdefl], deriva dalla precedente ma tiene conto del coefficiente di deflusso medio assegnato. La curva dei volumi teorici di laminazione [DV] si ottiene per differenza tra la curva dei volumi defluenti [Vdefl] e la curva del volume corrispondente al massimo teorico (imposto) di portata scaricabile [V(Qscar)].

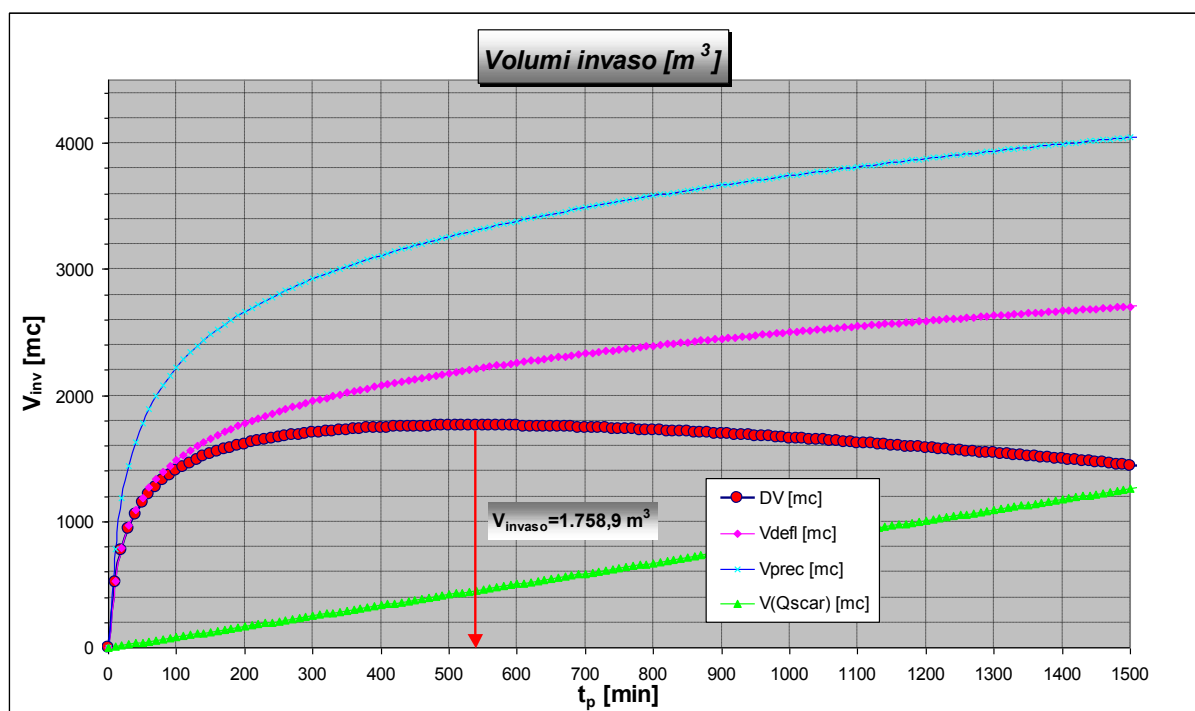


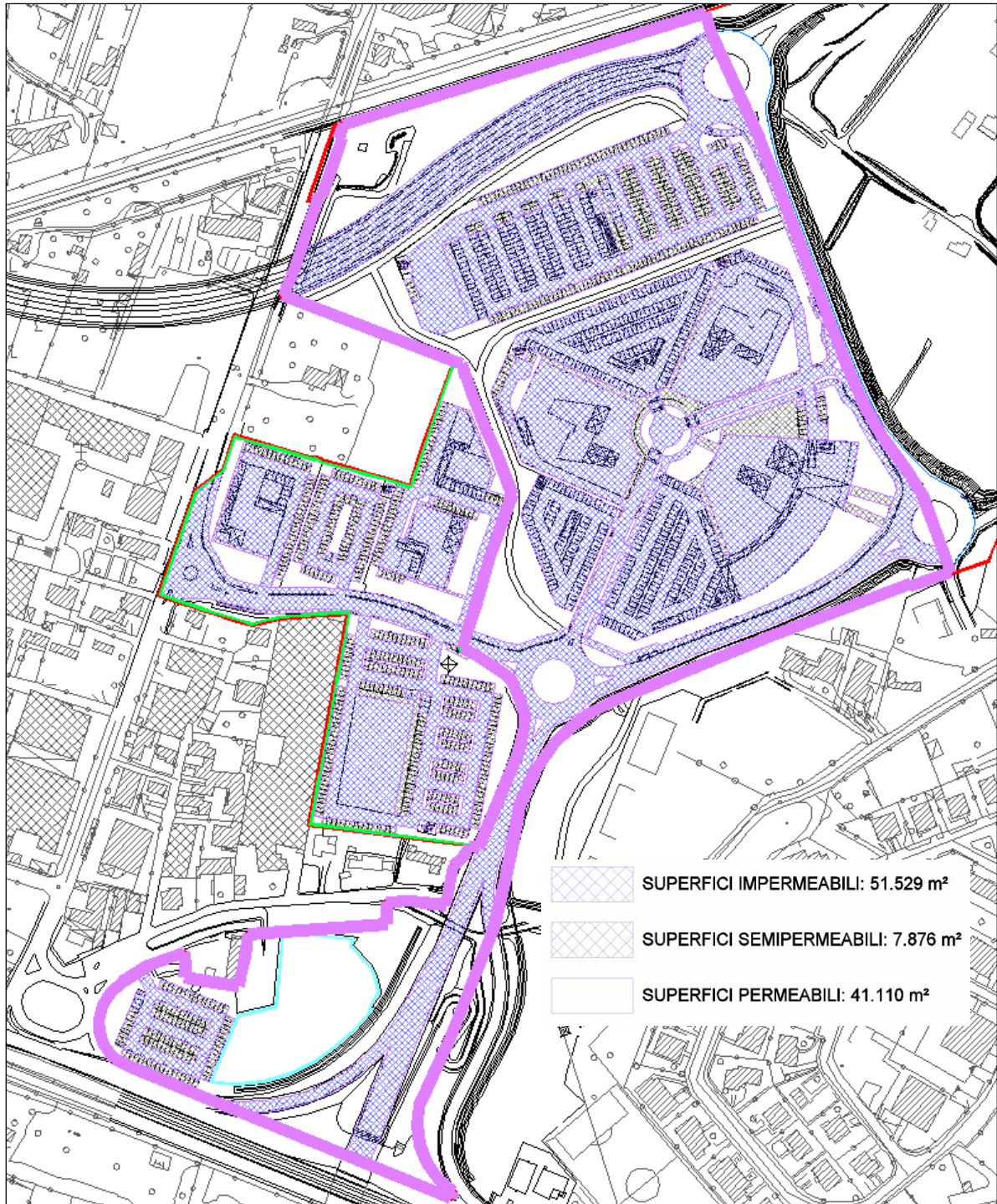
Figura 8 : Comparto 1 Rappresentazione grafica dei volumi di pioggia, di afflusso, deflusso e invaso

QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO

4.2 Comparto 2

4.2.1 Determinazione del coefficiente di deflusso medio

La figura seguente rappresenta il "Comparto 2" nella configurazione di progetto, con evidenziate le diverse superfici distinte per grado di permeabilità.





**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

*Figura 9: Ambito d'intervento Comparto 2 – Stato di Progetto*

La Tabella 5 riporta i dati relativi alle superfici distinte per destinazione d'uso, i coefficienti di deflusso assegnati ed il coefficiente di deflusso medio risultante per l'area nello stato di progetto.

STATO DI PROGETTO			
Destinazione d'uso	Superficie (m <sup>2</sup> )	Φ	Φ·S
Superficie impermeabile	51.529	0,90	46.376
Superficie semipermeabile	7.876	0,60	4.726
Superficie a Verde	41.110	0,20	8.222
Totali	<b>100.516</b>		<b>59.324</b>
$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{\sum S_i} = \mathbf{0,59}$			

*Tabella 5: Comparto 2 Stato di Progetto - Coefficiente di deflusso medio*

Ricordando che il coefficiente udometrico assunto come rappresentativo dello stato attuale è  $u = 5$  [l/sxha] (cfr. par. 3.3), la massima portata teorica ammessa allo scarico risulta pari a:

$$Q_{u\_max} = u \cdot S = 5 \left[ \frac{l}{s \cdot ha} \right] \cdot 10,05ha = 50,25 \cong \mathbf{50 \text{ l/s}}$$

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

#### 4.2.2 Volume d'invaso

Procedendo come per il Comparto 1, assumendo come portata costante imposta in uscita dal bacino il valore sopra calcolato  $Q_{u\_max} = 50,0$  l/s si ottiene  $V_{max} = 5.636$  m<sup>3</sup> per un tempo di pioggia di 490 minuti.

Le curve riportate in Figura 8, rappresentano graficamente i calcoli effettuati. Come visto in precedenza la curva relativa al volume di pioggia in ingresso al sistema [Vprec] è composta dai volumi derivanti dall'equazione di possibilità pluviometrica; la curva relativa ai corrispondenti volumi che defluiscono in rete [Vdefl], deriva dalla precedente ma tiene conto del coefficiente di deflusso medio assegnato. La curva dei volumi teorici di laminazione [DV] si ottiene per differenza tra la curva dei volumi defluenti [Vdefl] e la curva del volume corrispondente al massimo teorico (imposto) di portata scaricabile [V(Qscar)].

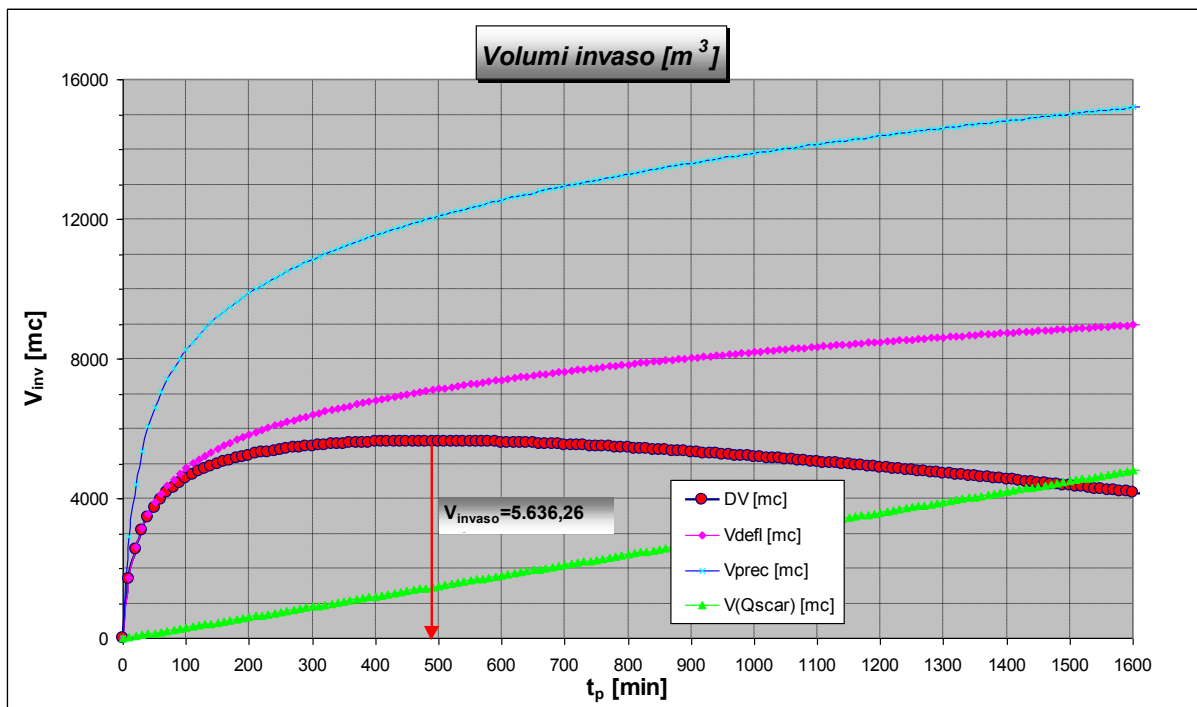


Figura 10 : Comparto 2 Rappresentazione grafica dei volumi di pioggia, di afflusso, deflusso e invaso

## **5. PROPOSTE DI PROGETTO**

A partire dai valori di volume d'invaso ottenuti applicando il metodo delle piogge si è eseguito il predimensionamento delle reti di progetto per i due Comparti; per la progettazione ci si è quindi avvalsi di un modello matematico realizzato tramite il software Mike Urban del DHI (Danish Hydraulic Institute), le cui principali caratteristiche sono descritte a seguire.

### **5.1 Metodo di Calcolo**

#### **5.1.1 Modellazione idraulica**

I calcoli idraulici sono stati eseguiti tramite modellazione matematica utilizzando il codice di calcolo Mike Urban con il modulo specifico per la modellazione dei sistemi di drenaggio MOUSE.

In MOUSE sono disponibili tre differenti moduli idraulici:

- Onda Cinematica

Le portate sono calcolate considerando solamente le forze di attrito e gravitazionali. Gli effetti di rigurgito non sono considerati.

- Onda Diffusiva

In aggiunta alle forze d'attrito e gravitazionali sono considerate le forze generate da gradienti di pressione, consentendo il calcolo degli effetti di rigurgito e di sovraccarico.

- Onda Dinamica

E' il più accurato e dettagliato dei modelli idraulici, consente di includere le forze di inerzia per il calcolo delle portate di rigurgito e del flusso in pressione. Quest'ultimo è stato utilizzato nel presente studio.

#### **Equazioni del Moto**

Il modello di propagazione simula il moto vario nelle reti di drenaggio urbano. Il calcolo del moto si basa sulla risoluzione numerica implicita alle differenze finite del moto unidimensionale a pelo libero (de Saint Venant).

Per il calcolo vengono assunte le seguenti ipotesi:

- Fluido incomprimibile ed omogeneo (i.e. variazioni di densità trascurabili)
- Piccola pendenza del fondo tale da considerare il coseno dell'angolo con l'orizzontale pari a 1.

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

- Il flusso può essere considerato parallelo al fondo: le accelerazioni verticali sono considerate nulle e viene assunta una variazione idrostatica delle pressioni lungo la verticale
- La corrente è sub-critica (MOUSE permette di modellare condizioni super-critiche ma impone condizioni più restrittive)

L'espressione generale delle equazioni che reggono il moto risulta quindi dato dall'equazione di continuità

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

E quella della conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} + gAI_f = gAI_0$$

dove:

- Q = portata, [m<sup>3</sup>/s]
- A = area [m<sup>2</sup>]
- y = profondità della corrente, [m]
- g = accelerazione di gravità, [m/s<sup>2</sup>]
- x = distanza progressiva nella direzione del moto, [m]
- t = tempo, [s]
- α = coefficiente di distribuzione di velocità
- l<sub>0</sub> = pendenza del fondo
- l<sub>f</sub> = pendenza motrice

### **Soluzione numerica**

Il calcolo del moto si basa sulla risoluzione numerica implicita alle differenze finite delle equazioni sopra riportate. Il metodo di calcolo è lo stesso per i diversi livelli (onda cinematica, diffusiva e onda dinamica).

La trasformazione delle equazioni del moto in un set di equazioni alle differenze finite viene effettuata su una griglia computazionale che consiste in un'alternanza di punti di portata e punti di livello. La

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

condotta, come si vede in figura, viene discretizzata in un numero dispari di questi punti. Il punto finale è sempre un punto di livello e nel caso particolare del punto di recapito costituisce la condizione al contorno di valle.

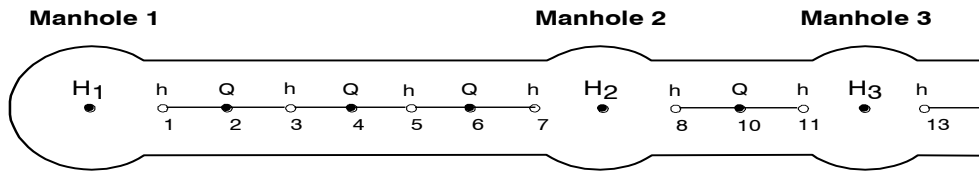


Figura 11- Discretizzazione in punti di livello e portata

Lo schema per il metodo di Abbot utilizzato dal modello MOUSE è schematizzato nella figura che segue

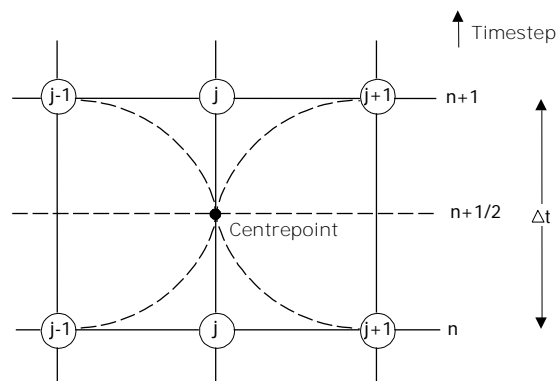


Figura 12- Schema di Abbot a 6 punti

### 5.1.2 Modellazione Idrologica

Per la modellazione dei processi idrologici si è utilizzato il modulo afflusso-deflussi di MOUSE che utilizza per il calcolo idrologico il cosiddetto metodo delle "curve tempo-area".

#### Calcolo del deflusso

Nella figura seguente è rappresentato schematicamente il funzionamento del modello idrologico.

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

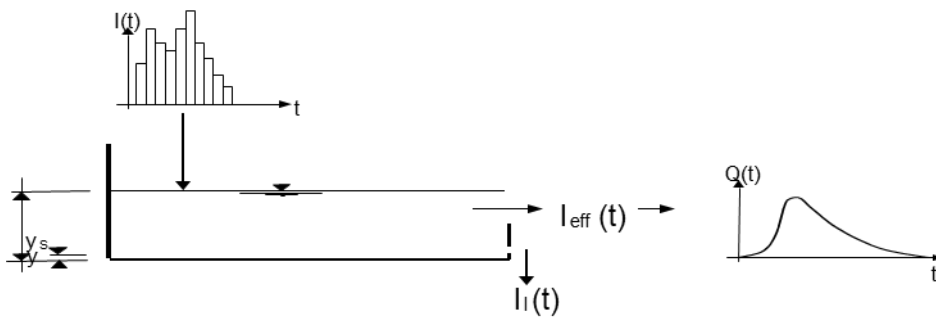


Figura 13 - Schematizzazione del funzionamento del modello Idrologico

La prima fase del calcolo comporta la definizione della pioggia efficace che contribuisce alla formazione del deflusso; in seguito il modello implementa le equazioni del moto e di continuità restituendo l'idrogramma di piena.

Il calcolo della pioggia efficace viene controllato da:

- *Impervious Area*: frazione del sottobacino contribuente ai deflussi.
- *Initial Loss*: una perdita idrologica unatantum che include il processo di inumidimento ed il riempimento dei piccoli invasi.
- *Reduction factor*: tiene conto delle perdite dovute a processi di evapo-traspirazione e alla non perfetta impermeabilità delle are contribuenti

### **Determinazione dell'idrogramma di piena**

Il modello idrologico utilizzato si basa su delle curve "tempo/area" per valutare il deflusso superficiale dei sottobacini contribuenti. Sono richiesti il tempo di corrivazione e la percentuale di area impermeabile che determina l'afflusso delle portate nella fognatura. Il processo afflussi deflussi viene discretizzato in intervalli di tempo pari al passo di calcolo  $\Delta t$ . L'assunzione che il deflusso avvenga a velocità costante implica che la discretizzazione spaziale del bacino avvenga in una serie di celle concentriche con centro posto nella sezione di chiusura del bacino. Il numero delle celle è pari a:  $n = T_c/\Delta t$

dove:

- $T_c =$  tempo di corrivazione
- $\Delta t =$  passo di calcolo della simulazione

Diverse curve tempo area possono essere scelte in funzione della forma del bacino che si vuole modellare.

QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO

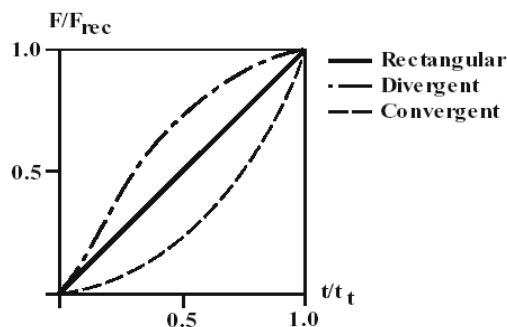
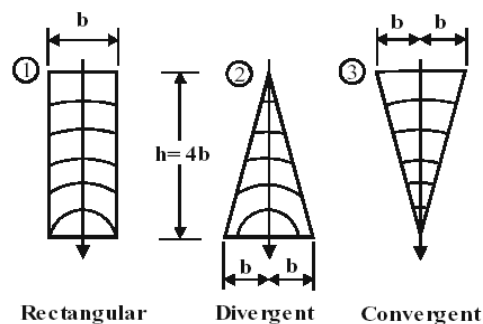


Figura 14 - Modulo idrologico A - Curva Tempo/Area

Il volume all'istante di calcolo  $n$  viene calcolato come bilancio tra il volume entrante dalla cella di monte, la pioggia in quell'istante (moltiplicata per l'area della cella) e il deflusso verso la cella di valle. Il deflusso nell'ultima cella di valle costituisce l'idrogramma di deflusso superficiale generato dal singolo bacino.

Come risultato della simulazione del modulo idrologico vengono prodotti in ciascun pozzetto gli idrogrammi di deflusso determinati dall'evento meteorico sui rispettivi bacini di competenza. Tali idrogrammi costituiscono l'input per l'effettuazione della simulazione con il modulo idraulico che fornisce la rappresentazione del moto all'interno delle condotte.

Per la completa definizione di un bacino scolante è necessario inserire a modello dati geomorfologici (superficie e forma) ed idrologici (permeabilità e perdite idrologiche).

## 5.2 Piogge utilizzate per le simulazioni - Elaborazione degli ietogrammi di progetto

Per testare a modello le proposte di progetto, si è utilizzato un evento meteorologico correlato a un tempo di ritorno di 50 anni con durata 8 ore, paragonabile alla durata critica che massimizza i volumi d'invaso (cfr. Cap. 4), utilizzando un diagramma di progetto di tipo "Chicago". Questo diagramma ha il pregio di rendere poco rilevante la scelta della durata complessiva dell'evento di pioggia  $t_p$  in quanto riesce a rappresentare in un unico ietogramma le massime piogge che si possono statisticamente avere secondo le CPP per periodi successivi di durata. Dunque, nell'aver scelto una pioggia

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. “SAN LAZZARO – IR2”**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

di progetto della durata di 8 ore, sono state automaticamente prese in considerazione anche tutte le massime piogge di durata inferiore.

Questo ietogramma, si costruisce a partire da una curva di possibilità pluviometrica nota, considerando la quantità di pioggia caduta nel periodo di tempo  $t$ , come l'integrale rispetto al tempo dell'intensità di precipitazione media.

$$i = a \cdot t^{n-1}$$

Poiché la costruzione dello ietogramma Chicago richiede il calcolo dei coefficienti delle curve a due parametri secondo l'espressione tradizionale, è necessario riportarsi a queste ultime a partire dalle curve segnalatrici a tre parametri descritte precedentemente (cfr. Par. 3.1).

A tale scopo nel documento “*Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di Riferimento*” sono stati calcolati i parametri  $a$  ed  $n$  tarando le curve su intervalli di 5 dati per i vari tempi di ritorno.

*Zona sud-occidentale*

T	tp≈15 minuti			tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore			tp≈6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.5	0.533	6.4%	6.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.453	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.358	5.6%	21.9	0.278	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

*Tabella 6: Parametri della curva segnalatrice a due parametri Zona Sud occidentale*

Come detto si adottano tempi di ritorno di 50 anni cui corrisponde la seguente curva valida per piogge di durata compresa tra i 1 minuti e le 24 ore:

$$h = 26,1(t)^{0,243} (Tr50 \text{ anni})$$

dove:

- h: altezza di pioggia (mm)
- a: intercetta della retta di regressione (mm/min)
- n: pendenza della retta di regressione
- t: tempo di pioggia (min)

il corrispondente ietogramma è riportato nella figura seguente:



**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

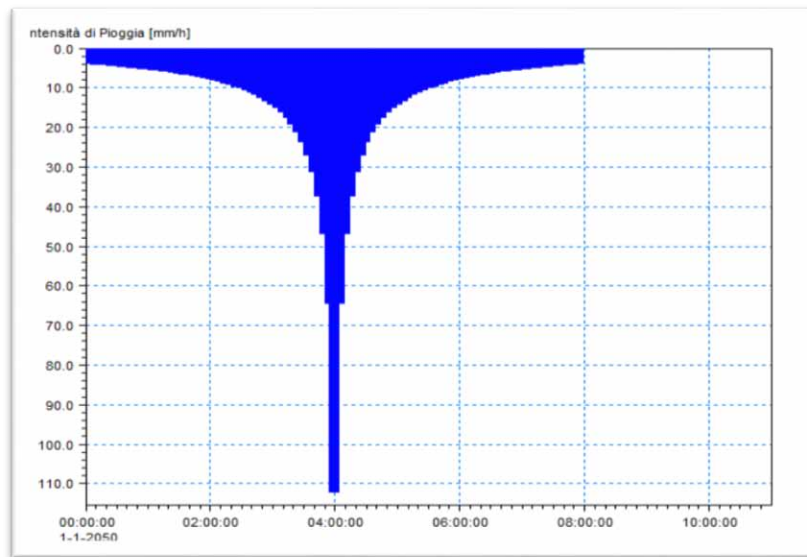


Figura 15 Ietogramma Chicago centrato ( $r = 0,5$ ) con tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni, durata 480 minuti

### 5.3 Modello Idraulico di Progetto

Nel modello matematico la rete viene rappresentata mediante l'inserimento di "nodi" di calcolo posizionati in corrispondenza di punti salienti (pozzetti d'intersezione, curve, pozzetti di linea in corrispondenza di punti d'ingresso di bacini scolanti ecc.), e "rami" che congiungono i nodi e rappresentano tratti di canale a cielo aperto o condotte. Una volta ricostruita la geometria della rete drenante, vengono individuate le aree afferenti a ciascun tratto di collettore eseguendone la caratterizzazione idrologica.

#### 5.3.1 Reti di Progetto e Manufatti di Scarico

##### Struttura delle reti

In Figura 16 è riportato lo schema idraulico modellato che riproduce le reti di progetto. Per il Comparto 1, rappresentato su sfondo verde, oltre alla rete drenante costituita da condotte a sezione circolare DN 120 cm, si è simulata la presenza di 2 bacini d'invaso interrati in corrispondenza delle due aree a parcheggio evidenziate in rosso. La fattibilità delle stesse è assicurata dalla disponibilità di spazi sufficienti a realizzarle in parallelo ai tratti "R-2" e "T-8" che presentano rispettivamente lunghezze di 70 m e 42 m circa; i bacini potranno essere realizzati sia mediante la costruzione di vasche gettate in opera, sia mediante la posa di condotte in file parallele (ad esempio CLS DN 120 o scatolari 120x100 cm).

QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO

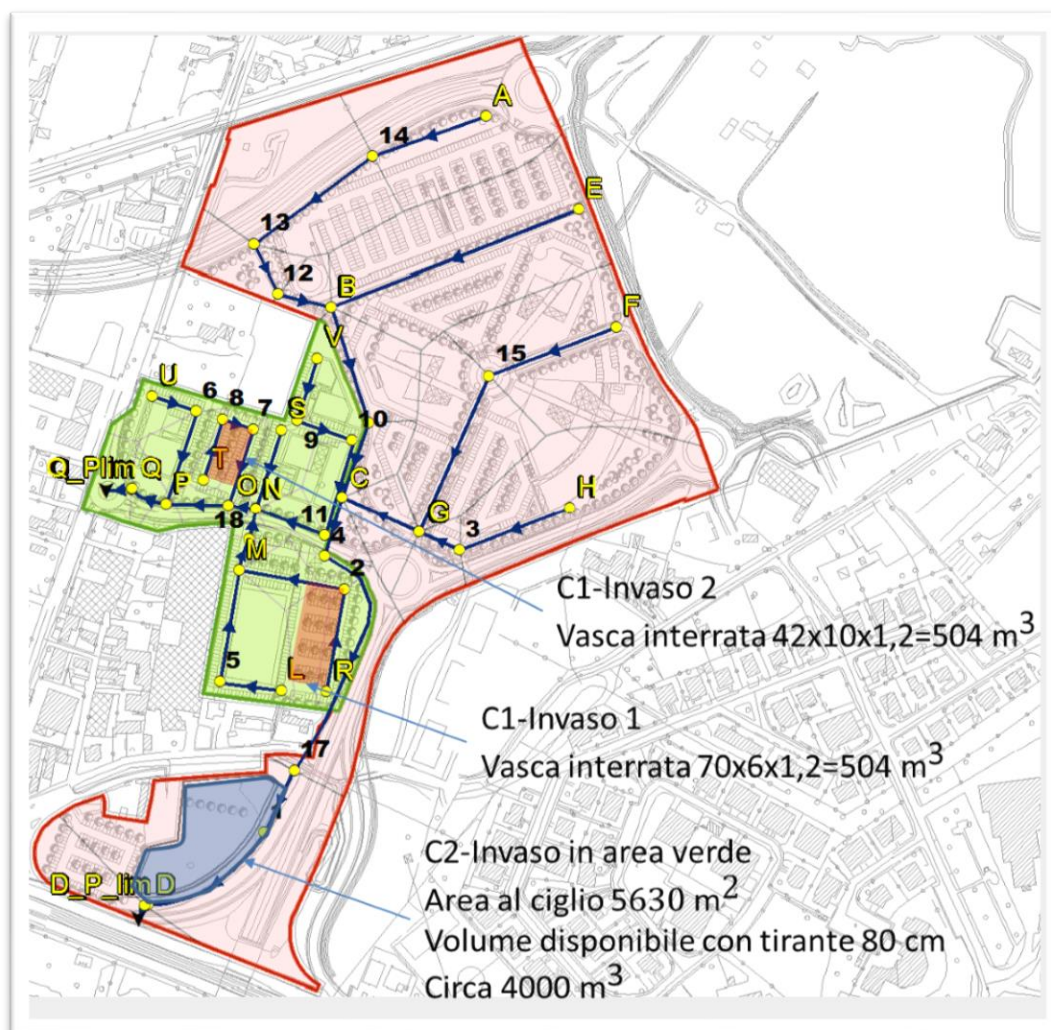


Figura 16: Modello idraulico delle reti di progetto

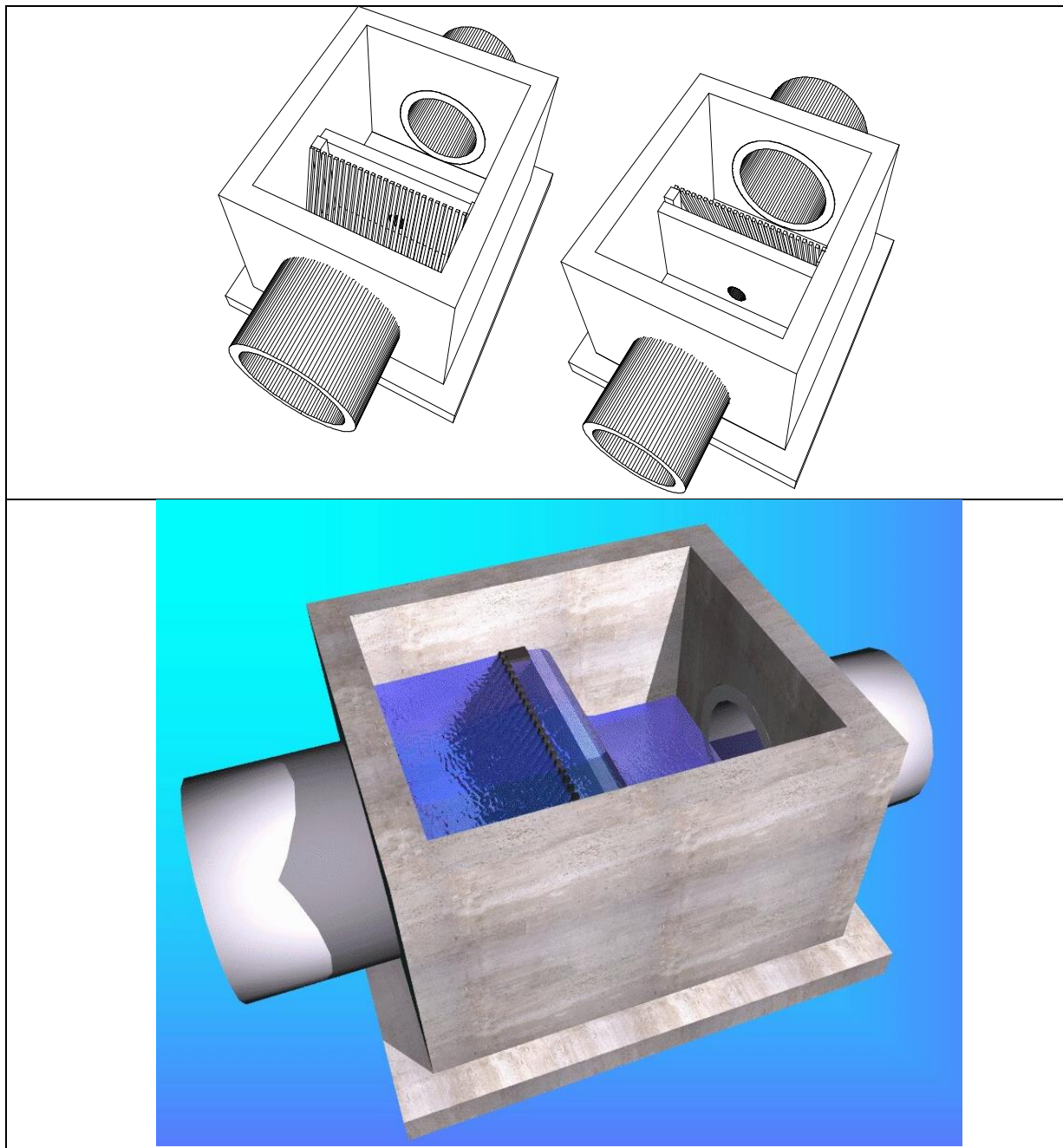
Per il Comparto 2 (area rappresentata su sfondo rosa in Figura 16) la rete modellata è costituita da tubazioni a sezione circolare CLS DN 140 cm che seguono la viabilità principale e convergono a partire dal punto C, nella condotta che conduce alla porzione sud dell'ambito; qui, in corrispondenza dell'area da rinaturalizzare a seguito della parziale demolizione della rampa di salita al cavalcavia Maroncelli di cui si è già detto in precedenza, è possibile ricavare un'area a quota depressa (evidenziata in blu in Figura 16) con superficie al ciglio di circa  $5630 \text{ m}^2$  e con un tirante utile di circa 80 cm ottenendo un volume d'invaso di  $4000 \text{ m}^3$  circa.

La garanzia di riempimento degli invasi resi disponibili in rete si avrà grazie alla messa in opera a monte dei punti di scarico dei due Comparti di due "manufatti limitatori di portata".

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

Manufatti Limitatori di Portata

A monte dell'immissione nei recapiti idraulici esterni verranno inseriti due manufatti di scarico (Figura 17), dimensionati in modo tale da consentire il passaggio di una portata limitata, garantendo nel contempo il riempimento degli invasi resi disponibili.



*Figura 17: Pozzetto limitatore di portata "tipo"*

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. “SAN LAZZARO – IR2”  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

Il manufatto è costituito da due camere separate da un setto di controllo: la prima camera riceve i deflussi in ingresso dalla rete di raccolta che, tramite un foro praticato sul fondo della parete divisoria, transitano nella seconda camera da cui si diparte la tubazione di scarico.

Il setto di separazione fra le due camere è dotato di una luce di fondo circolare con diametro scelto in modo da consentire il transito della portata massima ammessa con il tirante corrispondente al massimo grado di riempimento tollerato dalla rete. La parte superiore del setto funge da sfioratore superficiale di troppo pieno, garantendo il funzionamento della rete in ogni condizione; la quota di sfioro è fissata in relazione al massimo riempimento ammesso nelle tubazioni o più in generale nei sistemi d'invaso.

Se il manufatto viene realizzato sotto strada ed è quindi carrabile, per garantire che possa essere agevolmente ispezionato, esso viene dotato di chiusino d'ispezione apribile a livello strada in corrispondenza di ciascuna camera; nel caso invece sia possibile posizionarlo su area verde, soluzione da preferirsi, si potrà lasciarne aperta la parte superiore, provvedendo a renderlo calpestabile/ispezionabile dall'alto tramite una griglia asportabile adeguatamente dimensionata; il manufatto D\_P\_Lim, scarico del Comparto 2 sarà probabilmente del tipo aperto, mentre il manufatto Q\_P\_Lim del Comparto 1 sarà carrabile.

A protezione della luce di fondo viene prevista l'installazione di una griglia mobile che dovrà essere periodicamente pulita per evitare la parzializzazione del foro di scarico. Per il dimensionamento di quest'ultimo si fa riferimento alla trattazione teorica della “luce sottobattente”, secondo la formula che fornisce la portata uscente da una luce di fondo in funzione del carico idraulico di monte:

$$Q = c_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_0}$$

con

$$c_q = c_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + c_c \cdot \frac{a}{h_0}}}$$

dove si è indicato con:

- a : l'apertura verticale del foro
- $c_c$  : coefficiente di contrazione della vena liquida (0.61)
- $c_q$  : coefficiente di portata
- $h_0$  : tirante liquido
- A : area del foro

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

In Tabella 8 e Tabella 7 si riportano i dettagli del calcolo delle luci di fondo per Comparto 1 e il Comparto 2 che risultano rispettivamente di 8 cm e 15 cm circa.

<b>Comparto 1 - Manufatto limitatore (pozzetto Q_P_Lim)</b>			
a	81	mm	Diametro foro d'uscita
h <sub>o</sub>	1,060	m	Tirante massimo ammesso
c <sub>c</sub>	0,610		Coeff. di contrazione
c <sub>q</sub>	0,596		Coeff. di portata
A <sub>f</sub>	0,005	m <sup>2</sup>	Area del foro
Q	14	l/s	Portata massima fluente dal foro

*Tabella 7*

<b>Comparto 2 - Manufatto limitatore (pozzetto D_P_Lim)</b>			
a	149	mm	Diametro foro d'uscita
h <sub>o</sub>	1,216	m	Tirante massimo ammesso
c <sub>c</sub>	0,610		Coeff. di contrazione
c <sub>q</sub>	0,588		Coeff. di portata
A <sub>f</sub>	0,017	m <sup>2</sup>	Area del foro
Q	50	l/s	Portata massima fluente dal foro

*Tabella 8*

Si osserva che le luci di scarico risultanti dai calcoli hanno dimensioni estremamente ridotte e ciò implica la necessità di frequenti operazioni di ispezione e pulizia; in particolare la luce teorica di scarico risultante per il Comparto 1 va aumentata e portata a 110 mm in modo da garantire almeno 100 cm<sup>2</sup> di luce libera di deflusso.

#### 5.4 Risultati del modello

In Figura 18 è possibile individuare i tracciati planimetrici dei profili longitudinali riportati nelle pagine seguenti. Il profilo “R-M-N-O-P-Q\_P\_Lim” di Figura 19 è la dorsale principale del Comparto 1, nella quale confluiscono i tratti “L-M”, “V-N”, “S-N”, “T-O” e “U-P”; sono tutte condotte DN 120 cm con pendenza di posa minima ( $i=0,5 \text{ ‰}$ ) per massimizzare il volume d'invaso, correttamente riempite fino al livello massimo imposto dal pozzetto limitatore finale Q\_P\_Lim. Come detto il sistema di condotte comprende anche due vasche di volume lordo pari a  $504 \text{ m}^3$  ciascuna.

Il profilo “A-B-C-D\_P\_Lim” (Figura 20 e Figura 21) è la dorsale principale del Comparto 2 nella quale confluiscono i tratti “E-B”, “F-G-C” e “H-G-C”; in questo caso si tratta di condotte DN 140 cm sempre con pendenza  $i=0,5 \text{ ‰}$ , in connessione idraulica con il bacino in area verde ricavato nella parte sud dell'ambito.

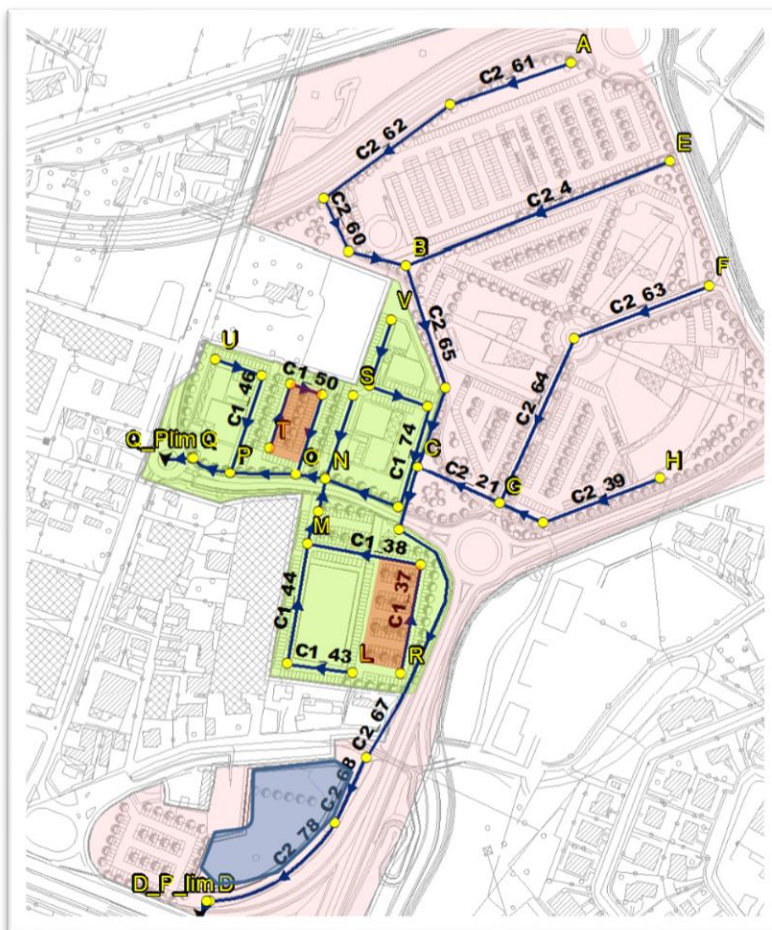


Figura 18: Planimetria Reti di Progetto con codici nome ramo (Cn\_nn)

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

Codice Ramo	Volume [m <sup>3</sup> ]	Codice Ramo	Volume [m <sup>3</sup> ]
C1_27	23	C2_21	78
C1_31	20	C2_39	105
C1_34	60	C2_4	226
C1_37	489	C2_40	41
C1_38	75	C2_41	58
C1_43	43	C2_58	49
C1_44	79	C2_60	47
C1_45	34	C2_61	95
C1_46	71	C2_62	123
C1_48	57	C2_63	117
C1_49	489	C2_64	153
C1_5	22	C2_65	109
C1_50	22	C2_66	74
C1_70	43	C2_67	249
C1_72	40	C2_68	1298
C1_74	71	C2_78	2827
C1_75	53	<b>TOTALE</b>	<b>5648</b>
C1_76	45		
C1_80	29		
<b>TOTALE</b>	<b>1765</b>		

*Tabella 9: Volumi d'invaso risultanti a modello nei Comparti 1 e 2*

In Tabella 9 sono riportati i risultati del modello relativi ai volumi invasati che mostrano come il sistema di progetto sia in grado di invasare volumi superiori ai valori minimi richiesti (1759 m<sup>3</sup> per il comparto 1 e 5636 m<sup>3</sup> per il Comparto 2).

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO - IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

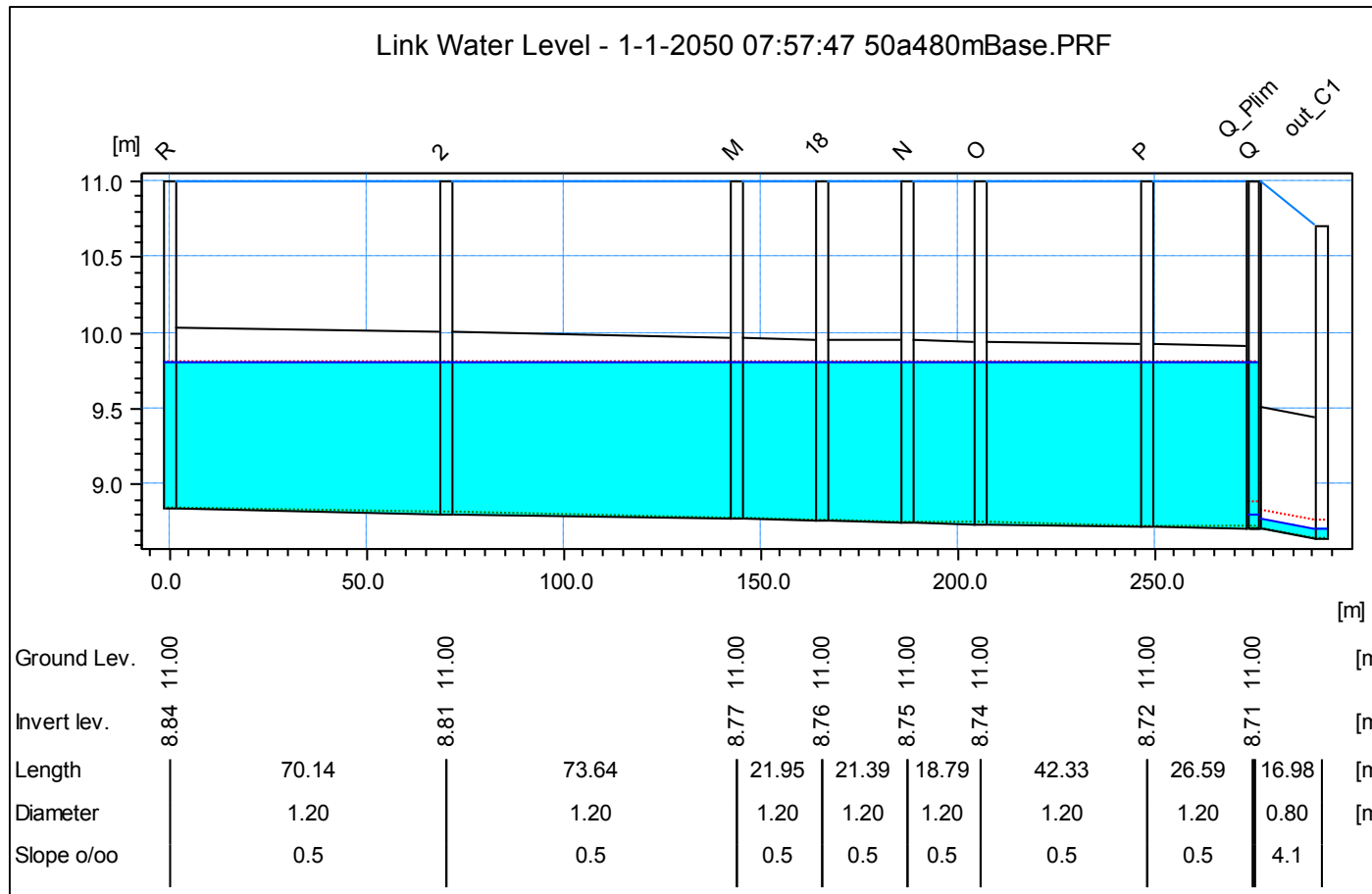


Figura 19: Profilo longitudinale tratto "R-M-N-O-P-Q\_P\_Lim"



**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO - IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

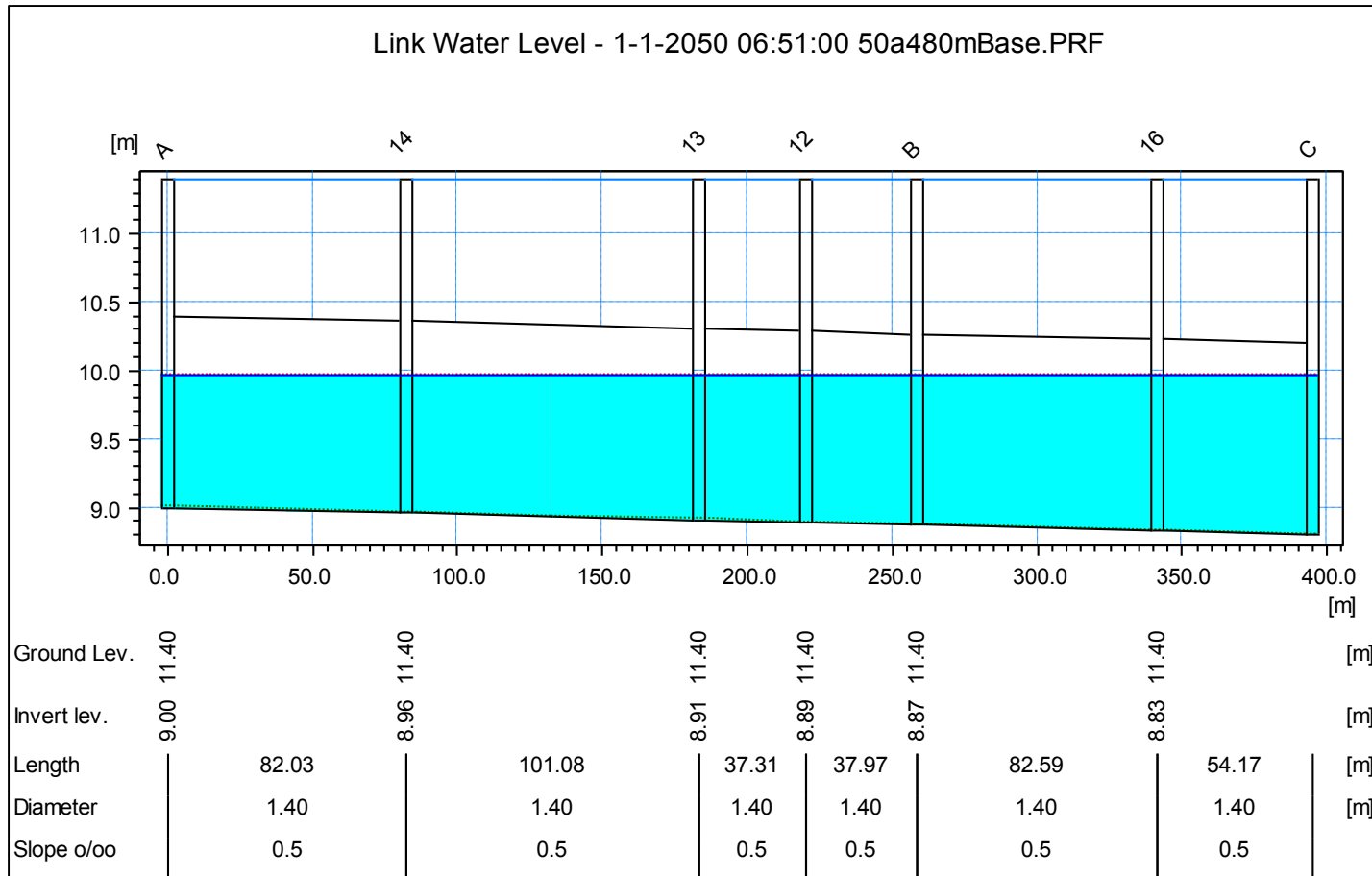


Figura 20: Profilo longitudinale tratto "A-B-C"

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"  
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA  
RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

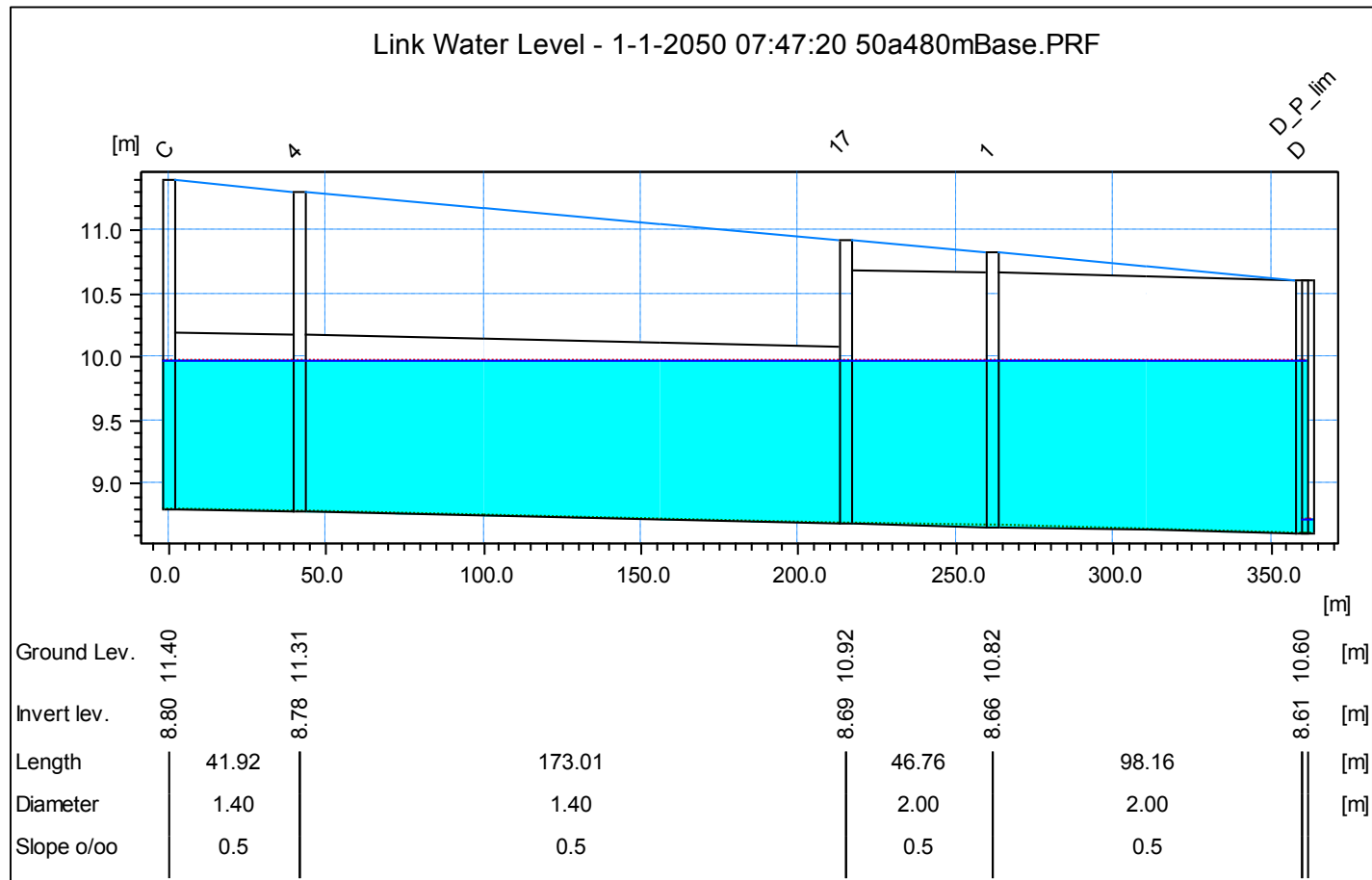


Figura 21: Profilo longitudinale tratto "C-D\_P\_Lim"

## **6. INDICAZIONI ESECUTIVE E CONSIDERAZIONI TECNICHE**

Gli elementi di progetto caratteristici del sistema sono:

- Impiego di condotte in cls a base piana con giunto elastomerico a tenuta e di diametro DN 120 cm e 140 cm per la realizzazione delle linee principali dei due Comparti, con creazione di uno strato di posa in sabbia ben costipata dello spessore minimo pari a 15 cm, o in cls armato con rete  $\Phi 6$  passo 20x20 cm e sostituzione delle terre rimosse con misto granulare di frantoio o di cava; dopo la posa delle condotte e la sistemazione dei giunti, lo scavo sarà riempito di sabbia, posta in opera per strati successivi adeguatamente costipati, fino al raggiungimento di una quota superiore di almeno 20 cm rispetto al filo superiore del tubo
- Camerette d'ispezione monolitiche prefabbricate, poste ad interasse generalmente non superiore a 50 ml, corredate di adeguate prolunghe raggiungi quota, con passo d'uomo e coperchio con chiusino in ghisa sferoidale apribile a livello strada, con imbocchi per le tubazioni predisposti nella fase di confezionamento.
- Allacciamenti delle caditoie realizzati con tubazioni in PVC rigido di diametro 160/200 mm.
- Caditoie costituite da grigliati in ghisa per la raccolta dell'acqua di pioggia poste su pozzetti sifonati tipo Padova e a interasse di 15 ml.

Nella posa in opera delle condotte si dovrà provvedere affinché la generatrice superiore esterna sia posta ad una profondità che non ne pregiudichi la resistenza meccanica allo schiacciamento; nel caso ciò non risultasse possibile si dovrà provvedere alla realizzazione di una adeguata soletta di ricoprimento e di ripartizione dei carichi verticali, in alternativa alla richiesta di fornitura di materiali adeguati all'utilizzo secondo tale configurazione.

## **7. INDICAZIONI PER LA CORRETTA MANUTENZIONE DEL SISTEMA DRENANTE**

Una adeguata manutenzione della rete è indispensabile per il corretto funzionamento del sistema di smaltimento nel suo complesso. Gli eventi meteorici (in particolare quelli di elevata intensità e breve durata, tipicamente i temporali estivi) trascinano nella rete una non trascurabile frazione di sedimenti di diametro medio-piccolo (sabbie fini, limi ed argille) che sedimentando ed essiccandosi, formano uno strato compatto che riduce la sezione libera di deflusso. Questa riduzione di sezione abbassa i margini di sicurezza per le portate che transitano nelle condotte, aumentando le probabilità che il sistema drenante nella sua globalità risulti insufficiente, riducendo i volumi d'invaso efficaci

Un secondo problema, legato soprattutto alla generazione di un velo liquido sulle strade e sui parcheggi, riguarda l'intasamento delle bocche di lupo e delle caditoie ad opera dei sedimenti grossolani, delle foglie, della carta, ecc. fra loro cementati dalle frazioni fini dei sedimenti. Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati. A cavallo tra la stagione autunnale e quella invernale è opportuno inoltre procedere alla pulizia sistematica delle caditoie e delle bocche di lupo.

Particolare attenzione va poi dedicata ai pozzetti limitatori di portata, essendo questi i nodi idraulici principali per il corretto funzionamento del sistema; la verifica e l'eventuale pulizia devono essere effettuate dopo ogni evento significativo.

**QUARTIERE SAN LAZZARO / P.U.A. "SAN LAZZARO – IR2"**  
**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**  
**RICHIESTA DI PARERE IDRAULICO**

---

## **8. CONCLUSIONI**

A conclusione del presente studio, si riassumono brevemente gli aspetti salienti che hanno guidato la progettazione.

Per l'idrologia ci si è riferiti all'"*Analisi Regionalizzata delle Precipitazioni per l'individuazioni di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di Riferimento*" pubblicata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri per mano del *Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte della regione Veneto (OPCM n. 3621 18/102007)*, utilizzando i parametri relativi alla "Zona Sud Occidentale" per un tempo di ritorno di 50 anni; per la metodologia di calcolo si sono seguite le indicazioni contenute nel documento "VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA - LINEE GUIDA", realizzato dall'ufficio tecnico del Commissario Delegato stesso.

Ai fini della verifica dell'invarianza idraulica, si è utilizzato in fase di predimensionamento il *Criterio di dimensionamento 2* (metodo delle piogge), a partire dai coefficienti di deflusso medi di progetto pari a 0,67 per il Comparto 1 e 0,59 per il Comparto 2 e considerando un coefficiente udometrico di 5 l/[sxha] (come richiesto dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione), si sono calcolati i volumi d'invaso minimi da ricavare, che sono risultati pari a 1759 m<sup>3</sup> e 5636 m<sup>3</sup> rispettivamente per il Comparto 1 e il Comparto 2.

Partendo dai risultati così ottenuti si è implementato il modello matematico a moto vario della rete, che ha condotto al dimensionamento finale, con la predisposizione per il Comparto 1 di condotte principali di diametro 120 e di volumi aggiuntivi profondi di circa 1000 m<sup>3</sup> e per il Comparto 2, di condotte principali di diametro 140 e di volumi aggiuntivi superficiali di circa 4000 m<sup>3</sup>.

Polverara, Maggio 2016


Ing. Pietro Cevese



Ing. Gaetano Parpajola



Padova, li - 4 GIU 2016Prot. N. 5413

Comune di Padova	
Protocollo generale: ENTRATA	
0163773	06/06/2016
Classificazione: 2016 - 6.3	
	UOR: Settore Edilizi a Privata
20160163773	

Spett.le  
Consorzio di Urbanizzazione "Quadrante Nord Est"  
C/o Studio Cèvese ing. Pietro  
via Punta n.° 1  
35020 - Polverara (PD)

E p.c. Spett.le  
Comune di Padova  
Settore Edilizia Privata  
35100 - Padova (PD)

**OGGETTO** : Integrazione al Parere Idraulico Preliminare prot. n.° 720 del 05/02/2009, relativo al nuovo Piano Urbanistico Attuativo denominato "SAN LAZZARO - IR2", ricadente tra le vie Maroncelli e Galante nel Comune di Padova – Foglio 55.

In risposta alla nota di Codesto Spettabile Studio pervenuta in data 23/5/2016 prot. n.° 4974, intesa ad ottenere l'integrazione al *Parere Idraulico* sopra citato, per l'esecuzione dei lavori di cui all'oggetto, lo scrivente Consorzio di Bonifica Bacchiglione, esaminata la documentazione tecnica integrativa trasmessa,


**rilascia il parere idraulico integrativo preliminare**

alle seguenti condizioni:

- Il rilascio del permesso di costruire sarà subordinato al Parere Idraulico Definitivo, previa presentazione degli idonei elaborati grafici esaustivi sotto l'aspetto idraulico;
- Si dovrà prevedere nel manufatto di laminazione della portata una luce di scarico di 5l/sec/ha;
- Dovrà essere garantita la continuità idraulica delle aree confinanti;
- Dovranno essere rispettate tutte le altre prescrizioni tecniche contenute nel Parere Idraulico citato in oggetto.

Il presente parere idraulico preliminare viene rilasciato dallo scrivente Consorzio di Bonifica Bacchiglione ai soli fini idraulici e sotto l'osservanza delle vigenti disposizioni di Legge, nonché senza pregiudizio d'eventuali diritti di terzi e delle proprietà confinanti e salva ogni altra prescrizione dell'Amministrazione Comunale competente per territorio.

Distinti saluti.

 **DIRETTORE**  
PADOVA (ing. Francesco Veronese)

BM/pn/sd.  
Parere n. 161/2016 del 28/5/2016