

**REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE  
COMUNE DI LATISANA**



**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA AI FINI  
DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA  
(art. 14, comma 1, lettera k, legge regionale 29 aprile 2015 n.11)

**PIANO ATTUATIVO COMUNALE  
SOCIETA' AGRICOLA MIOLO S.S.**

***Committente:***

*SOCIETA' AGRICOLA MIOLO S.S.  
Via Forte n. 111  
33053 Latisana (Ud)*

**Geol. Pietro Benedetti**  
via Roma 42 - 33056  
Palazzolo dello Stella (Ud)  
Cell.335-6435056  
Email benedetti.pietro@alice.it



Indice:

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO REGIONALE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL' AREA OGGETTO DI STUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI LUOGHI .....</b>	<b>4</b>
<b>5. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.).....</b>	<b>6</b>
<b>7. SISTEMI DI DRENAGGIO E DEPURAZIONE .....</b>	<b>7</b>
7.1. SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE .....	7
7.2. SISTEMA DI DEPURAZIONE A VALLE .....	7
7.3. ENTE GESTORE PER LA DEPURAZIONE .....	7
7.4. TIPO DI SCOLO DELLE ACQUE.....	7
<b>8. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE .....</b>	<b>8</b>
8.1. STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO, SUPERFICIE DI RIFERIMENTO .....	9
8.2. LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ .....	12
8.3. ANALISI PLUVIOMETRICA CON RAINMAP FVG ( $T_{RIT}=50$ ) .....	13
8.4. PERMEABILITÀ DEL TERRENO E PARAMETRI GEOTECNICI .....	15
8.5. VALUTAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI, AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE .....	17
8.6.1 <i>Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali</i> .....	17
8.6.2 <i>Determinazione dei coefficienti di afflusso <math>\Psi</math> e <math>\Psi_{medio}</math> (ante operam e post operam)</i> .....	17
<b>9. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI D'INVASO E METODI DI CALCOLO .....</b>	<b>20</b>
9.1. METODO DELLA CORRIVAZIONE O CINEMATICO .....	21
9.2. METODO DELLE SOLE PIOGGE .....	23
9.3. DISPOSITIVI DRENANTI .....	25
<b>10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>26</b>

## **1. PREMESSA**

Su incarico della Società Agricola Miolo S.S. viene redatto uno studio di compatibilità idraulica, ai fini dell'invarianza idraulica, nell'ambito del Piano Attuativo Comunale d'iniziativa privata, sui terreni situati nella frazione di Pertegada, in via del Forte, in comune di Latisana. I terreni sono censiti catastalmente ai mappali 179-257-259 del foglio 31 Comune di Latisana.

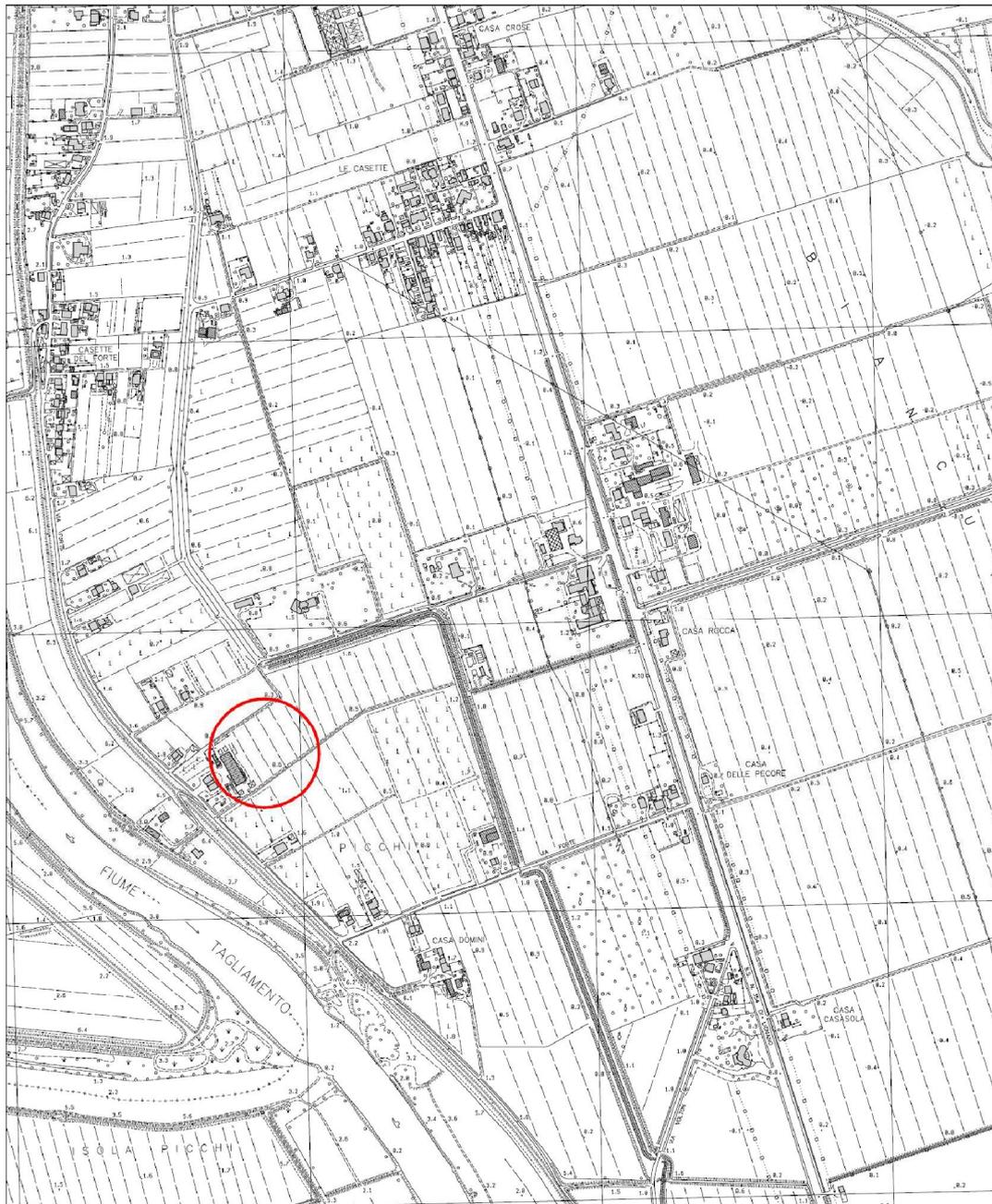
## **2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO REGIONALE**

- L.R. n. 11 del 29 aprile 2015 (Supplemento ordinario n. 19 del 6.5.2015 al B.U.R. n. 18 del 6/5/2015) – Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque;
- Decreto n° 083/Presidente, 27 marzo 2018. Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque - B.U.R. n. 15 dell'11/04/2018);
- BUR Regione Friuli Venezia Giulia, 4° supplemento ordinario n. 15 del 30 aprile 2019, CAPO III - RAZIONALIZZAZIONE IN MATERIA AMBIENTALE Art. 9, modifiche alla legge regionale 11/2015.

### 3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL' AREA OGGETTO DI STUDIO



ESTRATTO DELLA CARTA  
TECNICA REGIONALE  
Scala 1:5000



*Ubicazione dell' area oggetto di studio.*

#### **4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI LUOGHI**

L'area in studio (vedi corografia) si trova in via del Forte, in Comune di Latisana.

Il sito, oggetto di studio, si estende a morfologia piatta a sud della linea delle risorgive:

- CTRN scala 1:5.000: 108052 Pertegada
- CTRN scala 1:25.000: 108-NO Precenicco

L'assetto del territorio Comunale di Latisana è uniformemente piatto; l'area di progetto si attesta su quote mediamente di 0.8 m s.l.m.m.

Dal punto di vista geomorfologico la zona in esame fa parte della Pianura Veneto-Friulana, che è modellata su una coltre di depositi terziari e quaternari di natura sia granulare che coesiva; questi depositi presentano, in alcuni punti della pianura, potenze di oltre 700 metri e contengono dei serbatoi idrici.

La Pianura veneto-friulana si raccorda con le Prealpi Carniche e le Prealpi Giulie che la limitano a nord.

L'area oggetto di studio si trova a sud della linea delle risorgive, in quest'area i sedimenti diventano via via più fini, procedendo sia verso sud che verso ovest.

Il sistema planiziale che ne deriva è contraddistinto dalla presenza di sei falde artesiane sovrapposte di cui la più superficiale si attesta ad una profondità di poche decine di metri e da una falda freatica alimentata prevalentemente dalle precipitazioni piovose. La quota della falda freatica mediamente si attesta a 1.80 m.

La falda freatica è influenzata principalmente dalle piogge, ma anche dalle perdite subalveo del Tagliamento e dalle maree.

In caso di periodi con intense precipitazioni, il terreno si satura d'acqua fino alla quota del piano campagna (come avvenuto nel gennaio 2014). Nei periodi siccitosi, la falda si trova ad alcuni metri di profondità.

Dal punto di vista idrografico l'area in oggetto si sviluppa in sinistra idrografica del Fiume Tagliamento, il quale scorre con un andamento meandriforme a circa 250 m ad ovest del sito. L'idrografia superficiale è composta da una fitta rete di canali di drenaggio facenti capo a impianti idrovori.

## 5. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di studio appartiene al bacino idrografico del Tagliamento.



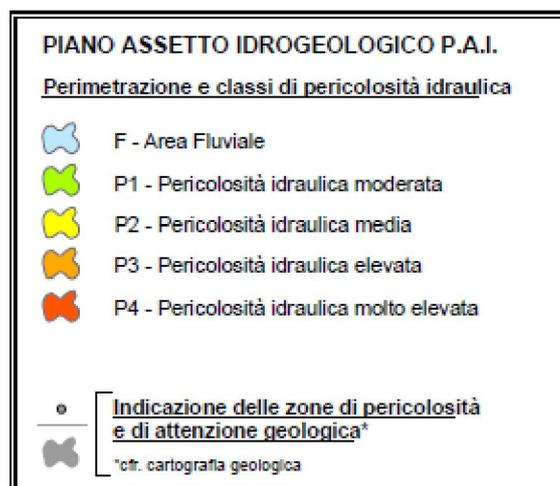
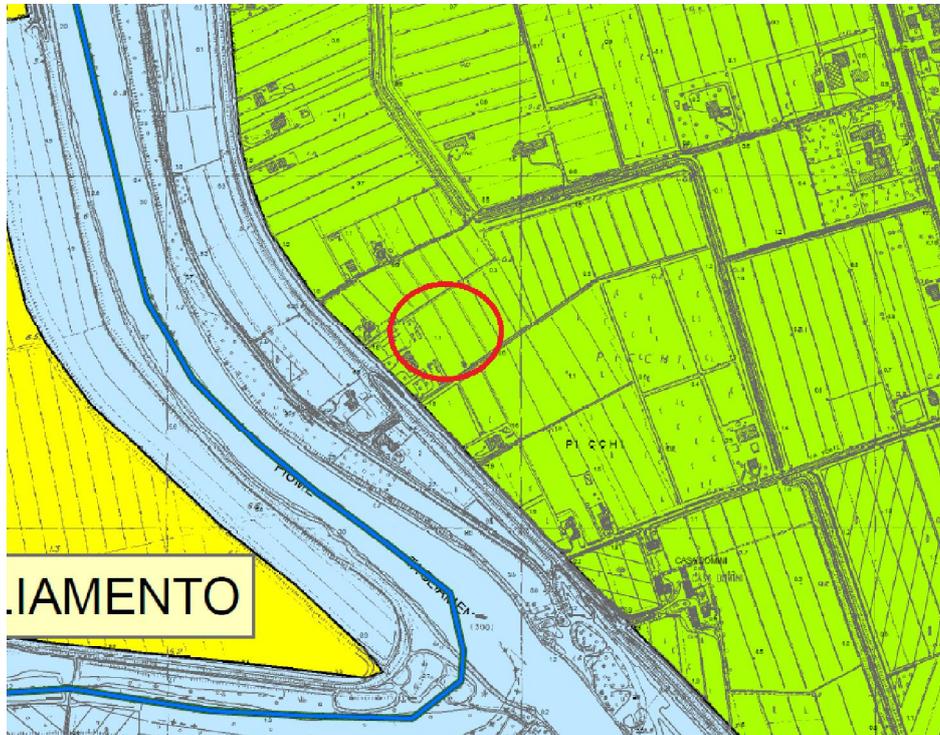
Bacini Idrografici del Friuli Venezia Giulia.

## 6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.)

### Pericolosità idraulica (P.A.I.)

Dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Tagliamento, "Carta della pericolosità idraulica", risulta che l'area ha una pericolosità moderata (P1).

TAVOLA 70



## 7. SISTEMI DI DRENAGGIO E DEPURAZIONE

### 7.1. Sistema di drenaggio esistente

Attualmente l'area, dal punto di vista idraulico, viene gestita dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana.

### 7.2. Sistema di depurazione a valle

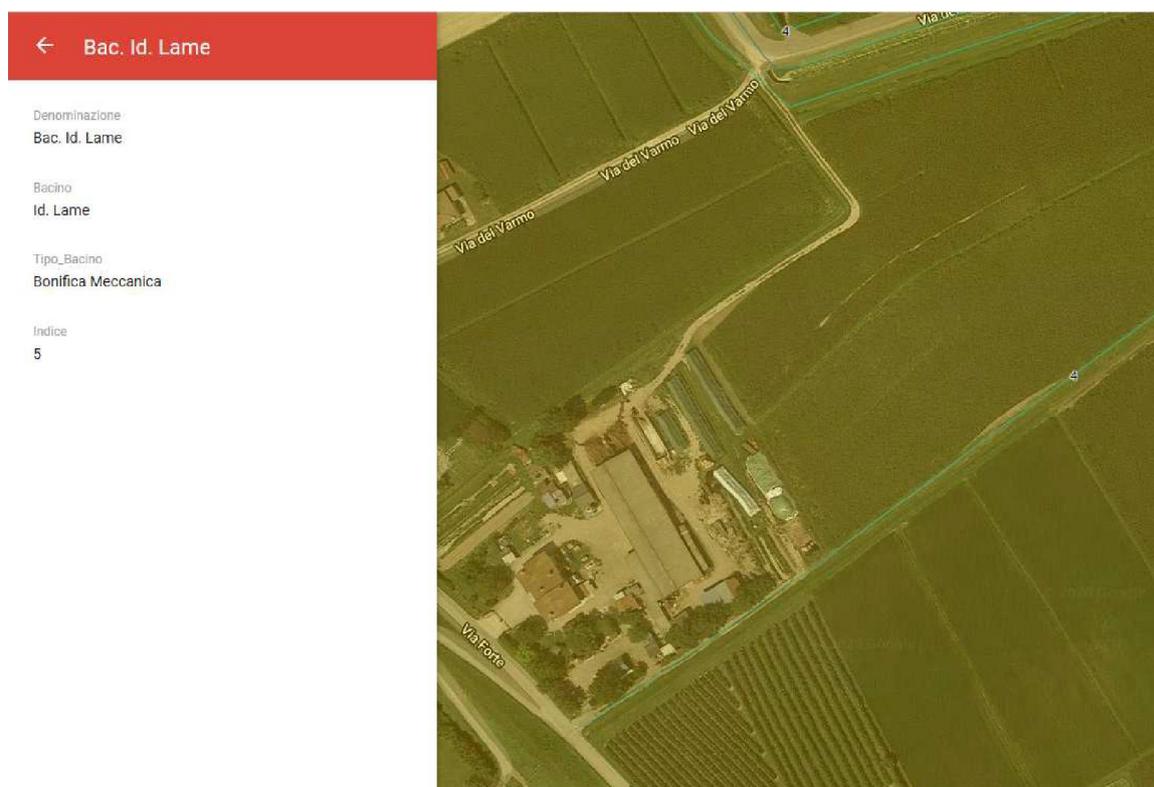
Il sistema di smaltimento acque a valle viene gestito dal Cafc.

### 7.3. Ente gestore per la depurazione

L'ente gestore per le opere di depurazione è il Cafc.

### 7.4. Tipo di scolo delle acque

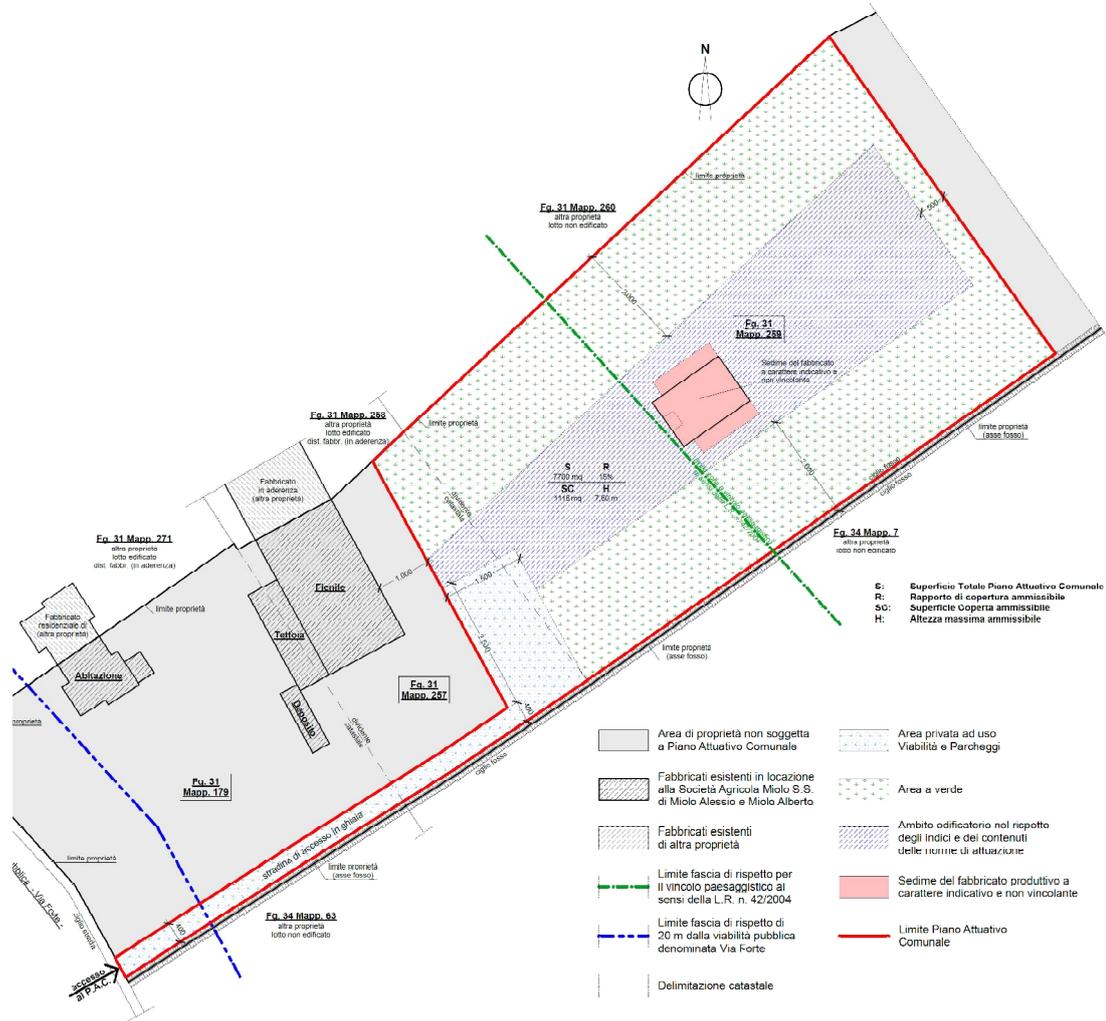
L'area oggetto della trasformazione è sottoposta a scolo meccanico tramite l'idrovora Lame.







# STATO DI PROGETTO



## Superfici post operam

	Utilizzazione	Superfici (mq)
S1	Superficie coperta ammissibile	1115.00
S2	Viabilità e Parcheggi	714.84
S3	Area verde	5870.16
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>7700.00</b>

Per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, la procedura seguita è stata la seguente:

- verifica del livello di significatività della trasformazione in base alle dimensioni della superficie di riferimento S;
- definizione degli usi del suolo ante operam e post operam della superficie di riferimento S interessata dalla modifica edificatoria;
- assegnazione, ad ogni uso del suolo individuato, del coefficiente di afflusso  $\Psi$ , utilizzando, a supporto di massima, le tabelle presenti nell'*Allegato 1 – Metodi e criteri per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica nella Regione Friuli Venezia Giulia* del regolamento sull'invarianza idraulica;
- determinazione dei coefficienti di afflusso medio ponderale  $\Psi_{\text{medio}}$  ante e post operam e verifica che il valore del  $\Psi_{\text{medio}}$  post operam sia maggiore al valore del  $\Psi_{\text{medio}}$  ante operam;
- determinazione del tempo di corrivazione  $t_c$ ;
- determinazione dei parametri pluviometrici  $a$  ed  $n$  per  $T_{rit} = 50$  anni;
- è stato utilizzato l'applicativo *RainMapFVG* ed è risultato un tempo di corrivazione  $t_c < 1$  ora, pertanto si è sostituito il parametro  $n'$  ad  $n$ ;
- determinazione della portata (Q) e del volume d'invaso (W) in condizioni ante operam e post operam, utilizzando i parametri pluviometrici definiti precedentemente ed i metodi di calcolo stabiliti dal regolamento sull'invarianza idraulica.

## 8.2. Livello di significatività

La superficie di riferimento S risulta essere pari a:

$$S = 7700 \text{ m}^2 = 0,77 \text{ Ha}$$

il valore è **0.5 Ha ≤ S ≤ 1 Ha**: il livello di significatività della trasformazione è MEDIO.

**Tabella delle significatività delle trasformazioni**

Livello di significatività della trasformazione art. 5	Trasformazioni urbanistico-territoriali			Trasformazioni fondiarie art.2, c.1 lettera e)
	Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a)	Piani territoriali infraregionali, piani regolatori portuali, piani regolatori particolareggiati comunali art.2, c.1 lettera b)	Interventi edilizi art.2, c.1, lettere c), d)	
<b>NON SIGNIFICATIVO</b> oppure <b>TRASCURABILE</b> art. 5, c. 3	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 1.0 ha oppure S > 1.0 ha e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...
<b>CONTENUTO</b>	500 mq < S ≤ 1000 mq	500 mq < S ≤ 1000 mq	500 mq < S ≤ 1000 mq	
<b>MODERATO</b>	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1.0 ha < S ≤ 10 ha
<b>MEDIO</b>	0.5 ha < S ≤ 1 ha	0.5 ha < S ≤ 1 ha	0.5 ha < S ≤ 1 ha	10 ha < S ≤ 50 ha
<b>ELEVATO</b>	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	S > 50 ha
<b>MOLTO ELEVATO</b>	S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	S > 5 ha e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	

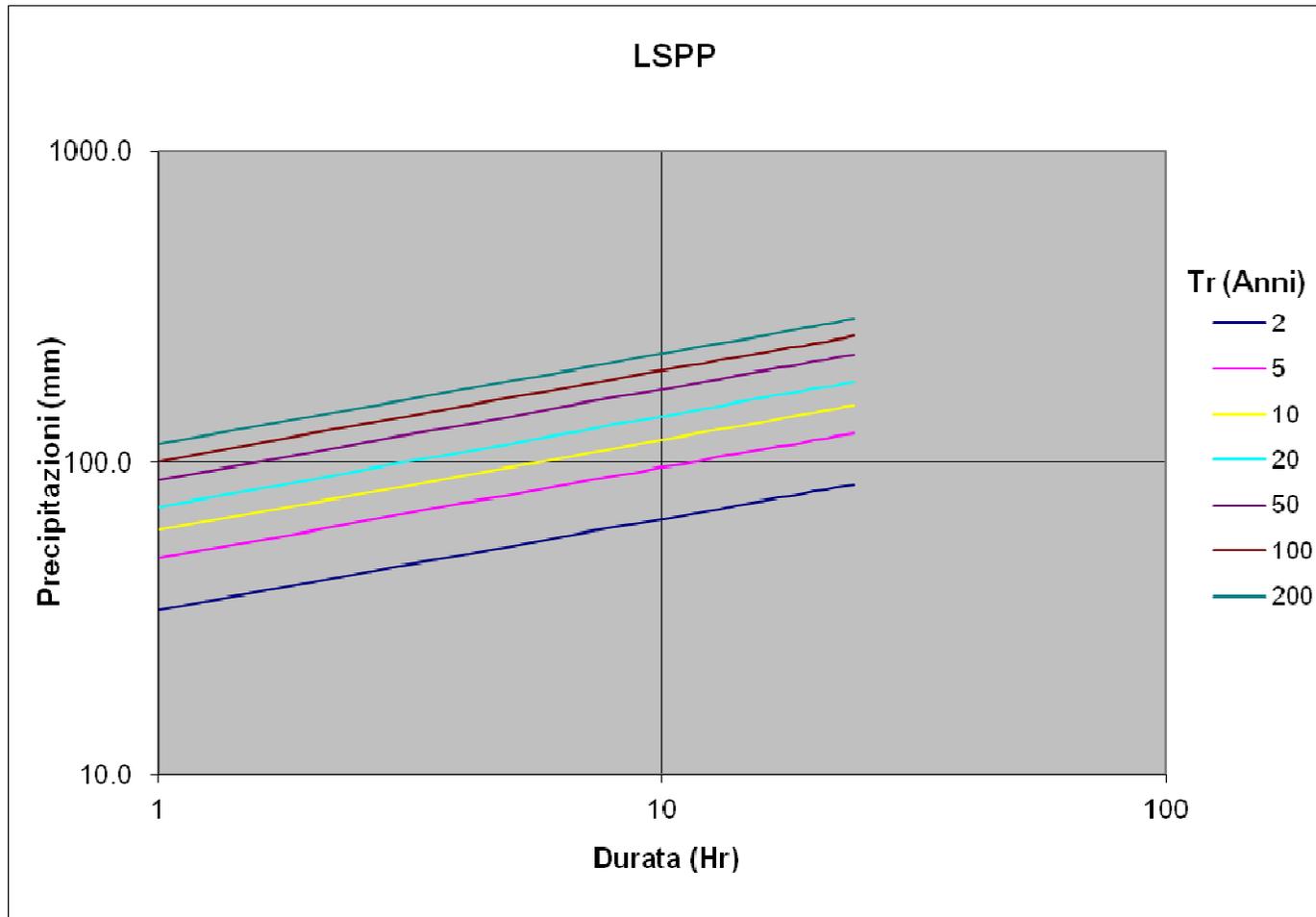
### 8.3. Analisi pluviometrica con RainMap FVG ( $T_{rit}=50$ )

La determinazione dei coefficienti **a** e **n** è stata effettuata con il programma applicativo "RainMap FVG".

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	<i>E</i>	<i>N</i>
<b>Input</b>	2358913	5093858
<b>Baricentro cella</b>	2358750	5093750

Parametri LSPP							
<b>n</b>	0.29						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
<b>a</b>	33.8	49.5	60.7	72.2	88.2	101.1	114.7

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	33.8	49.5	60.7	72.2	88.2	101.1	114.7
2	41.3	60.5	74.2	88.3	107.9	123.6	140.3
3	46.5	68.0	83.5	99.3	121.3	139.0	157.8
4	50.5	74.0	90.8	108.0	131.9	151.1	171.5
5	53.9	78.9	96.8	115.2	140.7	161.2	183.0
6	56.8	83.2	102.1	121.4	148.3	170.0	192.9
7	59.4	87.0	106.8	127.0	155.1	177.7	201.7
8	61.8	90.4	111.0	132.0	161.2	184.8	209.7
9	63.9	93.6	114.8	136.6	166.8	191.2	217.0
10	65.9	96.5	118.4	140.8	172.0	197.1	223.7
11	67.8	99.2	121.7	144.8	176.8	202.6	229.9
12	69.5	101.7	124.8	148.5	181.4	207.8	235.8
13	71.1	104.1	127.7	152.0	185.6	212.7	241.4
14	72.7	106.3	130.5	155.3	189.6	217.3	246.6
15	74.1	108.5	133.2	158.4	193.5	221.7	251.6
16	75.5	110.5	135.7	161.4	197.1	225.9	256.3
17	76.9	112.5	138.1	164.2	200.6	229.9	260.9
18	78.2	114.4	140.4	167.0	204.0	233.7	265.2
19	79.4	116.2	142.6	169.6	207.2	237.4	269.4
20	80.6	117.9	144.7	172.2	210.3	241.0	273.5
21	81.7	119.6	146.8	174.6	213.3	244.4	277.4
22	82.9	121.2	148.8	177.0	216.2	247.7	281.1
23	83.9	122.8	150.7	179.3	219.0	251.0	284.8
24	85.0	124.3	152.6	181.5	221.7	254.1	288.3



#### 8.4. Permeabilità del terreno e parametri geotecnici

In base ad un sondaggio eseguito in area limitrofa all'area di studio, si può affermare che la permeabilità del terreno è nell'ordine di  $10^{-4}$  m/sec: terreni corrispondenti ad argilla fessurata sopra falda.

Tipo di suolo	Permeabilità idraulica K (m/s)
Ciottoli, ghiaia (senza elementi fini)	$10^{-2} - 1.0$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} \div 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} \div 10^{-4}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} \div 10^{-10}$

Profondità (m)	Tipologia prevalente di terreno	Coazione non drenata $c_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di attrito $\phi$ (°)	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )
0.00 - 0.30	<b>Terreno vegetale</b>	-	-	1.85
0.30 - 1.60	<b>Argilla</b> Coesivo	0.70	-	1.85
1.60 - 3.20	<b>Sabbia limosa</b> Granulare/coesivo	0.5	27°-31°	1.85
3.20 - 5.40	<b>Sabbia</b> Granulare	-	29°-33°	1.85
5.40 - 7.00	<b>Sabbia limosa</b> Granulare/coesivo	0.80	27°-29°	1.85
7.00 - 21.00	<b>Limo</b> Coesivo	0.30-0.40	-	1.85
21.00 - 25.00	<b>Sabbia grossolana con argilla</b> Granulare/coesivo	0.50	33°-37°	1.85
25.00 - 30.00	<b>Sabbia</b> Granulare	-	28°-34°	1.85

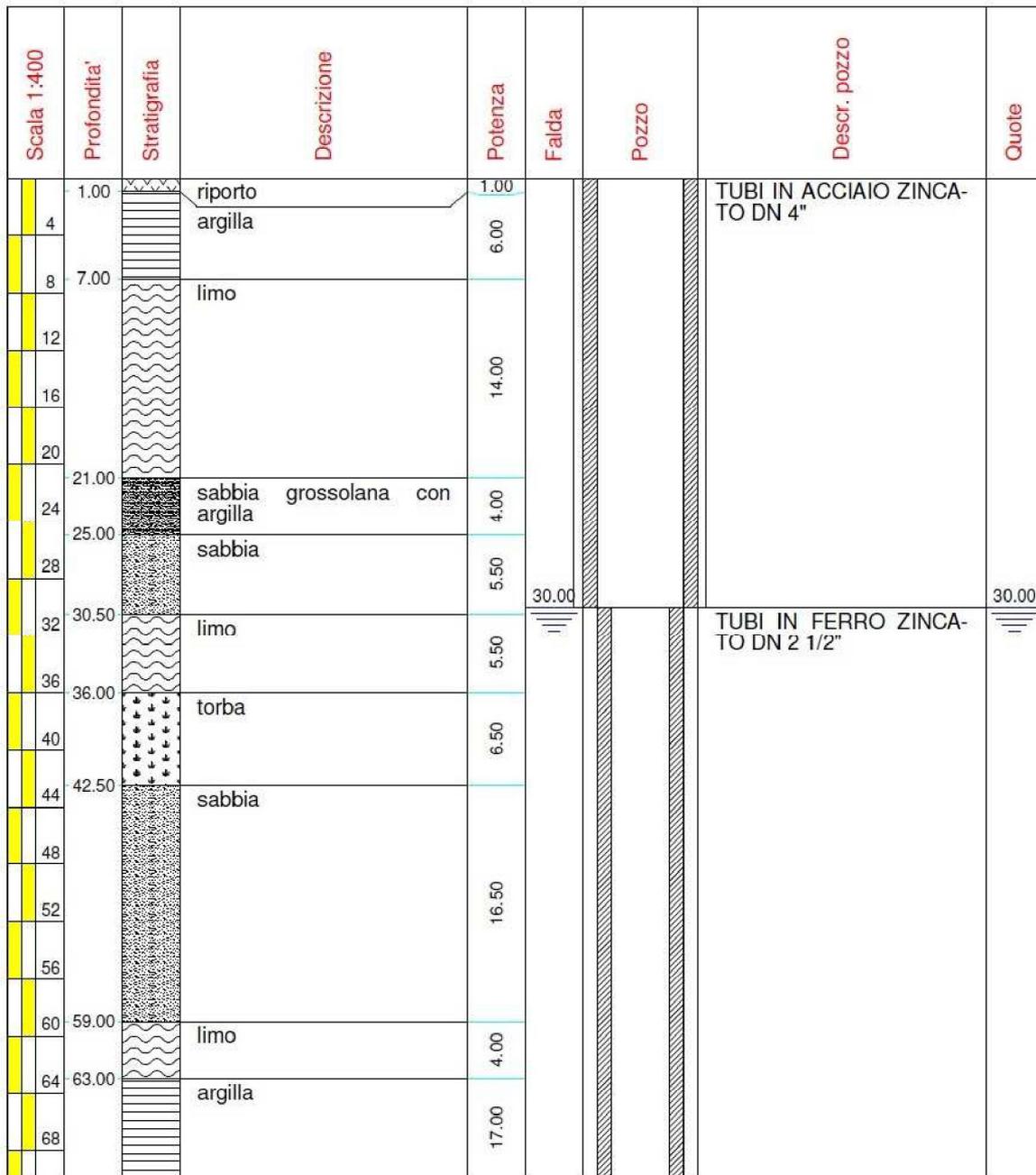
#### Litologia prevalente nell'area:

Litologia: **Argilla**

## STRATIGRAFIA

La seguente stratigrafia è stata redatta in base ai dati acquisiti durante la perforazione del pozzo dell'Azienda Agricola Olivo Alfio situata a nord dell'area oggetto di studio.

Committente Az. Ag. Olivo Alfio	Periodo di costruzione 1997
Ubicazione PERTEGADA	Comune LATISANA
Perforatore PERSICHETTI	Scala 1:400
Macc. Operatrice FRASTE	Quota (p.c.) -
Metodo perf. ROTARY A FORO SCOPERTO	Prof.pozzo 550,00 ml.



## 8.5. Valutazioni delle caratteristiche dei luoghi, ai fini della determinazione delle misure compensative della rete drenante esistente

### 8.6.1 Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali

Non sono presenti criticità idrauliche importanti. Storicamente l'area non è sottoposta ad esondazioni, salvo eventi eccezionali.

La laminazione delle acque avviene tramite scolo meccanico, per mezzo dell'idrovora Lame. Nel PAI l'area viene classificata come area a rischio idraulico P1.

### 8.6.2 Determinazione dei coefficienti di afflusso $\Psi$ e $\Psi$ medio (ante operam e post operam)

La tabella seguente definisce per la condizione ante operam, per ogni uso del suolo individuato, la relativa superficie ed il coefficiente di afflusso assegnato:

	Utilizzazione	Superfici (mq)		$\psi$
S1	Fabbricati esistenti	7700.00	$\psi_1$	0.25
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>7700.00</b>	<b><math>\psi_{medio}</math></b>	<b>0.25</b>

*Usi del suolo ante operam individuati e relative superfici computate e  $\Psi$  assegnati*

La tabella seguente definisce per la condizione post operam, per ogni uso del suolo individuato, la relativa superficie ed il coefficiente di afflusso assegnato:

	Utilizzazione	Superfici (mq)		$\psi$
S1	Superficie coperta ammissibile	1115.00	$\psi_1$	0.90
S2	Viabilità e Parcheggi	714.84	$\psi_2$	0.90
S3	Area verde	5870.16	$\psi_3$	0.25
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>7700.00</b>	<b><math>\psi_{medio}</math></b>	<b>0.40</b>

*Usi del suolo post operam individuati e relative superfici computate e  $\Psi$  assegnati*

I coefficienti di afflusso  $\Psi_{\text{medio}}$ , valido per le condizioni ante e post operam, sono stati computati mediante l'utilizzo della seguente equazione:

$$\Psi_{\text{medio}} = (\Psi_1 \cdot S_1 + \Psi_2 \cdot S_2 + \dots + \Psi_n \cdot S_n) / S$$

e fornisce i seguenti risultati:

<b><math>\Psi_{\text{medio ante}}</math></b>	<b><math>\Psi_{\text{medio post}}</math></b>
0.25	0.40

*$\Psi_{\text{medio ante e post operam computati}}$*

ovvero vi è variazione del  $\Psi_{\text{medio}}$  a seguito della realizzazione del progetto:

$$\Psi_{\text{medio post}} > \Psi_{\text{medio ante}} \quad 0.40 > 0.25$$

I parametri pluviometrici  $a$  ed  $n$ , inerenti al tempo di ritorno  $T_{\text{rit}} = 50$  anni, sono stati computati mediante l'applicativo *RainMapFVG*.

Nell'area in esame, i valori computati sono i seguenti:

<b>a</b>	<b>n</b>	<b>n'</b>	<b>E – Gauss</b>	<b>N – Gauss</b>
			<b>Boaga-Fuso Est</b>	<b>Boaga-Fuso Est</b>
			<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
73.441	0.29	0.393	2367861	5063312

*Parametri pluviometrici per  $T_{\text{rit}} = 50$  anni*

Avendo l'area oggetto di studio una superficie di 7700 m<sup>2</sup>, il tempo di corrivazione risulta essere inferiore all'ora (come esplicitato nel proseguo) e pertanto le simulazioni finalizzate alla stima dei valori massimi di portata dovranno considerare piogge di durata inferiore all'ora (scrosci). Il software RainMapFVG tuttavia fornisce le curve di possibilità pluviometrica (CPP) associate a piogge di durata oraria; al fine di ottenere i parametri relativi anche per le precipitazioni di durata inferiore all'ora si assume  $n' = n \cdot (4/3)$ .

Il tempo di corrivazione  $t_c$  è stato computato secondo la seguente equazione:

$$t_c = t_0 + t_r$$

dove:

$t_0$ : tempo medio di residenza entro la rete

$t_r$ : tempo medio di residenza fuori rete

Per il calcolo di  $t_0$  è stata utilizzata la formula proposta da Boyd:

$$t_0 = k S^\delta$$

dove:

$k = 2.51$  (costante)

$S$ : superficie di riferimento espressa in km<sup>2</sup>

$\delta = 0.38$  (costante)

Per il calcolo di  $t_r$  è stata utilizzata la seguente formula:

$$t_r = \frac{\sqrt{1.5 \times S}}{v}$$

dove:

$S$ : superficie di riferimento espressa in km<sup>2</sup>

$v$ : velocità media nella rete assunta pari a 0.50 l/s in bacini di aree pianeggianti

$t_0$	$t_r$	$t_c$
0.395	0.215	0.610

$$t_c = t_0 + t_r = 0.610 \text{ ore}$$

La pioggia critica  $h_c$  fornisce il seguente valore:

$$h_c = 60.6 \text{ mm}$$

La portate massime  $Q_{umax}$  e  $Q_c$  sono state computate mediante il **metodo razionale** e sono risultati i seguenti valori:

$Q_c$	84.90 lt/s	post operam
$Q_{umax}$	7.7 lt/s	ante operam calcolata con il coeff. udometrico

La formula utilizzata, per il calcolo di  $Q_c$ , è la formula razionale a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

$$Q_c = 2.78 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot T_c^{n-1}$$

con  $t_c$ =tempo di corrivazione h.

## 9. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI D'INVASO E METODI DI CALCOLO

Per il livello di significatività medio verranno utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo della corrivazione;
- metodo delle sole piogge.

<b>MEDIO</b>	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	<ul style="list-style-type: none"><li>• E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li><li>• E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere:<ul style="list-style-type: none"><li>○ <i>Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</i></li><li>○ <i>Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967)</i></li><li>○ <i>Modello delle sole piogge</i></li></ul></li></ul>
--------------	--	---

### 9.1. Metodo della corrivazione o cinematico

Metodo pratico proposto da Alfonsi e Orsi (1987) per il calcolo del volume critico dell'invaso di laminazione nelle seguenti ipotesi semplificate:

1. ietogrammi netti di pioggia ad intensità costante;
2. curva aree - tempi lineari;
3. svuotamento a portata costante pari a  $Q_{ExitVasca}$  (laminazione ottimale).

Il volume  $W$  invasato può pertanto essere ottenuto in funzione della durata  $\theta$  della pioggia, del tempo di corrivazione  $t_0$  del bacino, della portata massima uscente dall'invaso  $Q_{umax}$ , del coefficiente di afflusso  $\psi$ , della superficie di riferimento  $S$  e dei parametri pluviometrici  $a$  ed  $n$ :

$$W = \Psi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\Psi \cdot S \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

$a$	73.44
$n$	0.29
$n'$	0.39
$S$	0.77 ha
$t_c$	0.61
$\Psi$	0.40
$\Psi_0$	0.25
$Q_c$	84.90 lt/s
$Q_{umax}$	7.70 lt/s
$\theta_w$	6.92 h
$W_0$	278.99 m <sup>3</sup>

La portata  $Q_c$  post operam è stata calcolata mediante la seguente "formula razionale", come indicato a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

$$Q_{umax} = 2.78 \cdot S \cdot \psi \cdot a \cdot t_c^{(n-1)}$$

dove:  $S$  superficie del bacino espressa in [ha] e  $t_c$  tempo di corrivazione in [ore].

$Q_{umax}$  è stata computata con il coefficiente udometrico indicato dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana, pari a 10 l/sec x ha.

## Laminazione ottimale - Metodo cinematico

### Dati iniziali

Superficie [ha]: 0.77

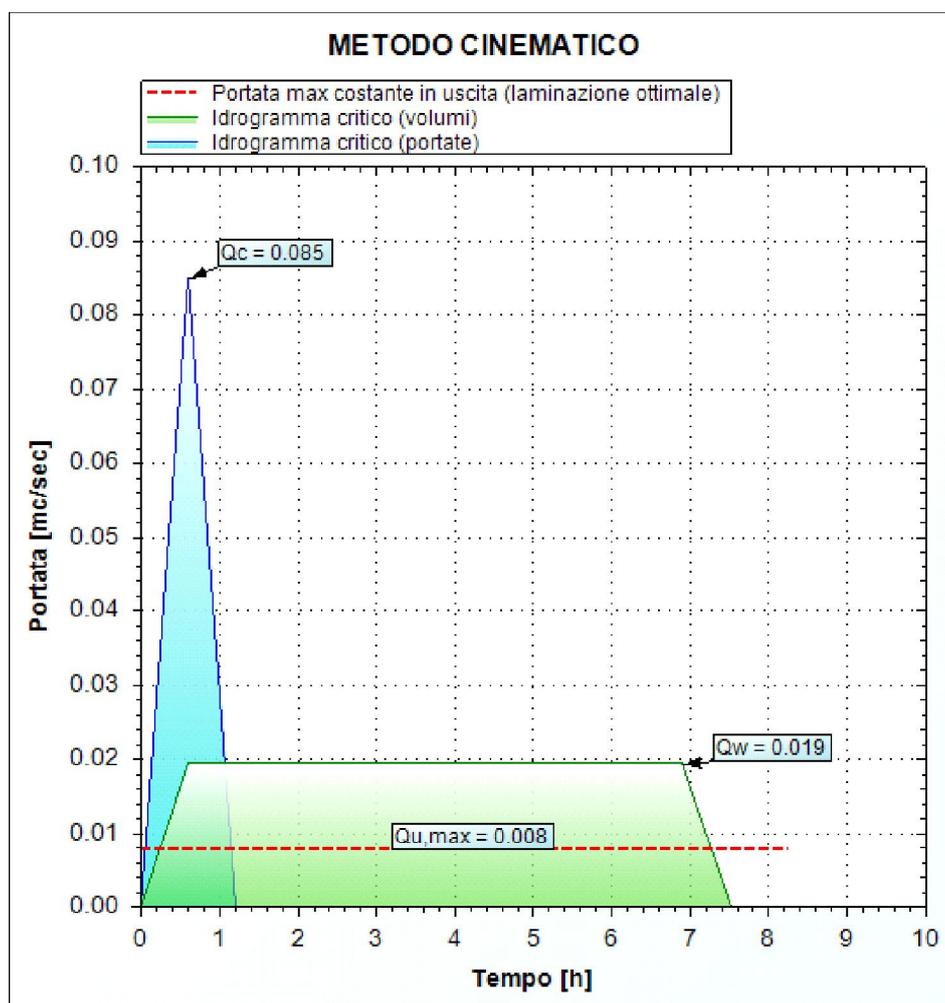
$a$  [mm/h<sup>n</sup>]: 73.44

$n$ : 0.39

Coef. di deflusso: 0.4

$Q_u, \max$  [mc/s] ( laminazione ottimale ): 0.0077

$T_c$  [ore]: 0.61



## 9.2. Metodo delle sole piogge

Tale metodo viene descritto alla pagina 13 del regolamento regionale per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica Legge Regionale 29 aprile 2015 n.11.

<b>a</b>	73.44	
<b>n</b>	0.29	
<b>n'</b>	0.39	
<b>D</b>	0.65	
<b>S</b>	0.7700	ha
<b>tc</b>	0.61	
<b>Ψ</b>	0.40	
<b>Ψ<sub>0</sub></b>	0.25	
<b>Q<sub>c</sub></b>	84.90	lt/s      Calcolata con il metodo razionale
<b>Q<sub>umax</sub></b>	7.70	lt/s      Calcolata con il coeff. Udometrico 10 l/sec x ha; 10x0.77=7.7 l/sec
<b>θ<sub>w</sub></b>	6.68	h      Pioggia critica
<b>W<sub>o</sub></b>	289.24	m <sup>3</sup> fi=post

$$W_p = S \cdot \Psi \cdot a \cdot \theta^n$$

dove:

- S = superficie di riferimento
- Ψ = coeff. di afflusso POST OPERAM
- a, n = coeff.ti della curva di possibilità pluviometrica
- θ = durata critica della pioggia

mentre il volume uscente considerando una laminazione ottimale  $Q_u = Q_{u,max}$  risulta:

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

Da cui segue l'indicazione progettuale  **$W_{PROGETTO} \geq 289.24 \text{ m}^3$**

La portata massima  $Q_c$  è stata computata mediante la **formula razionale**, indicata a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica,

$$Q_c = 2.78 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot T_c^{n-1}$$

**con tc=tempo di corrivazione h.**

mentre la portata ante operam  $Q_{umax}$  è stata computata con il coefficiente udometrico indicato dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana, pari a 10 l/sec x ha.

## Laminazione ottimale - Metodo delle sole piogge

### Dati iniziali

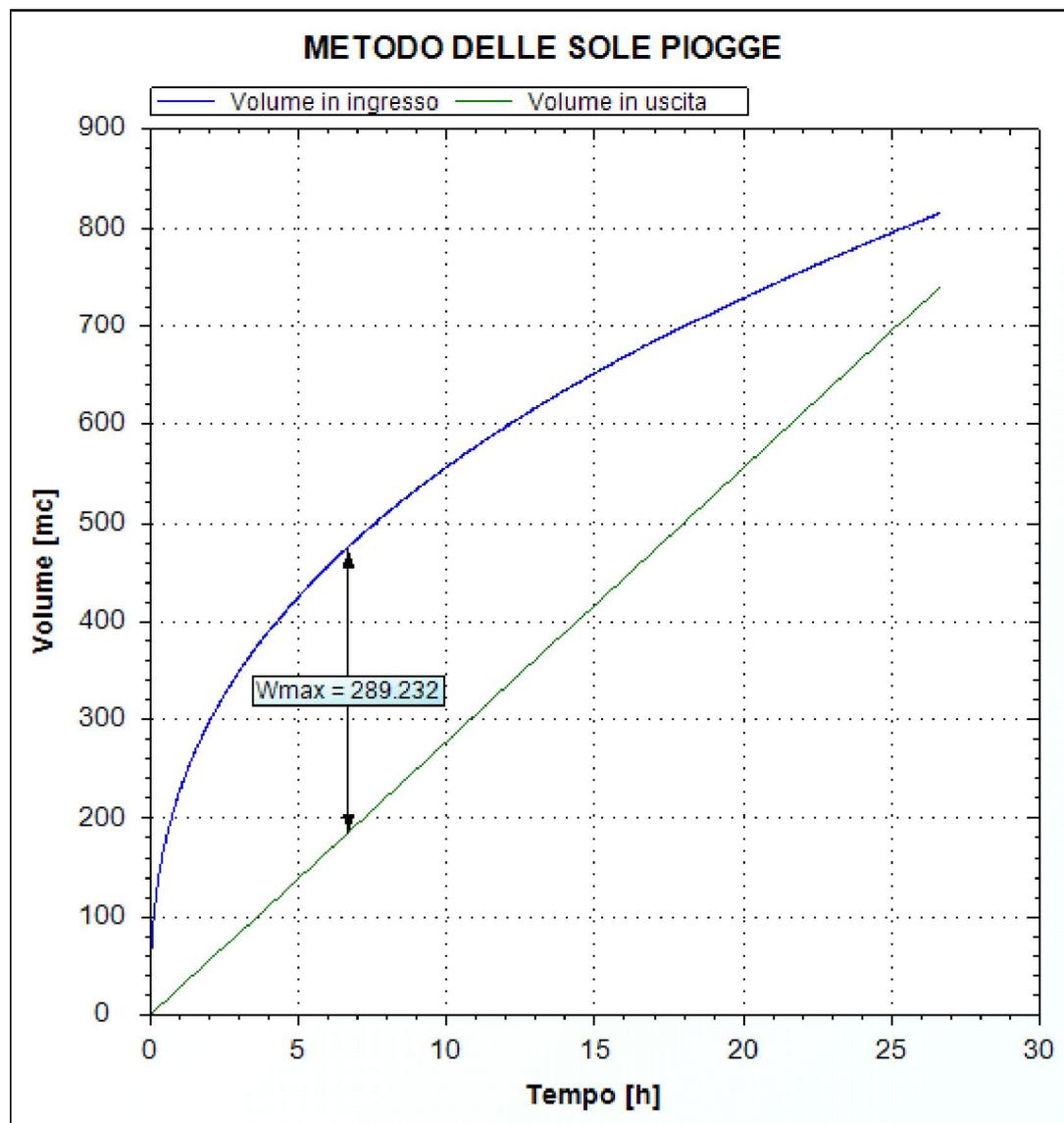
Superficie [ha]: 0.77

a [mm/h<sup>n</sup>]: 73.44

n: 0.39

Coef. di deflusso: 0.4

Qu, max [mc/s] ( laminazione ottimale ): 0.0077



### **9.3. Dispositivi drenanti**

In merito all'utilizzo dei dispositivi idraulici ai fini dell'invarianza idraulica si fa presente che:

- Non devono sussistere pericoli di instabilità del suolo e del sottosuolo ovvero deve essere preservato il grado di sicurezza di eventuali opere di fondazione che si andranno a realizzare; i dispositivi idraulici andranno posizionati ad opportuna distanza dagli edifici;
- Le dispersioni nel terreno delle acque meteoriche superficiali non dovranno causare inquinamenti.

Pertanto nell'area oggetto di Piano Attuativo Comunale, si potranno realizzare opere idrauliche per la laminazione delle acque come:

- bacini imbriferi profondi 0.80 m;
- supertubi;
- vasche di prima pioggia.

Non si potranno realizzare pozzi drenanti perché la soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la profondità della stessa, dal fondo dell'opera idraulica disperdente, è inferiore a 2,0 metri, perciò non sarebbero in grado di drenare le acque meteoriche.

Pertanto il volume d'invaso ( $W_0$ ) andrà contenuto valutando solamente il volume dei dispositivi idraulici, e poi il volume d'acqua andrà rilasciato nella rete consortile con una portata massima di 7.7 l/sec. I dispositivi idraulici si dovranno svuotare in un tempo inferiore alle 48 ore.

Andrà fatta richiesta di autorizzazione allo scarico al Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana per lo scarico delle acque meteoriche.

## 10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base ai valori di  $\Psi_{\text{medio}}$  ante operam e  $\Psi_{\text{medio}}$  post operam, è possibile definire che vi è una variazione del valore di  $\Psi_{\text{medio}}$  a seguito della realizzazione della modifica urbanistica e vale la seguente relazione:

$$\Psi_{\text{medio}} \text{ post} > \Psi_{\text{medio}} \text{ ante} \quad 0.40 > 0.25$$

pertanto ai fini dell'invarianza idraulica sarà obbligatorio l'uso delle buone pratiche costruttive (supertubi o vasche di accumulo delle acque piovane, vasche volano o bacini di raccolta di acque piovane) volte a ridurre i fenomeni di allagamento.

I volumi d'invaso sono stati calcolati con i seguenti metodi:

- Metodo della corrivazione ( $W_0 = 278.99 \text{ m}^3$ )
- Metodo delle sole piogge ( $W_0 = 289.24 \text{ m}^3$ )

Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a  $289.24 \text{ m}^3$ .

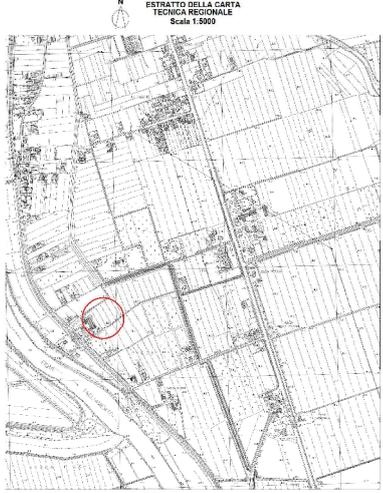
Il volume uscente dalla laminazione, calcolato con il metodo delle sole piogge  $W_0 = 289.24 \text{ m}^3$ , andrà contenuto con un bacino imbrifero o altri dispositivi idraulici previsti dalla normativa.

I dispositivi idraulici si dovranno svuotare entro 48 ore dalla fine dell'evento piovoso. E' stato preso in considerazione il coefficiente udometrico pari a  $10 \text{ l/s/Ha}$ , imposto dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana, perché lo scarico delle acque piovane avverrà nella rete consortile.

Palazzolo dello Stella 01/09/2020



## Tabella riassuntiva

<p>COORDINATE GEOGRAFICHE (GB EST ED GB NORD) DEL BARICENTRO DELLA SUPERFICIE DI TRASFORMAZIONE S PER LA QUALE VIENE FATTA L'ANALISI PLUVIOMETRICA (DA APPLICATIVO RAINMAP FVG)</p>	<div style="text-align: center;">  <p>ESTRATTO DELLA CARTA TECNICA REGIONALE Scala 1:5000</p> </div> <p style="text-align: center;">Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">E</td> <td style="text-align: center;">N</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2367861</td> <td style="text-align: center;">5063312</td> </tr> </table>	E	N	2367861	5063312
E	N				
2367861	5063312				
<p>COEFFICIENTI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (TR=50 ANNI, DA APPLICATIVO RAINMAP FVG): <math>a</math> (mm/ora), <math>n</math>, <math>n'</math></p>	<p style="text-align: center;"> <math>a = 73.44</math>  <math>n = 0.29</math>  <math>n' = 0.39</math> </p>				
<p>ESTENSIONE DELLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO S ESPRESSA IN <math>he</math>.</p>	<p style="text-align: center;"><math>S = 0.77</math> ha</p>				
<p>QUOTA ALTIMETRICA MEDIA DELLA SUPERFICIE S (+ m slmm)</p>	<p style="text-align: center;"><math>Q = 0.8</math> m</p>				
<p>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO <math>\Psi_{MEDIO}</math> ANTE OPERAM</p>	<p style="text-align: center;"><math>\Psi = 0.25</math></p>				
<p>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO <math>\Psi_{MEDIO}</math> POST OPERAM</p>	<p style="text-align: center;"><math>\Psi = 0.40</math></p>				

<i>LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ DELLA TRASFORMAZIONE AI SENSI DELL'art.5.</i>	<b>0.5 Ha &lt;S≤1 Ha:</b> il livello di significatività della trasformazione è MEDIO.
<i>PORTATA ANTE OPERAN E POST OPERAM</i>	$Q_c = 84.90$ l/s $Q_{umax} = 7.7$ l/s
<i>BACINO IDROGRAFICO</i>	Bacino idrografico del Tagliamento
<i>PRESENZA DI EVENTUALI VINCOLI PAI – PAIR CHE INTERESSANO, IN PARTE O TOTALMENTE, LA SUPERFICIE DI TRASFORMAZIONE S</i>	Rischio idrogeologico P1 TAV. 70 PAI
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE</i>	Infiltrazione diretta.

<b>DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE</b>	
<i>METODO IDROLOGICO - IDRAULICO UTILIZZATO PER IL CALCOLO DEI VOLUMI COMPENSATIVI</i>	Metodo della corrivazione Metodo delle piogge Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a 289.24 m <sup>3</sup> .
<i>VOLUME DI INVASO (METODO DELLE SOLE PIOGGE)</i>	$W_0 = 289.24$ m <sup>3</sup>
<i>PORTATA ALLO SCARICO</i>	$Q_{umax} = 7.7$ l/s
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO IN PROGETTO</i>	Dispositivi idraulici e scarico nella rete consortile.