

**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA  
PROVINCIA DI UDINE  
COMUNE DI CODROIPO**



**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 DI INIZIATIVA PRIVATA  
CAVA EX PARUSSINI**

***Committente:***

***Inerti Avianese s.r.l.***

*Strada Comunale di Mezzo  
33081 Aviano (PN)*

**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>3</b>
<b>2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO REGIONALE.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL' AREA OGGETTO DI STUDIO.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI LUOGHI .....</b>	<b>5</b>
<b>5. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.) .....</b>	<b>7</b>
<b>7. SISTEMI DI DRENAGGIO E DEPURAZIONE .....</b>	<b>8</b>
7.1. SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE .....	8
7.2. SISTEMA DI DEPURAZIONE A VALLE.....	8
7.3. ENTE GESTORE PER LA DEPURAZIONE.....	8
<b>8. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE.....</b>	<b>9</b>
8.1. STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO, SUPERFICIE DI RIFERIMENTO .....	10
8.2. LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ .....	13
8.3. ANALISI PLUVIOMETRICA CON RAINMAP FVG ( $T_{rit}=200$ ).....	14
8.4. PERMEABILITÀ DEL TERRENO E PARAMETRI GEOTECNICI .....	16
8.5. VALUTAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI, AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE.....	20
8.6.1 <i>Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali.....</i>	<i>20</i>
8.6.2 <i>Determinazione dei coefficienti di afflusso <math>\Psi</math> e <math>\Psi</math> medio (ante operam e post operam).....</i>	<i>20</i>
<b>9. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI D'INVASO E METODI DI CALCOLO.....</b>	<b>23</b>
9.1. METODO DEL SERBATOIO LINEARE .....	25
9.2. DISPOSITIVI DRENANTI .....	27
<b>10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>28</b>

## **1. PREMESSA**

Su incarico della Ditta Inerti Avianese s.r.l. viene redatto uno studio di compatibilità idraulica, ai fini dell'invarianza idraulica, nell'ambito del Piano Attuativo Comunale d'iniziativa privata, sui terreni situati in località Casali Loreto in comune di Codroipo. I terreni sono censiti catastalmente ai mappali 71-72-76-79-85-86-149 del foglio 10 del Comune di Codroipo, e sono ubicati lungo la strada comunale Valvasone-Pozzo, laterale della S.R. 463.

## **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.



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

L'area in studio (vedi corografia) si trova in Località Casali di Loreto, in Comune di Codroipo.

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

- CTRN scala 1:5.000: 086044 Casale LORETO
- CTRN scala 1:25.000: 086-NE SAN VITO AL TAGLIAMENTO

L'assetto del territorio Comunale di Codroipo è uniformemente piatto; l'area di progetto si attesta su quote mediamente di 53 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 500 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.

La zona oggetto di studio è caratterizzata dalla presenza della falda freatica. I valori del livello della falda, in fase di massimo e minimo impinguamento, vengono riportati nelle pagine 18 e 19, con i dati stratigrafici del sondaggio P1.

## 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.)

Dal piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Tagliamento, Tavola n. 58 del PAI, si sono ricavati i seguenti dati: la zona oggetto di studio non è inserita tra le aree a rischio idrogeologico.

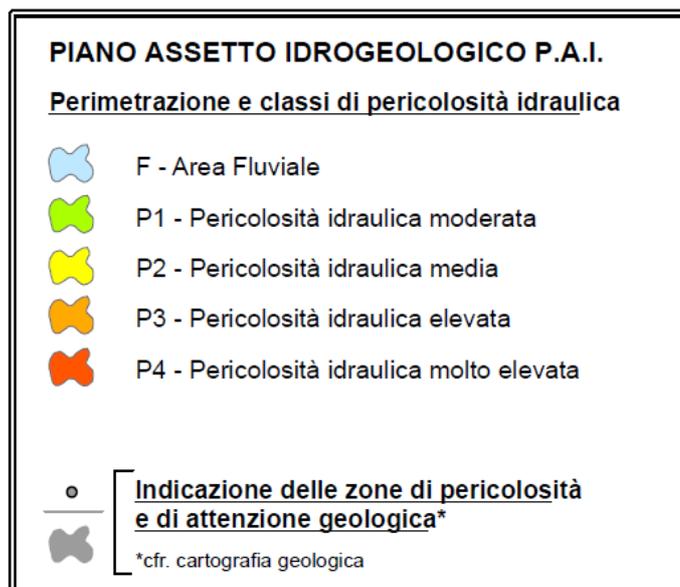
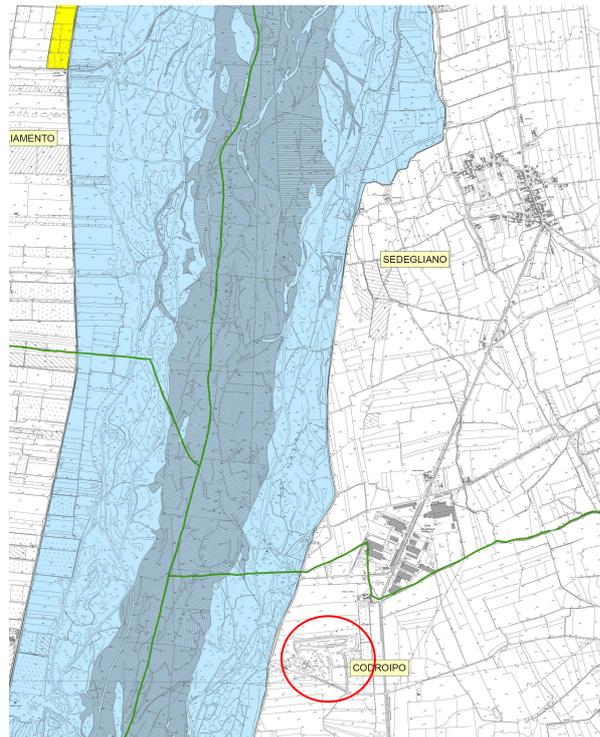
Si riporta parte della Tavola PAI con indicato, con un contorno in color rosso, il sito oggetto di studio.

Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico  
del bacino idrografico  
del fiume Tagliamento\*

D.Lgs. 152/2006

Carta della pericolosità idraulica

**Tavola 58**



## **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**

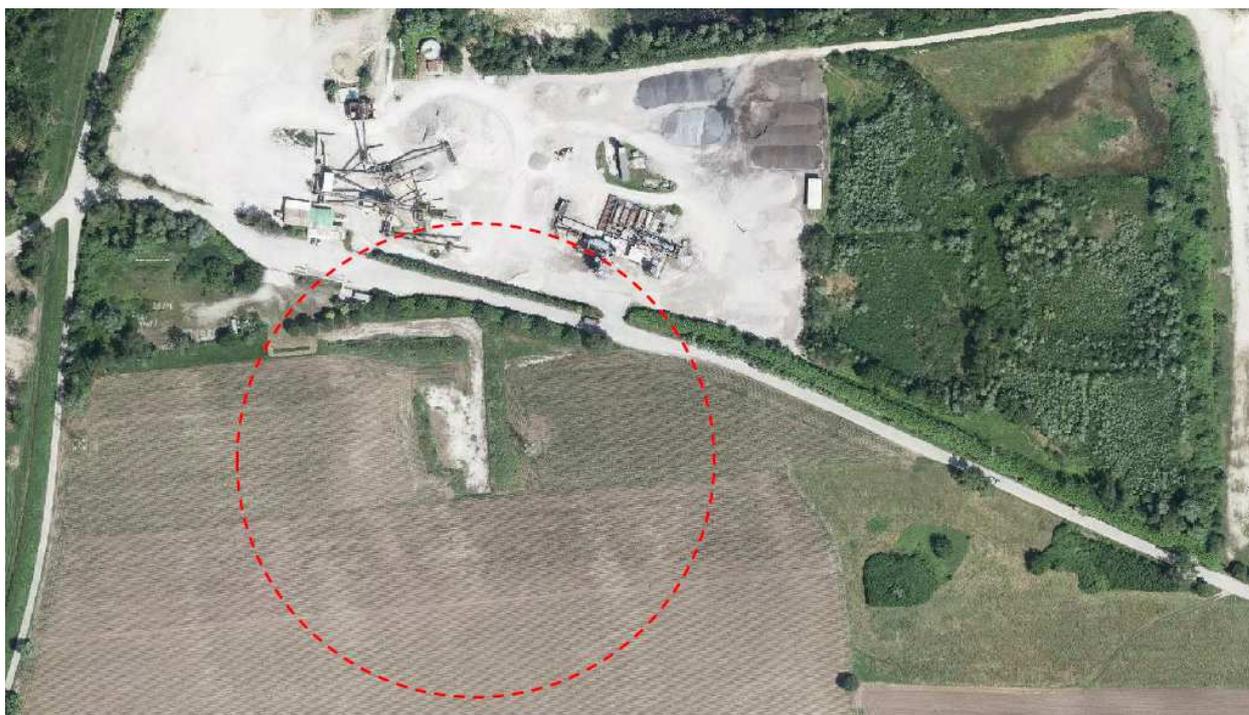
L'ente gestore per le opere di depurazione è il Cafc.

## 8. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE

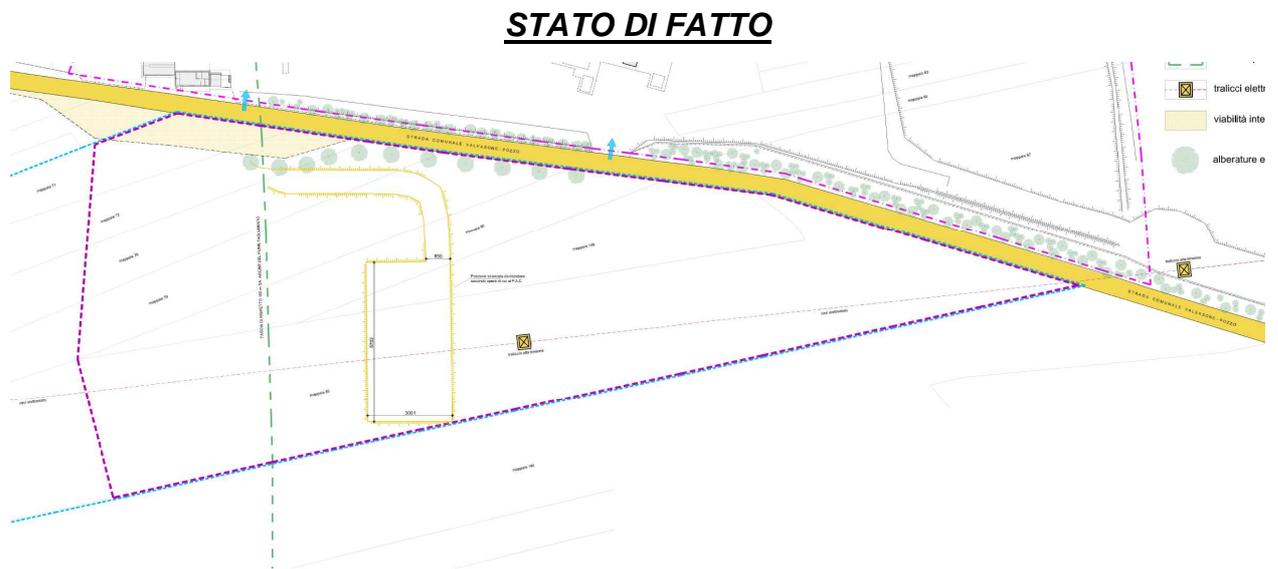
Il piano attuativo comunale riguarda i terreni censiti catastalmente ai mappali 71-72-76-79-85-86-149 del foglio 10 del Comune di Codroipo, di proprietà della ditta INERTI AVIANESE s.r.l., con sede ad Aviano.

I terreni hanno una superficie di rispettivamente 27.089,87 m<sup>2</sup> e sono attualmente tenuti a seminativo. La società intende realizzare un fabbricato ad uso magazzini ed uffici i cui spazi esterni saranno sempre destinati alle attività svolte, quali lavorazione inerti, asfalti e centrale di betonaggio.

Area lotto (m <sup>2</sup> )	Area lotto (Ha)
27.089,87	2,71



## 8.1. Stato di fatto e stato di progetto, superficie di riferimento



### Superfici ante operam

	<b>Utilizzazione</b>	<b>Superfici (mq)</b>
S1	Area Verde	25379.87
S2	Area sbancata (ghiaia)	1710.00
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>27089.87</b>

## STATO DI PROGETTO



### Superfici post operam

	<i>Utilizzazione</i>	<i>Superfici (mq)</i>
S1	Area verde e zona a ghiaia non compressa	20839.99
S2	Capannone	4183.00
S3	Ufficio	61.36
S4	Parcheggi e area di manovra inghiaaiata	1530.71
S5	Centrale di betonaggio	474.80
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>27089.87</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  $T_{rit} = 200$  anni (perché lo scarico delle acque meteoriche avverrà esclusivamente con dispositivi idraulici); è stato utilizzato l'applicativo *RainMapFVG* ed è risultato un tempo di corrivazione  $t_c > 1$  ora, pertanto non 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:

$$S = 27.089,87 \text{ m}^2 = 2,71 \text{ Ha}$$

il valore è **1 Ha ≤ S ≤ 5 Ha**: il livello di significatività della trasformazione è ELEVATO.

**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 $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	

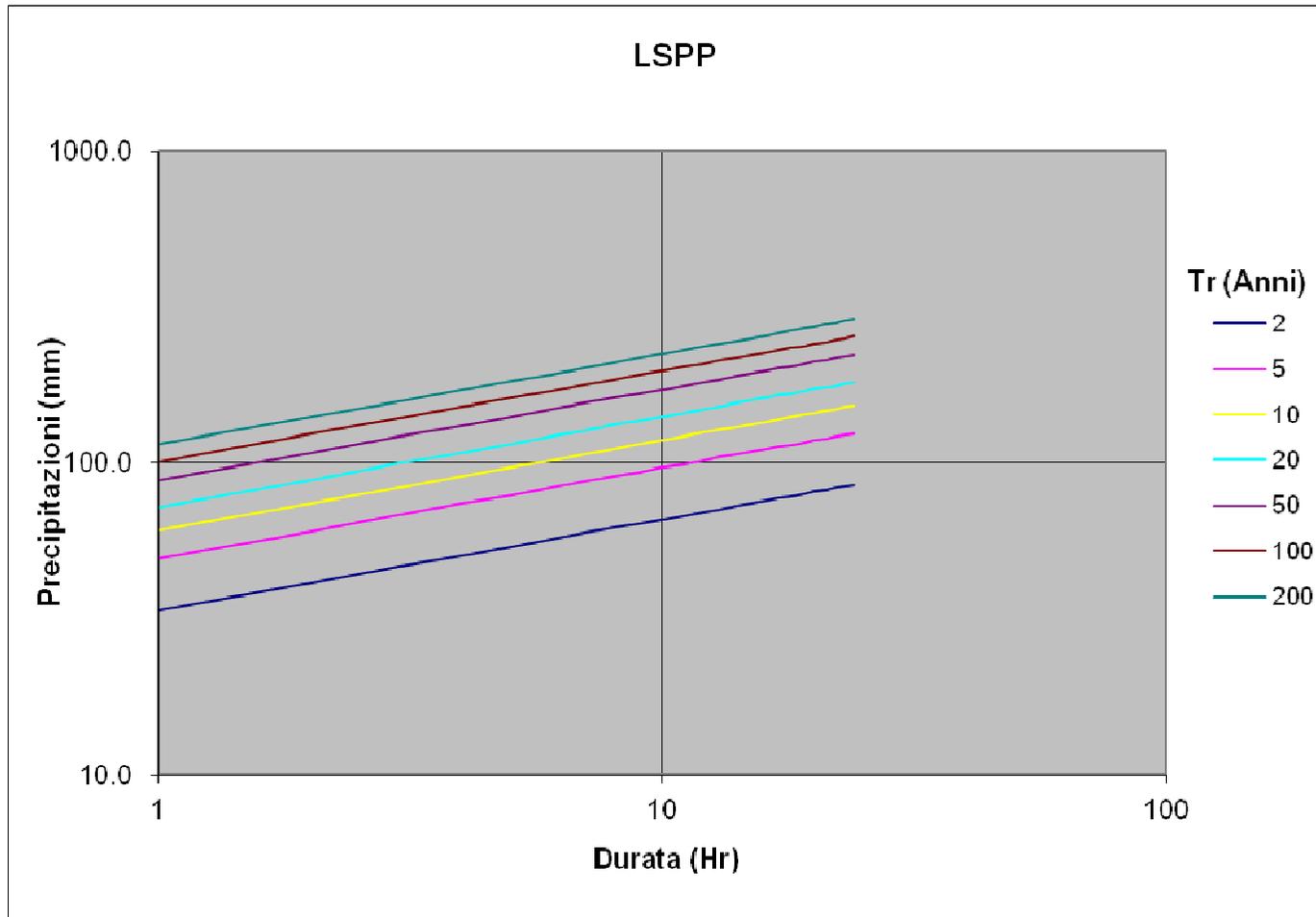
### 8.3. Analisi pluviometrica con RainMap FVG ( $T_{rit}=200$ )

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  $10^{-3}$  m/sec: terreni corrispondenti a ghiaia e sabbia pulita.

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	$10^{-12} \div 10^{-10}$

#### Litologia prevalente nell'area:

Ghiaia in matrice sabbiosa

**Angolo di attrito ( $\phi$ ) =  $37^\circ - 42^\circ$**

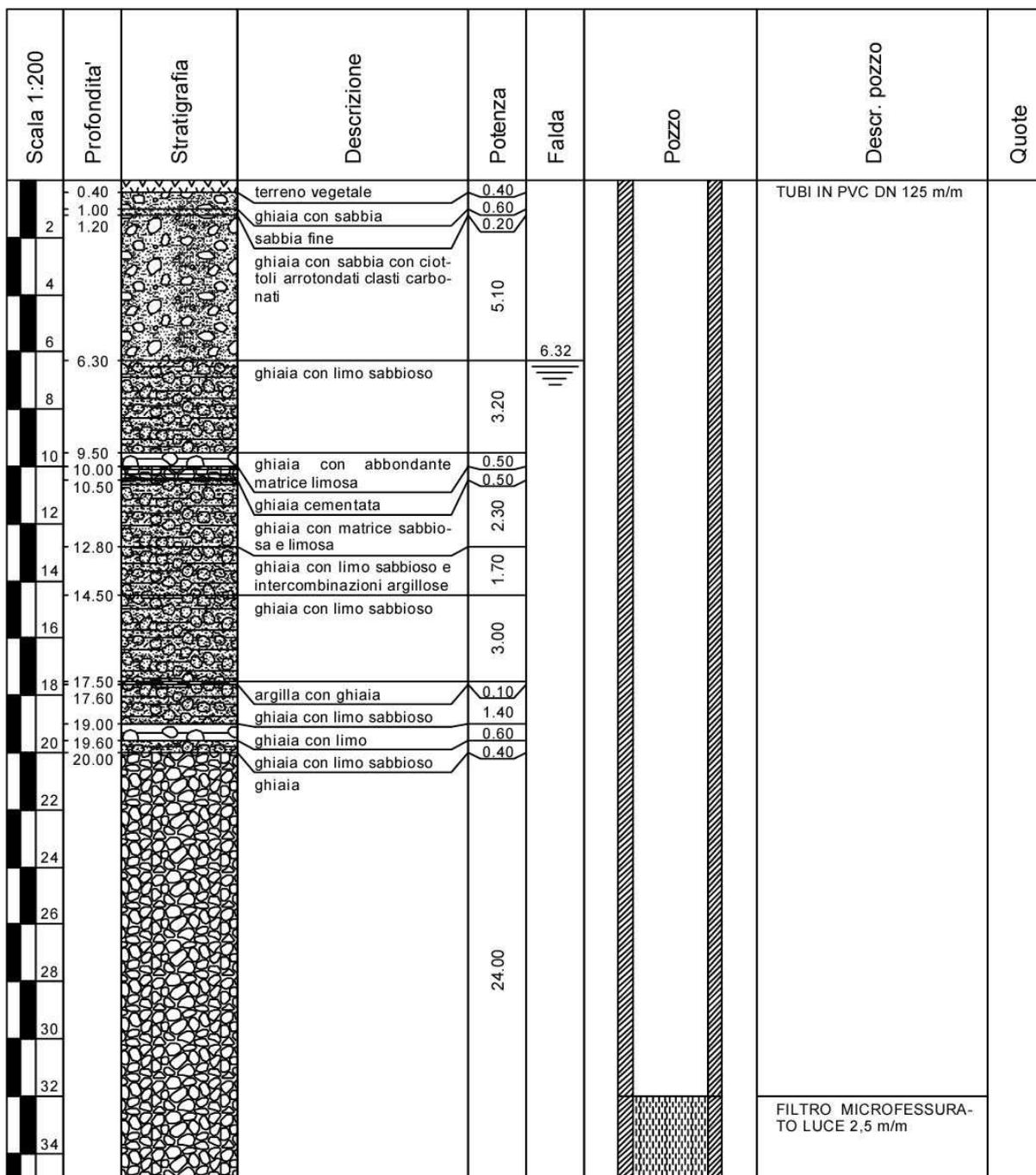
**Coesione non drenata  $c_u$  (Kg/cm<sup>2</sup>) = 0.0**

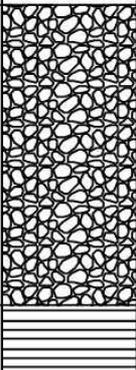
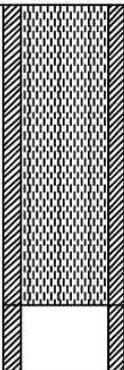
**Peso di volume = 1.85 t/m<sup>3</sup>**

## STRATIGRAFIA

La seguente stratigrafia è stata redatta in base ai dati acquisiti in un sondaggio eseguito, nel 2004, dalla Ditta Benedetti Paolo & C. s.n.c., nel sito oggetto di studio.

Committente FRIULCAVE S.r.l.	Periodo di costruzione 13.12.04
Ubicazione P1 - CAVA PARUSSINI	Comune CODROIPO
Perforatore DEL SAL PIETRO ANGELO	Scala 1:200
Macc. Operatrice FRASTE FS 400	Quota (p.c.) -
Metodo perf. CAROTAGGIO E DISTRUZIONE DI NUCLEO	Prof.pozzo 46,00 ml.



Scala 1:200	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Potenza	Falda	Pozzo	Descr. pozzo	Quote
	36		ghiaia	24.00			FILTRO MICROFESSURATO LUCE 2,5 m/m	
	38							
	40							
	42							
	44							
	44.00	argilla	2.00	TUBI IN PVC DN 125 m/m				
	46							

Carotaggio da ml. 0,00 a ml. 20,00  
Distruzione di nucleo da ml. 20,00 a ml. 46,00

### Livello di falda misurato sul piezometro P1

- \* Localita'.....: Codroipo
- \* Giorno misurazione: 13-01-2005
- \* Ora inizio.....: 13:42:59
- \* Quota falda.....: 9
- \* Pozzo.....: P1
- \* Profondita' filtri.....: 32-44

Dai dati rilevati dal piezometro regionale 0030, ubicato presso il cimitero di Goricizza, la falda risulta avere una escursione freatica di 7,96 m da una profondità massima di -12,5 m ad un minimo di -4,54 m.

Dal punto di vista idrografico l'area in oggetto si sviluppa in sinistra idrografica del fiume Tagliamento. L'idrografia superficiale si completa con una fitta rete di canali di drenaggio e rogge.

## 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.

Nel PAI l'area non viene classificata come area a rischio idraulico.

### 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:

	<b>Utilizzazione</b>	<b>Superfici (mq)</b>		<b><math>\psi</math></b>
S1	Area Verde	25379.87	$\psi$ 1	0.25
S2	Area sbancata (ghiaia)	1710.00	$\psi$ 2	0.50
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>27089.87</b>	<b><math>\psi</math> medio</b>	<b>0.27</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:

	<b>Utilizzazione</b>	<b>Superfici (mq)</b>		<b><math>\psi</math></b>
S1	Area verde e zona a ghiaia non compressa	20839.99	$\psi$ 1	0.25
S2	Capannone	4183.00	$\psi$ 2	0.90
S3	Ufficio	61.36	$\psi$ 3	0.90
S4	Parcheggi e area di manovra inghiaata	1530.71	$\psi$ 4	0.50
S5	Centrale di betonaggio	474.80	$\psi$ 5	0.90
<b>S tot</b>	<b>Superficie di riferimento</b>	<b>27089.87</b>	<b><math>\psi</math> medio</b>	<b>0.38</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:

$\Psi_{\text{medio ante}}$	$\Psi_{\text{medio post}}$
0.27	0.38

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

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

$$\Psi_{\text{medio post}} > \Psi_{\text{medio ante}} \quad 0.38 > 0.27$$

I parametri pluviometrici  $a$  ed  $n$ , inerenti al tempo di ritorno  $T_{\text{rit}} = 200$  anni, sono stati computati mediante l'applicativo *RainMapFVG*.

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

$a$	$n$	$n'$	E – Gauss Boaga-Fuso Est (m)	N – Gauss Boaga-Fuso Est (m)
114.733	0.29	0.387	2358913	5093858

*Parametri pluviometrici per  $T_{\text{rit}} = 200$  anni*

Avendo l'area oggetto di studio una superficie di 27089.87 m<sup>2</sup>, il tempo di corrivazione risulta essere superiore all'ora (come esplicitato nel proseguo).

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

$t_0$	$t_r$	$t_c$
0.637	0.403	1.040

$$tc = to + tr = 1.040 \text{ ore}$$

La pioggia critica  $h_c$  fornisce il seguente valore:

$$h_c = 116.5 \text{ mm}$$

Le portate  $Q_{umax}$  e  $Q_c$  sono state computate mediante il **metodo razionale**:

$Q_c$	319.30 lt/s	post operam
$Q_{umax}$	223.30 lt/s	ante operam

La formula utilizzata è la formula razionale a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

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

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 del serbatoio lineare.

<b>ELEVATO</b>	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$  oppure  $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	<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>○ Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</li> <li>○ Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967)</li> <li>○ Modellistica idrologico-idraulica</li> </ul> </li> </ul>
----------------	---	---

- **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  $n$ :

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

<b>a</b>	114.73
<b>n</b>	0.29
<b>n'</b>	0.38
<b>S</b>	2.71 ha
<b>tc</b>	1.0400
<b>t<sub>0</sub></b>	0.64
<b>Q<sub>c</sub></b>	319.29 l/s
<b>Q<sub>umax</sub></b>	223.32 l/s
<b>θ<sub>w</sub></b>	0.86 h
<b>m</b>	1.43
<b>W<sub>0</sub></b>	114.66 m <sup>3</sup>

Da cui segue l'indicazione progettuale  $W_{PROGETTO} \geq 114.66 \text{ m}^3$

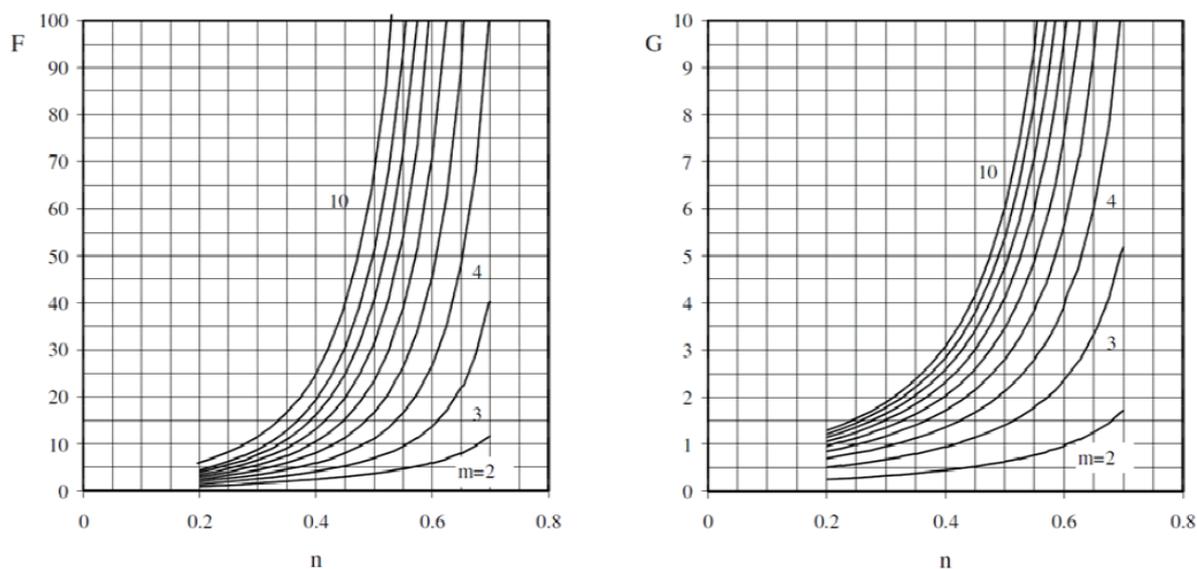
Le portate  $Q$ , post operam e ante operam, verranno calcolate con il metodo cinematico (della corrivazione) mediante la seguente "formula razionale", come indicato a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

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

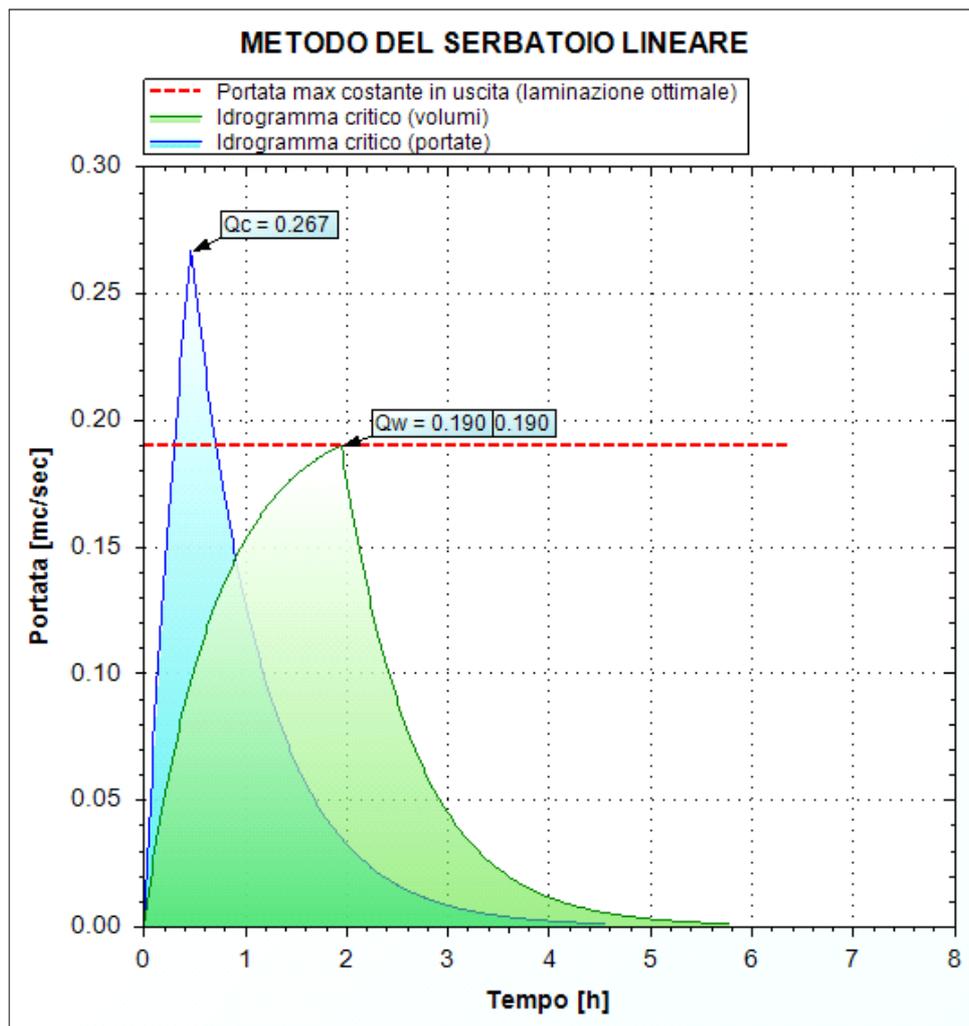
dove: **S** superficie del bacino espressa in [ha] e **tc** tempo di corrivazione in [ore].

### 9.1. Metodo del serbatoio lineare

Tale metodo viene descritto alla pagina 10 del regolamento regionale per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica "Legge Regionale 29 aprile 2015 n.11". Si stimano F e G in funzione di n utilizzando gli abachi di cui alla figura 1 a pag. 12 dell'allegato 1 al regolamento.



[mm/h <sup>n</sup> ]	<b>a</b>	114.73
Parametro della curva pluviometrica	<b>n</b>	0.29
Superficie (He)	<b>S</b>	2.71
Tempo di corrivazione (ore)	<b>tc</b>	1.04
Coef. di deflusso POST OPERAM:	<b>Ψ</b>	0.38
Coef. di deflusso POST OPERAM:	<b>Ψ0</b>	0.27
Qc portata critica POST OPERAM (l/s)	<b>Qc</b>	266.5
Q <sub>umax</sub> portata ANTE OPERAM (l/s)	<b>Q<sub>umax</sub></b>	189.3
Rapporto tra le portate (POST OPERAM ed ANTE OPERAM)	<b>m</b>	1.41
Costante d'invaso del bacino	<b>k</b>	0.728
Costante	<b>D</b>	0.65
Funzione adimensionale F(n,m)	<b>F</b>	2.966
Funzione adimensionale G(n,m)	<b>G</b>	0.030
Durata critica della pioggia (ore)	<b>θw</b>	2.159
Volume d'invaso (mc)	<b>W0</b>	23.9



## 9.2. Dispositivi drenanti

Le prescrizioni indicate nel DPR 083/Pres, in merito all'utilizzo dei dispositivi idraulici ai fini dell'invarianza idraulica sono le seguenti:

- La soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la profondità della stessa dal fondo dell'opera idraulica disperdente deve essere pari ad almeno 2,0 metri. Dai dati rilevati dal piezometro regionale 0030, ubicato presso il cimitero di Goricizza, la falda risulta avere una escursione freatica di 7,96 m da una profondità massima di -12,5 m ad un minimo di -4,54 m;
- 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;
- I terreni dovranno possedere un adeguato grado di permeabilità idraulica ovvero  $K \geq 10^{-5}$  m/s, nell'area oggetto di studio la permeabilità è stata stimata in  $K = 10^{-3}$  m/s.

Pertanto nell'area oggetto di Piano Attuativo Comunale, si potranno realizzare opere idrauliche disperdenti come:

- bacini drenanti o fossati profondi 0.80 m o 1.00 m;
- tubi drenanti tramite dispersione al suolo (subirrigazione) posizionati a 0.80 m o 1.00 m;
- infiltratori;
- pozzi drenanti con profondità di 1.0-1.2 m, con scarico al suolo e non nel sottosuolo.

Il volume d'invaso ( $W_0$ ) andrà contenuto valutando il volume dei dispositivi idraulici, che si dovranno svuotare in un tempo inferiore alle 48 ore.

## 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:

$$\Psi_{\text{medio}} \text{ post} > \Psi_{\text{medio}} \text{ ante} \quad 0.38 > 0.27$$

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 ( $W_0 = 114.66 \text{ m}^3$ )
- Metodo del serbatoio lineare ( $W_0 = 23.9 \text{ m}^3$ )

Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a  $114.66 \text{ m}^3$ .

Il volume uscente dalla laminazione, calcolato con il metodo delle sole piogge  $W_0 = 114.66 \text{ m}^3$ , andrà contenuto con il bacino imbrifero o altri dispositivi idraulici previsti dalla normativa.

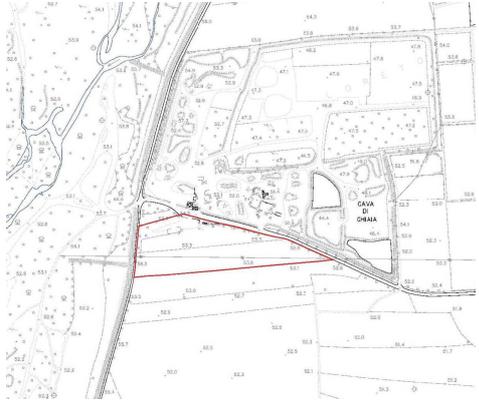
I dispositivi idraulici si dovranno svuotare entro 48 ore dalla fine dell'evento piovoso. Non è stato preso in considerazione il coefficiente udometrico pari a 10 l/s/ha, imposto dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana, perché lo scarico delle acque piovane non avverrà nella rete consortile.

Lo scarico delle acque piovane non potrà confluire in nessun corso d'acqua superficiale in quanto non ve ne sono nelle vicinanze del lotto. L'acqua verrà scaricata nel suolo attraverso i dispositivi idraulici.

Palazzolo dello Stella 10/08/2020



**Tabella riassuntiva**

<p><i>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)</i></p>	 <p align="center">Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est E=2358913    N=5093858</p>
<p><i>COEFFICIENTI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (TR=50 ANNI, DA APPLICATIVO RAINMAP FVG): a (mm/ora), n, n'</i></p>	<p>a = 114.733 n = 0.29 n' = 0.39</p>
<p><i>ESTENSIONE DELLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO S ESPRESSA IN ha.</i></p>	<p>S= 2.71 ha</p>
<p><i>QUOTA ALTIMETRICA MEDIA DELLA SUPERFICIE S (+ m slmm)</i></p>	<p>Q=53 m</p>
<p><i>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO <math>\Psi_{MEDI}</math> ANTE OPERAM</i></p>	<p><math>\Psi = 0.27</math></p>
<p><i>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO <math>\Psi_{MEDI}</math> POST OPERAM</i></p>	<p><math>\Psi = 0.38</math></p>
<p><i>LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ DELLA TRASFORMAZIONE AI SENSI DELL'art.5.</i></p>	<p><b>1 Ha &lt;S≤5 Ha:</b> il livello di significatività della trasformazione è ELEVATO.</p>

<i>PORTATA ANTE OPERAN E POST OPERAM</i>	$Q_c = 319.3 \text{ l/s}$ $Q_{umax} = 223.3 \text{ l/s}$
<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>	Nessun rischio idrogeologico TAV. 58 PAI
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE</i>	Infiltrazione diretta.

**DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE**

<i>METODO IDROLOGICO - IDRAULICO UTILIZZATO PER IL CALCOLO DEI VOLUMI COMPENSATIVI</i>	Metodo della corrivazione Metodo del serbatoio lineare Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a $114.66 \text{ m}^3$ .
<i>VOLUME DI INVASO (METODO DELLE SOLE PIOGGE)</i>	$W_0 = 114.66 \text{ m}^3$
<i>PORTATA ALLO SCARICO</i>	$Q_{umax} = 223.3 \text{ l/s}$
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO IN PROGETTO</i>	Infiltrazione diretta.