



**ALESSANDRO MORO**

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA E AMBIENTALE

**P.zza San Tommaso, 17 -33080 - Fiume Veneto (PN)**

P.Iva - IT 01670800935 - C.F: MROLSN80D18G888Y

tel/fax +39 0434.957574 - cell. +39.349.6047166

skype: alessandro.moro80 - email: alemg@libero.it

- Consulenza Ambientale
- Geologia/Geotecnica
- Terre e rocce da scavo
- Geotermia/Pozzi
- Idrogeologia/Idrologia

## REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA PROVINCIA DI PORDENONE

**PASUT GABRIELLA**

Via Maniago 41/b – San Quirino (PN)

PSTGRL48E50Z103U

---

PAC n. 63a  
DI VIAL TURCO  
COMUNE DI PORDENONE

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

---

Rif. X-5-19

Dr. Geol. Alessandro Moro



- 1 -

## Premessa

Su vostro incarico è stato redatto il seguente studio di compatibilità idraulica finalizzato alla realizzazione del PAC n. 63a ubicato in viale Turco, Comune di Pordenone (PN), censito al foglio 8 – mappali 1248.

L'area è costituita da un lotto occupato da terreno agricolo.

Nel Piano Regolatore Generale vigente l'area è classificata in zona omogenea BC.

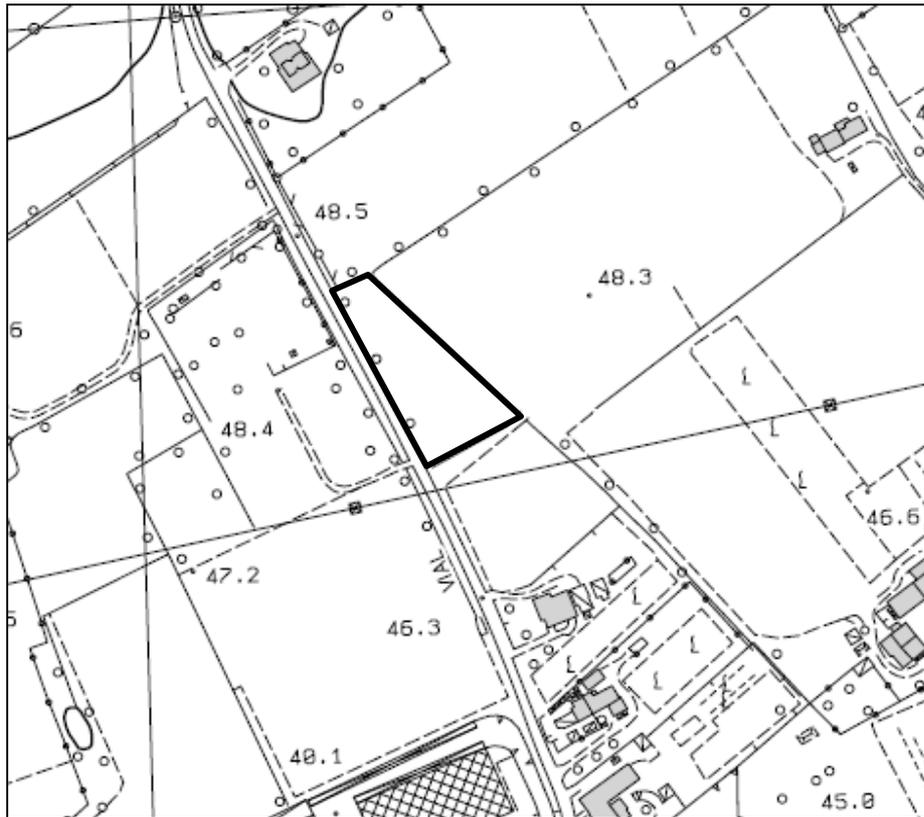
La superficie complessiva dell'area è di circa 3137,5 m<sup>2</sup> (00.31.38 ha).

Lo studio è stato eseguito con riferimento a al Decreto del Presidente della Regione n. 083 del 27/03/2018.

*Inquadramento da foto aerea (fonte Google Earth®)*



*Estratto C.T.R. foglio n.085041-Case la Comina*



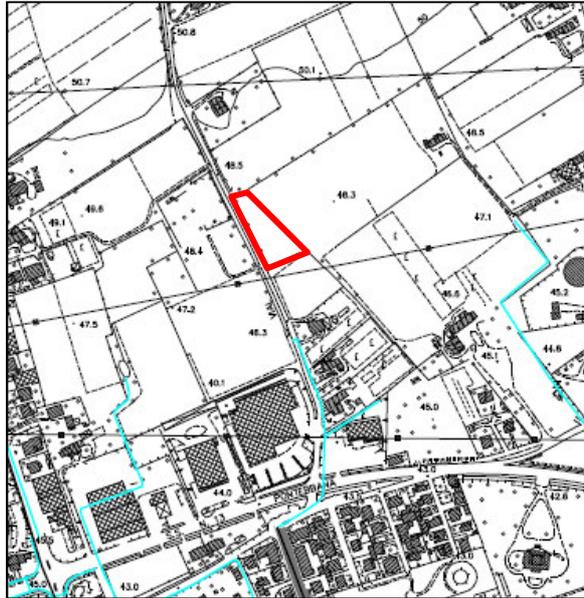
*Estratto mappa Catastale f.8-mapp.1248*





## 2.2 – Vincoli idrogeologici

Da punto di vista idrogeologico, l'area in oggetto non presenta vincoli dovuti al rischio di potenziali alluvioni relativamente alla Carta delle zone allagabili per un evento con  $Tr=100$  anni allegata al P.R.G. Comunale, di cui si riporta un estratto.



## 2.3 – Sistema di drenaggio esistente

L'area in oggetto, allo stato attuale, è costituita da un terreno agricolo in cui non è presente un sistema di drenaggio. Vista la natura prevalentemente ghiaioso sabbiosa del sottosuolo, le precipitazioni meteoriche vengono in gran parte assorbite dal terreno.

## 2.4 – Sistema a valle

Non è presente la rete fognaria lungo viale Turco.

## 2.4 – Ente gestore

L'ente gestore di fossati e scoline è il comune.

- 3 -

## Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative

### 3.1 – Coordinate geografiche

	Latitudine	Longitudine
GAUSS-BOAGA (fuso est)	5094272	2338151

### 3.2 – Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica

I parametri della curva di possibilità pluviometrica, ricavati dal software RainMap per tempo di ritorno di 50 anni sono i seguenti:

$n: 0,30 - n' = 0,40$

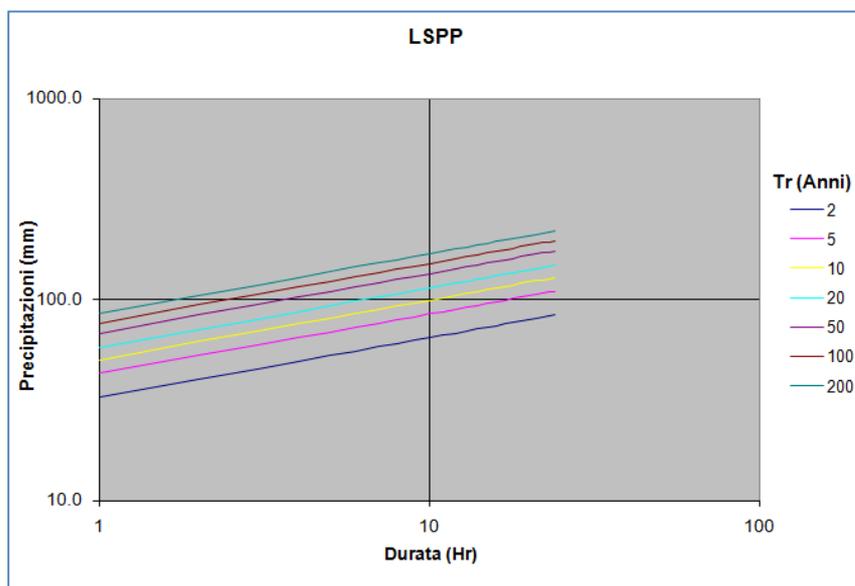
$a: 68,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{h}^{-n}$

Per tempo di ritorno di 200 anni il parametro  $a$  è  $85,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{h}^{-n}$ .

Nelle seguenti valutazioni si prende in considerazione un tempo di ritorno di 200 anni perché è previsto di utilizzare i pozzi perdenti come unica soluzione. Questo perché non ci sono gli spazi per poter realizzare aree di accumulo oltre all'assenza di corpi idrici superficiali e della rete fognaria.

Dal punto di vista geologico l'area si presta all'impiego di dispositivi perdenti vista la presenza di terreno ghiaioso sabbioso, con la profondità della falda freatica che supera i 10 m da piano campagna.

Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP)



### 3.3 – Estensione delle superficie di riferimento S

La superficie di riferimento è di circa 3137,5 m<sup>2</sup> pari a 00.31.38 ha.

### 3.4 – Quota altimetrica

L'area interessata è inserita in un settore di pianura alluvionale caratterizzata da quota assoluta di circa 48÷48,5 m s.l.m.

### 3.5 – Coefficiente di afflusso $\psi$ medio ante operam

Attualmente il sito è occupato da un terreno agricolo per una superficie complessiva di circa 3137,5 m<sup>2</sup>.

Il coefficiente di afflusso della superficie allo stato attuale è:

Tipologia di superficie	Superficie "S" (m <sup>2</sup> )	Coeff. di afflusso ( $\phi$ )	S· $\phi$ (m <sup>2</sup> )
Terreno agricolo incolto	3137,5	0,35	1098,1
<i>Totale</i>	<i>3137,5</i>		<i>1098,1</i>

Il valore medio del coefficiente di afflusso attuale della superficie interessata dall'intervento viene ricavato da:

$$\varphi = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i} = \frac{1098,1}{3137,5} = 0,35$$

### 3.6 – Coefficiente di afflusso $\psi$ medio post operam

Nell'area oggetto si prevede la realizzazione di edifici residenziali con aree di parcheggio e vie di accesso. Pertanto il coefficiente di afflusso post operam sarà

Tipologia di superficie	Superficie "S" (m <sup>2</sup> )	Coeff. di afflusso ( $\phi$ )	S· $\phi$ (m <sup>2</sup> )
Tetto in coppi	844	0,90	759,6
Superficie in cemento	40	0,80	32
Superficie in asfalto	154	0,80	123,2
Superficie drenante	43,5	0,60	26,1
Giardino	2056	0,10	205,6
<i>Totale</i>	<i>3137,5</i>		<i>1146,5</i>

Il valore medio del coefficiente di afflusso della superficie post operam sarà:

$$\varphi = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i} = \frac{1146,5}{3137,5} = 0,37$$

### 3.7 – Livello della significatività della trasformazione ai sensi dell'art.5

La superficie in oggetto è pari a circa 00.31.38 ha (3137,5 m<sup>2</sup>), pertanto il livello di significatività della trasformazione è moderato (1000 m<sup>2</sup> < S ≤ 5000 m<sup>2</sup>).

### 3.8 – Portata unitaria massima ammessa allo scarico e portata totale massima ammessa allo scarico dal sistema di drenaggio

Il sito in esame è ubicato all'interno di un'are prevalentemente agricola in cui non sono presenti le reti di smaltimento delle acque meteoriche. Pertanto una parte degli afflussi meteorici verranno convogliati verso la rete di smaltimento (costituita da pozzi perdenti), mentre la restante parte verrà assorbita dal terreno.

Una stima della portata effluente è stata valutata in base all'intensità di pioggia J considerando come tempo critico il tempo di corrivazione:

$$Q_{eff} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{t_c}$$

$t_c$  è il tempo di corrivazione che può essere ottenuto, secondo il Civil Engineering Department – Università del Maryland (1971), da:

$$t_c = \left[ 26.3 \cdot \frac{\left( \frac{L}{K_s} \right)^{0.6}}{3600^{(1-n)0.4} \cdot a^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}}$$

In cui

- $L$ : lunghezza asta equivalente;
- $K_s$ : indice di scabrezza di Glauckler-Strickler, posto pari a 5 m<sup>1/3</sup>/s per le aree verdi, per il ghiaio e per i fossati; 70 m<sup>1/3</sup>/s per le condotte;
- *coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica*:  $a=85,3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{h}^{-n}$ ,  $n'=0,40$ ;
- $i$ : pendenza, pari a 0,002.

Non essendo presente all'interno dell'area una rete scolante, ma soltanto

ruscellamento diffuso, la lunghezza dell'asta equivalente è stata posta  $L=90$  m pari a circa la lunghezza massima dell'area in esame.

Risolvendo si ottiene un tempo di corrivazione ante operam pari a :

$$t_c = 0,64 \text{ ore} = 2314 \text{ s}$$

tempo che l'acqua impiegherebbe mediamente per raggiungere il confine dell'area.

A 0,64 ore corrisponde una precipitazione di

$$h(t_c) = 71,48 \text{ mm}$$

In base ai dati sopra ricavati si ottiene una portata effluente attuale pari a:

$$Q_{eff,a} = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{t_c} = 33,92 \text{ l/s}$$

Una portata uscita  $Q_{uMAX}$  di  $0,03392 \text{ m}^3/\text{s}$  pari a  $33,92 \text{ l/s}$  corrispondente ad un coefficiente udometrico di  **$u=108,11 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$** .

- 4 -

## Misure compensative

### 4.1 – Metodo idraulico-idrologico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi

Il calcolo dei volumi compensativi è avvenuto utilizzando i seguenti metodi:

- metodo del serbatoio lineare
- metodo delle sole piogge

Nelle due verifiche sono stati considerati i seguenti parametri:

- coefficiente di afflusso ante operam pari a 0,35;
- coefficiente di afflusso post operam pari a 0,37;
- il tempo critico è stato considerato il tempo di corrivazione ante operam e post operam;
- la porta massima in uscita  $Q_{uMAX}$  è stata calcolata come riportato nel paragrafo 3.8, ed è risultata essere pari a circa  $33,92 \text{ l/s}$  ( $0,03392 \text{ m}^3/\text{s}$ ) con un coefficiente udometrico di circa  $108,11 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$ .

#### **4.2 – Volume di invaso ottenuto con il metodo idrologico-idraulico utilizzato**

Il risultato più cautelativo è risultato essere quello ottenuto con il metodo delle sole piogge, corrispondente a circa 57 m<sup>3</sup>.

#### **4.3 – Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione**

Per il volume di invaso di progetto si considera il volume precedentemente calcolato, pari a 57 m<sup>3</sup>.

#### **4.4 – Dispositivi di compensazione e buone pratiche costruttive**

Al fine di mitigare la variazione del coefficiente di afflusso medio dovuto agli interventi, è opportuno prevedere misure compensative tipo:

- Prediligere l'utilizzo di pavimentazioni drenanti
- Vasche di raccolta dell'acqua piovana
- Tubazione di scarico delle acque maggiorata con strozzatura per un lento rilascio.
- Impiego di superfici a lento rilascio
- Pozzi drenanti

Nel caso vengano impiegati dispositivi idraulici costituiti da pozzi drenanti, le modalità operative previste dal regolamento sull'invarianza idraulica al capitolo 12 prevedono che:

1. La soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la distanza della stessa dal fondo dell'opera disperdente deve essere pari ad almeno 2,0 m;
2. non devono sussistere pericoli di instabilità dei suoli e sottosuoli ovvero deve essere preservato il grado di sicurezza di eventuali opere di fondazione presenti (vanno posizionati ad opportuna distanza e/o profondità);
3. le dispersioni nel terreno delle acque meteoriche superficiali non devono causare inquinamenti delle falde acquifere presenti;
4. i terreni devono possedere un adeguato grado di permeabilità idraulica ovvero  $k \geq 10^{-5}$  m/s.

Inoltre al capito 12.1 si indica che *“i dispositivi idraulici possono essere utilizzati come misura compensativa per la laminazione delle piene fino ad un massimo del 50% degli incrementi di portata ovvero i volumi di invaso devono essere utilizzati per almeno il 50% degli incrementi di portata”*. Da indagini eseguite in zona, la falda acquifera è risultata essere a profondità superiore a 10,0 m da piano campagna.

Data la variabilità stagionale del livello freatico si consiglia di verificare la quota del livello statico della falda acquifera prima dell'inizio lavori.

### **Caratteristiche pozzi perdenti**

Al fine di valutare le portate di infiltrazione di un pozzo drenante è stato fatto riferimento alla seguente formula:

$$Q_{out} = C_u \cdot K \cdot r_p \cdot H_w$$

Dove:

$Q_{out}$  = portata allontanata da ogni pozzo drenante;

$r_p$  = raggio del pozzo;

$K$  = coefficiente di permeabilità del terreno;

$H_w$  = livello di pelo libero raggiunto dal pozzo;

$C_u$  = coefficiente adimensionale

$$C_u = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\left( \frac{H_w}{r_p} \right)}{\ln \left( \frac{H_w}{r_p} \right)}$$

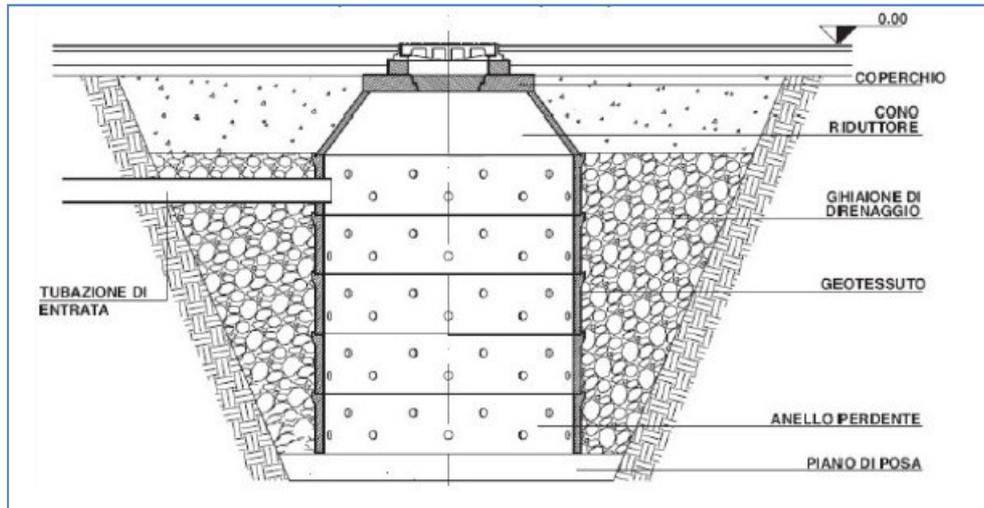
Si valuta di realizzare dei pozzi drenanti con le seguenti caratteristiche:

*Altezza totale: 3,0 m*

*Altezza efficace o livello di pelo libero del pozzo: 2,5 m*

*Raggio del pozzo: 0,75 m*

Esempio di pozzo drenante



Considerando un coefficiente di permeabilità di  $10^{-3}$  m/s (sabbia pulita, sabbia e ghiaia – tabella capitolo 12 del regolamento), la portata dispersa da un pozzo con moto prevalentemente verticale è:

$$Q_{out}=0,0326 \text{ m}^3=32,6 \text{ l/s}$$

mentre il volume di accumulo di un pozzo è:

$$V_p = \pi \cdot r_p^2 \cdot H_w = 4,4 \text{ m}^3$$

Precedentemente è stato calcolato, per il tempo di precipitazione considerato, il volume d'acqua effluente ed il volume da invasare per la laminazione delle portate. Si dovrà dimostrare che il volume di pioggia è inferiore al volume d'acqua smaltito per infiltrazione e temporaneamente invasato dal sistema drenante e dalle condotte di collegamento.

Dovrà essere

$$V_s+V_i+V_t \geq V_p \text{ e quindi } V_p - (V_s+V_i+V_t) \leq 0$$

dove:

$V_p$ = volume di progetto

$V_s$ = volume smaltito per infiltrazione

$V_i$ = volume invasato dai pozzi

$V_t$ = volume invasato nelle tubazioni di collegamento

Per invasare e smaltire il volume d'acqua derivante dalle modifiche alla permeabilità dovute ai nuovi interventi, si propone di realizzare n.5 pozzi drenanti con le dimensioni precedentemente indicate. La portata d'infiltrazione ed il volume d'invaso sarà pari a circa:

$$Q_{\text{tot}} = 32,6 \text{ l/s} * 5 = 163 \text{ l/s}$$

$$V_{\text{tot}} = 4,4 \text{ m}^3 * 5 = 22 \text{ m}^3$$

Considerando il volume relativo a varie durate di pioggia, si verifica che il sistema proposto sarà in grado di invasare temporaneamente e successivamente smaltire il volume critico relativo a precipitazioni con  $T_r=200$  anni.

Tabella per la verifica della condizione  $\Delta V < 0$

T [h]	H [mm]	J [mm/h]	Q <sub>p</sub> [l/s]	Q <sub>s</sub> [l/s]	V <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>s</sub> [m <sup>3</sup> ]	V <sub>i</sub> [m <sup>3</sup> ]	ΔV [m <sup>3</sup> ]
0,46	62,52	135,92	43,8	32,6	72,58	54,01	22	-3,52
0,50	64,65	129,29	41,7	32,6	75,05	58,71	22	-5,75
0,60	69,54	115,89	37,4	32,6	80,72	70,45	22	-11,82
0,70	73,96	105,66	34,1	32,6	85,86	82,19	22	-18,43
0,80	78,02	97,52	31,4	32,6	90,57	93,94	22	-25,46
0,90	81,78	90,87	29,3	32,6	94,94	105,68	22	-32,83
1,00	85,30	85,30	27,5	32,6	99,02	117,42	22	-40,49

<i>T[h] – tempo di pioggia</i>	<i>Q<sub>s</sub>[l/s] – portata smaltita per infiltrazione</i>
<i>H[mm] – altezza di pioggia</i>	<i>V<sub>p</sub>[m<sup>3</sup>] – volume di progetto</i>
<i>J[mm/h] – intensità di pioggia</i>	<i>V<sub>s</sub>[l/s] – volume smaltito per infiltrazione</i>
<i>Q<sub>p</sub>[l/s] – Portata di progetto</i>	<i>V<sub>i</sub>[m<sup>3</sup>] – volume invasato dai pozzi</i>

#### Condizione $V_s + V_i \geq V_p$ verificata

Va evidenziato che nel calcolo dei volumi di compensazione non sono stati considerati i pozzi di decantazione da installare prima di ogni pozzo perdente, le tubazioni ed il velo idrico che comunque si crea sulle superfici.

**I sistemi drenanti dovranno essere dotati di un adeguato piano di manutenzione e la loro funzionalità dovrà essere verificata nel tempo, si dovrà prevedere la posa in opera di un pozzetto di decantazione a monte del sistema disperdente e dovranno**

essere muniti di dispositivo di troppo pieno di sicurezza con un recapito nella rete di smaltimento superficiale (es. scoline) con quota superiore a quella della tubazione entrante.

La portata in uscita dovrà essere pari o inferiore alla  $Q_{uMAX}$ , in assenza di specifiche indicazioni da parte dell'ente gestore.

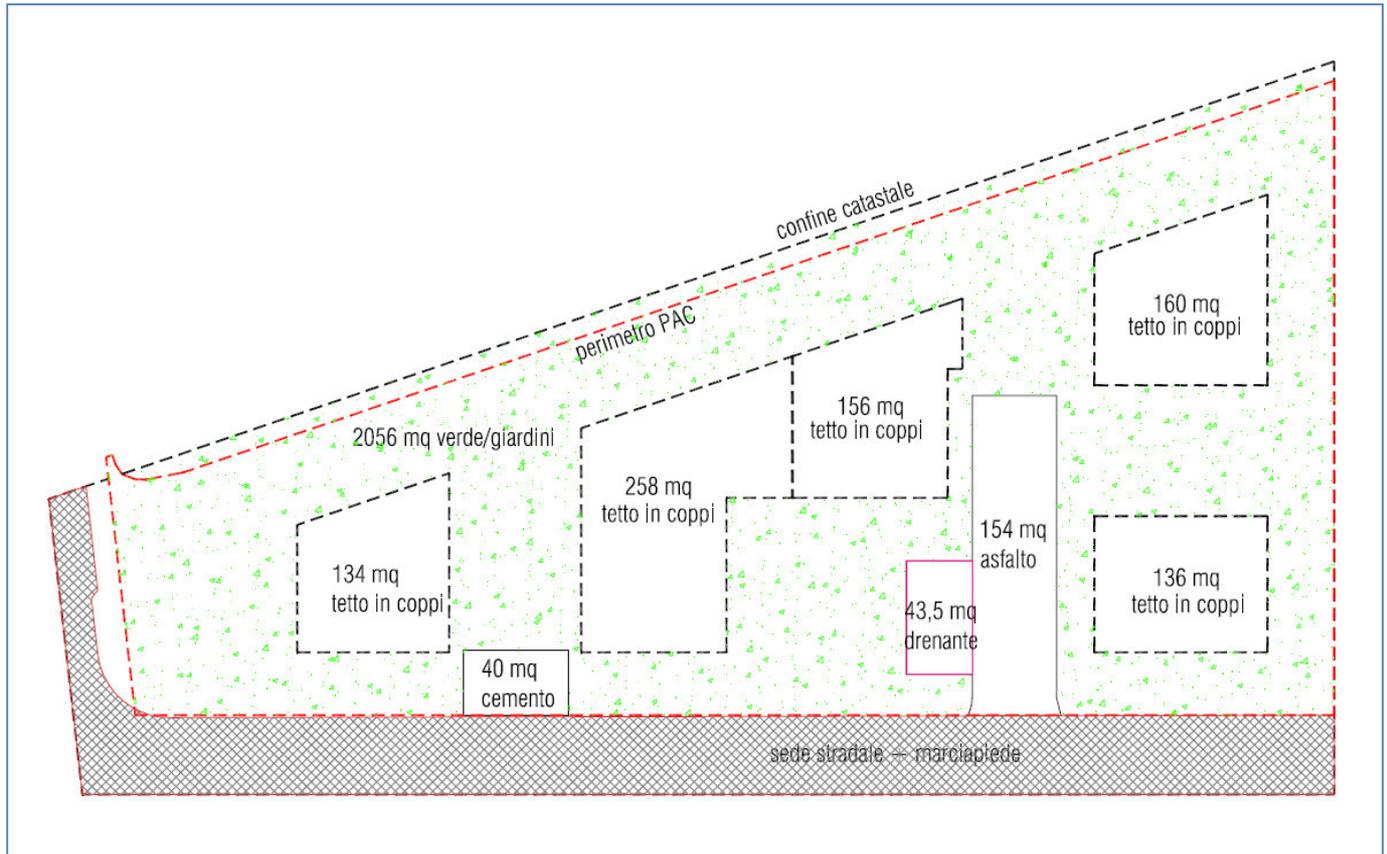
Si allega la planimetria dell'intervento e tabella riassuntiva.

Fiume Veneto, 04 Luglio 2019

Dott. Geol. Alessandro Moro



## Planimetria intervento



<b>Tabella riassuntiva</b>	
<b>Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica</b>	
<b>Nome della trasformazione e sua descrizione</b>	PAC N.63° di vial Turco
<b>Località, comune, provincia</b>	Pordenone, Pordenone, Pordenone
<b>Tipologia della trasformazione</b>	P.A.C.
<b>Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione</b>	Nessun parere
<b>Descrizione delle caratteristiche dei luoghi</b>	
<b>Bacino idrografico di riferimento</b>	Livenza
<b>Presenza di eventuali vincoli PAI che interessano, in parte o totalmente, la superficie di trasformazione S</b>	Nessun vincolo
<b>Sistema di drenaggio esistente</b>	L'area in oggetto, allo stato attuale, è costituita da un terreno agricolo in cui non è presente un sistema di drenaggio. Vista la natura prevalentemente ghiaioso sabbiosa del sottosuolo, le precipitazioni meteoriche vengono in gran parte assorbite dal terreno.
<b>Sistema di drenaggio di valle</b>	Non è presente la rete fognaria lungo viale Turco.
<b>Ente gestore</b>	L'ente gestore di fossati e scoline è il comune.
<b>Coordinate geografiche (GB est e GB ovest) del baricentro della superficie di trasformazione S per la quale viene fatta l'analisi pluviometrica (da applicativo RainMap FVG)</b>	GB Est: Lon 2338151 / Lat 5094272
<b>Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (Tr=50 anni, da applicativo RainMap FVG): a (mm/ora<sup>n</sup>), n, n'</b>	a: 85,3 n: 0,30 n': 0,40
<b>Estensione della superficie di riferimento S espressa in ha</b>	00.31.38
<b>Quota altimetrica media della superficie S (+ mslmm)</b>	48÷48,5 m
<b>Valori coefficiente di afflusso <math>\Psi_{\text{medio}}</math> ANTE OPERAM (%)</b>	0,35
<b>Valori coefficiente di afflusso <math>\Psi_{\text{medio}}</math> POST OPERAM (%)</b>	0,37
<b>Livello di significatività della trasformazione ai sensi dell'art.5</b>	Moderato

<b>Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/s·ha) e portata totale massima ammessa allo scarico (m<sup>3</sup>/s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica</b>	Non risultano vincoli imposti dal gestore-ente competente. Allo stato di fatto le portate risultano: u <sub>MAX</sub> = 108,11 l/s·ha Q <sub>MAX</sub> = 0,03392 m <sup>3</sup> /s
<b>Descrizione delle misure compensative</b>	
<b>Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi</b>	Metodo delle sole piogge
<b>Volume di invaso ottenuto con il metodo idrologico-idraulico utilizzato (m<sup>3</sup>)</b>	57 m <sup>3</sup>
<b>Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m<sup>3</sup>)</b>	57 m <sup>3</sup>
<b>Dispositivi di compensazione</b>	È ipotizzata la realizzazione di n.5 pozzi perdenti con un volume d'invaso pari a circa 22 m <sup>3</sup> portata disperdente di circa 163 l/s.
<b>Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico</b>	La portata in uscita dovrà essere pari o inferiore alla Q <sub>uMAX</sub> in assenza di specifiche indicazioni da parte dell'ente competente alle autorizzazioni allo scarico.
<b>Buone pratiche costruttive</b>	Si dovranno adottare buone pratiche costruttive come indicato al capito 14 del dpr 83/2018 tipo: Prediligere l'utilizzo di pavimentazioni drenanti. Vasche di raccolta dell'acqua piovana. Impiego di superfici a lento rilascio.
<b>Descrizione dell'intervento di mitigazione a seguito della proposta trasformazione</b>	La proposta di trasformazione riguarda la realizzazione di un P.A.C. I sistemi atti a mantenere il rispetto dell'invarianza idraulica dovranno essere definiti nella fase progettuale.