REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA

COMUNE DI REMANZACCO

PROVINCIA DI UDINE

COMMITTENTE:

COMUNE DI REMANZACCO

OGGETTO:

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA FINALIZZATO A RIDURRE IL RISCHIO DI ALLAGAMENTO A MONTE DELL'ABITATO DI SELVIS

FASE:

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

I PROGETTISTI :

dott.ing. Massimo COMUZZI

Dott. Ing. MASSIMO COMUZZI – Laurea Specialistica – Sezione A – Settori: a - b - c – N° 2435 – Ordine degli Ingegneri Prov. di Udine

dott.ing. Fabrizio CIMENTI

Dott. Ing. FABRIZIO CIMENTI – Laurea Specialistica – Sezione A – Settori: a - b - c – N° 2525 – Ordine degli Ingegneri Prov. di Udine

ELABORATO N°

2

ELABORATO :

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

IngGrup

STUDIO DI INGEGNERIA COMUZZI-CIMENTI

dott.ing. **Massimo COMUZZI**
cell: 333 2951774
massimo.comuzzi@inggrup.it

dott.ing. **Fabrizio CIMENTI**
cell: 348 7764249
fabrizio.cimenti@inggrup.it

Via Colloredo, 140 int.6
33037 Pasian di Prato (Ud)
Tel. 0432 690497-680247
Fax 0432 680255
C.F e P.IVA: 02642060301

www.inggrup.it
info@inggrup.it

RIF. PRATICA N°

300

revisione	data	descrizione	redatto	verificato
0	Settembre 2021	Emissione elaborato	fci	mco

INDICE

1. Premessa ..... pag. 1

2. Descrizione delle opere idrauliche oggetto di verifica ..... pag. 2

3. Analisi e modellazione numerica di tipo idrologico finalizzata alla stima delle portate generate a scala di bacino ..... pag. 2

   3.1. Il codice di calcolo EPA-SWMM ..... pag. 2

   3.2 Analisi pluviometrica ..... pag. 3

   3.3 Delimitazione del bacino idrografico e suddivisione in sottobacini ..... pag. 3

   3.4 Calcolo della trasformazione afflussi - deflussi a scala di sottobacino ..... pag. 6

4. Studio idraulico ..... pag. 11

   4.1. Verifica idraulica del collettore 120x100cm ..... pag. 11

   4.2. Verifica idraulica dei sistemi di dispersione ..... pag. 12

5. Conclusioni ..... pag. 15

1. PREMESSA

Ad oggi, la parte dell'abitato di Selvis posta a nord della s.p. n. 48 di Prepotto al manifestarsi di eventi meteorici di una certa intensità viene interessata da fenomeni di allagamento i quali poi si riversano anche sulla stessa s.p., creando forti disagi agli abitanti locali così come precarie condizioni di sicurezza per la circolazione stradale della viabilità provinciale. Tali fenomeni sono riconducili alla particolare ubicazione territoriale nella quale è situato l'abitato: a valle di un esteso comprensorio agricolo fortemente acclive verso lo stesso e privo di elementi di trattenimento delle acque meteoriche di scorrimento superficiale le quali, pertanto, in condizioni di intensa pioggia, si riversano inevitabilmente sull'area residenziale dando così luogo alle citate problematiche di allagamento.

Con il presente progetto si vogliono mitigare tali problematiche e questo mediante la realizzazione di un primo lotto di opere rientrante in un contesto più ampio di intervento che nel suo complesso dovrà prevedere, subito a monte dell'abitato di Selvis, la raccolta delle acque di scorrimento superficiale ed un loro convogliamento verso il torrente Malina mediante la realizzazione di una nuova condotta interrata. La limitazione alla realizzazione di una sola prima parte dell'intervento è dovuta all'attuale indisponibilità di risorse economiche sufficienti per realizzare l'intera opera. Ma quanto qui previsto e riconducibile alla realizzazione della parte iniziale della dorsale interrata con specifica funzione drenante, permetterà fin da subito di avere dei benefici nei confronti soprattutto delle abitazioni poste a nord-est dell'abitato che ad oggi sono ritenute quelle più suscettibili ai fenomeni di allagamento. In futuro, con nuove disponibilità economiche si potrà completare l'intervento realizzando prima il collegamento al ricettore finale quale il Malina per poi proseguire con le opere funzionali a raccogliere le acque sia della campagna prossima a viale del Sole, sia di quella posta più ad ovest rispetto al punto di captazione previsto dal presente progetto. Il collettore in progetto, infatti, è previsto dimensionato idraulicamente con sezione utile al trasporto della portata idrica di tutto il bacino, mentre temporaneamente, in attesa di un suo collegamento con un ricettore finale, si andrà a sfruttare la sua capacità di infiltrazione per portare un beneficio immediato alle problematiche in corso. In attesa del completamento degli interventi, le acque eccedenti le capacità di infiltrazione del collettore continueranno a produrre allagamenti all'area di campagna, a quella residenziale ed alle viabilità, benché in entità minore a quelli attuale.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IDRAULICHE OGGETTO DI VERIFICA

Le opere idrauliche previste nel presente progetto con valenza idraulica ed oggetto di verifica sono le seguenti:

- collettore a sezione rettangolare con dimensioni (bxh) 120x100cm;
- sistema di infiltrazione del collettore drenante.

3. ANALISI E MODELLAZIONE NUMERICA DI TIPO IDROLOGICO FINALIZZATA ALLA STIMA DELLE PORTATE GENERATE A SCALA DI BACINO

Obiettivo della modellazione numerica di tipo idrologico è quello di simulare i processi che coinvolgono la generazione dei deflussi, ovvero del ruscellamento superficiale, a scala di bacino idrografico al fine di ottenere uno strumento idoneo per la gestione e la salvaguardia del territorio nei confronti di eventi pluviometrici particolarmente intensi.

Oggi giorno sarebbe difficile pensare ad una pianificazione a scala di bacino idrografico senza l'ausilio della modellazione numerica; i modelli di tipo idrologico - idraulico sono infatti diventati nel corso degli ultimi decenni uno strumento indispensabile per affrontare problematiche relative alla gestione di eventi alluvionali. Fino ad ora si è parlato dei modelli numerici esclusivamente come strumento di gestione, intendendo tuttavia implicitamente anche il ruolo che essi possiedono come indispensabile supporto alla progettazione e verifica di tutte quelle opere strutturali atte alla salvaguardia e protezione idraulica del territorio.

In particolare, nel presente paragrafo saranno esposte sia le teorie che stanno alla base delle metodologie di calcolo utilizzate dal codice di calcolo adottato, sia le fasi che hanno riguardato la realizzazione di un modello numerico in grado di simulare i processi di trasformazione afflussi - deflussi al fine di quantificare le portate generate dall'area oggetto di studio in occasione di precipitazioni caratterizzate da elevati tempi di ritorno (TR).

3.1 Il codice di calcolo EPA-SWMM

Le simulazioni numeriche sono state eseguite utilizzando EPA - SWMM (versione 5.1.012), codice di calcolo di dominio pubblico e messo a punto dall'Agenzia di Protezione Ambientale Statunitense (EPA - Environmental Protection Agency), che permette di simulare in maniera particolareggiata e semi - distribuita il comportamento idraulico di un sistema di drenaggio (sia esso costituito indifferentemente da canali a cielo aperto oppure

da una rete fognaria) e delle superfici scolanti (bacini e sottobacini) ad esso afferenti a seguito di eventi meteorici storici o di progetto. Il codice di calcolo EPA - SWMM è strutturato in due principali moduli di calcolo, accoppiati tra loro e aventi le seguenti funzioni:

- Modulo idrologico, deputato alla simulazione a scala di bacino/sottobacino della trasformazione afflussi - deflussi, dei processi di infiltrazione, di ritenzione nelle depressioni superficiali del terreno, dello scorrimento superficiale e dell'ingresso dei deflussi di piena nel reticolo drenante.
- Modulo idraulico, deputato alla simulazione della propagazione dei deflussi di piena (generati a scala di bacino/sottobacino) all'interno dei collettori a sezione chiusa e/o aperta impiegando le equazioni complete di Saint Venant.

Per la realizzazione del modello numerico di tipo idrologico è stato utilizzato il seguente schema logico, il quale prevede le seguenti fasi:

1. Individuazione della pioggia di progetto (ietogramma) con tempo di ritorno (TR) rispettivamente di 10, 50 e 100 anni, con i parametri pluviometrici calcolati utilizzando RainMapFVG;
2. Suddivisione del bacino in sottobacini;
3. Schematizzazione di ciascun sottobacino (approccio concettuale);
4. Calcolo della trasformazione afflussi - deflussi per ogni singolo sottobacino (modulo idrologico).

Nel prosieguo saranno esplicitate le fasi precedentemente riportate.

3.2 Analisi pluviometrica

Per l'analisi statistica delle precipitazioni è stato utilizzato il software RainMapFVG che ha consentito di stimare le curve di possibilità pluviometrica (CPP), ed i relativi parametri associati a ed n (Figura 1), per l'area oggetto di studio in funzione di differenti tempi di ritorno (TR).

3.3 Delimitazione del bacino idrografico e suddivisione in sottobacini

L'individuazione e perimetrazione sulla Carta Tecnica Regionale Numerica al 5000 dello spartiacque superficiale che delimita il bacino idrografico (ovvero di tutta quella porzione di territorio i cui deflussi superficiali saranno naturalmente convogliati verso gli

interventi in progetto) è risultata essere agevole considerando la particolare collocazione territoriale dell'area oggetto di studio delimitata a nord dalla massicciata della linea ferroviaria Udine - Cividale del Friuli, ad est e ad ovest dalla viabilità ordinaria, a sud dalla

Parametri LSPP							
n	0.31						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	*5*	*10*	*20*	*50*	*100*	*200*
a	34.4	45.6	53.5	61.7	73.1	82.2	91.9

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	***Tempo di ritorno (Anni)***						
	2	*5*	*10*	*20*	***50***	*100*	*200*
1	34.4	45.6	53.5	61.7	**73.1**	82.2	91.9
2	42.8	56.6	66.5	76.6	**90.7**	102.0	114.0
3	48.5	64.2	75.4	86.9	**102.9**	115.8	129.4
4	53.1	70.2	82.5	95.1	**112.6**	126.7	141.6
5	56.9	75.3	88.4	101.9	**120.7**	135.8	151.8
6	60.2	79.7	93.6	107.9	**127.8**	143.7	160.6
7	63.2	83.6	98.2	113.2	**134.0**	150.8	168.5
8	65.9	87.1	102.4	118.0	**139.7**	157.2	175.7
9	68.4	90.4	106.2	122.4	**145.0**	163.1	182.3
10	70.6	93.4	109.8	126.5	**149.8**	168.5	188.4
11	72.8	96.2	113.1	130.4	**154.3**	173.6	194.1
12	74.8	98.9	116.2	133.9	**158.6**	178.4	199.4
13	76.7	101.4	119.2	137.3	**162.6**	182.9	204.4
14	78.5	103.8	121.9	140.5	**166.4**	187.2	209.2
15	80.2	106.0	124.6	143.6	**170.0**	191.3	213.8
16	81.8	108.2	127.1	146.5	**173.5**	195.2	218.1
17	83.3	110.2	129.6	149.3	**176.8**	198.9	222.3
18	84.8	112.2	131.9	152.0	**180.0**	202.5	226.3
19	86.3	114.1	134.1	154.6	**183.0**	205.9	230.1
20	87.7	116.0	136.3	157.1	**186.0**	209.2	233.8
21	89.0	117.7	138.4	159.5	**188.8**	212.4	237.4
22	90.3	119.5	140.4	161.8	**191.6**	215.5	240.9
23	91.6	121.1	142.4	164.1	**194.3**	218.5	244.2
24	92.8	122.8	144.3	166.3	**196.9**	221.5	247.5

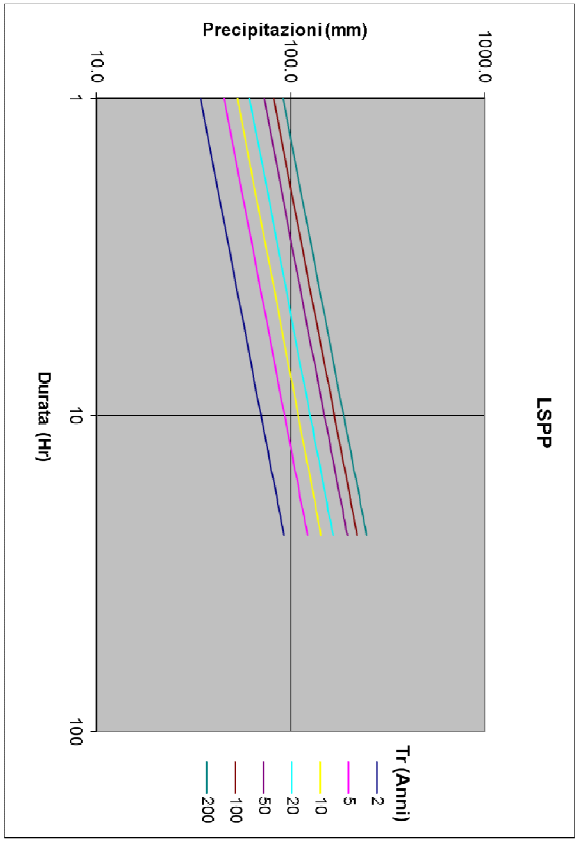


Figura 1: Curve di possibilità pluviometrica (CPP) relative all'area oggetto di studio ottenute per mezzo del software RainMapFVG

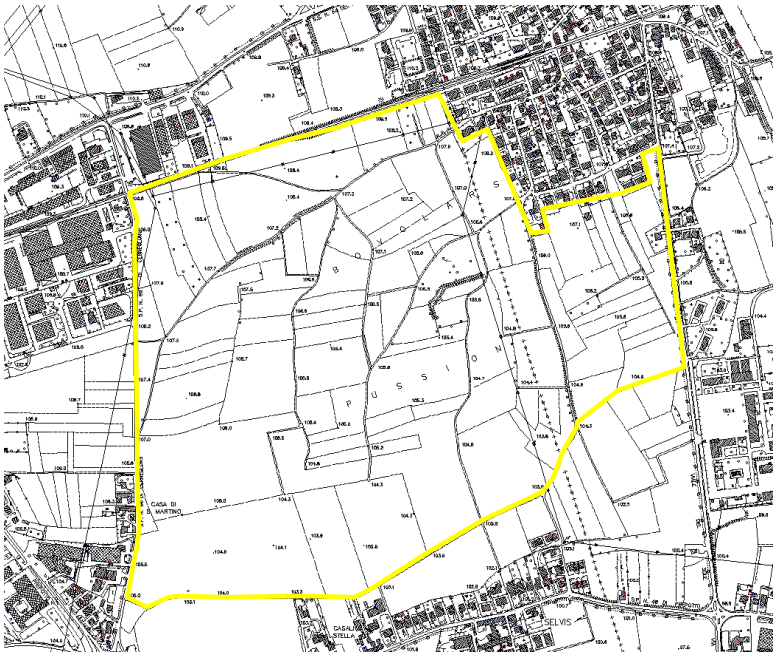


Figura 2: Definizione dei limiti del bacino idrografico relativo all'area oggetto di studio

viabilità campestre e secondaria esistente. In Figura 2 si riporta l'immagine relativa alla perimetrazione del bacino idrografico individuato. Definiti i limiti del bacino idrografico si è voluto raffinare ulteriormente l'analisi geomorfologica del territorio andando ad individuare anche i sottobacini al fine di poter simulare in modo semi-distribuito il ruscellamento superficiale presso ognuna delle sezioni di chiusura associate ad ogni singolo sottobacino. L'analisi geomorfologica è stata eseguita con un codice di calcolo di libero utilizzo (TAS - Terrain Analysis System). In particolare, sono stati individuati sei sottobacini, a monte degli interventi in progetto, rispettivamente indicati come Bacino A, B, C, Y, D, E (Figura 3). L'estensione areale di ogni singolo sottobacino risulta essere la seguente: Bacino A (16,8 ha), Bacino B (36,4 ha), Bacino C (4 ha), Bacino Y (32,5 ha), Bacino D (4,2 ha), Bacino E (16,9 ha).

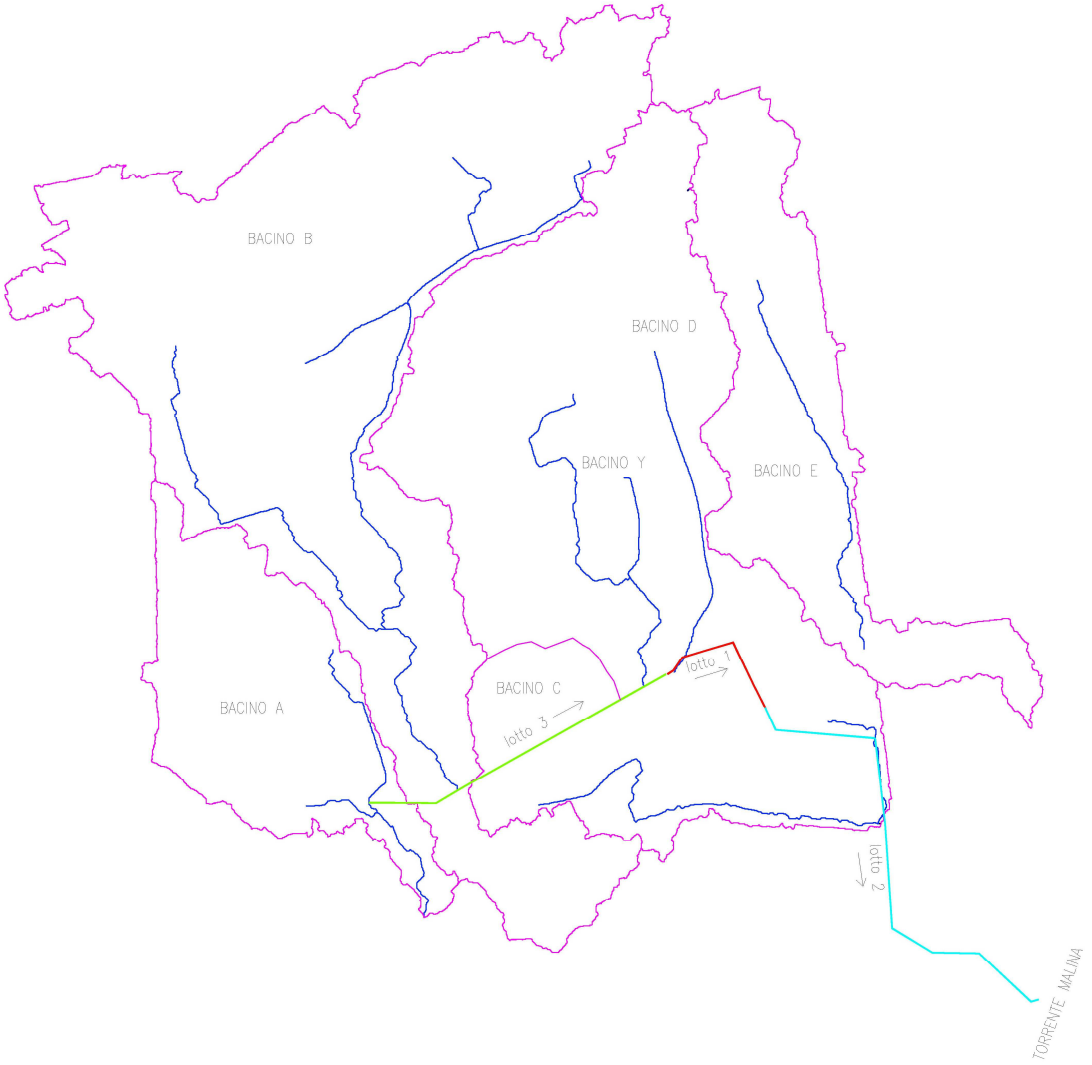


Figura 3: Definizione dei sottobacini idrografici (A, B, C, Y, D, E) relativo all'area oggetto di studio

3.4 Calcolo della trasformazione afflussi - deflussi a scala di sottobacino

Il codice di calcolo EPA-SWMM schematizza un bacino come una falda piana rettangolare, la cui pendenza media è quella in direzione perpendicolare alla sua larghezza, ovvero parallela alla direzione dello scorrimento superficiale. Il generico bacino viene idealmente suddiviso in tre aree, A1, A2 e A3 (Figura 4), che simulano, rispettivamente, la superficie impermeabile con ritenzione nelle depressioni superficiali del terreno, quella impermeabile senza ritenzione e la superficie permeabile.

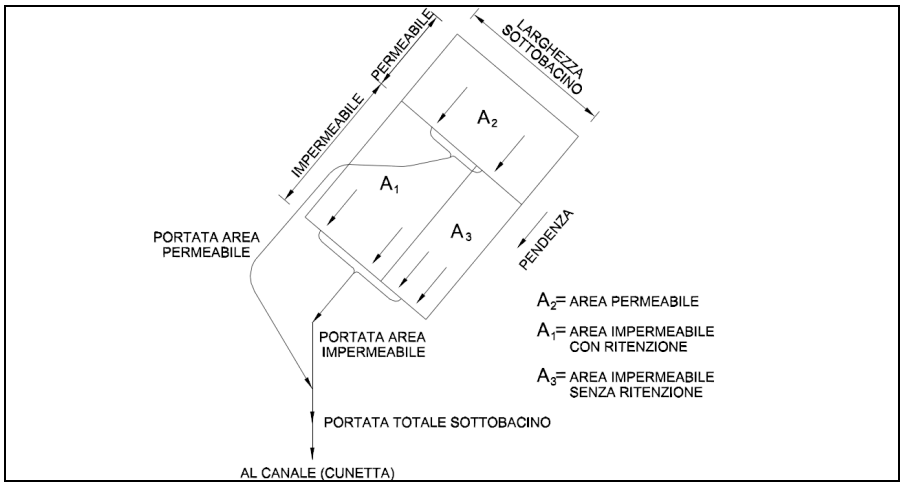


Figura 4: Schematizzazione dei sottobacini (A1+A2+A3=S, con S superficie totale del bacino)

Definite le caratteristiche geometriche del bacino, il meccanismo di trasformazione afflussi - deflussi viene simulato schematizzando ogni area che compone il generico bacino come un serbatoio non lineare, ovvero accoppiando l'equazione di continuità con l'equazione di Manning. L'equazione di continuità può essere scritta come:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{d(S\mathrm{d})}{dt} = S\frac{d\mathrm{d}}{dt} = Si^* - Q \qquad (1)$$

nella quale V = *S*d rappresenta il volume d'acqua sull'area di superficie S (dove S può assumere i valori A1, A2 o A3, a seconda dell'area in esame), d il tirante idrico, *i** l'intensità netta di pioggia (pari all'intensità di pioggia meno l'aliquota d'acqua evaporata e infiltrata), e Q la portata in uscita, che può essere espressa con l'equazione di moto uniforme:

$$Q = \frac{1}{n_M} AR^{2/3} p^{1/2} \qquad (2)$$

dove n_M è il coefficiente di scabrezza di Manning, *p* è la pendenza media del sottobacino ed *A* è la sezione liquida, data da:

$$A = W(\mathrm{d} - \mathrm{d}_p) \tag{3}$$

avendo indicato con *W* la larghezza dell'area nel sottobacino considerato e con d_p la profondità delle depressioni superficiali, come mostrato nella Figura 5.

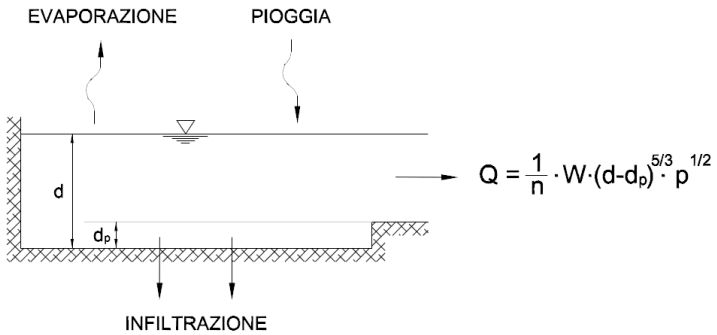


Figura 5: Modello del serbatoio non lineare per la schematizzazione del processo di trasformazione afflussi - deflussi in ogni sottobacino

Combinando opportunamente le equazioni sopra riportate si ottiene l'equazione del serbatoio non lineare la cui soluzione avviene numericamente alle differenze finite utilizzando la tecnica di Newton - Raphson (per ulteriori dettagli si rimanda ai testi specializzati).

Al fine di determinare il quantitativo di precipitazione netta (ovvero il valore al netto delle perdite idrologiche, come ad esempio l'infiltrazione) si è adottato il modello di infiltrazione di Green - Ampt e per la stima dei parametri richiesti da tale metodo si è fatto riferimento alla carta dei suoli disponibile sul sito web dell'Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (ERSA) al fine di poter stimare i parametri necessari per la modellazione dei processi di infiltrazione ovvero per la determinazione della precipitazione efficace. Come si evince dalla Figura 6 ed in accordo con quanto reperibile dal sito web www.ersa.fvg.it i suoli ricadenti all'interno dell'area oggetto di studio sono classificati come:

U.C. B2 - Porzioni prossimali dei conoidi e settore di sud-est del sistema tilaventino

FLA2 - Suoli Flaibano franchi ghiaiosi, moderatamente profondi
Chromi-Endoskeletic Cambisols
Suoli franchi o franco-limosi, con scheletro frequente, neutri, piuttosto eccessivamente drenati.

FLA1 - Suoli Flaibano franchi molto ghiaiosi, sottili
Calcari-Aric Regosols
Suoli franchi, con scheletro abbondante, subalcalini, eccessivamente drenati.

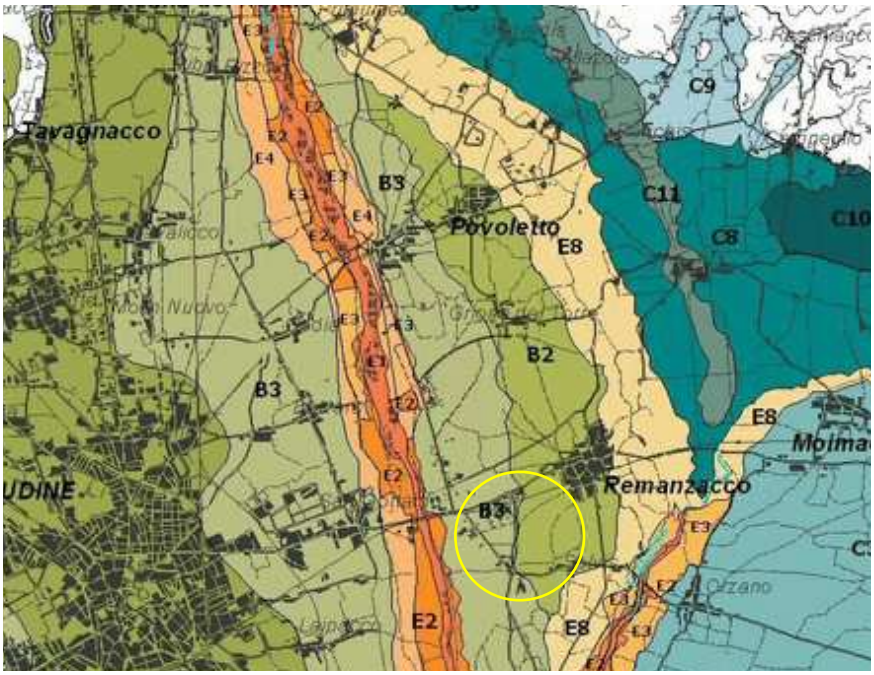


Figura 6: Carta dei suoli del Friuli - Venezia Giulia (fonte: ERSA FVG)

dove con il termine franco si intende un terreno dalla composizione intermedia, ovvero dove nessuna frazione (argilla, limo, sabbia) prevale con le sue caratteristiche sulle altre. Sulla base di tali informazioni in fase di modellazione è stato assunto in prima approssimazione un terreno con caratteristiche assimilabili, in accordo con la classificazione riportata in Tabella 1, come *Loam*.

Tabella 1: Valori relativi ai principali parametri coinvolti nei processi d'infiltrazione (Rawls and Brakensiek, 1983)

USDA Textural Classification	Total Porosity/Saturation θ_s (cm^3/cm^3)	Effective Porosity/Saturation θ_e (cm^3/cm^3)	Field Capacity Saturation θ_f (cm^3/cm^3)	Wilting Point Saturation θ_{wp} (cm^3/cm^3)	Residual Saturation θ_r (cm^3/cm^3)	Bubbling Pressure Geometric Mean ψ_b (cm)	Pore Size Distribution Arithmetic Mean λ (cm/cm)	Saturated Hydraulic Conductivity (multiply by 0.5 for GA methods) K_s (cm/h)	Wetting Front Suction Head (Capillary Head) ψ_f (cm)
Sand	0.437	0.417	0.091	0.033	0.02	7.26	0.694	23.56	4.95
Loamy sand	0.437	0.401	0.125	0.055	0.035	8.69	0.553	5.98	6.13
Sandy loam	0.453	0.412	0.207	0.095	0.041	14.66	0.378	2.18	11.01
Loam	0.463	0.434	0.27	0.117	0.027	11.15	0.252	1.32	8.89
Silt loam	0.501	0.486	0.33	0.133	0.015	20.79	0.234	0.68	16.68
Sandy clay loam	0.398	0.330	0.255	0.148	0.068	28.08	0.319	0.30	21.85
Clay loam	0.464	0.390	0.318	0.197	0.075	25.89	0.242	0.20	20.88
Silty clay loam	0.471	0.432	0.366	0.208	0.040	32.56	0.177	0.20	27.30
Sandy clay	0.430	0.321	0.339	0.239	0.109	29.17	0.223	0.12	23.90
Silty clay	0.479	0.423	0.387	0.250	0.056	34.19	0.150	0.10	29.22
Clay	0.475	0.385	0.396	0.272	0.090	37.30	0.165	0.06	31.63

I principali parametri e relativi valori impiegati per la simulazione dei processi di trasformazione afflussi - deflussi per mezzo del codice di calcolo EPA - SWMM sono riassunti nella Tabella 2.

Tabella 2: Principali parametri ed associati valori adottati nelle simulazioni

PARAMETRO	SOTTOBACINI A, B, C, Y, D, E
Area [ha]	4-36,4
Frazione area impermeabile [%]	0
Pendenza media [%]	0,4-0,6
Width [m]	200-450
Scabrezza superficiale [Manning]	0,15
Initial deficit	0,22
K [mm/h]	6,6
Suction Head [mm]	88,9
Volume piccoli invasi [mm]	15

Sono state effettuate simulazioni adottando ietogrammi di tipo costante (rettangolare) aventi differenti durate al fine di individuare il cosiddetto evento critico, ovvero stimare la massima portata generata dall'intera area oggetto di studio per precipitazioni aventi un tempo di ritorno (TR) di 10, 50 e 100 anni. I risultati hanno dimostrato come i valori di massima portata risultino essere associati ad una precipitazione avente durata (Tp) di circa 120 minuti (2 ore). In particolare, nei grafici di Figura 7, Figura 8 e Figura 9 si riportano gli idrogrammi delle portate di piena simulati per i sottobacini A, B, C, Y, D, E per una precipitazione della durata (Tp) di 2 ore associata rispettivamente ad un tempo di ritorno (TR) di 10, 50 e 100 anni.

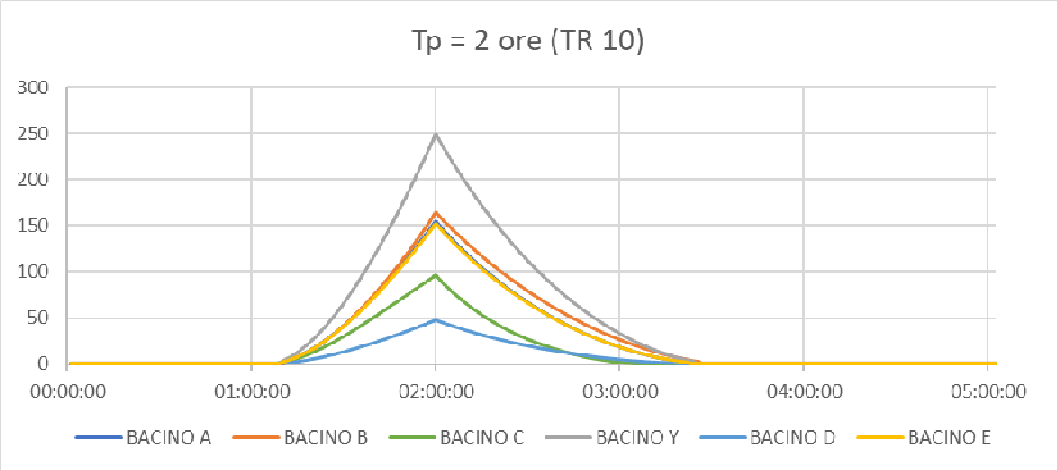


Figura 7: Idrogramma delle portate di piena (l/s) generate dai sottobacini A, B, C, Y, D, E associate a precipitazioni di durata 2 ore (Tp = 2 ore) e tempo di ritorno 10 anni (TR 10)

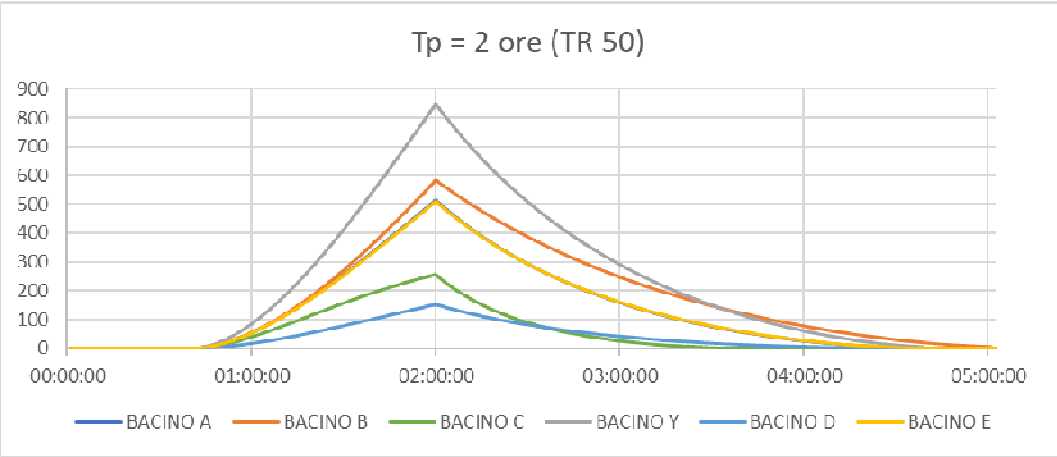


Figura 8: Idrogramma delle portate di piena (l/s) generate dai sottobacini A, B, C, Y, D, E associate a precipitazioni di durata 2 ore (Tp = 2 ore) e tempo di ritorno 50 anni (TR 50)

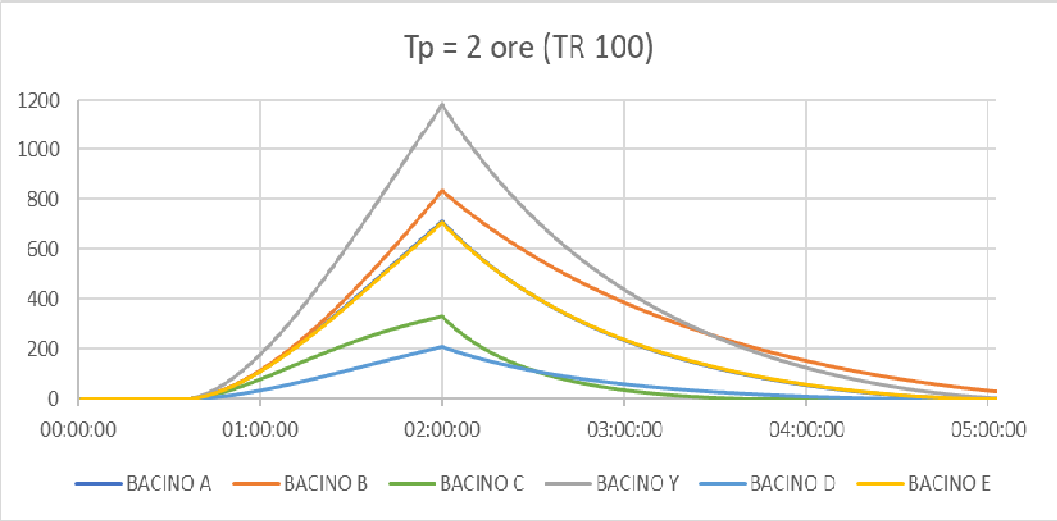


Figura 9: Idrogramma delle portate di piena (l/s) generate dai sottobacini A, B, C, Y, D, E associate a precipitazioni di durata 2 ore (Tp = 2 ore) e tempo di ritorno 100 anni (TR 100)

Dalle valutazioni idrologiche in premessa, i massimi valori di portata per i diversi sottobacini per i diversi tempi di ritorno (TR) si raggiungono con un tempo di corrivazione (Tc) quasi sempre di 2 ore. Al fine di renderli confrontabili tra loro ed assumendo Tp=2 ore, i valori di portata di piena sono i seguenti:

Sottobacino	TR 10 (l/s)	TR 50 (l/s)	TR 100 (l/s)
A	155	514	712
B	163	584	834
C	96	255	327
Y	249	847	1.185
D	47	152	208
E	152	508	705
TOTALE	862	2.860	3.971

4. STUDIO IDRAULICO

Di seguito si procede alla verifica del collettore in progetto e del sistema di infiltrazione.

4.1. Verifica idraulica del collettore 120x100cm

Il collettore viene dimensionato per lo scolo futuro delle portate anche del bacino ovest che contribuisce alle attuali problematiche idrauliche. Nel futuro andranno quindi attuati dei lavori atti a raccogliere e drenare tali acque verso il collettore stesso.

Con riferimento alla già riportata pianta dei bacini, si prevede nel futuro di drenare attraverso il presente collettore i seguenti sottobacini: *A+B+C+Y+D*

In base alle valutazioni idrologiche sopra condotte, i valori delle portate di riferimento per i diversi tempi di ritorno (TR) per detti sottobacini, sono i seguenti:

TR 10 (l/s)	TR 50 (l/s)	TR 100 (l/s)
710	2.352	3.266

Sottobacini A+B+C+Y+D

Il codice di calcolo EPA-SWMM consente di modellare anche il reticolo idraulico ma in questa fase preliminare si utilizza la formula di moto uniforme demandano l'impiego di tale strumento quando sarà da progettare il collegamento con il torrente Malina.

La capacità di trasporto delle portate del collettore in progetto viene stimata applicando la formula di moto uniforme nella forma proposta da Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

avendo indicato con:

Q : la portata che defluisce nella sezione oggetto di verifica (incognita);

K_s : coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, pari a $m^{1/3} \cdot s^{-1}$ (cls=80);

A : area della sezione liquida, in m^2;

R_H : raggio idraulico della sezione liquida (espresso in metri) dato dal rapporto tra l'area *A* ed il perimetro bagnato *P*;

i : pendenza del fondo che in base al profilo di progetto varia tra 0,50% e 0,71%. Per sicurezza si assume il valore minimo di 0,50%.

Il conseguente valore della portata massima smaltibile dal collettore 120x100cm è il seguente:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i} = 3{,}53 \text{ mc/s} \rightarrow 3.530 \text{ l/s}$$

Per i diversi tempi di ritorno (TR) si hanno i seguenti margini di sicurezza:

	Q_{max} [m^3/s]	$Q_{progetto}$ [m^3/s]	F.S.
TR 10 anni	3,53	0,71	4,97
TR 50 anni	3,53	2,35	1,50
TR 100 anni	3,53	3,27	1,07

avendo indicato con Q_{max} la portata liquida massima teoricamente smaltibile dalla sezione, mentre F.S. rappresenta il fattore di sicurezza per lo specifico tempo di ritorno (TR) dato dal rapporto tra la portata massima smaltibile Q_{max} e quella di progetto Q_{prog} calcolata al paragrafo precedente.

Per quanto sopra si ritiene che il collettore sia correttamente dimensionato per le portate di progetto.

4.2. Verifica idraulica dei sistemi di dispersione

Il collettore viene dimensionato per l'infiltrazione del solo sottobacino di scolo attuale che è il seguente: *Y+D*

Le conseguenti portate di progetto sono queste:

TR 10 (l/s)	TR 50 (l/s)	TR 100 (l/s)
296	999	1.393

Sottobacini Y+D

Capacità di infiltrazione dei terreni

I sistemi di infiltrazione verranno realizzati con l'impiego di materiale ghiaioso altamente permeabile costituito da media e grossa pezzatura di ciottoli lavati. In letteratura, la permeabilità della ghiaia con la quale verrà realizzata la trincea drenante assume dei valori compresi nel seguente intervallo:

$$10^{-1} \text{ m/s} < k < 10^{-3} \text{ m/s}$$

Per il caso di nostro interesse si assumerà un valore intermedio, ovvero:

***k1* = 0,03 m/s**

La capacità di infiltrazione del terreno naturale posto a lato del materiale ghiaioso dovrà essere studiata nelle fasi successive della progettazione con prove sperimentali di permeabilità dal dott. Maurizio Pivetta. In mancanza di tali dati si assume qui un valore di letteratura per il terreno naturale profondo a contatto con la trincea drenante pari a **k2 = 0,0015 m/s**.

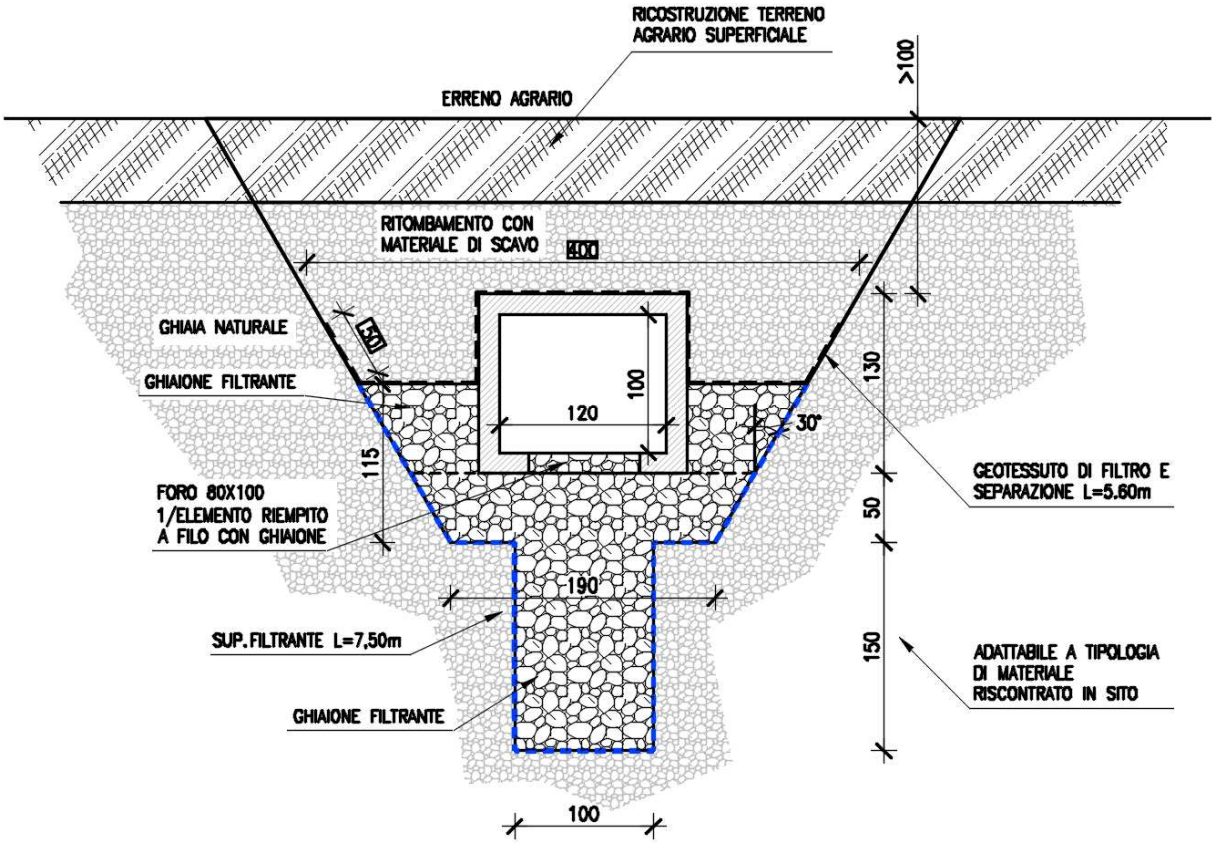
K	Descrizioni	m/s
k1	ghiaione lavato di riporto	0,03
k2	terreno naturale profondo	0,0015

Tabella riepilogo permeabilità

Il sistema disperdente è rappresentato dalla sezione del collettore con dimensioni in pianta per altezza 120x100cm alla cui base vengono ricavate delle finestre disperdenti con sezione 80x100cm, una ogni elemento scatolare di lunghezza 200cm. Le finestre di apertura sui giunti non vengono considerate ma incrementano la sicurezza.

L'infiltrazione avviene quindi attraverso questi due passaggi:

1) scatolare-ghiaione con superfice di contatto ➔ 0,80x1,00 / 2,00 = 0,40 mq/ml
2) ghiaione-terreno naturale ➔ 6,50 mq/ml



Considerando i valori di permeabilità di cui sopra è possibile stimare la portata di infiltrazione per unità di lunghezza del collettore come segue:

- Q1 = infiltrazione tra scatolare e ghiaione;
- Q2 = infiltrazione tra ghiaione e terreno naturale.

Il valore unitario di infiltrazione è in questo modo stimabile come il minore delle capacità di infiltrazione tra i due valori di cui sopra (si considera una interazione efficace tra ghiaione e terreno in via precauzionale di 6,50 m rispetto ai 7,50 m reali).

S1 (mq)	S2 (mq)	K1 (m/s)	K2 (m/s)	Q1 (mc/s)	Q2 (mc/s)	**Qminore (mc/s)**
0,4	6,5	0,03	0,0015	0,012	0,010	**0,010**

Teoricamente, per la lunghezza del collettore previsto in progetto nella sua parte drenante e stimata in circa 221,00ml (pari alla lunghezza dell'intero intervento di circa 237,50ml alla quale detrarre la parte non drenante di 16,50ml e relativa al superamento

dell'interferenza di intersezione con la linea SIOT) il conseguente valore di infiltrazione risulta essere il seguente:

$$0{,}010 \text{ (mc/s)/m} \times 221 \text{ m} = 2{,}21 \text{ mc/s}$$

In via cautelativa si assume a medio termine per effetto del calo di permeabilità del terreno un valore pari al 35% di quello stimato e quindi di 0,78 mc/s.

Per i diversi tempi di ritorno (TR) si hanno i seguenti margini di sicurezza:

	Q_{max} [mc/s]	$Q_{progetto}$ [mc/s]	F.S.
TR 10 anni	0,78	0,30	2,60
TR 50 anni	0,78	1,00	0,78
TR 100 anni	0,78	1,39	0,56

Per quanto sopra si ritiene che la funzione di infiltrazione del collettore possa portare assoluti benefici alle problematiche di allagamento in atto anche se per il solo bacino di riferimento, ma con solo attenuazione degli allagamenti per eventi con TR superiori a 10 anni il tutto in base agli interventi manutentivi che verranno condotti ed al grado di conservazione delle capacità di infiltrazione del sistema.

5. CONCLUSIONI

Il presente intervento è rivolto alla mitigazione degli effetti di scorrimento delle acque superficiali che comportano problematiche di allagamento alle zone residenziali di Selvis.

Il collettore previsto nel presente progetto è stato dimensionato per poter trasportare ad un nuovo ricettore finale tutte le portate del bacino mentre temporaneamente il suo beneficio sarà limitato alla sua capacità infiltrativa nel terreno.

Per le valutazioni idrauliche sopra riportate, i benefici di infiltrazione sono ben evidenti per eventi con tempi di ritorno (TR) inferiori a 10 anni e sono limitati per eventi con

tempi di ritorno (TR) superiori. Con lo scopo di migliorare in questa fase transitoria i benefici delle opere progettate si raccomanda:

1) di realizzare un corretto scolo delle acque lungo la viabilità privata esistente atta ad intercettare le stesse e convogliarla verso il collettore in progetto (attività da prevedersi a cura del privato);
2) di mantenere il bacino di accumulo ed infiltrazione presente a monte dei muretti di recinzione dei privati con il beneficio di laminazione delle portate da destinare al nuovo collettore. Saranno pertanto da destinare al collettore in progetto le sole eccedenze idriche che producono allagamenti e disagi a sud dei muretti di recinzione attuali;
3) una corretta manutenzione e pulizia dei sedimenti depositati lungo il collettore.

Si precisa che l'intervento in progetto porterà un giovamento alle problematiche di allegamento che interessano l'abitato di Selvis favorendo l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque che ne sono causa e quindi andando a ridurre gli attuali trianti idraulici che interessano la zona, rendendolo di fatto compatibile con le norme di attuazione del PAI relative alla zona di Pericolosità Idraulica Moderata P1 quale risulta essere classificato il contesto di interesse.

Pasian di Prato, lì Settembre 2021

i Progettisti

dott. ing. Massimo COMUZZI

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI UDINE
Dott. Ing.
MASSIMO COMUZZI
Laurea Specialistica
Sezione A
Settori: a - b - c
N° 2435

dott. ing. Fabrizio CIMENTI

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. DI UDINE
Dott. Ing.
FABRIZIO CIMENTI
Laurea Specialistica
Sezione A
Settori: a - b - c
N° 2525