DOTT. TOMASO INVERNIZZI **INGEGNERE**

Via D. Alighieri, 1 347-1208886

23819 PRIMALUNA (LC) e-mail: invernizzitomaso@gmail.com

FEBBRAIO 2021

COMUNE DI PREMANA
PROVINCIA DI LECCO

PROGETTO DI:

RECUPERO STRUTTURALE DI AREA PERTINENZIALE AD USO PRODUTTIVO PER ATTIVITA' EDILE - INDUSTRIALE ED IMPIANTI TECNOLOGICI

COMMITTENTE:
COSTRUZIONI BERTOLDINI S.R.L.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – TORRENTE VARRONE

SOMMARIO

- *PREMESSA:* *pag. 02*
- *DATI CATASTALI, CALCOLO DELLA SUPERFICIE DEMANIALE RICHIESTA:* *pag. 04*
- *INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO:* *pag. 05*
- *CARATTERISTICHE GEOMORFOMETRICHE E MORFOLOGICHE DE BACINI IN ESAME:* *pag. 06*
- *CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE:* *pag. 06*
- *CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA:* *pag. 06*
- *CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA LIQUIDA:* *pag. 08*
- *PORTATA DI MASSIMA PIENA SOLIDA:* *pag. 10*
- *VERIFICA DELLE SEZIONI IDRAULICHE DI PROGETTO:* *pag. 11*

ALLEGATO n° 01 - ESTRATTO MAPPA CATASTALE (scala 1:1000)

PREMESSA

La presente relazione idrologica – idraulica, allegata alla Domanda di Concessione di polizia idraulica sul T. Varrone (Reticolo Principale), è stata redatta su incarico della ditta COSTRUZIONI BERTOLDINI S.r.l. di Premana (LC), nell'ambito del progetto di **"RECUPERO STRUTTURALE DI AREA PERTINENZIALE AD USO PRODUTTIVO PER ATTIVITA' EDILE -INDUSTRIALE ED IMPIANTI TECNOLOGICI"**, in loc. Ciudrin, Comune di Premana (LC).

Nel presente documento vengono descritte le caratteristiche delle opere in progetto, le occupazioni di aree demaniali, le motivazioni della realizzazione dell'opera. Inoltre, vista la tipologia degli interventi, vengono riportate le principali caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua, ed effettuate le verifiche idrauliche in corrispondenza di alcune sezioni di deflusso del Torrente Varrone, per verificare la compatibilità idraulica delle opere in progetto.

L'intervento prevede il recupero del piazzale esistente, mediante la costruzione di scogliere di sostegno e protezione della sponda destra del Torrente Varrone e della Valle del Forno, in loc. Ciudrin, nel tratto immediatamente a valle dell'immissione della Valle del Forno, tra quota 735-725 m s.l.m., dove le opere spondali di regimazione esistenti sono state quasi completamente distrutte dalle piene eccezionali del 12 giugno 2019 e del 6 agosto 2019.

Il Torrente Varrone, appartenente al Reticolo Idrico Principale di competenza regionale, è stato analizzato e verificato nei punti più significativi rispetto alla larghezza dell'alveo (Vedi TAV 06) in corrispondenza delle sezioni n° 1-2-3, a quota 727-728 e 732 m s.l.m.

La Valle del Forno, appartenente al Reticolo Idrico Minore di competenza comunale, è stata analizzata e verificata, con altra apposita relazione, in corrispondenza del canaletto esistente che scorre a lato del muro del depuratore gestito da Lario Reti Holding, a quota 735 m s.l.m. nei pressi dell'immissione nel T. Varrone.

Per poter effettuare lo studio, sono state eseguite le seguenti operazioni:

- sopralluoghi e rilievi topografici, aventi lo scopo di accertare le caratteristiche geometriche, morfologiche ed idrogeologiche del sito e delle infrastrutture esistenti e in progetto;
- esame della documentazione scientifica e tecnica pregressa;
- analisi ed elaborazione dei dati pluviometrici relativi a rilevazioni eseguite nella stazione idrografica di Premana e contenute nelle norme del PAI.

Per la redazione dello studio idraulico è stata consultata la normativa di riferimento costituita da:

- Direttiva n°2 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino redatta il 11.05.1999;
- Norme di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n°18 del 26.04.2001 (in particolare è stata utilizzata la "*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*" dove all'Allegato 3 "*Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*" vengono indicati i "*Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni*").

Le operazioni svolte hanno permesso, in primo luogo, di delimitare i bacini idrografici sottesi dal Torrente Varrone e della Valle del Forno e le loro caratteristiche principali.

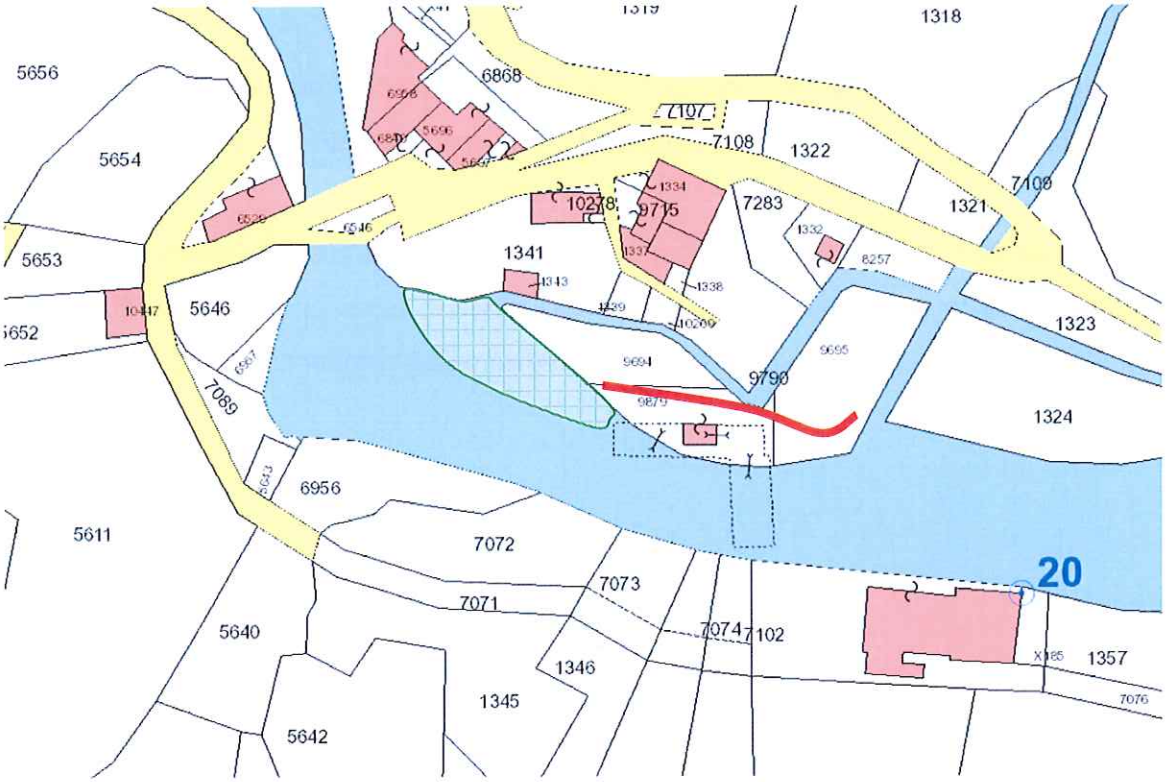
Successivamente l'analisi delle precipitazioni piovose ha permesso la quantificazione delle "precipitazioni intense" e la conseguente portata idrica di massima piena prevedibile. Sulla base dei risultati ottenuti sono state verificate le sezioni maggiormente significative.

DATI CATASTALI, CALCOLO DELLA SUPERFICIE DEMANIALE RICHIESTA

Il presente progetto prevede la costruzione di una nuova scogliera sulla sponda destra del T. Varrone, in comune di Premana, foglio catastale n° 4. La scogliera verrà costruita sui terreni di proprietà del richiedente (COSTRUZIONI BERTOLDINI S.r.l. - mapp. n° 9790) o di cui il richiedente dispone dell'autorizzazione per l'esecuzione dei lavori (mapp. 9879-9695-9694)

La nuova scogliera, individuata con la linea rossa sulla mappa catastale di seguito riportata **NON** occuperà porzioni di area demaniale del T.Varrone.

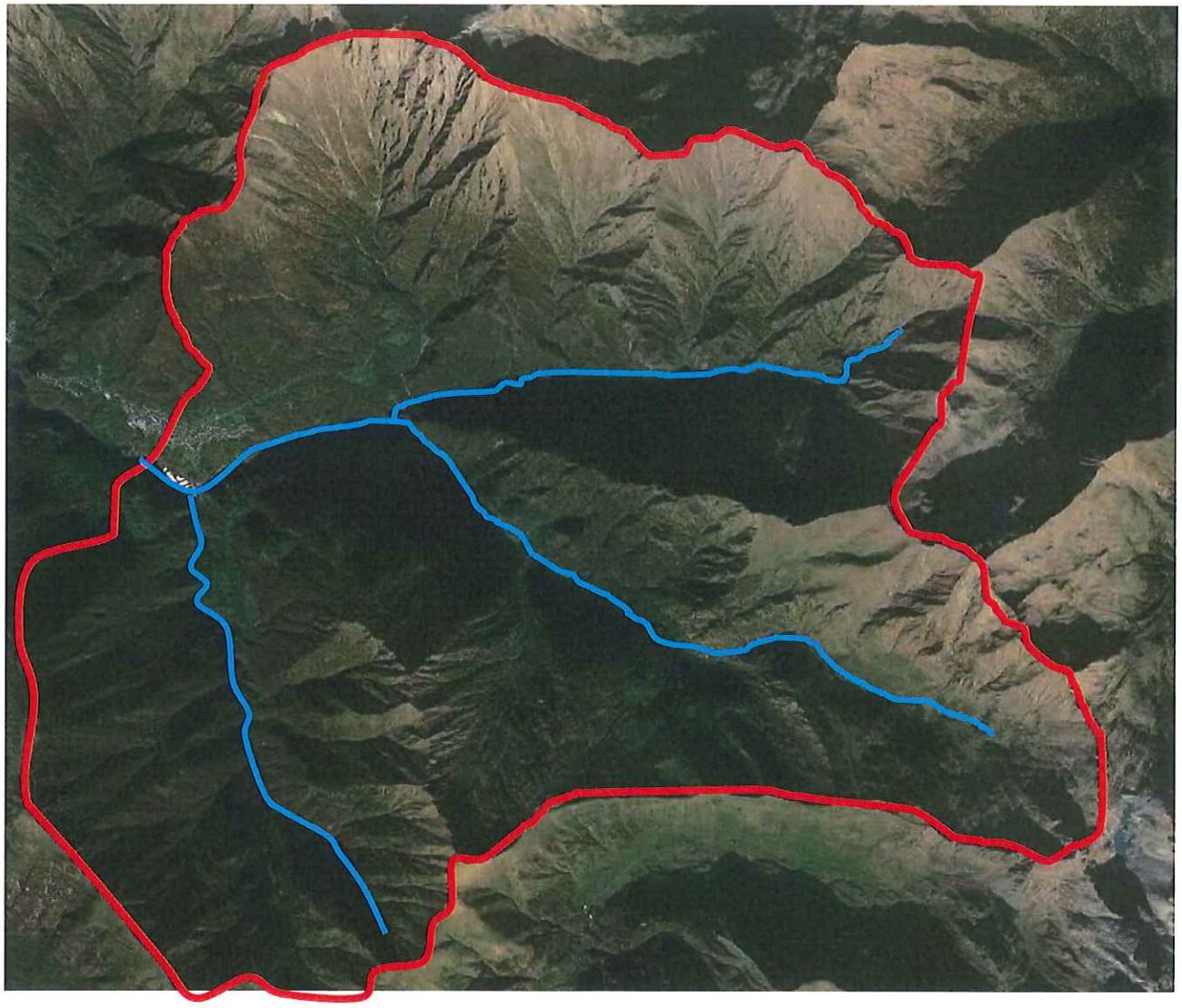
Nella zona più ad ovest dell'area di intervento il progetto prevede la parziale ricarica con terreno, la riprofilatura e l'inerbimento finale di un'area demaniale della superficie di **384 mq** in sponda destra del T. Varrone di cui si chiede la concessione di occupazione, individuata sulla mappa catastale con retino Verde.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

Il bacino idrografico del **T. Varrone** è delimitato da montagne mediamente elevate tra cui il Pizzo Alto (2511m s.l.m.) e il Monte Rotondo (2491m s.l.m.) a nord, il Pizzo Mellasc (2465m s.l.m.) e il Pizzo Varrone (2325m s.l.m.) a est e il Pizzo Cornagiera (2048m s.l.m.) e il Cimone di Margno (1801 m s.l.m.) a sud. È costituito essenzialmente da tre rami principali: la Val Fraina a Nord Est, la Val Varrone a Est e la Val Marcia a Sud Est.

L'area di intervento è posta in loc. Ciudrin, dove il bacino idrografico del Torrente Varrone si estende per **42,85 kmq.**



Bacino idrografico del T. Varrone.

CARATTERISTICHE GEOMORFOMETRICHE E MORFOLOGICHE DEL BACINO IN ESAME

✓

✓ **Torrente Varrone**:

- direzione prevalente: E-W
- sviluppo del corso d'acqua principale: 10,2 km circa
- tipologia di suolo prevalente: superficie boscata, prativa, rocciosa
- superficie planimetrica del bacino sotteso: 42,85 kmq
- quota massima del bacino: 2512m s.l.m.
- quota minima verificata: 725 m s.l.m.

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Utilizzando la sperimentata formula di Giandotti :

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}}$$

in cui :

✓ S = superficie del bacino
✓ L = lunghezza massima dell'asta torrentizia
✓ H_m = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura
✓ $t_{c,TORRENTE\ VARRONE}$ = tempo di corrivazione = 104 minuti

CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA CRITICA

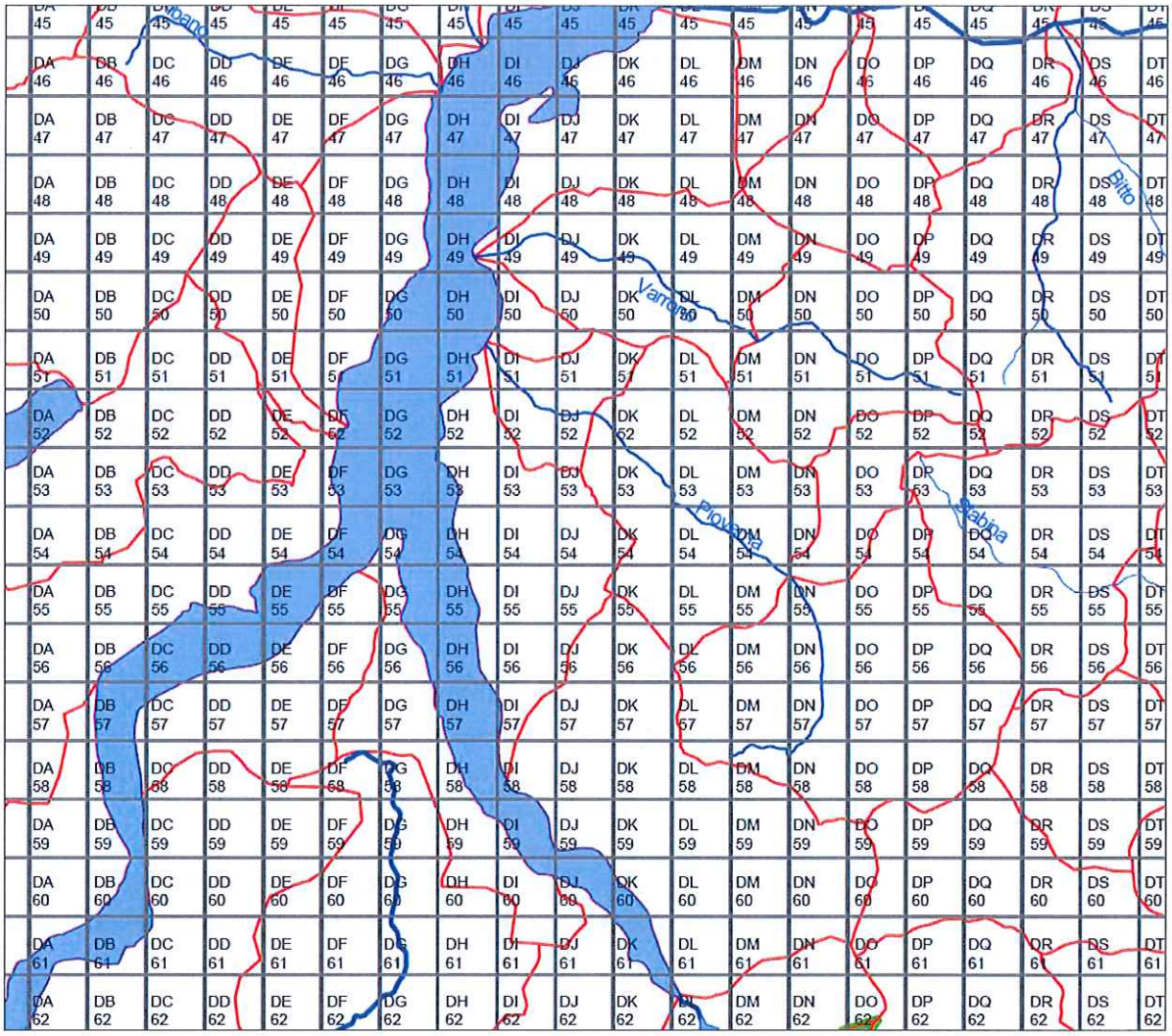
I parametri idrologici della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (L.S.P.P.) **a** e **n** sono stati ricavati consultando le **Norme di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n°18 del 26.04.2001. In particolare è stata utilizzata la *"Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"* dove all'Allegato 3 *"Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense"* vengono indicati i *"Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni"*, suddivisi per ogni cella, e relativi a tutto il bacino idrografico del Fiume Po.

Nella cartografia ***"Celle del reticolo chilometrico di riferimento scala 1:250.000"*** il territorio interessato è posizionato intorno al quadrante **DO 51** per cui, per un T_r=100 anni, sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- a = 62,17;
- n = 0,333.

Per un T_r=500 anni, sono stati utilizzati i seguenti parametri:

- a = 76,01;
- n = 0,327.



Celle del reticolo chilometrico di riferimento scala 1:250.000.

Il valore dell'altezza di pioggia critica h_c è stato calcolato sulla base della seguente relazione:

$$h_c = a t_c^n$$

dove:

- h_c = altezza di pioggia critica (mm);
- t_c = tempo di corrivazione (ore).

Sostituendo a t_c il valore pari al tempo di corrivazione, precedentemente calcolato, si ottiene il valore dell'altezza di pioggia critica:

h_c 100 T. VARRONE= 74,69 mm,

h_c 500 T. VARRONE= 91,01 mm,

CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA LIQUIDA

Assumendo l'ipotesi di idrogramma di piena triangolare, date le caratteristiche geomorfologiche e geometriche del bacino in esame, il calcolo della portata di massima piena nelle sezioni considerate è stato eseguito utilizzando una formulazione di tipo analitico denominata "AFFLUSSI-DEFLUSSI".

La metodologia tiene in considerazione il tipo di suolo e le caratteristiche pluviografiche del bacino esaminato ed è espresso dalla seguente formula:

$$Q_{\max_liq} = \phi\varepsilon \frac{h_c}{t_c} S$$

in cui :

- h_c = altezza di pioggia critica (mm);
- t_c = tempo di corrivazione (ore);
- S = superficie del bacino (kmq);
- Φ = coefficiente di deflusso= 0,25÷0,26;
- ε = coefficiente di laminazione = 0,99.
- **$Q_{\max liq\ TR\ 100}$ = portata massima liquida T. VARRONE= 126,83 mc/s**
- **$Q_{\max liq\ TR\ 500}$ = portata massima liquida T. VARRONE= 160,64 mc/s**

Le portate di massima piena del T. Varrone calcolate in precedenza sono similari a quelle calcolate da ENEL nella relazione tecnica "Diga di Pagnona -Studio idrologico dell'Invaso-Aggiornamento al 2019", riportate nella tabella seguente.

Tab.9 – Valori delle portate al variare del tempo di ritorno T e della durata d

T (anni)	φ (%)	$Q_{c,T}$ (m^3/s)
50	0.24	106
100	0.25	120
200	0.25	140
500	0.26	160
1000	0.26	180

Per quanto riguarda il Torrente Varrone, si è scelto cautelativamente di utilizzare come portata di progetto, quella con Tempo di Ritorno di **500 anni**.

PORTATA DI MASSIMA PIENA SOLIDA

L'alveo del Torrente Varrone, in questo tratto, è impostato prevalentemente in depositi detritici di origine fluvio-glaciale, con grossi massi ciclopici e alcuni massi erratici.

Il trasporto solido di un torrente di montagna, come quello in esame, è di difficile valutazione in quanto le masse vengono mobilizzate solamente nel caso di forti eventi di piena e si tratta prevalentemente di trasporto di fondo. È stato stimato con la formula empirica di DU BOYS, che considera la portata per unità di larghezza.

L'incremento di portata dovuto al materiale solido è stato valutato cautelativamente in circa il 20% del valore della portata liquida. Tale percentuale è stata immessa anche in base a considerazioni e studi similari, valutando la pendenza del tratto interessato e l'efficienza delle aree di sedimentazione esistenti a monte.

- $Q_{max\ sol\ TR100}$ T. VARRONE= portata massima solida = 126,83*0,20 = **25,37 mc/s**
- $Q_{max\ sol\ TR500}$ T. VARRONE= portata massima solida = 160,64*0,20 = **32,15 mc/s**

La portata massima del T. Varrone in corrispondenza delle sezioni di chiusura analizzate, equivale quindi alla somma della portata liquida e di quella solida:

- **$Q_{max\ TR\ 100}$** = portata massima **T. VARRONE** = 126,83 + 25,37= **152,20 mc/s**
- **$Q_{max\ TR\ 500}$** = portata massima **T. VARRONE** = 160,64 + 32,15= **192,88 mc/s**

VERIFICA DELLE SEZIONI IDRAULICHE DI PROGETTO

Dalle verifiche idrauliche effettuate e in base alle analisi delle quote di massima piena raggiunte durante gli ultimi eventi di piena, è emerso che una delle problematiche principali che hanno comportato il danneggiamento della scogliera in sponda destra del T Varrone, è risultata essere la conformazione dell'alveo nel tratto in esame, posto in corrispondenza della centrale idroelettrica ENEL in sponda sinistra e della presa di un altro impianto idroelettrico privato (VARRONE ENERGIA S.r.l.) realizzato negli ultimi anni in sponda destra. La scogliera preesistente, non essendo cementata internamente, non ha retto, ed è stata demolita dalla piena, riportando parzialmente alla luce la tubazione della condotta idroelettrica in sponda destra nel tratto in corrispondenza della sez. 1.

La ricostruzione delle scogliere su entrambe le sponde del T. Varrone, nel tratto a valle della presa dell'impianto idroelettrico della VARRONE ENERGIA S.r.l., sarà eseguito in base al progetto già approvato presentato dalla società stessa, che prevede anche il parziale svaso in alveo del materiale depositato.

Nel progetto della COSTRUZIONI BERTOLDINI S.r.l. si interverrà invece nella zona appena a monte della presa dell'impianto idroelettrico della VARRONE ENERGIA S.r.l., costruendo una scogliera di protezione della sponda destra, della lunghezza di circa 55 m, fino alla confluenza nel T. Varrone della Valle del Forno. Tale scogliera in massi ciclopici avrà una fondazione interrata completamente intasata con calcestruzzo, impostata alla quota della traversa di presa dell'impianto idroelettrico. Il paramento della scogliera verrà intasato con calcestruzzo nella parte interna.

Le verifiche sono state effettuate nelle tre sezioni di progetto più significative del Torrente Varrone (vedi TAVV.05-07).

Per quanto riguarda le sezioni 1 e 2 sul T. Varrone, si specifica che la portata di massima piena risulta smaltibile dall'alveo regimato con nuove scogliere in massi, da realizzare sulla base del progetto già approvato presentato da VARRONE ENERGIA S.r.l, garantendo un franco di sicurezza maggiore di 2 m. Le opere di sistemazione e sostegno della scarpata

progettate nel presente intervento, poste ad una distanza superiore a 10 m dalla sponda destra, non vanno quindi a modificare la sezione idraulica dell'alveo del T. Varrone, rispetto a quanto previsto nel progetto di VARRONE ENERGIA S.r.l.

Utilizzando la formula di Chezy per la portata e di Strickler per la determinazione del coefficiente legato alla scabrezza dell'alveo, hanno dato i seguenti risultati:

LEGGE DI CHEZY per il calcolo della portata Q :			
utilizzati i dati della sezione minima (la E trapezoidale)	sez 1 Torrente VARRONE	sez. 2 Torrente VARRONE	sez. 3 Torrente VARRONE
b : base minore del canale o torrente [m] =	15.3	18	12
B : base maggiore del canale o torrente [m] =	18	19.3	28
h : altezza del canale [m] =	2.00	2.05	3.00
α : pendenza media delle sponde sull'orizzontale [°] =	56.0	72.4	20.6
A (area sezione) [mq] =	33.300	38.233	60.000
C (contorno bagnato) [m] =	20.13	22.30	29.09
R : raggio idraulico [m] = A / C =	1.655	1.714	2.063
k =	25	25	15
secondo STRICKLER : $\chi = k*(R)^{1/6}$	**27.19**	**27.35**	**16.92**
gradiente idraulico (pendenza minima in via cautelativa) : i = (inserire i gradi)=>	1.6	1.2	1.0
	0.028	0.020	0.018
calcolo della portata con la formula di CHEZY :			
$Q = \chi A \sqrt{Ri}$ **STRICKLER =**	**193.42**	**193.98**	**193.64**
natura del fondo e delle pareti :	fondo in ghiaia, scogliere in massi di sponda, franco minimo 2 m	fondo in ghiaia, scogliere in massi di sponda, franco minimo 3,60 m	fondo in ghiaia, scogliere in massi di sponda, franco minimo 2,00 m

Nelle verifiche delle sezioni attuali è stato inserito il valore del tirante idrico h necessario per garantire il passaggio di una portata pari a quella di massima piena centennale calcolata in precedenza. Dal confronto con l'altezza della scogliera di sponda di progetto si calcola il franco minimo di sicurezza (F), che risulta positivo in tutte le sezioni analizzate.

Da quanto sopra esposto, si ritiene che le condizioni idrauliche del Torrente Varrone, a seguito degli interventi in progetto risulteranno notevolmente migliorate, garantendo una

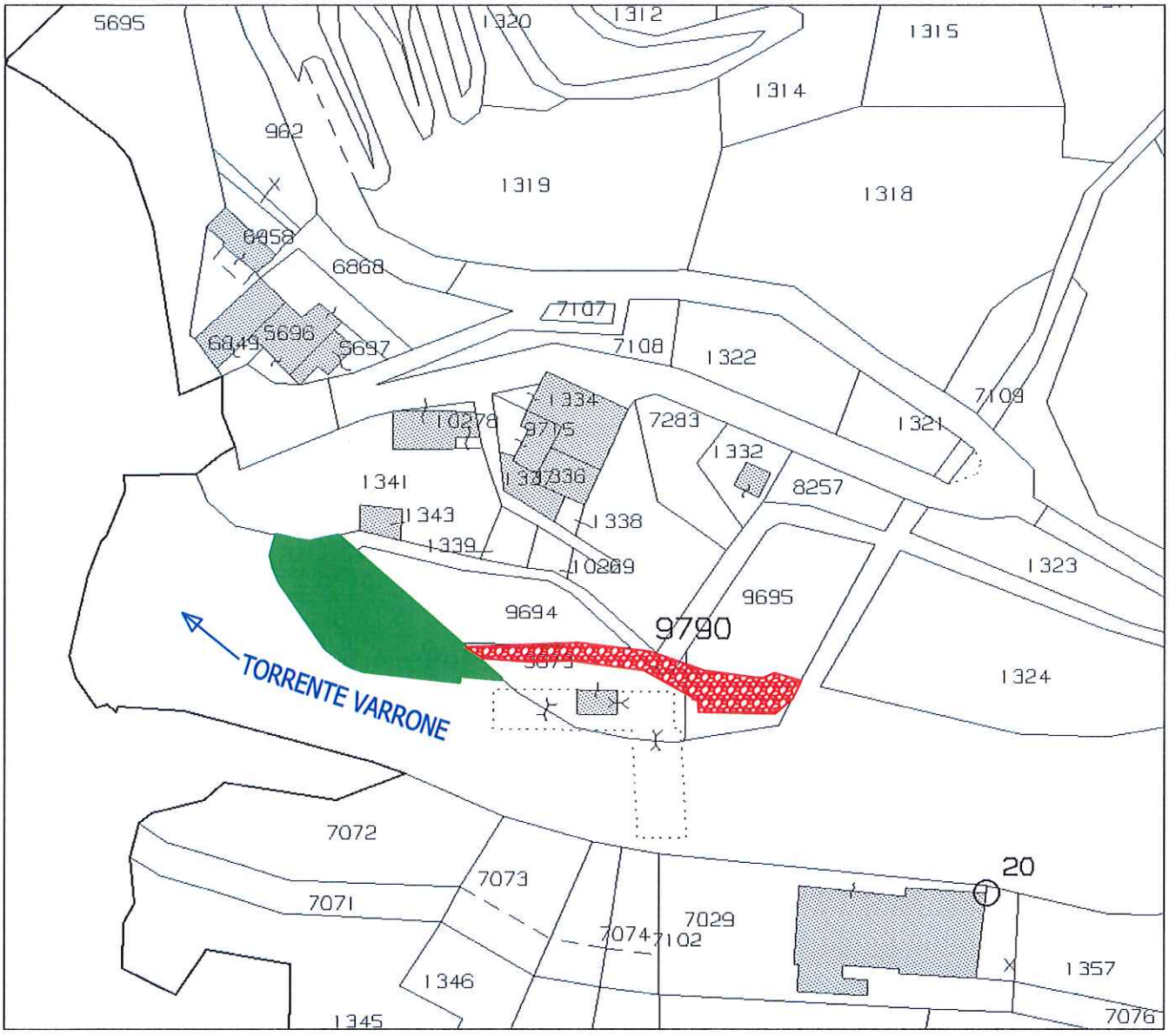
migliore protezione della sponda, scongiurando il rischio di esondazione e di erosione spondale.

Primaluna, febbraio 2021

Dott. Ing. Tomaso Invernizzi

(O.I.L. n°540)

ESTRATTO MAPPA CATASTALE (SCALA 1:1000)



AREA DEMANIALE di pertinenza del T. Varrone,
(Reticolo idrico principale di competenza regionale)
oggetto della richiesta di concessione di occupazione -
Superficie 384 mq

NUOVA SCOGLIERA IN MASSI in sponda destra del T. Varrone,
oggetto della domanda di concessione di nullaosta idraulico