

COMUNE DI VALLELAGHI

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

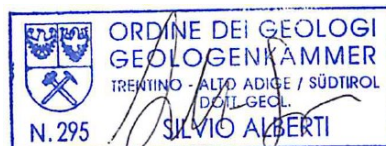


**PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI
VALLELAGHI -VARIANTE GENERALE 2024
VARIANTE C.S. 28**

- STUDIO DI COMPATIBILITÀ -

COMMITTENTE: Comune di Vallelaghi

Dott. Geol. Silvio Alberti
Via S. Fabiano e Sebastiano, 16
38094 Porte di Rendena (TN)
alberti.silvio@gmail.com
Tel. 349.5132216



Ing. Tiso Christian
Ing. Gasperi Debora



Via A. Degasperì n. 77, 38123 Trento
tiso@paes.tn.it
Tel. 0461 – 1865161

Febbraio 2026

INDICE

<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>5</u>
<u>2</u>	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG</u>	<u>6</u>
<u>3</u>	<u>CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ</u>	<u>7</u>
3.1	IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI	12
<u>4</u>	<u>PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA</u>	<u>24</u>
<u>5</u>	<u>ROGGIA DI TERLAGO: BACINO IDROGRAFICO</u>	<u>25</u>
5.1	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	32
5.2	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON JGRASS	32
5.2.1	IL MODELLO PEAKFLOW	32
5.2.2	INPUT NECESSARI AL MODELLO	33
5.2.3	I PARAMETRI DEL MODELLO	35
5.2.4	CALCOLO DELLA PORTATA LIQUIDA DI PICCO	36
5.3	VERIFICA IDRAULICA DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO	38
<u>6</u>	<u>CONCLUSIONI</u>	<u>50</u>
<u>7</u>	<u>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</u>	<u>52</u>

1 PREMESSA

Il presente studio, commissionato dal Comune di Vallelaghi, si rende necessario vista la variante al PRG C.S. 28.



VARIANTE n. CS.28

TIPO DI VARIANTE: CENTRI STORICI

DESTINAZIONE URBANISTICA:

- PRG VIGENTE: Area libera nel centro storico
- PRG VARIANTE: Area libera nel centro storico + percorso pedonale lineare di progetto

NOTE: -

CSP: P4

NUM.STUDIO COMPATIBILITA: 01

Numero Variante	SCHEDA	DESTINAZIONE VIGENTE	DESTINAZIONE PROGETTO	NOTE PROGETTISTA
CS.28		Area libera nel centro storico	Area libera nel centro storico + percorso pedonale lineare	La Variante accoglie una richiesta di inserimento di un percorso pedonale di progetto, ritenuto necessario quale alternativa del bypass della strettoia di via Fies a Terlagio, a completamento del percorso pianificato già presente nel sistema insediativo.

ESTRATTO PRG VARIANTE (scala a vista)

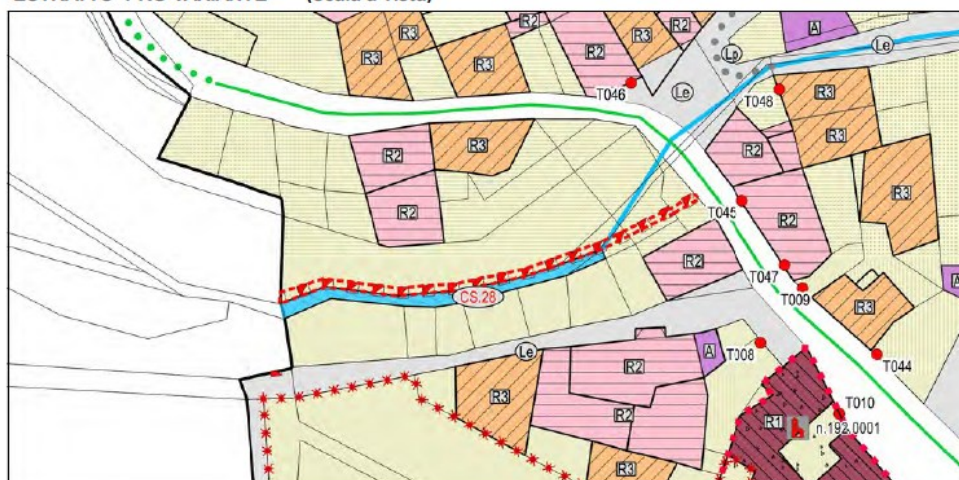


Figura 1.1 Estratto Prg di Variante

La normativa in materia (CSP) non ammette varianti urbanistiche che determinino un aggravio rispetto alla situazione vigente in aree a penalità P4, P3 e APP, a meno che non siano supportate da uno studio di compatibilità redatto ai sensi della normativa di riferimento, oggetto appunto di tale elaborato. Lo studio andrà pertanto ad analizzare la pericolosità gravante sul sito di interesse e ne valuta sia la compatibilità della destinazione urbanistica che le criticità riscontrate, individuando se necessario, opere di mitigazione e prescrizioni.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG

L'area di studio è situata in Val dei Laghi, nel Comune di Vallelaghi, nella frazione di Terlago in sx della Roggia di Terlago.

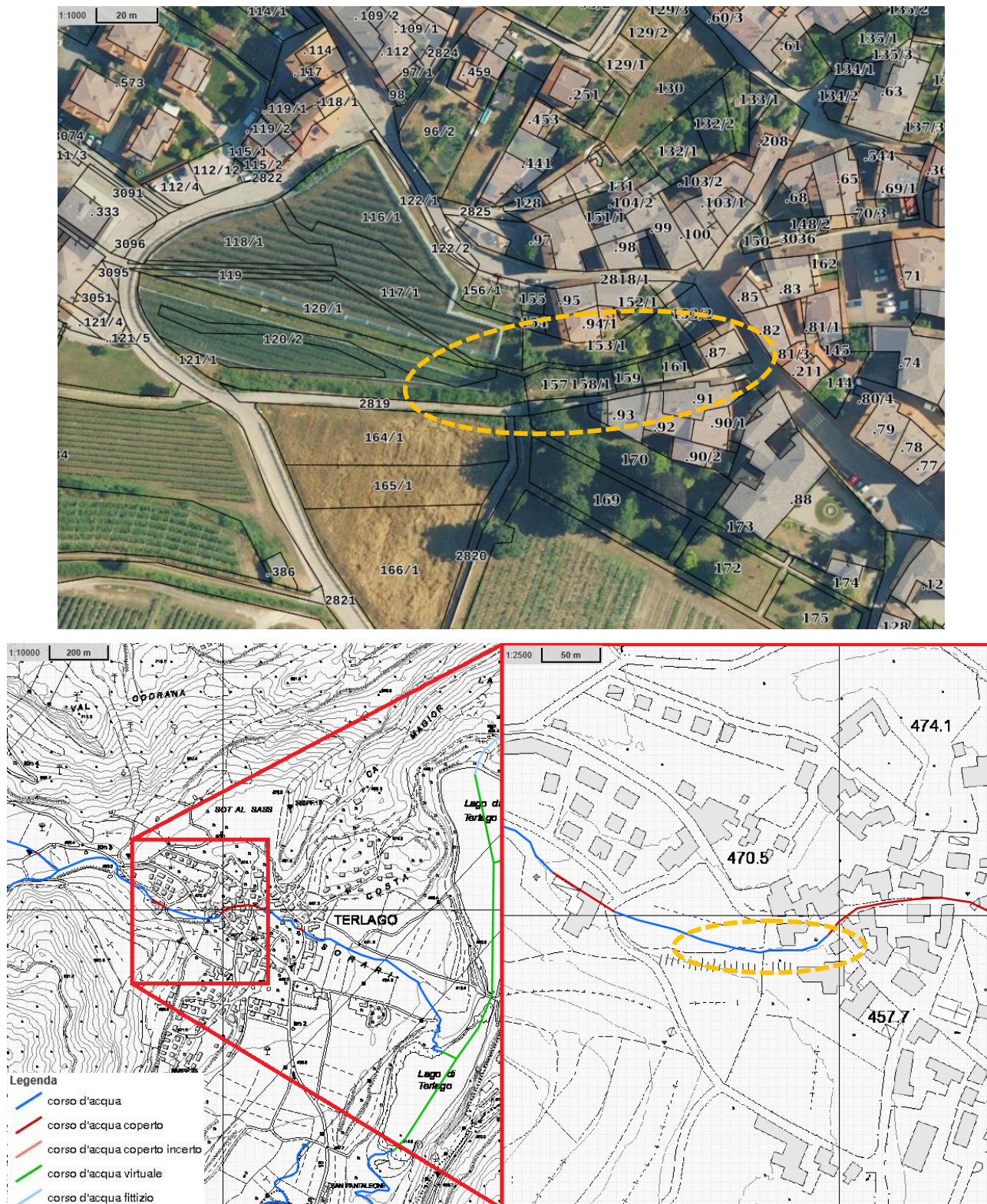


Figura 2.1 Estratto della Carta Tecnica Provinciale (CTP) relativa all'area di studio

3 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ

La Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P.) rappresenta il **nuovo strumento** di riferimento per la pianificazione urbanistica e con la sua approvazione (comma 2, art. 22 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15) cessano di applicarsi le disposizioni della Carta di Sintesi Geologica e le disposizioni in materia di uso del suolo del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche (PGUAP). La Giunta Provinciale con deliberazione n°1080 del 19 luglio 2019 ha adottato preliminarmente su tutto il territorio provinciale la CSP dando avvio alla fase di partecipazione dei comuni territorialmente interessati ai sensi del comma 7 dell'art. 10 della l.p. 9/2011 estendendo la consultazione, con possibilità di produrre osservazioni, anche ai cittadini.

Il **4 settembre 2020** sono state approvate dalla G.P. con delibera n. 1317 le Carte della Pericolosità e la Carta di Sintesi della Pericolosità su tutto il territorio provinciale. Il giorno **18 marzo 2022** con delibera **n.379** della G.P. viene modificata la delibera precedente, effettuando aggiunte, integrazioni e confermando nelle rimanenti parti la precedente. La G.P. con le deliberazioni n. 1737 e 1748 del 29/09/2023 ha approvato il primo aggiornamento delle CaP e della CSP mentre il **12/09/25** con del.1341 e **1361** ha approvato il secondo aggiornamento cartografico e delle Norme di Attuazione.

Le applicazioni alla norma sono regolate dal capitolo **4** “*Indicazioni e precisazioni applicative del capo IV delle norme di attuazione del PUP*”, mentre **le esclusioni** dal capitolo **5** “*Interventi esclusi dall'applicazione del capo IV delle norme di attuazione del PUP*”.

In premessa al capitolo **4** è riportato che:

“Ai fini dell'applicazione del Capo IV delle norme di attuazione del PUP per trasformazione urbanistica s'intende la modifica delle destinazioni d'uso del suolo mediante l'adozione di piani regolatori generali o loro varianti, di piani attuativi con effetto di variante al PRG, di autorizzazione di progetti in deroga alle destinazioni di zona. Per trasformazione edilizia si intende qualsiasi intervento di nuova costruzione edilizia o di recupero di manufatti edilizi esistenti, fatta eccezione per la manutenzione ordinaria e per la manutenzione straordinaria che non comporti cambio di destinazione d'uso o aumento delle unità immobiliare o modifica delle parti strutturali. Per edificio si intende qualsiasi manufatto che origina un volume edilizio o una superficie coperta, ai sensi dell'articolo 3 della legge provinciale per il governo del territorio. Per volume si intende il volume urbanistico, come definito dall'articolo 3 del regolamento urbanistico-edilizio provinciale.”

Nel capitolo **5** è riportato che:

I progetti edilizi o infrastrutturali devono, in generale, tenere conto dei contenuti e delle informazioni delle Carte della pericolosità; ferma restando questa condizione e fermo restando il rispetto delle disposizioni contenute nelle NTC, sono esclusi dall'applicazione del capo IV delle norme del Piano urbanistico provinciale i seguenti interventi:

a) *gli interventi di manutenzione ordinaria e di manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo e demolizione così come definiti dall'articolo 77 della l.p. 15/2015, che non comportano: aumento di volume, cambio di*

destinazione d'uso con aumento del carico antropico, aumento delle unità immobiliari, modifica delle parti strutturali direttamente esposte ai fenomeni che generano penalità;

b) le attività di edilizia libera così come definite dall'articolo 78 della l.p. 4 agosto 2015, n. 15, fatta eccezione per gli interventi di cui al comma 3, lettera k). Per tali attività, la l.p. 15/2015 fa riferimento alla tutela dal pericolo idrogeologico con riguardo al rispetto delle NTC2018, essendo attività esentate dall'applicazione del Capo IV delle Nda del PUP;

b2) la realizzazione di costruzioni accessorie nelle aree di pertinenza di edifici esistenti come definite al comma 4 dell'articolo 3 del regolamento urbanistico-edilizio provinciale;

b3) i manufatti di limitate dimensioni, ai sensi dell'art. 84 del Regolamento urbanistico ed edilizio provinciale, che ricadono in aree con sola penalità elevata di incendio boschivo;

c) gli interventi soggetti a SCIA limitatamente a quanto indicato dalle seguenti lettere del comma 1 dell'articolo 85 della l.p. n. 15/2015:

- a) i volumi tecnici;

- e) i parcheggi, da realizzare nel sottosuolo e nei locali al piano terreno degli edifici, ai fini del rispetto degli standard richiesti per le singole unità immobiliari, con esclusione degli interventi ricadenti nelle aree a pericolosità alluvionale e per fenomeni franosi (che sono comunque tenuti ad osservare i divieti di realizzazione di nuovi volumi edilizi o gli ampliamenti dei volumi edilizi esistenti anche in interrato in penalità elevata);

- f) le opere di eliminazione delle barriere architettoniche in edifici esistenti, se comportano modifiche della sagoma;

- g) le recinzioni superiori a 150 centimetri di altezza;

- h) i muri di sostegno e di contenimento fino a tre metri di altezza;

- i) la realizzazione della parte dell'intervento non ultimata nel termine stabilito, salvo che le opere corrispondenti non rientrino tra quelle soggette a permesso di costruire;

- l) i cartelli o altri mezzi pubblicitari all'esterno dei centri abitati, nel rispetto delle disposizioni contenute nel regolamento urbanistico-edilizio provinciale;

- gli interventi indicati alla lettera d) nel rispetto dei limiti di ampliamento di volume dettati dagli articoli 15 e 16 delle norme del PUP;

c2) i sottoservizi e gli impianti a rete compresi quelli a servizio di singole unità immobiliari e i manufatti edilizi di servizio con dimensioni analoghe alle costruzioni accessorie (p.e. cabine di trasformazione). Sono invece assoggettate alla disciplina prevista dalla CSP le linee elettriche come definite dall'articolo 96 comma 2 e 3 della l.p. n. 15/2015 (linee di distribuzione superiori ai 30 kV; impianti di trasmissione di energia elettrica di alta tensione) e i metanodotti principali (o dorsali) e le linee di distribuzione primaria del gas (alta pressione > 5 bar); Sono in ogni caso assoggettati alla disciplina di cui al presente allegato i sottoservizi e gli impianti a rete ricadenti nelle aree interessate da pericolosità da frane.

c3) gli impianti di radiodiffusione sonora e televisiva e di telecomunicazione comprese le relative strutture; sono inoltre esclusi i locali contenenti le apparecchiature elettroniche a servizio delle strutture esistenti e gli armadi tecnici; Si precisa che tali interventi sono comunque tenuti ad osservare le specifiche disposizioni previste nel presente documento per le aree di rispetto delle stazioni sismometriche.

c4) le piccole derivazioni assoggettate a procedura semplificata previste al Capo III ed al Capo VI del Decreto del Presidente della Provincia 23 giugno 2008 n. 22-129/Leg (Regolamento per la semplificazione e la disciplina dei procedimenti riguardanti derivazioni e utilizzazioni di acqua pubblica), le relative tubazioni o condotte, le opere di

presa e le restituzioni in alveo e le derivazioni a uso forza motrice con funzioni dimostrative o di carattere storico - didattico caratterizzate da un utilizzo saltuario e discontinuo;

d) le variazioni in corso d'opera (art. 92 del Regolamento urbanistico ed edilizio provinciale) al progetto assentito, se viene attestata dal progettista dell'intervento la coerenza con gli studi di compatibilità qualora allegati al progetto già assentito;

e) le varianti dei progetti già autorizzati, o per i quali è stato già redatto e presentato in forma asseverata lo studio di compatibilità, ai sensi delle disposizioni del capo IV delle norme di attuazione del PUP, che non comportano significative variazioni rispetto alla valutazione di compatibilità dell'intervento e non interferiscano con le opere di difesa e le misure di sicurezza mitigazione previste dallo studio di compatibilità o dalla relazione tecnica, così come attestato dal progettista dell'intervento;

f) realizzazione di interventi per la riduzione dei consumi energetici degli edifici esistenti quali coibentazione, installazione di impianti e dispositivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili fermo restando quanto disposto dalla deliberazione della Giunta provinciale n. 2154 di data 3 settembre 2009 relativamente all'installazione di sonde geotermiche a circuito chiuso;

g) realizzazione di nuove stazioni di rilevazione scientifica quali quelle idro-metereologiche, sismiche, di monitoraggio ambientale e idrogeologico;

h) interventi richiesti per l'adeguamento tecnologico e funzionale di servizi e pertinenze delle malghe comprese nello schedario dei pascoli trentini approvato con d.g.p. n. 944/2018 e d.g.p. 637/2019 e dei rifugi alpini ed escursionistici esistenti alla data di entrata in vigore del PUP, purché non siano previsti aumenti di ricettività e a condizione che la relazione tecnica attesti che gli interventi non contribuiscono a incrementare il carico insediativo esposto a pericolo;

i) le attività di gestione forestale ai sensi degli articoli 55, comma 3, e 56, comma 1, della l.p. n. 11/2007, nonché la realizzazione di opere e di interventi di sistemazione idraulico-forestale ai sensi dell'art. 10 comma 4, della l.p. n. 11/2007;

j) manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture per la mobilità esistenti con consolidamento di rampe e scarpate e sistemazione della sezione viaria, compresa la regimazione delle acque mediante cunette e drenaggi, la sistemazione di parapetti - o barriere antirumore;

j2) realizzazione di sentieri alpini e sentieri alpini attrezzati, vie ferrate e vie alpinistiche, percorsi escursionistici di cui all'articolo 11, comma 1, lett. h) del Regolamento urbanistico-edilizio provinciale, compresi i tracciati alpini di cui all'articolo 8 della l.p. n. 8/1993 e gli itinerari idonei alla fruizione ciclo-escursionistica di cui all'art. 22 bis della l.p. 8/1993 (rete provinciale dei percorsi in mountain bike);

Come si evince dallo stralcio di Figura 3.1 l'area è cartografata come **“P4 – elevata” per penalità torrentizia.**

Legenda

Classi di Penalità

penalità ordinarie

-  P4 - elevata
-  P3 - media
-  P2 - bassa

altri tipi di penalità

-  APP - aree da approfondire
-  PRV - residua da valanga
-  P1 - trascurabile o assente

tutele speciali

-  AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche
-  IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo
-  RSS - area di rispetto stazione sismometrica
-  stazione sismometrica

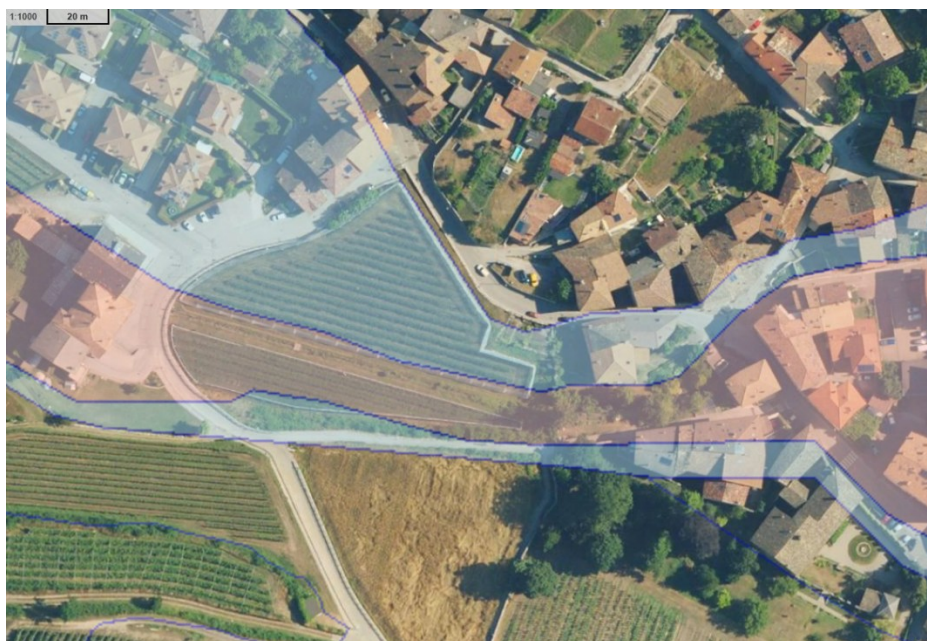


Figura 3.1 Estratto dalla Carta di Sintesi della Pericolosità su ortofoto 2023

La penalità “P4” è regolamentata dall’art.15 del capitolo 4. Nell’articolo 15 si riporta che:

Norme di attuazione del Piano urbanistico provinciale (PUP) - Capo IV – Carta di sintesi della pericolosità	Indicazioni e precisazioni applicative delle norme PUP
Art. 15 – Aree con penalità elevate	(in breve aree P4)
<i>2. Nelle aree con penalità elevata è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione o all’eliminazione del pericolo.</i>	Trasformazione urbanistica ed edilizia. L’articolo 15, comma 2 vieta, nelle aree con penalità elevata, “ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione o all’eliminazione del pericolo” e gli interventi di cui al successivo comma 3, subordinatamente alle condizioni ivi espresse. Per trasformazione urbanistica e trasformazione edilizia si rinvia a quanto precisato per l’applicazione del Capo IV
<i>3. In deroga al comma 2 e a condizione che un apposito studio di compatibilità allegato al progetto analizzi dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisca gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l’incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati, <u>previa autorizzazione della provincia</u>:</i>	In deroga a quanto previsto dall’articolo 15, comma 2 e dalle disposizioni di cui sopra, l’adozione di nuove previsioni urbanistiche, l’autorizzazione in deroga di opere pubbliche o di interesse pubblico e la realizzazione degli interventi già previsti dai piani regolatori generali vigenti, riguardanti aree con penalità elevata, sono ammissibili solo se relative agli interventi elencati nell’articolo 15, comma 3 delle norme di attuazione del PUP e subordinatamente allo studio di compatibilità. Nei casi in cui non sia prevista l’autorizzazione della Provincia, lo studio di cui all’articolo 15, comma 3 è asseverato dal tecnico incaricato e allegato al progetto.

a) le <u>opere di infrastrutturazione di rilevanza pubblica</u> che non risultano delocalizzabili e non contribuiscono a incrementare il carico insediativo esposto a pericolo;	Opere di infrastrutturazione di rilevanza pubblica. Per “opere di infrastrutturazione di rilevanza pubblica” di cui all’articolo 15, comma 3, lettera a) e all’articolo 16, comma 3, lettera b) delle norme di attuazione del PUP si intendono quelle strumentali alla prestazione di servizi pubblici essenziali, come definite dall’articolo 3, comma 1, lett. z) della l.p. n. 15/2015 e specificate dal regolamento urbanistico-edilizio provinciale. Queste opere sono ammesse se non delocalizzabili e se non contribuiscono a incrementare il carico insediativo esposto a pericolo, comportando la presenza stabile di persone. La realizzazione di queste opere è inoltre subordinata al rispetto delle condizioni di cui all’articolo 15, comma 3 delle norme del PUP e sempreché la loro realizzazione non sia esclusa in aree con penalità elevate da altre norme di settore. In ogni caso per i fini della Carta di sintesi della pericolosità non sono ammesse in area con penalità elevata per crolli rocciosi le seguenti opere: - gli spazi di sosta e ristoro a servizio delle piste ciclabili, - i parcheggi pubblici e le aree a sosta camper, - gli impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, - gli spazi di verde attrezzato. Gli impianti funiviari e le piste da sci sono ammessi con la specificazione di cui all’articolo 15, comma 3, lettera c) per le aree con penalità elevate per eventi valanghivi. Rientrano tra gli interventi a cui si applica la disciplina prevista dalla lettera a) comma 3 dell’art. 15 i ponti e gli attraversamenti del reticolo idrografico nonché le opere non delocalizzabili di accesso a fondi e edifici esistenti.
--	---

Si ricorda che le strutture provinciali competenti per le diverse tipologie di pericolo, con riferimento all’attuale assetto organizzativo, sono:

- **Servizio Bacini montani:** per pericolosità fluviali, torrentizie e lacuali;
- **Servizio Geologico:** per frane, crolli rocciosi, deformazioni gravitative profonde di versante, ghiacciai e Piccola Età Glaciale, aree soggette a permafrost, caratteristiche litogeomorfologiche e sismicità,
- **Servizio Prevenzione rischi e CUE:** per valanghe e ordigni bellici inesplosi;
- **Servizio Foreste:** per incendi boschivi.

Oltre al vincolo definito dalla pericolosità torrentizia si ricorda che la variante prevista riguarda la fascia di rispetto della Roggia di Terlago (cod. acqua pubblica 1409).

3.1 IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI

Nella CaP è riportata la pericolosità “**H4**” torrentizia e “**H1**” litogeomorfologica.

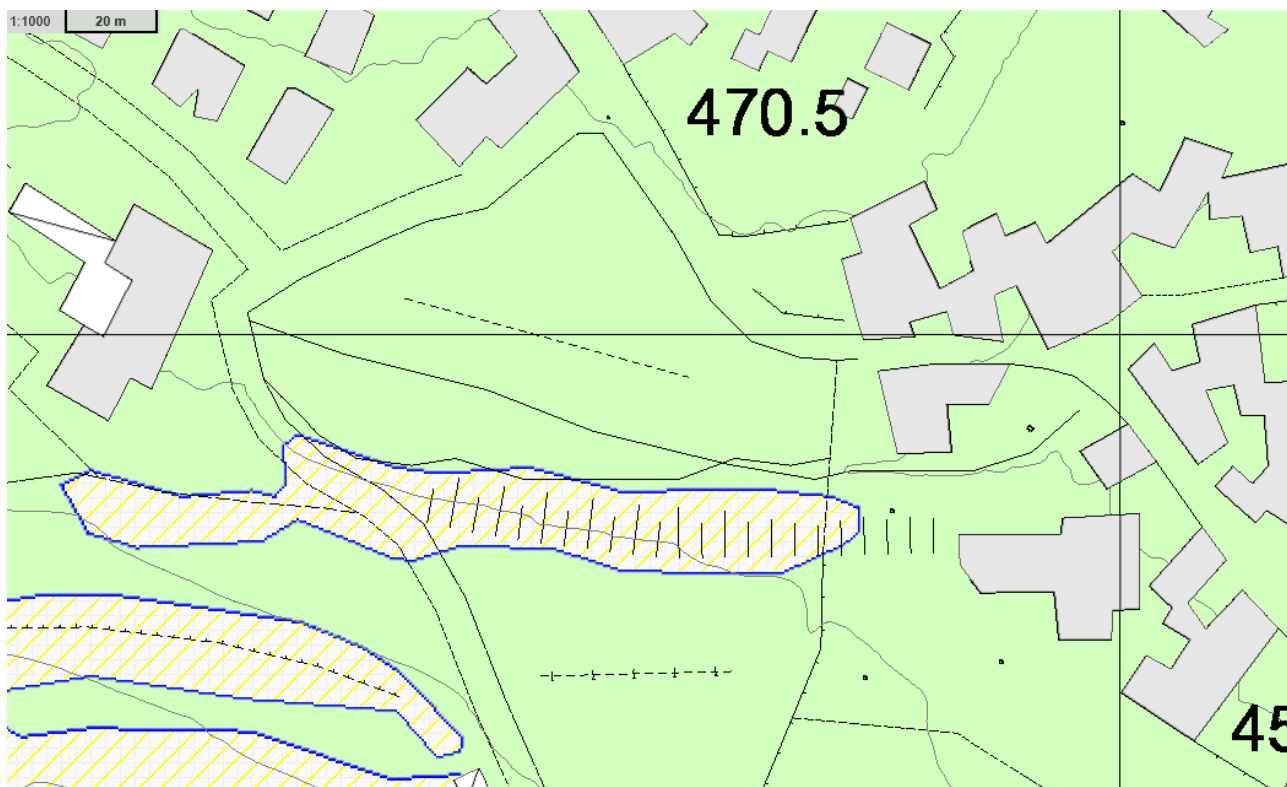


Figura 3.2 Estratto dalla Carta della pericolosità litogeomorfologica

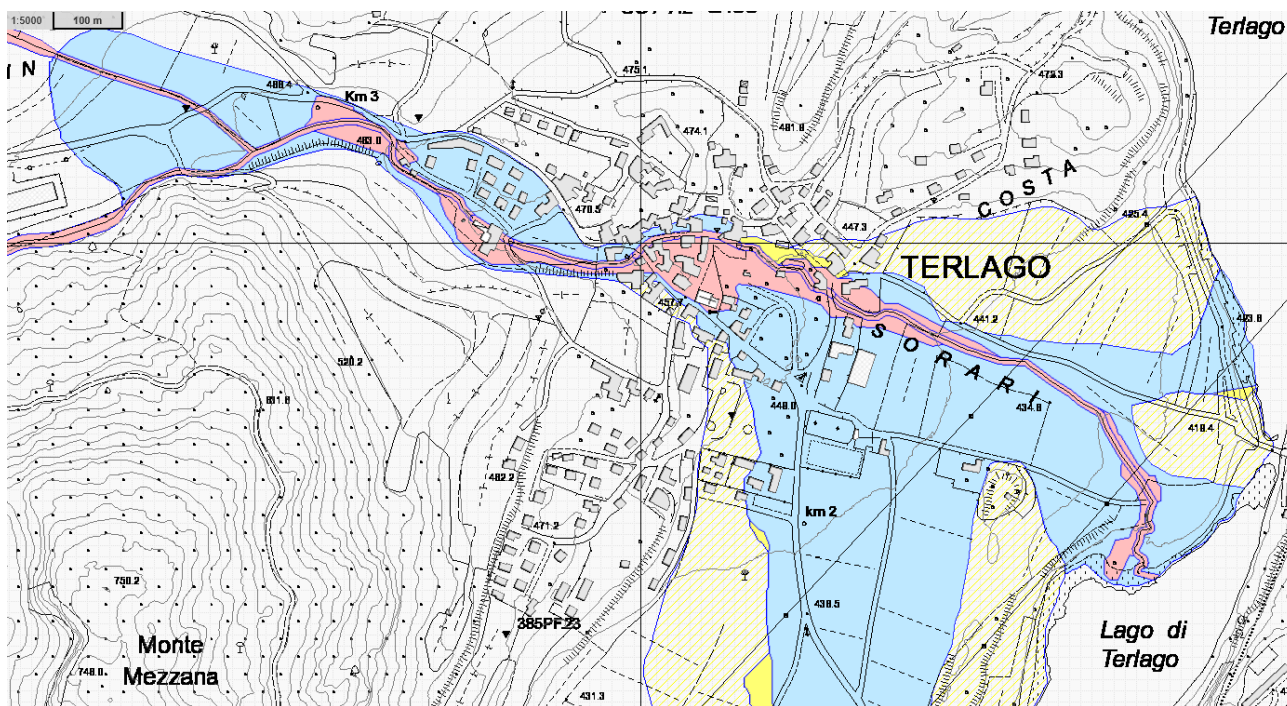


Figura 3.3 Estratto Carta della Pericolosità torrentizia

Si riporta, al fine di meglio individuare le caratteristiche del sito, un estratto dell'ombreggiamento del sito.

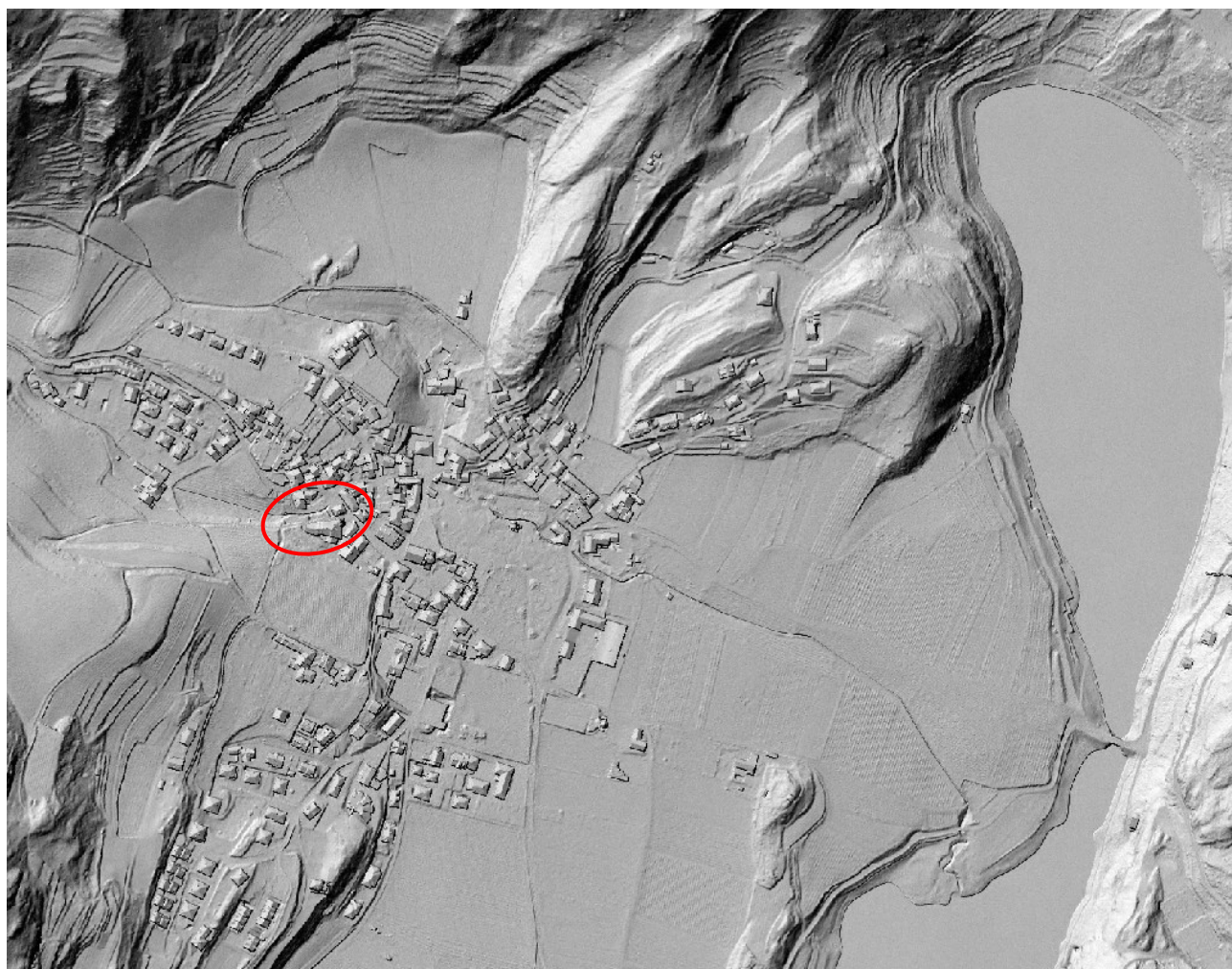
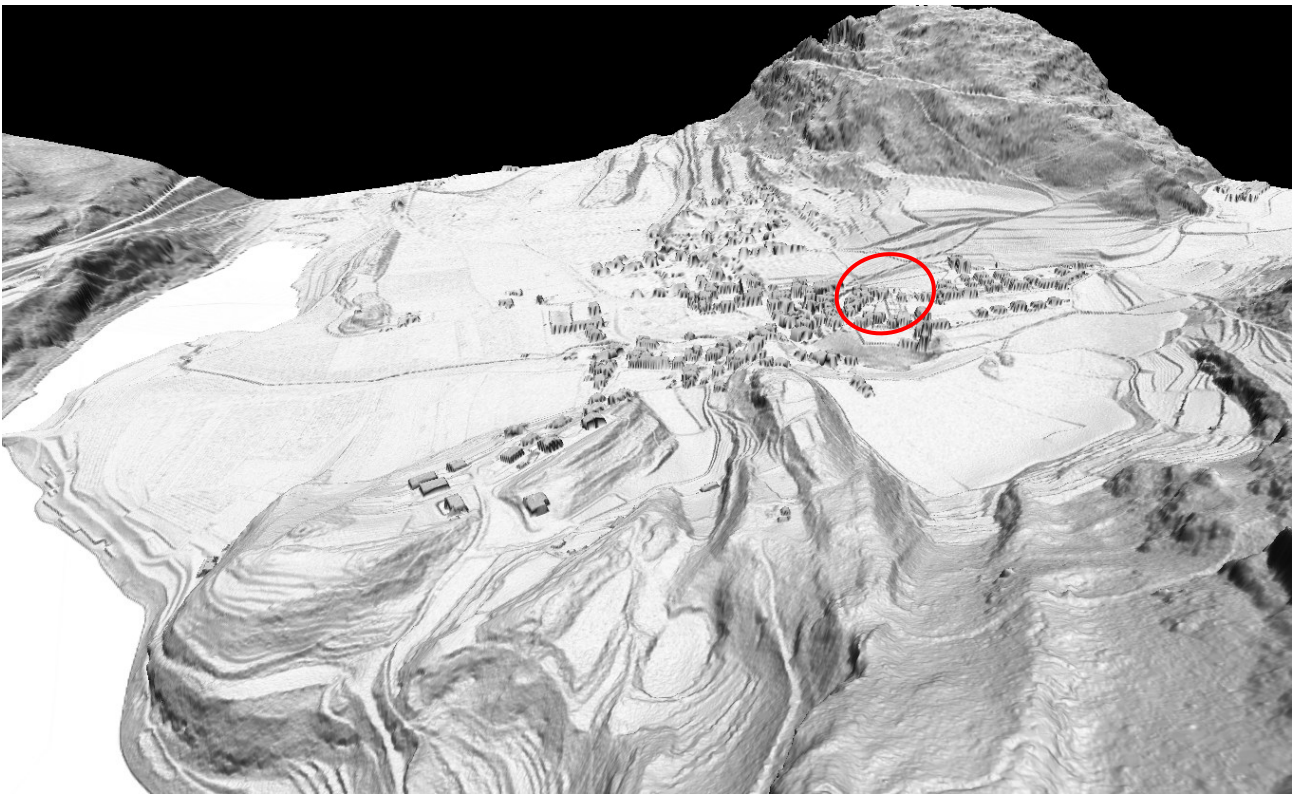


Figura 3.4 Estratto Lidar DBM 2014

Geomorfologicamente l'area presenta un'inclinazione lieve. Apprezzabile il solco di scorrimento della Roggia di Terlago. Immediata l'individuazione della depressione lacustre ad Est del lago di Terlago e delle pareti rocciose in corrispondenza dei fianchi vallivi. Osservabile la presenza di numerose superfici terrazzate

Si riporta di seguito una vista 3D da Est del sito ricavate dal Lidar PAT 2014.



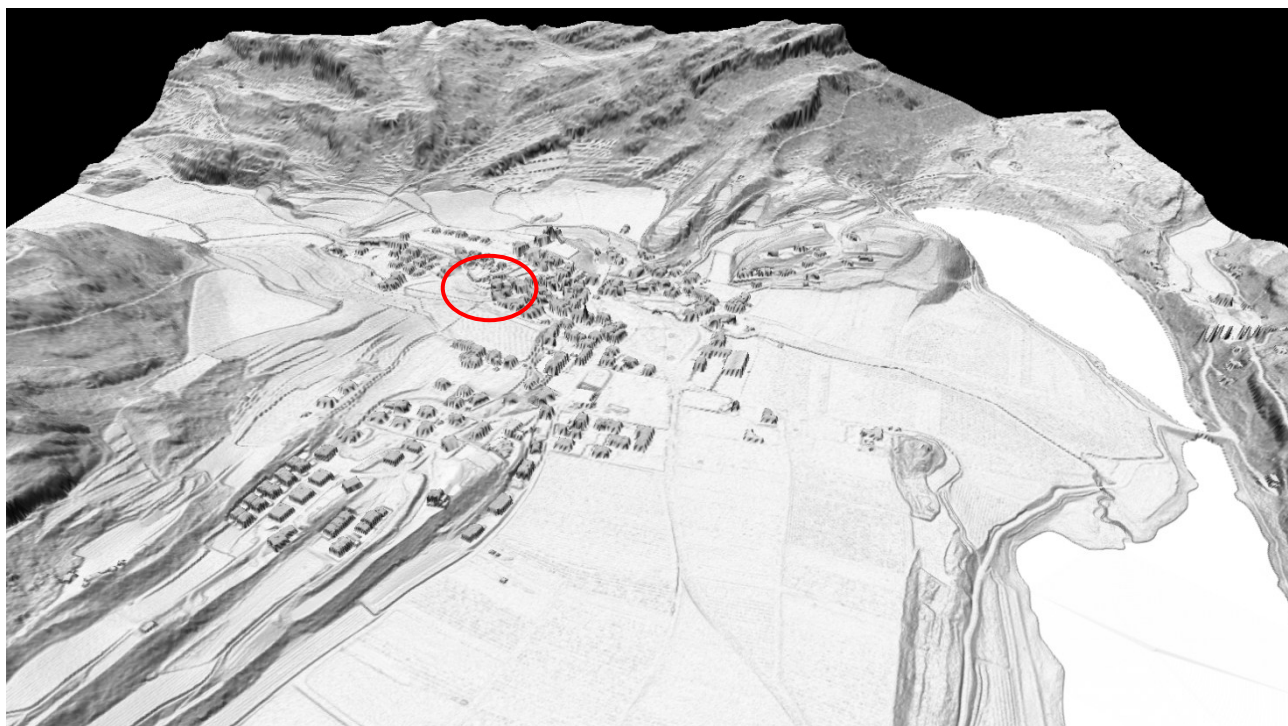
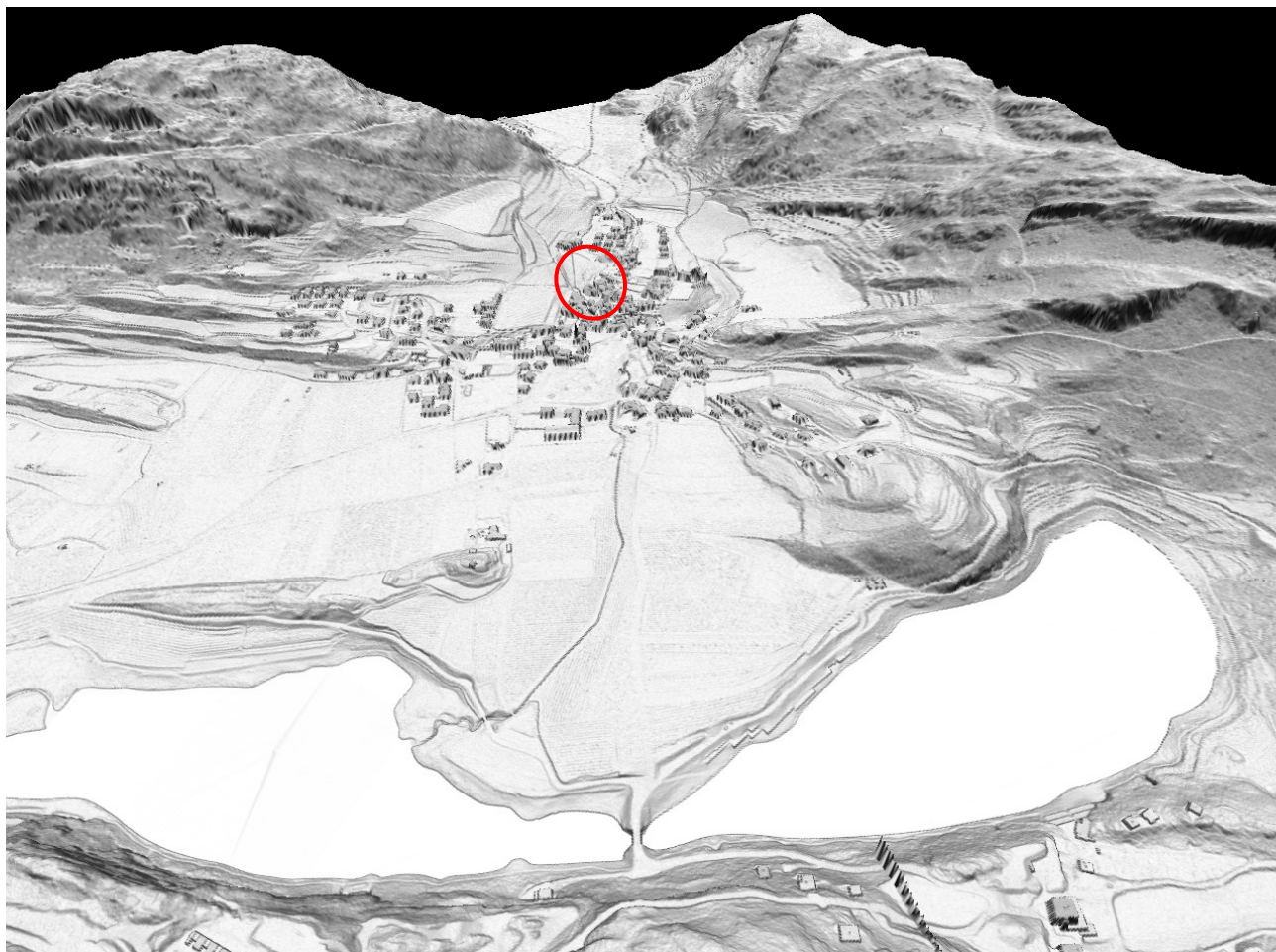
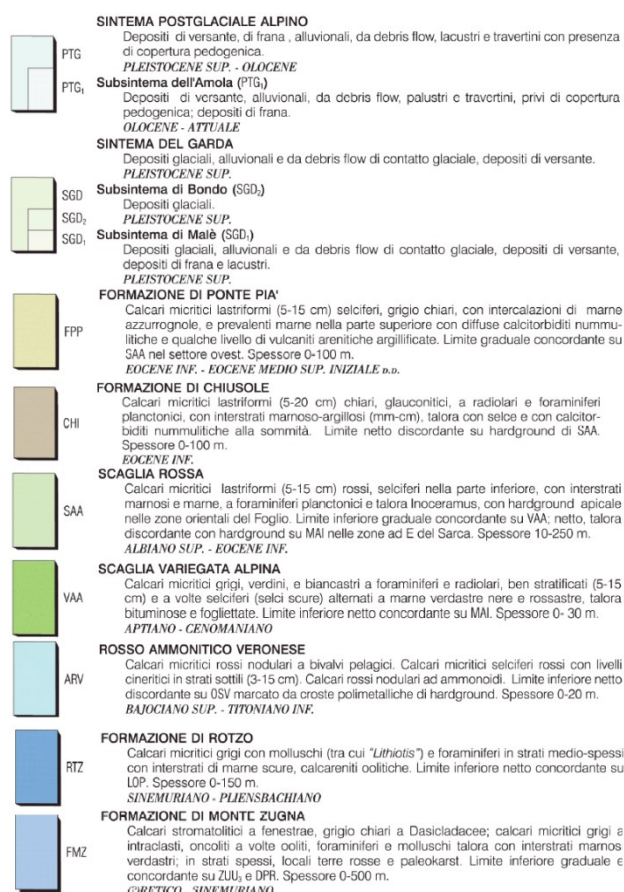
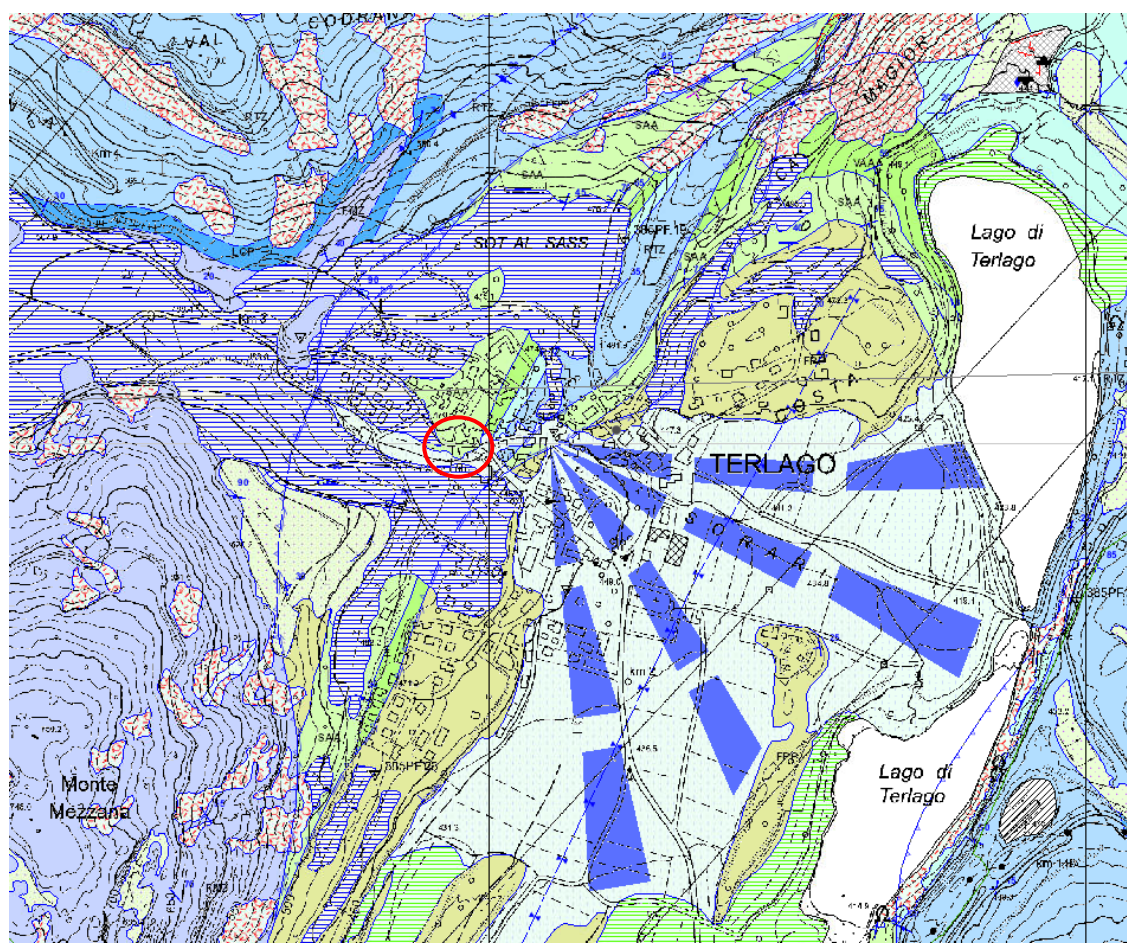


Figura 3.5 Viste 3d elaborate dal Lidar 2014 (Est, Nord, Ovest e Sud).

Si riporta, per avere delle informazioni litologiche generali, un estratto della C. Geologica N. 60090 “Baselga di Vezzano” relativa all’area di studio e legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg 59.



**Figura 3.6 Estratto Carta Geologica PAT N. 60090
 “Baselga di Vezzano” relativa all’area di studio e
 legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg “80”
 Riva**

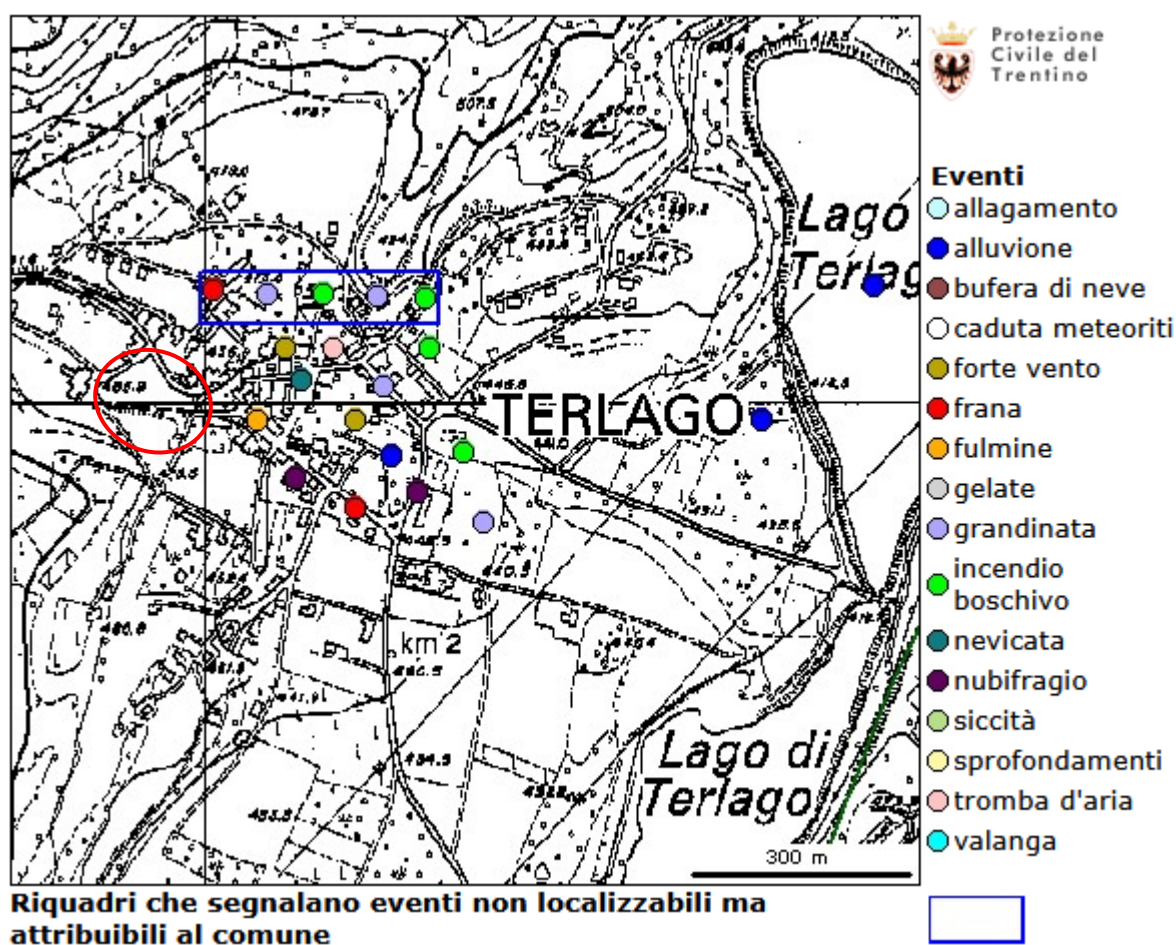
Osservando la Carta Geologica in Figura 3.6 si nota che l’area in progetto è cartografata in parte su roccia (SAA – Scaglia Rossa), come un deposito di conioide misto, avente tessitura GS (Ghiaie e Sabbie) appartenente a PTG ed in parte come dep. alluvionale e/o fluvio-glaciale appartenente a SGD₁₂ (Subintesa di Lisignago). I conoidi sono situati nella fascia di collegamento tra montagna e pianura oppure allo sbocco delle valli laterali tributarie in una valle più importante.

Le conoidi sono caratterizzate da una diminuzione nella granulometria dei sedimenti da monte a valle, causata da una graduale perdita di energia e di conseguenza di capacità di carico della corrente per una riduzione della velocità della corrente. Per questo motivo, i sedimenti più grossolani (sabbie grosse e ghiaie) tendono a disporsi nella parte apicale mentre sedimenti via via più fini si dispongono verso la parte basale.

Il substrato e gli affioramenti lungo del bacino appartengono per la maggiore a Formazioni Calcaree Dolomitiche. Nel particolare nella parte di interesse dal Gruppo dei Calcari Grigi, nel particolare dalla Formazione di Rotzo, Calcare Oolitico di Loppio e dalla Formazione di Monte Zugna.

Al fine di ottenere ulteriori informazioni sul sito si è effettuata **un'indagine storica**.

Nella cartografia del “Progetto Arca” (Archivio Storico online degli Eventi Calamitosi della Provincia Autonoma di Trento) non sono segnalate problematiche sulla Roggia di Terlago. Segnalati eventi unicamente riferiti ad esondazioni lacuali nella porzione Est dell’abitato del 17/09/1881, 1916, 1926, 1/11/1953 e 16/11/2000.



Il lago di Terlago minaccia la strada

Le piogge incessanti dei giorni scorsi hanno ingrossato il lago di Terlago facendolo salire di oltre 10 metri dal livello normale.

Le campagne circostanti sono completamente sommerse e la strada che unisce l'abitato di Terlago con la statale è seriamente minacciata. Se il lago cresce ancora di pochi centimetri il traffico dovrà essere deviato sulla mulattiera che porta a Cadine, come avvenne nelle «piene» del 1926 e del 1916.

TERLAGO

Si raccoglie il granoturco con la barca

Proporzioni preoccupanti sta prendendo in questi giorni il lago di Terlago, il quale allargatosi su vari ettari di campagna sta ora minacciando la invasione della strada principale che da Terlago porta sulla nazionale isolando in tal caso il paese da qualsiasi mezzo di trasporto. A raggiungere il livello della strada manca ancora di circa un metro, e bisogna tener conto che l'acqua è tuttora in aumento, ed aumenterà come da esperienza dei nostri anziani per 4-5 giorni dopo che il tempo si sarà rimesso al bello.

Da un paio di settimane continua affannosa l'opera dei contadini per recuperare i loro prodotti nei campi circostanti al lago, usando nella maggior dei casi le barche mezzo dispensabile per raccogliere la pannocchie del granoturco che sullo stelo sfiorano la superficie dell'acqua. Anche parecchi seminati di frumento sono stati invasi dalle acque, e purtroppo in questi niente c'è da sperare sul prossimo raccolto.

VERSO L'ESONDAZIONE

Terlago a rischio

TERLAGO - Lago di Terlago a rischio tracimazione. Se la pioggia dovesse continuare a cadere così abbondante lo specchio d'acqua rischierebbe una nuova esondazione. Il livello dell'acqua, infatti, si è alzato di tre o quattro metri. «Siamo al limite - ammette il primo cittadino di Terlago Agostino Depaoli - L'acqua è arrivata a mezzo metro dal ponte e il lagunaggio realizzato per ossigenare il lago è ormai sommerso. Per ora, comunque, la situazione è ancora sotto controllo, ma altri due o tre giorni così e sarebbe ancora emergenza». Nel Duemila, proprio la morsa del maltempo che si era abbattuta sul Trentino, aveva provocato l'esondazione del lago di Terlago che, invadendo la strada provinciale che attraversa il paese, aveva allagato anche il centro sportivo. Anche se le precipitazioni dovessero diminuire l'attenzione verso lo specchio d'acqua resterebbe comunque alta. «Quando ci fu la tracimazione - ricorda il sindaco - il livello dell'acqua continuò a salire anche nei giorni successivi, nonostante avesse smesso di piovere». Campanello d'allarme anche ai Laghi di Lamar, straripati in più punti lungo la strada che porta al ristorante Lillà. Il collegamento, per ora, resta comunque aperto.

Il lago avanza, chiusa la strada

«Per superare l'emergenza si può pensare all'esercito»

TERLAGO

Il presidente Leveghi e la strada allagata

TERLAGO. «Non possiamo dirci completamente isolati, ma con la viabilità che ci ritroviamo possiamo considerarci tali. E c'è già qualcuno che pensa di far intervenire l'esercito se non si riuscirà a fronteggiare l'emergenza». Sono parole amare quelle del sindaco di Terlago Agostino Depaoli. Un'amarezza giustificata anche dal fatto che nonostante tutti gli sforzi (quelli dei tecnici e dei vigili del fuoco) non c'è stato nulla da fare per fermare l'acqua del lago: la strada che collega il paese alla statale 45 (Gardesana bis) è stata chiusa nel primo pomeriggio. Quando si è visto che non sono bastati i sacchi di sabbia per bloccare la piena è scattata la decisione di chiudere completamente la strada dopo che per un paio di giorni la transitabilità è stata garantita dal senso unico alternato. «Per Terlago e per i paesi è un problema di non poco conto se consideriamo che per raggiungere Trento o comunque immetterci sulla Gardesana bis siamo costretti a passare attraverso Cogolo e Ciago lungo una strada stretta e pericolosa. Ma ancor più pericoloso - continua il sindaco - è l'incrocio di Vezzano. Per domani (oggi per chi legge) ho convocato



un vertice per definire un piano di sicurezza sia della viabilità locale che dell'incrocio stesso. Speriamo che con il cessare della pioggia di riuscire ad aprire la strada almeno ad una corsia tra un paio di giorni».

Intanto il lago di Terlago ha continuato a salire: dalle cinque a mezzogiorno di ieri il livello dell'acqua è cresciuto ancora di una cinquantina di centimetri allagando altri ettari di campagna. «E' davvero una desolazione ritrovarsi con un paesaggio simile. Non solo è ricoperta la campagna - spiega Depaoli - ma anche il centro sportivo Trilacum è sommerso dall'acqua: ci sono i pompieri che lavorano come disperati ma questa emergenza non sembra passare più».



Sotto acqua è finito il lido-Bunker così come una villetta di turisti olandesi. Invaso dall'acqua anche l'albergo Lillà. E una delle emergenze più gravi rimane il depuratore fuori servizio da qualche giorno. Tutti gli scarichi finiscono in campagna e mai come ora, ironizza il sindaco, «si può dire che siamo nella m...». Ieri si è lavorato per predisporre la presa della fognatura che dovrebbe consentire di convogliare gli scarichi a Cadine che scarica poi nel depuratore di Trento. L'obiettivo dei tecnici è di riuscire entro martedì a completare l'intervento.

Ieri il presidente del consiglio regionale Mauro Leveghi ha eseguito un sopralluogo per rendersi conto di persona della grave situazione di Terlago. «Quella che stiamo vivendo - conclude il sindaco - è davvero una lenta agonia».

Figura 3.7 Estratto cartografico e verbali-articoli dal progetto ARCA

Nella cartografia del “Progetto IFFI” (Inventario dei fenomeni franosi d’Italia) non sono riportati eventi franosi (Figura 3.8).

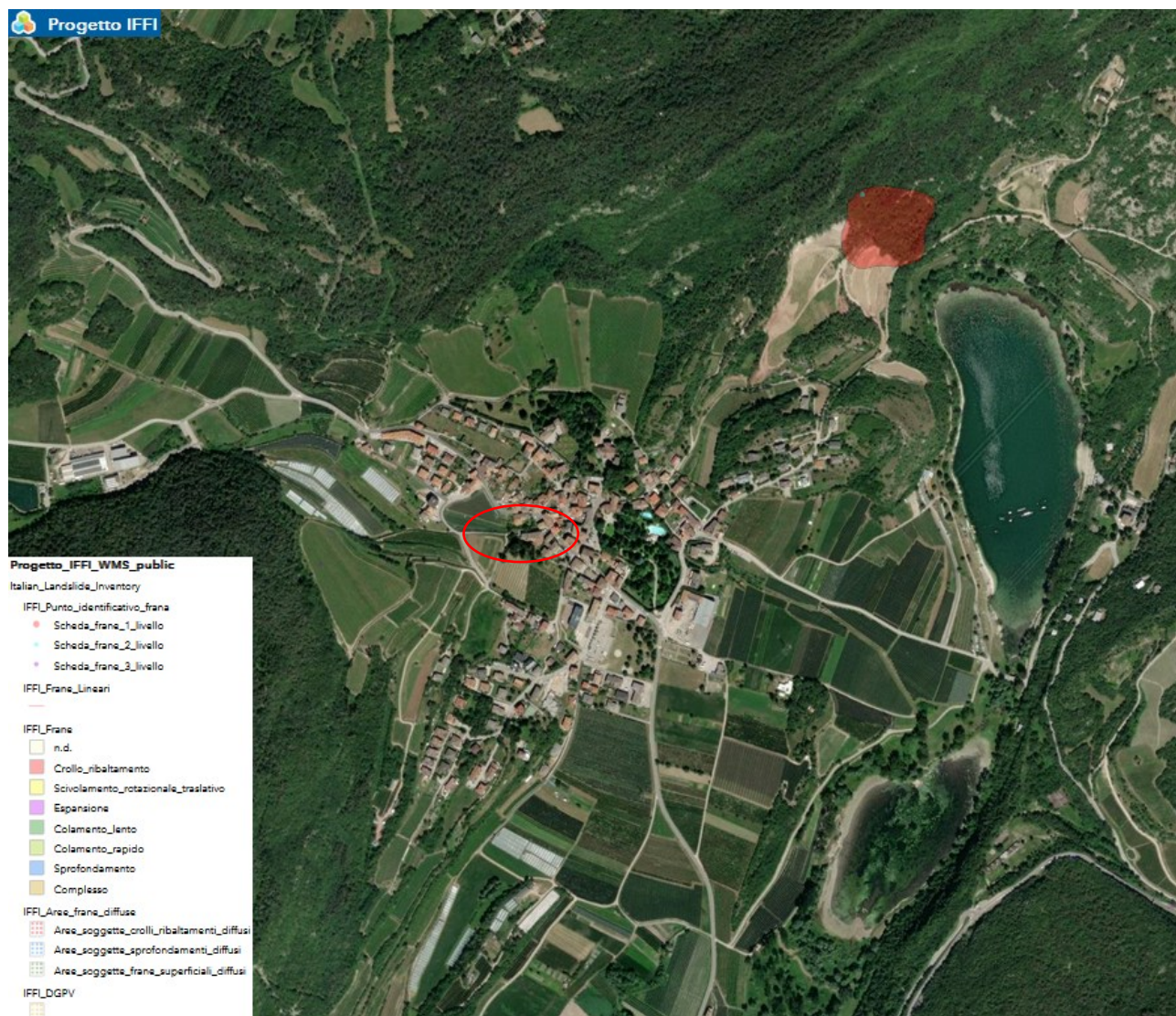


Figura 3.8 Estratto cartografico dal Progetto IFFI

Non disponibile l’accesso al portale del progetto **Life Franca** “*La difesa dalle alluvioni in Trentino*”.

Si riporta di seguito un confronto tra l’ortofoto del 1973 e del 2023, un estratto da “*Immagini a volo d’uccello degli insediamenti in Trentino (1985 ca)*” ed una foto storica dai quali si evince la trasformazione urbanistica dell’area.



Figura 3.9: Ortofoto del 1973 e del 2023 dell'area.



Figura 3.10: *Immagini a volo d'uccello degli insediamenti in Trentino (1985 ca)".*

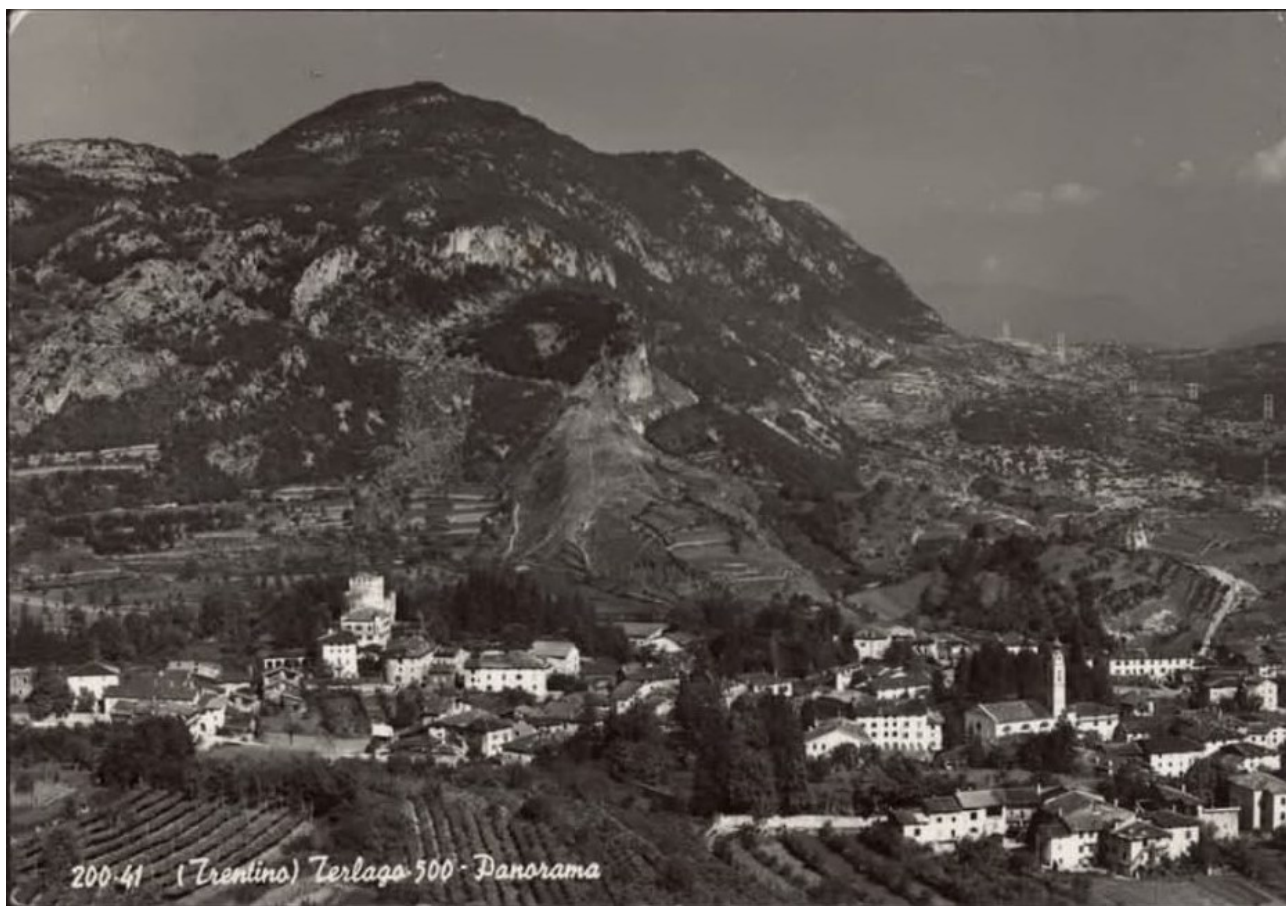


Figura 3.11 Foto storica dell'abitato di Terlago.

Dopo questo inquadramento normativo e sulle pericolosità segnalate, nel cap. 4 viene definita la pericolosità torrentizia HP. La presente è redatta secondo quanto disposto dalle *“Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità”* come riportato nel Piano Urbanistico Provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008) della Legge provinciale per il governo del territorio (l.p. n. 15 del 2015, articolo 22) per la valutazione del pericolo. Gli scenari studiati riguardano eventi di piena relativi a tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni, come previsto dalla l.p.2008, n.5.

4 PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA

L'area oggetto di studio, come descritto nei paragrafi precedenti, è classificata secondo la CSP come "Area a penalt  elevata (P4)" secondo la CaP per fenomeni alluvionali torrentizi. Pertanto, al fine della classificazione della pericolosit  nell'area di studio   necessario studiare dal punto di vista idrologico e idraulico il sito.

L'impostazione metodologica del presente studio segue quanto elencato di seguito:

- Inquadramento generale dell'area di studio
- Estrazione cartografica del bacino in analisi;
- Analisi geomorfologica e idrologica per la determinazione dell'idrogramma di piena liquido per i tempi di ritorno significativi (30, 100 e 200 anni);
- Verifiche idrauliche e dove necessaria modellazione bidimensionale del fenomeno di onda di piena nel tratto di torrente soggetto di tale studio;
- Identificazione delle classi di pericolosit ;

Al fine di pervenire ad una quanto pi  precisa modellazione finale del corso d'acqua,   necessario avvalersi di dati meteorologici, informazioni cartografiche, strumenti informatici di gestione del territorio e di analisi, in particolare:

- **Indagini di campo.** Vengono condotte mediante accurati sopralluoghi sul sito interessato dallo studio. Queste indagini risultano di supporto alla definizione delle caratteristiche idrauliche e morfologiche del sito quali granulometria, scabrezza, presenza di vegetazione, individuazione di zone di erosione e deposito e identificazione di eventuali affluenti non attivi.
- **Analisi storiche.** L'esame delle informazioni riguardanti precedenti eventi di dissesto idrogeologico   fondamentale per una prima analisi delle zone critiche e per comprendere meglio il comportamento degli eventi di onda di piena che hanno interessato la zona. Le fonti principali sono costituite dall'archivio storico della Provincia Autonoma di Trento, costituito dai riferimenti agli articoli delle principali testate giornalistiche della regione.
- **Analisi cartografiche.** Attraverso l'uso di specifici strumenti GIS (GRASS, GlobalMapper, Qgis), sono state condotte analisi sulle informazioni geografiche e cartografiche esistenti al fine di definire le principali caratteristiche geomorfologiche del bacino di interesse e preparare con metodologia rigorosa i dati di ingresso nei software di modellazione. In particolare, si   fatto uso dei seguenti strumenti:
 - Carta Topografica Generale 1:10.000 con definizione a 254 punti per pollice, cod. agg.1.1/00, di propriet  della Provincia Autonoma di Trento;

- Modello Digitale del Terreno 1:10.000 con passo di campionamento 0.5 m, cod. 1.2/96, di proprietà della Provincia Autonoma di Trento;
- Cartografia on-line della P.A.T. (<http://www.gis.provincia.tn.it>), con i tematismi riguardanti l'idrografia e gli sfondi delle Ortofoto a Colori del Volo Italia 2000;

Strumenti utilizzati:

- ***Estrazione cartografica del bacino.*** Mediante il software Udig-Peakflow è stata realizzata l'estrazione cartografica del bacino di interesse a partire dal DTM dell'area di interesse.
- ***Analisi idrologiche.*** Gli idrogrammi di piena sono stati realizzati mediante l'utilizzo del modello afflussi-deflussi implementato all'interno del software "Udig" denominato "Peakflow". Questo è un modello idrologico semi-distribuito integrato in JGrass che lavora utilizzando come base d'approccio GIUH e calcola sia la portata massima che la durata della precipitazione che massimizza la portata stessa.
- ***Modellazione matematica.*** Le analisi di pericolo sono state condotte a partire dai dati elaborati nelle precedenti fasi, mediante il software "HEC-RAS". Questo software permette la modellazione di fenomeni di piena a fondo fisso.

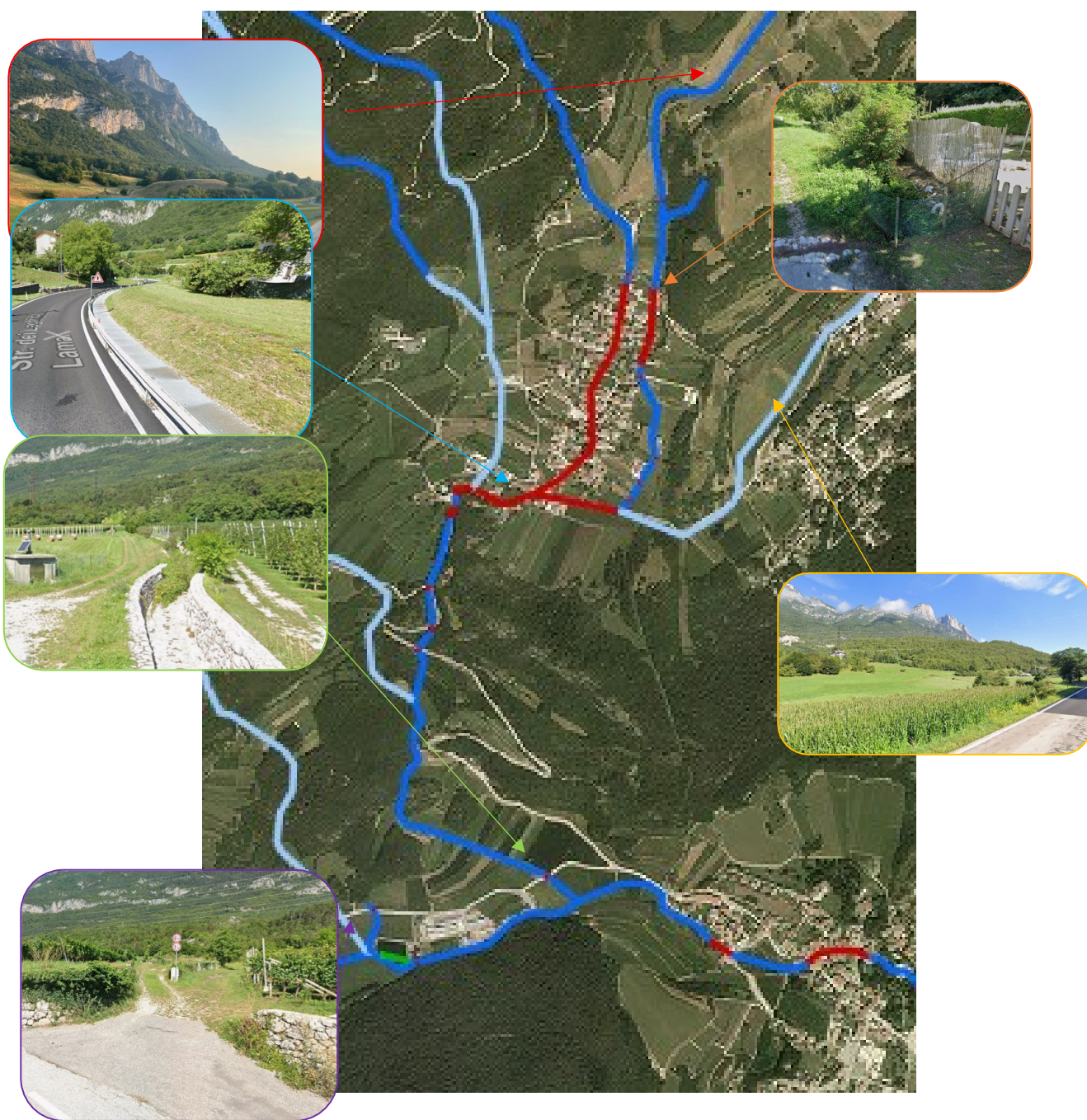
Nei prossimi paragrafi verranno descritti con maggiore dettaglio, suddivisi per sotto-capitoli, gli aspetti precedentemente esposti.

5 ROGGIA DI TERLAGO: BACINO IDROGRAFICO

L'area oggetto di variazione si colloca in prossimità della roggia di Terlago, nel tratto a monte del centro storico dove la stessa viene intubata sotto agli edifici del paese di Terlago. La roggia, che raccoglie le acque provenienti dal Monte Terlago e dal versante orientale del monte Gaggia e della Paganella prima di arrivare nel centro storico del paese presenta alveo un regolare e numerosi tratti tombati di dimensioni molto ridotte (specie nella parte lungo la strada che porta ai Laghi di Lamar).

Dal punto di vista idrogeologico la roggia di Terlago si sviluppa interamente nel comune di Vallelaghi; l'orientamento è di tipo NO – SE. La roggia è formata dall'unione di quattro rami, le cui sorgenti sono disposte ad ampio semicerchio che circonda il paese di Terlago. La prima, chiamata "fobia" si trova in un prato a monte dell'abitato; la seconda scaturisce dalla roccia nella località di Lagostel; mentre la terza e la quarta sono localizzate a monte del Castello di Terlago e più a monte, verso i laghi di Lamar. Le acque unite alle sorgenti vanno ad alimentare il Lago di Terlago. Si segnala che in prossimità dell'area denominata "Pozza di Prada" ci sono altre sorgenti le cui acque dopo un piccolo percorso si perdono nel terreno. Nella parte più a NO del bacino sono presenti i due Laghi di Lamar chiamati rispettivamente Lago della Mar e Lago Santo. Il lago Santo, quello più a

sud riceve le acque di molte sorgenti che scaturiscono in un piccolo pianoro soprastante, mentre il lago della Mar, che non ha emissari, è presumibilmente in comunicazione con il lago a valle mediante successivi strati di ghiaie conoidali che garantiscono un deflusso subsuperficiale. Superficialmente non vi sono emissari propriamente detti; l'acqua del Lago Santo esce per un breve canale e si disperde tra i massi di detrito, per comparire probabilmente alle spalle del Castello di Terlago. Tali considerazioni sono fondamentali per la determinazione del bacino idrografico che realmente può contribuire alla formazione dell'onda di piena.



Allo scopo di individuare eventuale pericolosità nel sito di intervento è necessario, in primo luogo, identificare il bacino idrografico che contribuisce alla formazione del picco di piena.

Per definizione un bacino idrografico è quella porzione di suolo all'interno del quale ogni goccia d'acqua caduta sulla superficie, confluisce necessariamente verso un unico punto posto più a valle definito come "sezione di chiusura" del bacino.

L'estrazione dei confini del bacino genera un tematismo cartografico che evidenzia una porzione chiusa di un territorio che congiunge le creste dei rilievi circostanti una o più valli tra questi comprese. Questa operazione può essere condotta a varie scale (versante, bacino idrografico, insieme di bacini) e nel presente caso di studio si è operato a partire da una sezione di chiusura posta a valle.

L'estrazione del bacino idrografico mediante procedura informatica supervisionata, si basa sull'elaborazione del dato di elevazione digitale del terreno ed è necessaria per la calibrazione dell'onda di piena. In particolare, si è fatto uso del modello digitale del terreno in uso presso la Provincia Autonoma di Trento con risoluzione 0.5x0.5 m.

A partire dal DTM dell'area di studio ricampionato ad una risoluzione di 7x7 m sono state eseguite le classiche operazioni di analisi GIS finalizzate alla perimetrazione dei confini dei sottobacini idrologici.

Il software utilizzato è JGrass un GIS libero e open source basato sul più famoso GIS Grass. È sviluppato in java da HydroloGIS (che si occupa del suo coordinamento) e il CUDAM, il Centro Universitario per la Difesa dell'Ambiente Montano dell'Università di Trento. Anche in JGrass sono presenti una serie di strumenti per l'analisi geomorfologica e idrologica dei dati di elevazione digitale del terreno.

La metodologia seguita dal software utilizzato consiste nell'elaborare una serie di nuove mappe ricavate applicando funzioni matematiche al dato originale dell'elevazione altimetrica, in particolare si ottengono:

- la mappa delle direzioni di drenaggio (Figura 5.1) che indica, per ogni porzione di suolo considerato, verso quale direzione si orienta l'acqua nella sua discesa verso valle, è inoltre necessaria per la successiva estrazione del reticolo idrografico;

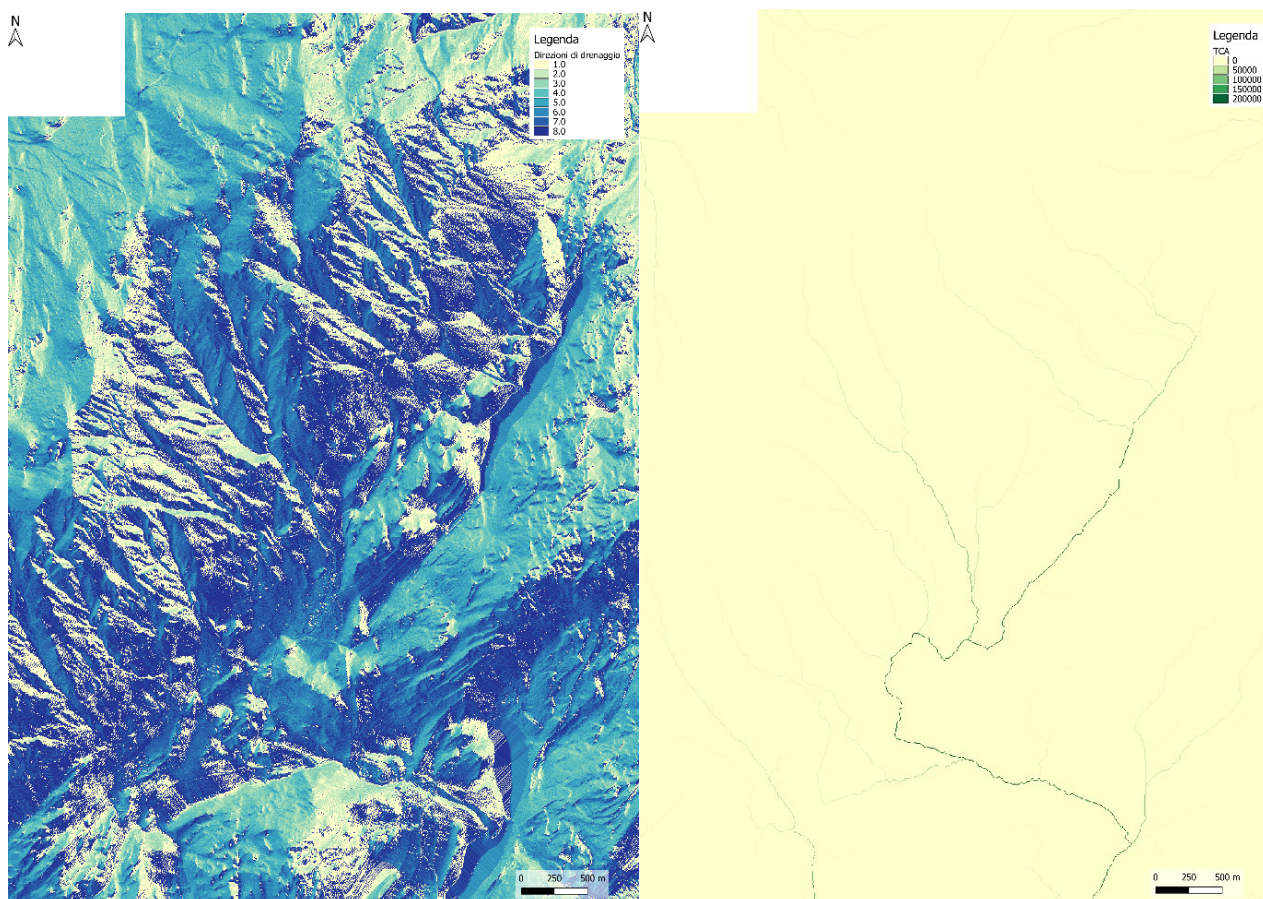


Figura 5.1 Mappa delle direzioni di drenaggio dell'area in esame calcolata con il GIS JGrass a sinistra e mappa delle aree contribuenti totali sull'area di studio espressa in forma logaritmica per poter apprezzare la variabilità dei valori nelle celle a destra

- la mappa delle aree totali contribuenti che rappresenta per ogni cella, il totale espresso in numero di celle presenti a monte e che drenano nella porzione di suolo considerata;
- la mappa raster di prima approssimazione della rete idrografica ottenuta scegliendo un valore di soglia di area contribuyente totale per ogni cella al fine di differenziare le aree classificate come versante da quelle classificate come canale (Figura 5.2 a sinistra);

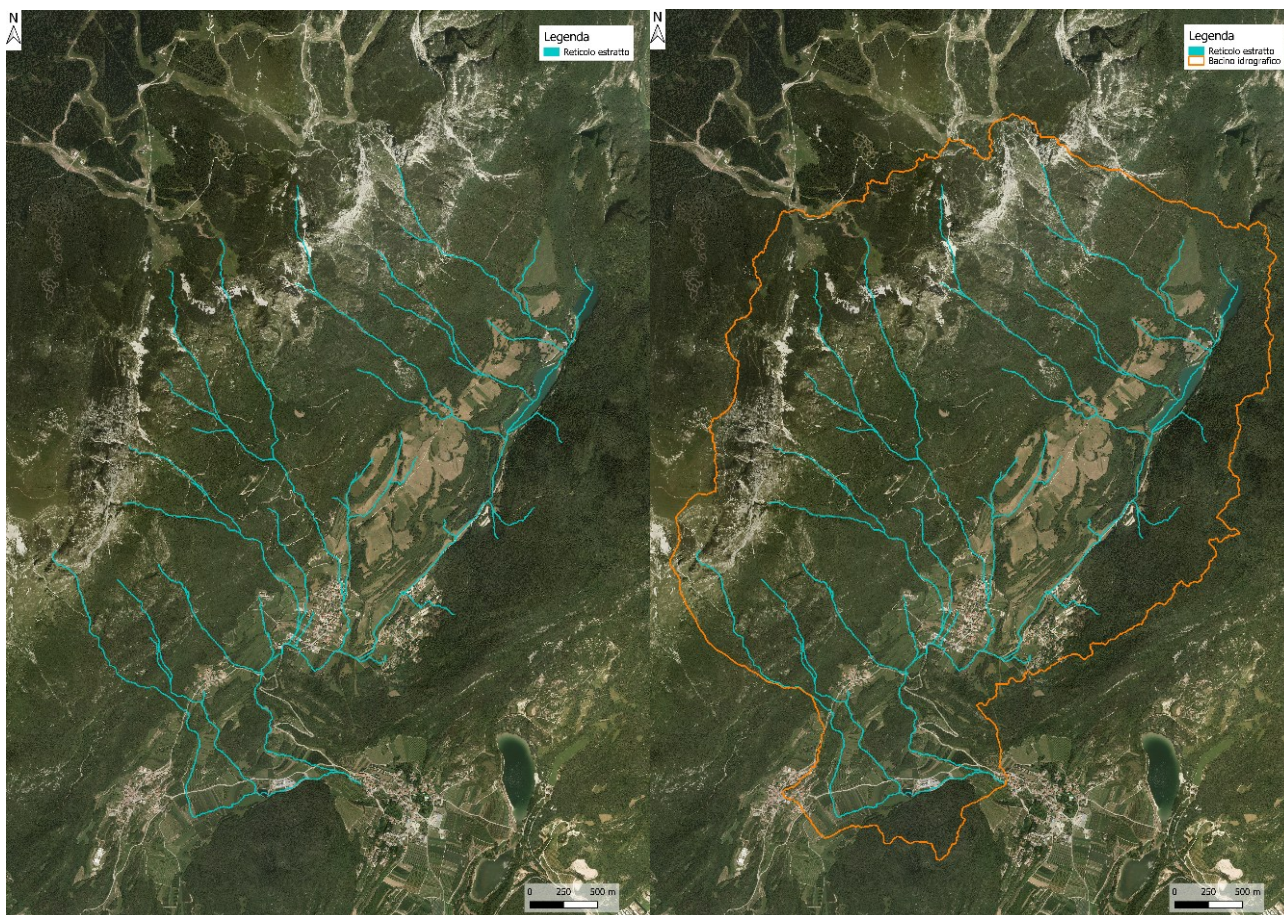


Figura 5.2 Mappa del reticolo idrografico e del bacino idrografico

- la mappa vettoriale contenente il punto che identifica la sezione di chiusura del bacino (Figura 5.2 a destra).

In particolare, quest'ultima viene realizzata sotto la completa supervisione dell'utente in quanto le sezioni di chiusura vengono scelte in corrispondenza dei pixel canale della mappa raster della rete idrografica. Si noti che in alcune aree di fondovalle il DTM non risulta sufficientemente rappresentativo del reale andamento planimetrico del corso d'acqua e le procedure di estrazione della rete producono mappe non coerenti nei tratti a pendenza prossima allo zero. Di conseguenza, nella scelta delle coordinate delle sezioni di chiusura è necessario prediligere i punti in corrispondenza di un tratto di alveo reale, guidando tale scelta mediante l'uso di ortofotocarte. In questo caso la scelta della sezione di chiusura è stata imposta a monte delle particelle oggetto di analisi di compatibilità., in questo modo si ottiene, mediante analisi idrologica la portata di picco che compete al tratto di roggia di valle.

Il bacino idrografico identificato comprende anche la porzione relativa ai Laghi di Lamar. Come descritto in precedenza, tale area è alimentata da sorgenti e da piccoli corsi d'acqua che

conferiscono negli specchi d'acqua. I laghi non hanno emissari evidenti ma si suppone che esistano fenomeno di carsismo e deflussi subsuperficiali che in caso di eventi estremi di precipitazione non possano concorrere attivamente alla formazione del picco di piena in quanto caratterizzati da tempi di corrivazione molto più lunghi. Inoltre, nel tratto compreso tra i Laghi di Lamar, passando per la Loc. Vallene fino al paese di Monte Terlago non si osservano forme riconducibili a deflussi superficiali. Pertanto, ai fini della determinazione dell'idrogramma di piena nell'area di studio viene escluso il bacino relativo ai laghi di Lamar (in rosso in Figura 5.3) e viene considerato quello che contribuisce attivamente con deflussi superficiali importanti evidenziato in giallo in Figura 5.3.

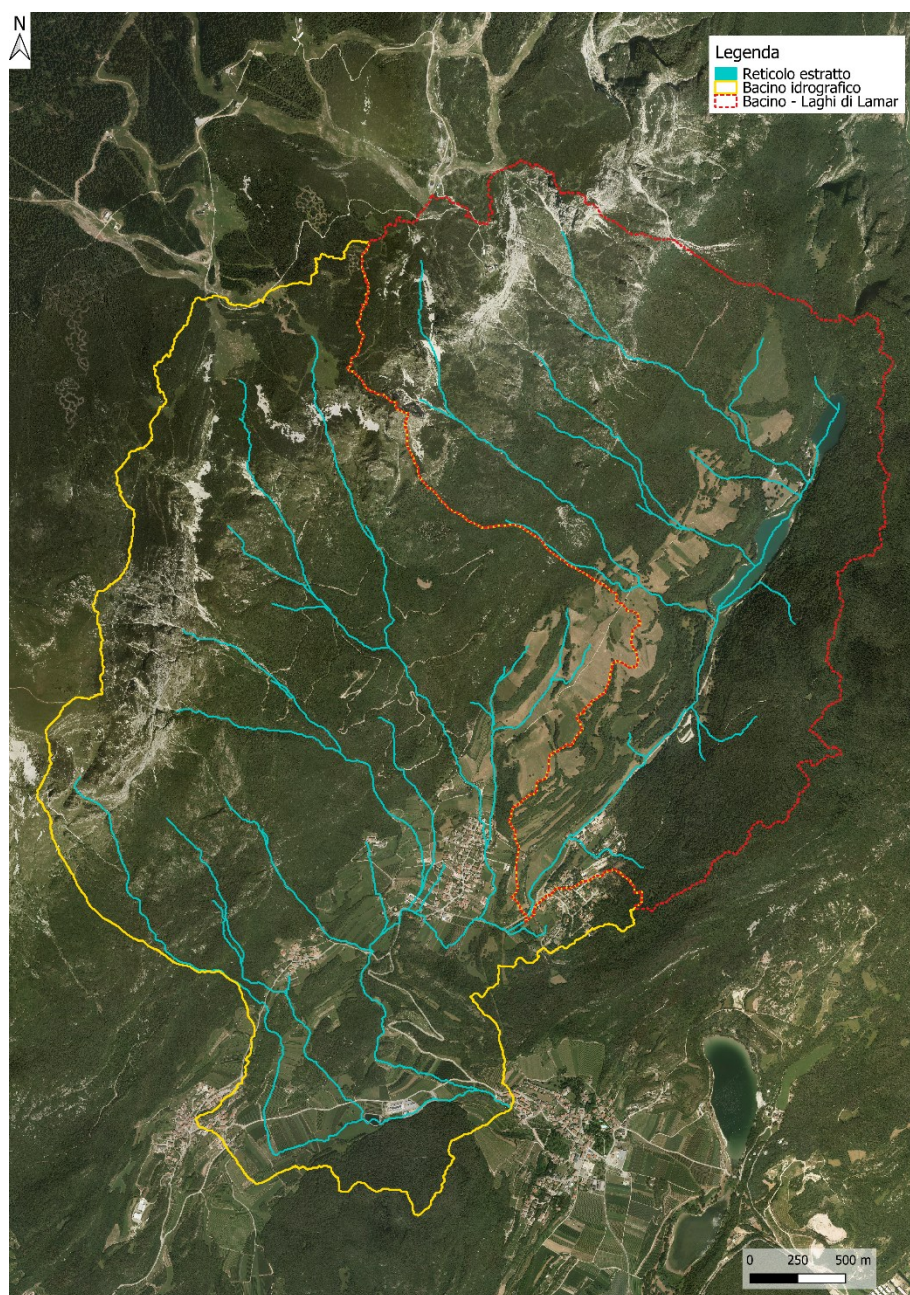


Figura 5.3 Bacino idrografico identificato

In Figura 5.4 vengono riportate le caratteristiche principali dell'asta principale del reticolo idrografico. Come descritto in precedenza il reticolo principale della roggia oggetto di studio si origina dalle acque raccolte dalla Loc. Prada alle pendici orientali della cima Paganella. Il primo tratto mostra pendenza costante a circa 10 % con attraversamento di aree prative e del centro abitato di Monte Terlago dove qui viene a tratti tombinato. A valle la roggia scorre ad ovest della viabilità che collega Terlago a Monte Terlago con pendenze molto elevate tra il 20-50% fino a giungere nella parte prativa che collega Terlago con Covelò; qui l'alveo ha subito una regimazione, infatti, si passa da alveo naturale ad alveo rivestito a sezione rettangolare fino ad attraversare la SP18dir. A valle la roggia principale integra le sue acque con quelle provenienti da alcune sorgenti e dal versante di Cogolo fino a giungere il paese di Terlago; qui le pendenze sono circa costanti fino all'immissione nel lago di Terlago.

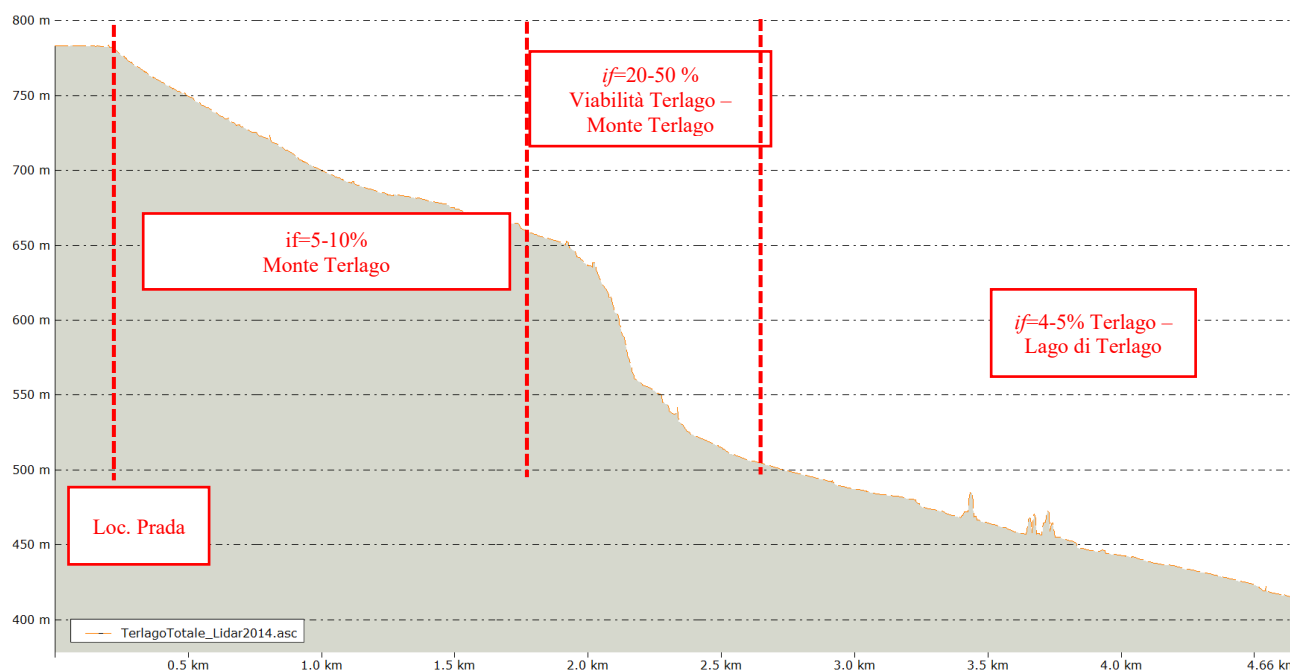


Figura 5.4 Profilo longitudinale dell'asta principale della roggia di Terlago

5.1 CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

In tale capitolo verrà descritto il calcolo degli idrogrammi di piena in relazione agli assegnati tempi di ritorno. Per tale trattazione è stato utilizzato JGrass e nello specifico il modello Peakflow.

5.2 Calcolo della portata di massima piena con JGrass

A seguito dell'analisi geologica-geomorfologica, validata anche da sopralluoghi effettuati in situ, si è scelta la sezione di chiusura del bacino attorno ai 470 m s.l.m., ovvero in una sezione a monte dell'area oggetto di studio. In questo modo è possibile determinare l'idrogramma della portata di massima piena per i tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni che transita nell'alveo in adiacenza all'area oggetto di trasformazione urbanistica.

Nonostante il bacino presenti numerosi tratti tombati che attraversano i numerosi centri abitati della valle, a favore di sicurezza si è deciso di considerare l'intera area come contribuente alla formazione del colmo di piena. Tuttavia, i tratti tombati rappresentano una sezione critica al normale deflusso dell'onda di piena con possibili esondazioni a monte degli stessi, contribuendo di fatto alla laminazione del picco in caso di alveo completamente a cielo aperto. Per considerare tale fenomeno ci si è basati sulla taratura del modello andando a modificare i parametri idraulici che governano l'analisi idrologica in modo da allungare l'evento e ridurne l'intensità. Infine, c'è da precisare come, anche nel caso di esondazione a monte, il deflusso, per caratteristiche morfologiche della Valle potrebbe rientrare totalmente in alveo.

Il calcolo del picco di piena è stato eseguito utilizzando un modello geomorfologico semidistribuito e fisicamente basato adatto a riprodurre la risposta del bacino a scala di evento. Tale modello, Peakflow, è integrato nel GIS JGRASS e permette di determinare l'idrogramma di piena nella sezione di chiusura, relativamente all'evento considerato.

5.2.1 Il modello Peakflow

Il modello Peakflow calcola la portata aggregando i deflussi precedentemente separati in superficiali e subsuperficiali sulla base della saturazione del terreno. L'ipotesi di base è che le sole aree sature contribuiscano al deflusso superficiale, mentre quelle insature contribuiscono al deflusso subsuperficiale, generalmente più lento. La trattazione geomorfologica consente di differenziare, punto per punto nel bacino, sia il tipo di deflusso (superficiale e subsuperficiale) che il tempo necessario all'acqua per raggiungere la sezione di uscita e contribuire al picco di piena. Tale approccio è implementato attraverso il calcolo della funzione di ampiezza, ovvero la distribuzione dei tempi di residenza del bacino considerato.

5.2.2 Input necessari al modello

Al fine di generare un idrogramma di piena nella sezione di chiusura del bacino è necessaria la determinazione, in primo luogo, il valore di saturazione iniziale del terreno. Si è ipotizzata una percentuale di saturazione iniziale pari al 15%. Con tale assunzione è possibile scindere le zone sature da quelle insature mediante l'utilizzo dell'indice topografico, che descrive la tendenza di un pixel a saturarsi in funzione della pendenza locale e dell'estensione dell'area a monte in esso drenante. Su questa mappa di indice topografico, corretta rispetto alle aree pianeggianti, viene svolta un'analisi statistica per determinare la distribuzione dell'indice topografico rispetto alle celle del bacino e la relativa probabilità cumulata. Sul relativo grafico, riportato in Figura 5.5, in corrispondenza del valore complementare a 100 della percentuale di saturazione fissata (ovvero 85%, se si è ipotizzata una percentuale di saturazione pari al 15%), si legge, sull'asse delle ascisse, il valore di indice topografico. Tutte le celle del bacino aventi valore di indice topografico superiore al valore così determinato sono, secondo le ipotesi fatte, saturi e contribuiscono al deflusso superficiale.

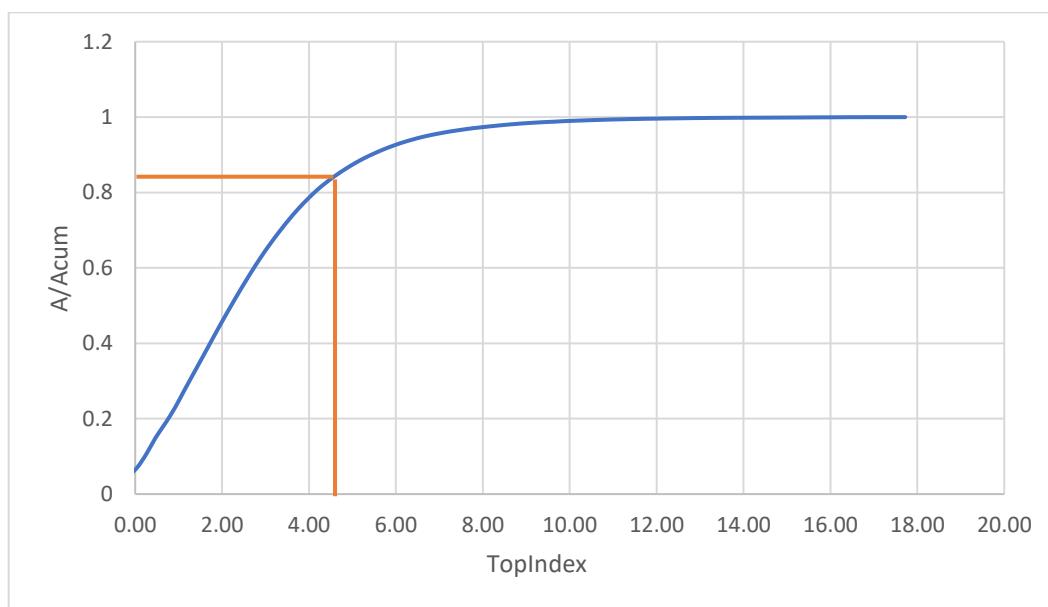


Figura 5.5 Frequenza cumulata dell'indice topografico calcolato sul bacino della roggia di Terlagio

Relativamente al bacino della roggia di Terlagio sono state fatte numerose prove con percentuali di saturazione diverse, e alla fine si è ipotizzato uno scenario con saturazione iniziale pari al 15%, a cui corrisponde un unico valore di soglia di indice topografico per l'intero bacino pari a 4.84. La scelta della percentuale di saturazione del bacino costituisce l'unico parametro del modello che richiede la sensibilità nella sua stima. Tale parametro è stato utilizzato per calibrare l'onda di piena in modo da ottenere valori sia in termini di durata dell'evento che di portata massima compatibili con la roggia

in analisi e le sue caratteristiche. In Figura 5.6 viene riportata la mappa dell'indice topografico evidenziando le aree sature da quello non sature.

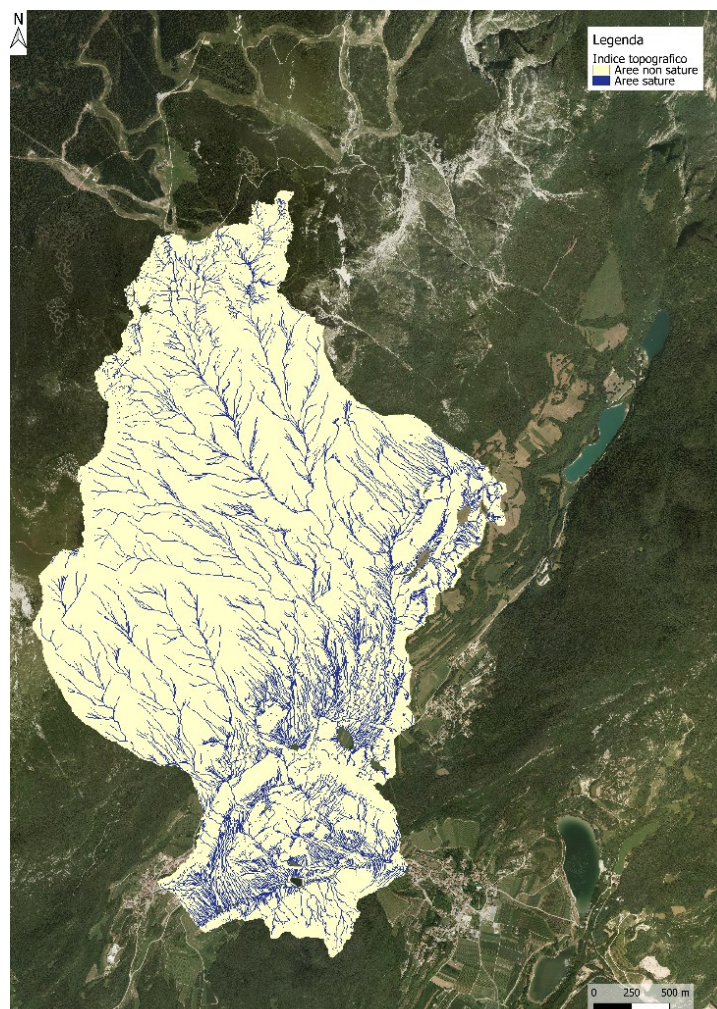


Figura 5.6 Indice Topografico del bacino della roggia di Terlaggio

Il calcolo delle distanze riscalate relativamente ai siti saturi ed insaturi è funzionale al calcolo della funzione d'ampiezza. Questa descrive la distribuzione di probabilità delle distanze di ogni singola cella dalla sezione di chiusura, misurate lungo i vari percorsi di drenaggio (versante + canale). Anche in questo caso il parametro r che permette di differenziare il tempo di risposta dei versanti dal tempo di risposta dei canali, è ipotizzato prevalentemente superficiale, utilizza valori di r dell'ordine di 20, mentre per le zone non sature, dove il deflusso è prevalentemente subsuperficiale, r è dell'ordine 100.

La suddivisione del bacino in aree sature ed insature viene svolto applicando un filtro sulle celle il cui valore di indice topografico risulta superiore alla soglia di saturazione fissata.

In Figura 5.7, si riportano le mappe delle distanze riscalate rispettivamente, per il deflusso superficiale (relative alle sole porzioni sature) e quello subsuperficiale (delle sole porzioni non sature) relative ad una saturazione del bacino del 15%.

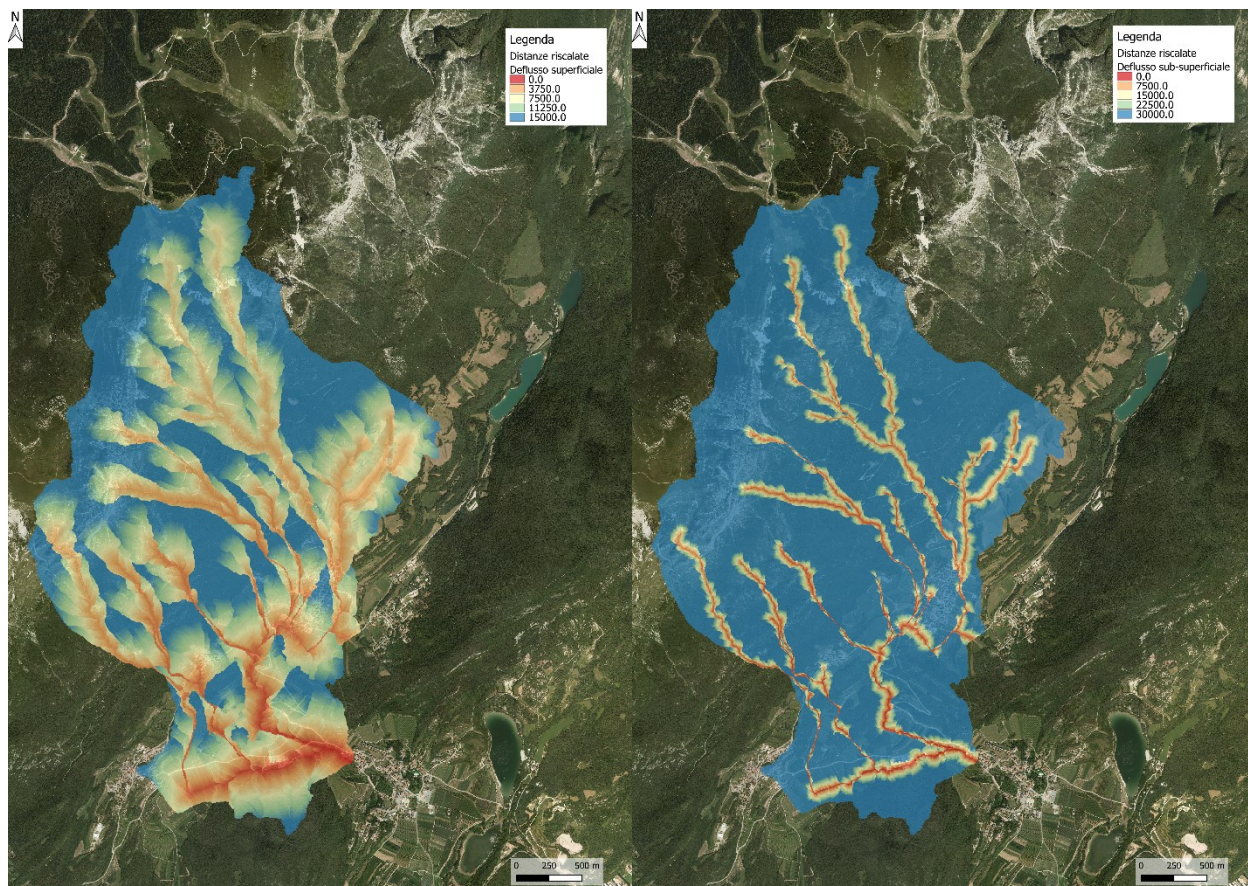


Figura 5.7 Mappa della distanza riscalata per il deflusso superficiale della roggia, $r=30$ (a sinistra) e per il deflusso subsuperficiale $r=300$ (a destra), relative ad una saturazione del sottobacino pari al 15%

5.2.3 I parametri del modello

I parametri idraulici permettono di definire in maniera mediata per il bacino la velocità dell'acqua nei canali e le caratteristiche del moto dell'onda di piena. Per il sottobacino in esame sono state eseguite numerose prove considerando velocità medie comprese tra 1 e 2 m/s e coefficienti di dispersione idrodinamica variabili tra 100 e 1000 m²/s. Al termine di queste prove effettuate su tutti i sottobacini dell'intera area di studio si è deciso di utilizzare un valore comune pari a 2 m/s per quanto riguarda la velocità media dell'acqua all'interno della rete dell'intero bacino e 1000 m²/s per il coefficiente di dispersione idrodinamica. La scelta di un valore comune per tutta l'area di studio è dettata dal fatto che non è stato possibile utilizzare dei valori misurati per la taratura dei suddetti parametri, e dal fatto che la geomorfologia dei vari sottobacini analizzati è simile.

In Tabella 5.1 vengono riassunti i principali parametri utilizzati nel modello PeakFlow.

Parametri modello Peakflow	
<i>Velocità media nel canale</i>	2 m/s
<i>Coefficiente di dispersione idrodinamica</i>	1000 m ² /s
<i>Saturazione del terreno</i>	15 %

Tabella 5.1 Parametri utilizzati nel modello Peakflow

I parametri delle curve di possibilità pluviometrica a (funzione dello spazio e del tempo di ritorno) e n (funzione solo dello spazio) relativi all'intera area di studio sono ricavati tramite l'analisi statistica delle precipitazioni e seguono l'equazione:

$$h = a \cdot t^n$$

La PAT ha reso disponibili le mappe su una griglia regolare dei dati spazialmente distribuiti del coefficiente pluviometrico a , dell'esponente n e del coefficiente di variazione globale V relative alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica distribuite sull'intero territorio provinciale.

Mediante un processo di interpolazione spaziale effettuato attraverso il modello dell'Ordinary Kriging si sono ricavati i parametri delle L.S.P.P. utilizzati nella stima dell'idrogramma di piena per tre tempi di ritorno.

	a	n
<i>Tr= 30 anni</i>	34.647	0.370
<i>Tr=100 anni</i>	40.799	0.370
<i>Tr=200 anni</i>	44.319	0.370

Tabella 5.2 Parametri delle L.S.P.P. del rio

5.2.4 Calcolo della portata liquida di picco

Come descritto in precedenza, grazie della morfologia e ai sopralluoghi effettuati, la reale area che contribuisce alla formazione del picco di piena è quella identificata posizionando la sezione di chiusura a monte dell'area oggetto di intervento. L'idrogramma di piena calcolato verrà utilizzato nelle successive modellazione e per la realizzazione della carta della pericolosità.

Utilizzando i parametri descritti nei paragrafi precedenti, sono state condotte diverse simulazioni con il modello *Peakflow* che hanno dato origine agli idrogrammi di piena, riportati per i vari tempi di ritorno.

I valori relativi alla portata massima rilevata in funzione dei diversi tempi di ritorno, il tempi di picco dell'evento, la durata della pioggia tale da determinare il picco, il grado di saturazione del bacino imbrifero utilizzato e il coefficiente udometrico sono riportati in Tabella 5.3.

Tr [anni]	Saturazione [%]	Ql [m ³ /s]	Area [km ²]	Coefficiente Udometrico [m ³ /s/km ²]	Tpicco [h]
30	15	8.91	8.60	1.04	4.33
100	15	10.49	8.60	1.22	4.33
200	15	11.40	8.60	1.33	4.33

Tabella 5.3 Risultati della portata di picco per differenti tempi di ritorno per la roggia di Terlago

Come si osserva nella precedente tabella, le portate di picco oscillano tra valori di 8.9 m³/s e 11.40 m³/s per tempi di ritorno rispettivamente di 30, 100 e 200 anni. Il tempo di picco è nell'ordine di poco più di 4 ore, mentre il coefficiente udometrico, che esprime la portata per unità di superficie, è compreso tra 1.04-1.33 m³/s/km², che rappresentano risposte idrologiche del bacino lente. Tali valori possono essere considerati coerenti con la morfologia del bacino della roggia, caratterizzato da ridotte pendenze e da molteplici tratti tombinati che attraversano i paesi della valle che in occasione di fenomeni di precipitazione estrema possono occludersi e di fatto rallentare l'onda di piena in termini temporali e di intensità.

In Figura 5.8 viene rappresentato l'idrogramma di piena liquido ottenuto mediante il modello Peakflow considerando una saturazione iniziale del terreno pari al 15%, per la parte di bacino idrologico che realmente contribuisce alla formazione del picco di piena.

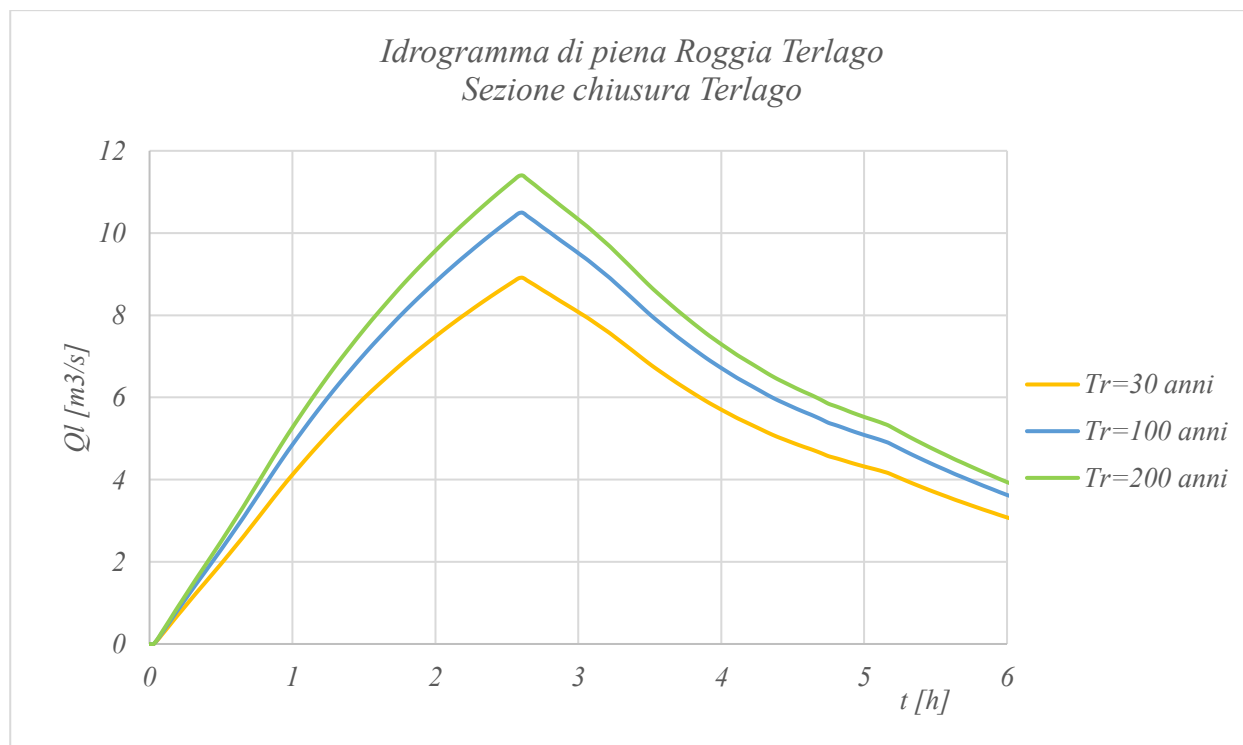


Figura 5.8 Idrogramma di piena liquida della roggia di Terlago per differenti tempi di ritorno

5.3 VERIFICA IDRAULICA DEL TRATTO OGGETTO DI STUDIO

Come descritto nei precedenti paragrafi lo studio mira ad analizzare la compatibilità tra la variante urbanistica C.S. 28 e la pericolosità attesa dovuta alla piena della roggia di Terlagio.

A tal fine è stato effettuato un rilievo dettagliato dell'asta idraulica in prossimità e all'interno dell'area di intervento, che ha consentito di individuare una serie di sezioni critiche, evidenziate in colore giallo in Figura 5.9, caratterizzate da potenziali condizioni di ridotta capacità di deflusso e discontinuità geometriche.

- **Tratto 1.** Nel primo tratto oggetto di analisi la roggia di Terlagio presenta una sezione di deflusso di tipo rettangolare, con larghezza costante pari a circa 1.20 m e altezza delle sponde variabile, con valore minimo rilevato pari a 1.00 m. Le sponde e il fondo risultano realizzati in calcestruzzo. La pendenza longitudinale dell'alveo non è uniforme: nel tratto più a monte si attesta su valori relativamente contenuti, dell'ordine del 3%, mentre procede ad aumentare progressivamente verso valle, raggiungendo valori compresi tra il 6% e il 7%. Il corso d'acqua attraversa prevalentemente aree prative e terreni agricoli privati ed è interessato dalla presenza di alcuni attraversamenti e opere antropiche che ne influenzano localmente il regime idraulico.
- **Primo attraversamento A1.** In corrispondenza del primo attraversamento la roggia viene intubata a monte di un edificio residenziale, probabilmente realizzato in un periodo storico in cui l'utilizzo diretto della risorsa idrica era funzionale all'abitazione stessa. La sezione di imbocco a monte risulta sostanzialmente coerente con quella dell'alveo a cielo aperto. Il sopralluogo ha tuttavia evidenziato che il tratto tombato presenta una geometria interna fortemente irregolare, con sezioni variabili e segni evidenti di interventi realizzati in epoche differenti, soprattutto nel tratto più a monte. Il condotto subisce inoltre una deviazione planimetrica, con una prima curva verso nord seguita da una successiva curvatura verso sud, configurando una situazione potenzialmente critica dal punto di vista delle perdite di carico e della capacità di smaltimento delle portate di piena.
- **Secondo attraversamento A2.** Il secondo attraversamento corrisponde allo sbocco di valle del tratto tombato descritto in precedenza. In questa sezione la geometria esterna appare ampliata rispetto a quella di monte, con una larghezza pari a circa 1.70 m e un'altezza complessiva di circa 1.50 m. Tuttavia, come documentato dal rilievo fotografico, la sezione interna utile al deflusso non risulta costante: è infatti presente una porzione ad arcata che riduce la larghezza massima effettiva a circa 1.40 m, mentre l'altezza utile si riduce fino a

circa 1.20 m, determinando una contrazione della sezione idraulica e un possibile incremento dei livelli idrici in condizioni di piena.

- **Tratto 2.** A valle dell'attraversamento A2 la roggia assume una sezione a cielo aperto di tipo naturale, con fondo e sponde rivestiti in pietrame. Tale tratto è caratterizzato da una marcata colonizzazione vegetazionale, sia lungo le sponde sia all'interno dell'alveo, che contribuisce a ridurre significativamente la sezione idraulica effettiva disponibile al deflusso. Le dimensioni medie della sezione risultano pari a circa 1.00 m in larghezza e 0.80 m in altezza. La roggia attraversa per una lunghezza complessiva di circa 130 m una zona agricola depressa, potenzialmente soggetta a ristagni e esondazioni locali, prima di giungere in prossimità del centro storico, dove la sezione subisce una nuova variazione (Tratto 3).
- **Tratto 3.** Questo tratto si colloca immediatamente a monte del lungo tratto tombato che attraversa l'abitato di Terlagio. L'alveo risulta fortemente regimato, con sezione in calcestruzzo di larghezza pari a circa 1.40 m e altezza delle sponde dell'ordine di 1.30 m. La geometria regolare conferisce al tratto una maggiore capacità di deflusso rispetto ai tratti precedenti, pur costituendo una sezione di transizione verso il successivo condotto tombato.
- **Tratto tombato A3.** Nell'ultimo tratto considerato la roggia viene nuovamente intubata mediante un manufatto con sezione irregolare, caratterizzata da una larghezza pari a circa 1.25 m e da un'altezza utile ridotta a circa 0.90 m. Tale restringimento rappresenta un potenziale elemento di criticità idraulica. Per il tratto immediatamente a valle del manufatto non sono attualmente disponibili informazioni dettagliate in merito alle dimensioni geometriche e alle caratteristiche costruttive, aspetto che introduce un ulteriore grado di incertezza nella valutazione complessiva del comportamento idraulico dell'asta in condizioni di piena.

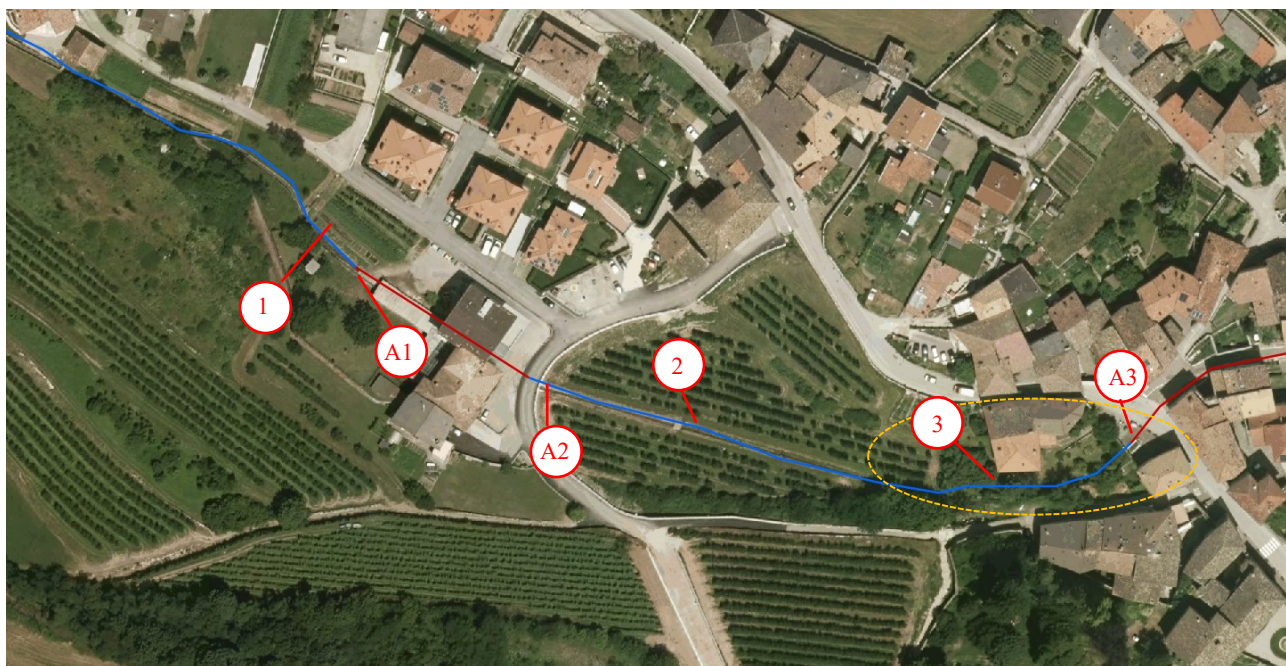


Figura 5.9 Estratto planimetrico della roggia di Terlago in centro al paese e sezioni critiche rilevate





A2



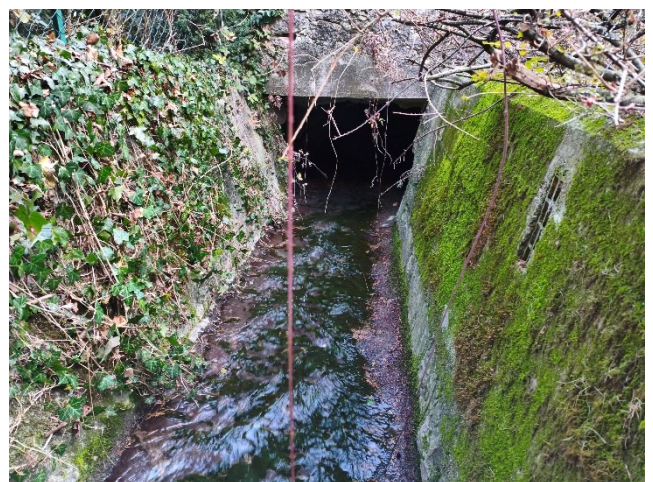
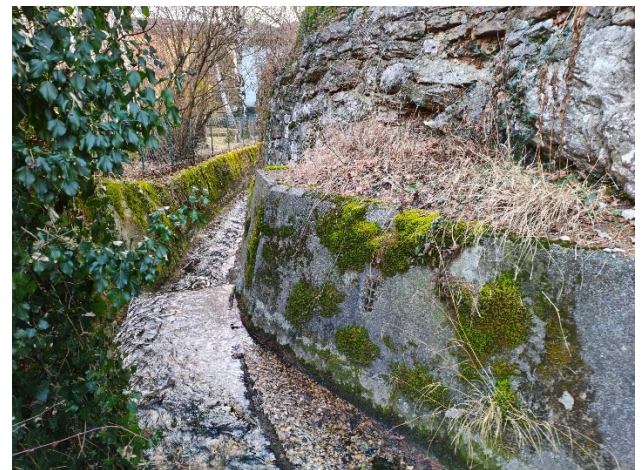
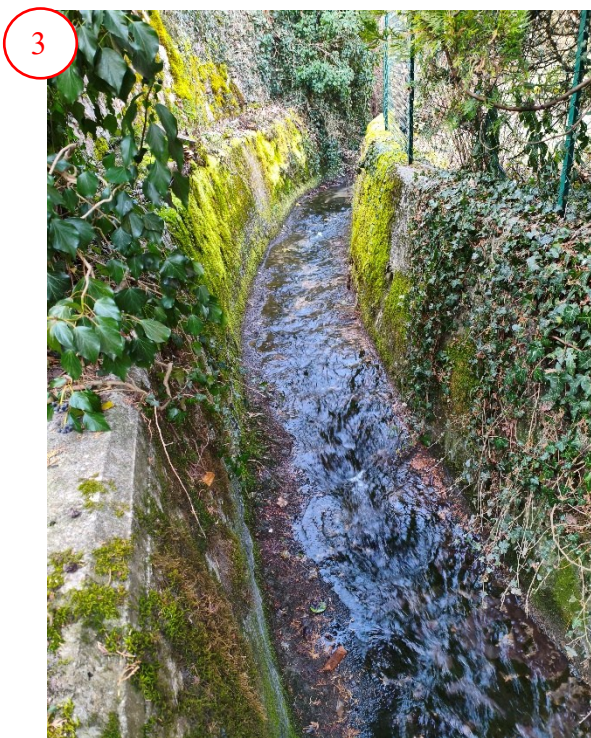


Figura 5.10 Sezioni critiche della roggia di Terlago nell'area oggetto di studio

Data la regolarità della sezione di seguito si riporta il calcolo del tirante massimo ottenuto per ciascun tempo di ritorno considerando valida l'ipotesi di moto uniforme. La verifica è stata eseguita su tutte le sezioni omogenee identificate salvo per il "Tratto 4" che presenta pendenze molto elevate e geometria fortemente irregolare dove non si possono applicare le ipotesi di moto uniforme valide per le altre sezioni.

TRATTO 1 – ATTRAVERSAMENTO A1



Dati			
Larghezza	L=	1.2	m
Altezza sponde	H=	1	m
Pendenza	if=	0.035	
Scabrezza	Ks=	45	$\text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$

	Portata Ql [m^3/s]	Tirante h [m]
Tr 30 anni	8.9	1.54
Tr 100 anni	10.5	1.7
Tr 200 anni	11.4	1.9

TRATTO 2



Dati			
Larghezza	L=	1	m
Altezza sponde	H=	0.8	m
Pendenza	if=	0.046	
Scabrezza	Ks=	35	$\text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$

	Portata Ql [m^3/s]	Tirante h [m]
Tr 30 anni	8.9	2.16
Tr 100 anni	10.5	2.5
Tr 200 anni	11.4	2.7

TRATTO 3



Dati		
Larghezza	L=	1.4 m
Altezza luce media	H=	1.3 m
Pendenza	if=	0.05
Scabrezza	Ks=	45 m ^{1/3} s ⁻¹

	Portata Ql [m³/s]	Tirante h [m]
Tr 30 anni	8.9	1.11
Tr 100 anni	10.5	1.26
Tr 200 anni	11.4	1.35

TRATTO TOMBATO A3



Dati		
Larghezza	L=	1.25 m
Altezza sponde	H=	0.9 m
Pendenza	if=	0.05
Scabrezza	Ks=	45 m ^{1/3} s ⁻¹

	Portata Ql [m³/s]	Tirante h [m]
Tr 30 anni	8.9	1.26
Tr 100 anni	10.5	1.45
Tr 200 anni	11.4	1.55

Come si osserva dalle tabelle sopra riportate quasi la totalità delle sezioni idrauliche considerate risulta insufficiente al transito della piena di progetto stimata sia per l'evento trentennale sia per quello duecentennale. In particolare, si osserva come anche il primo tratto non sia in grado di far defluire la portata senza avere fenomeni di esondazione.

A fronte di tali considerazioni, al fine di valutare l'estensione del fenomeno e le intensità attese nella porzione di interesse si è optato per una simulazione bidimensionale del fenomeno mediante il software HEC-RAS.

In tale modellazione idraulica è stato utilizzato il Lidar fornito dalla Provincia Autonoma di Trento del 2014 con risoluzione 0.5x0.5 m opportunamente modificato per considerare la reale sezione della roggia e la presenza di muri arginali come si osserva in Figura 5.11. **Inoltre, al fine di massimizzare l'evento si sono considerati tutti i tratti tombati completamente occlusi.**

A favore di sicurezza si è considerato il tratto che scorre a nord dell'edificio della p.ed. 217 completamente occluso e il ponte a est che divide l'area agricola occluso.



Figura 5.11 Estratto 2D e 3D dell'area di studio

Per la parte idrologica sono stati considerati gli idrogrammi di piena illustrati nei precedenti paragrafi validi per Tr 200, 100 e 30 anni.

Di seguito si riporta il dominio utilizzato per la modellazione bidimensionale.

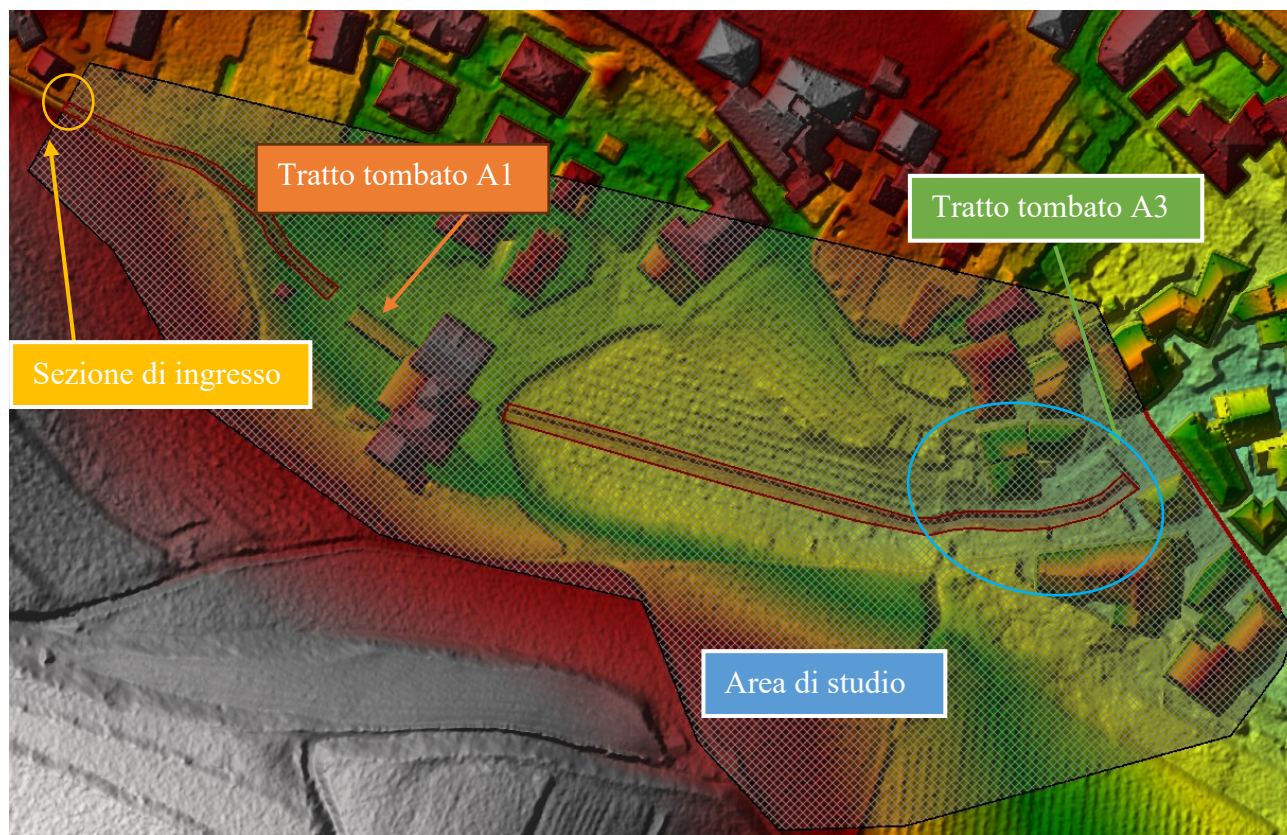


Figura 5.12 Dominio di calcolo utilizzato per la modellazione idraulica

Nei paragrafi successivi vengono riportati i risultati ottenuti, per ciascun tempo di ritorno in analisi (30, 100 e 200 anni) di un evento di piena liquida sulla roggia di Terlago.

Tr 200 anni

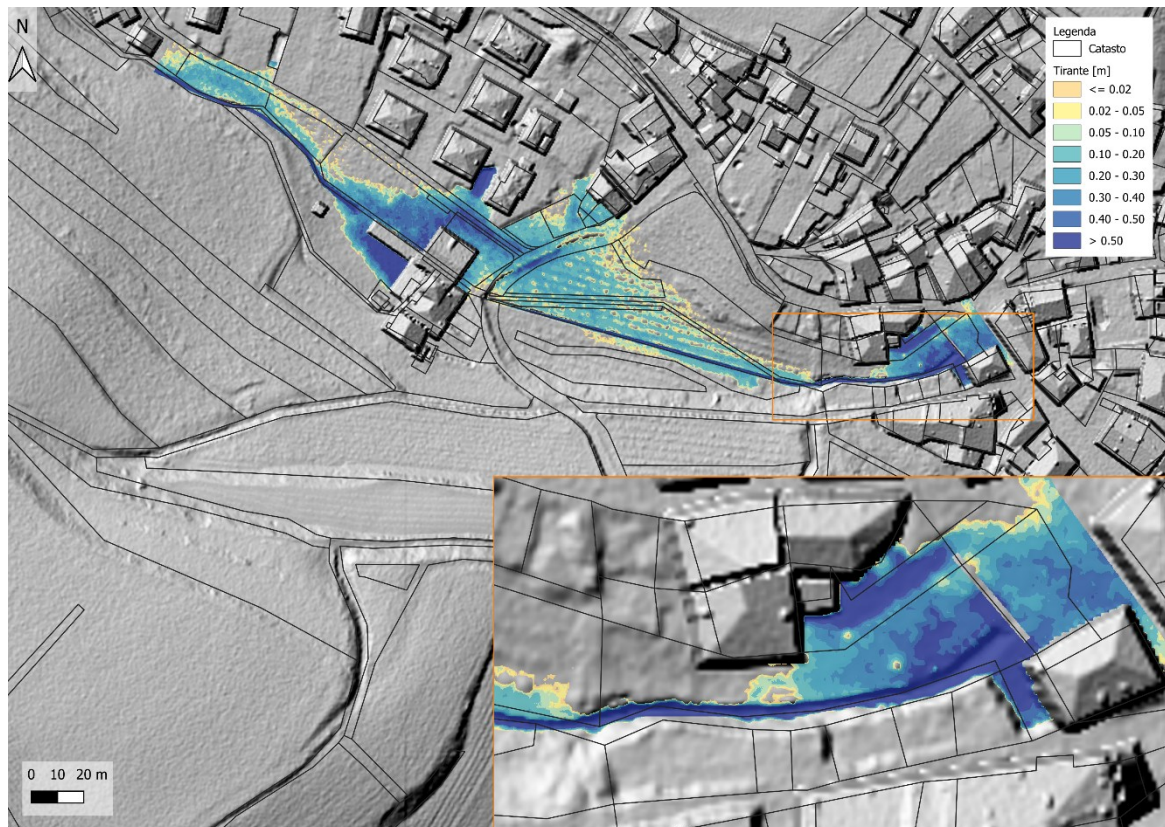


Figura 5.13 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlago – Tirante massimo, Tr 200 anni

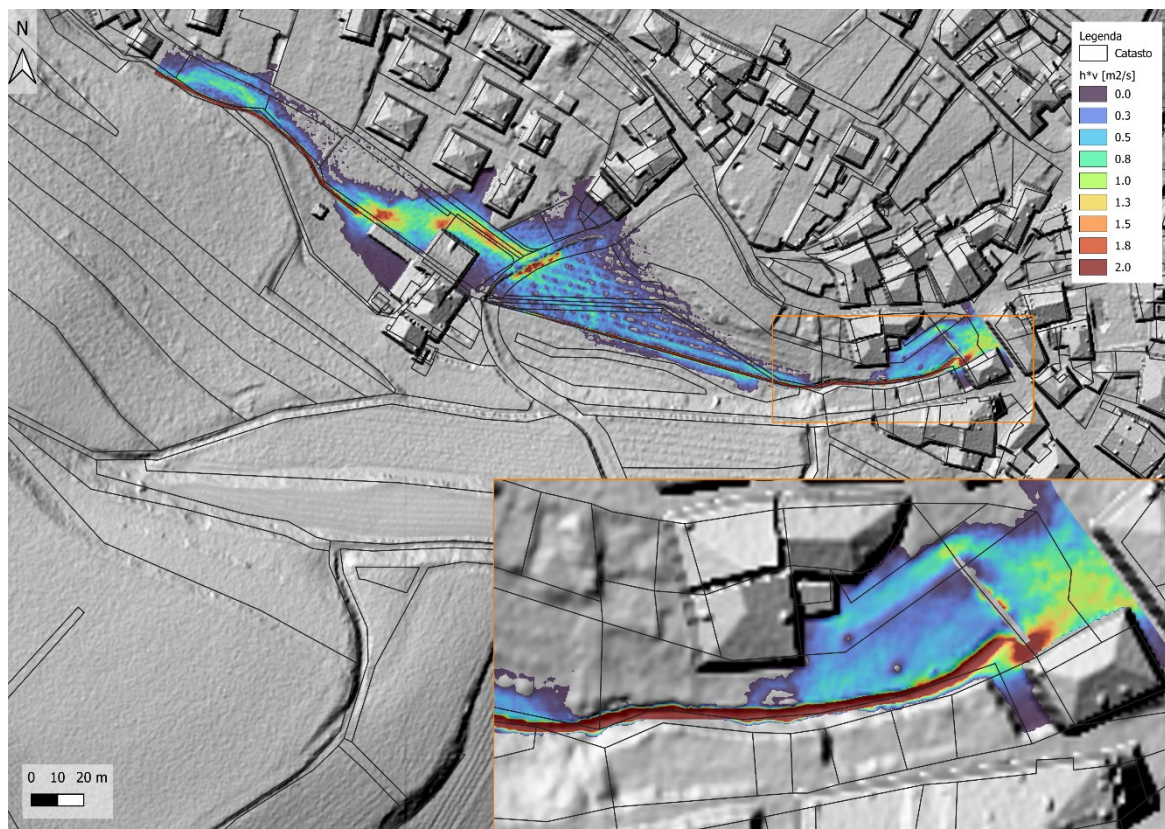


Figura 5.14 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlago – H^*v massimo, Tr 200 anni

Tr 100 anni

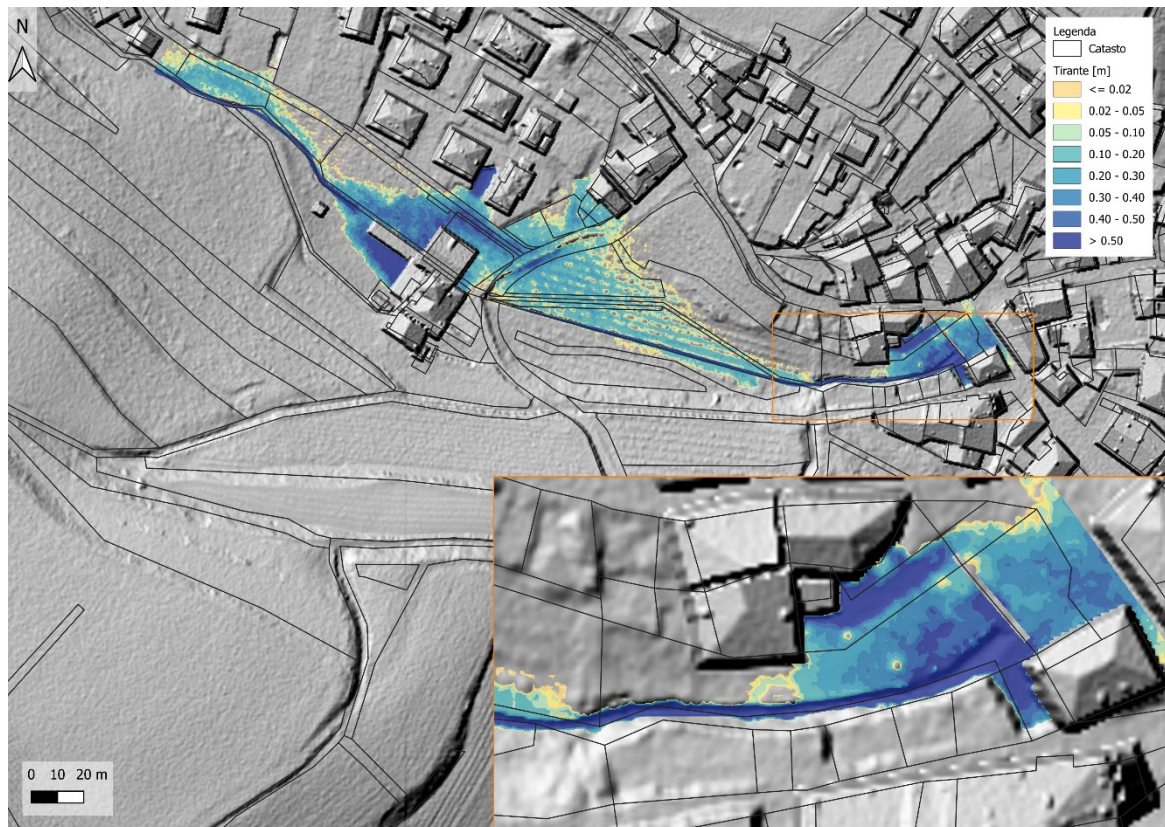


Figura 5.15 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlago – Tirante massimo, Tr 100 anni

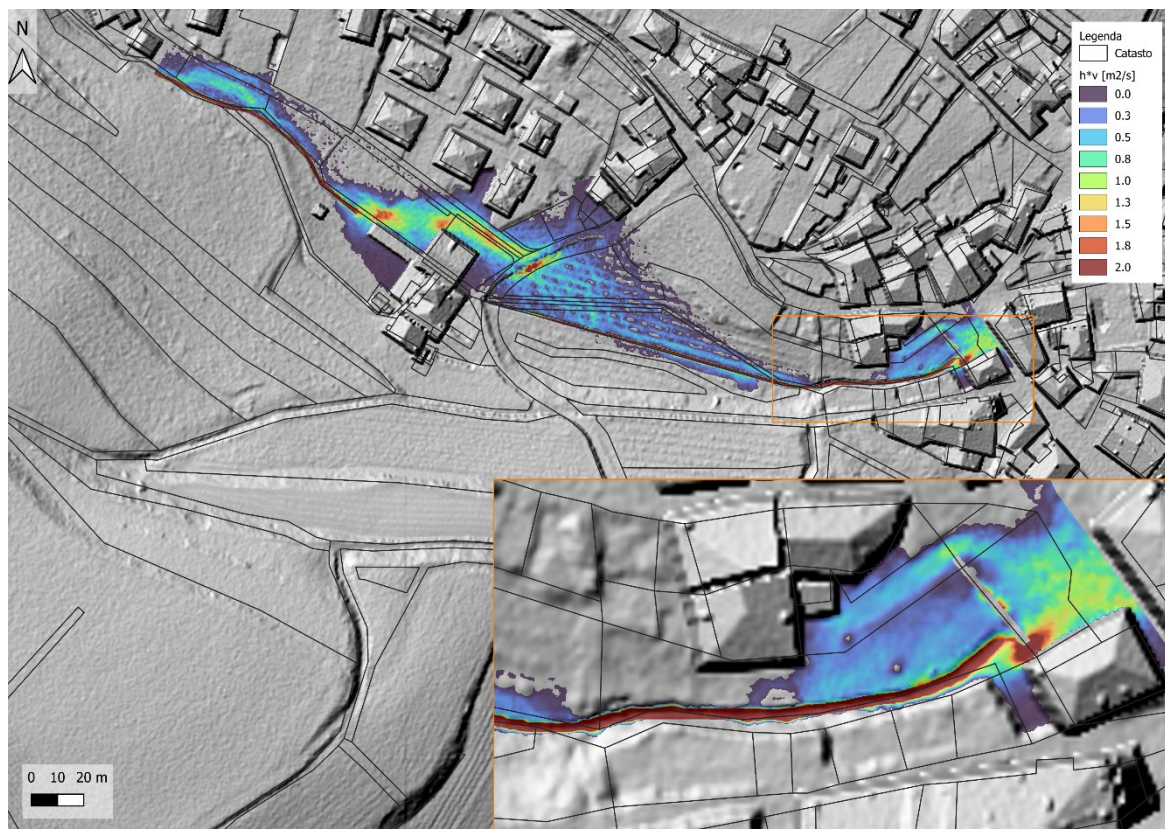


Figura 5.16 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlago – H^*V massimo, Tr 100 anni

Tr 30 anni

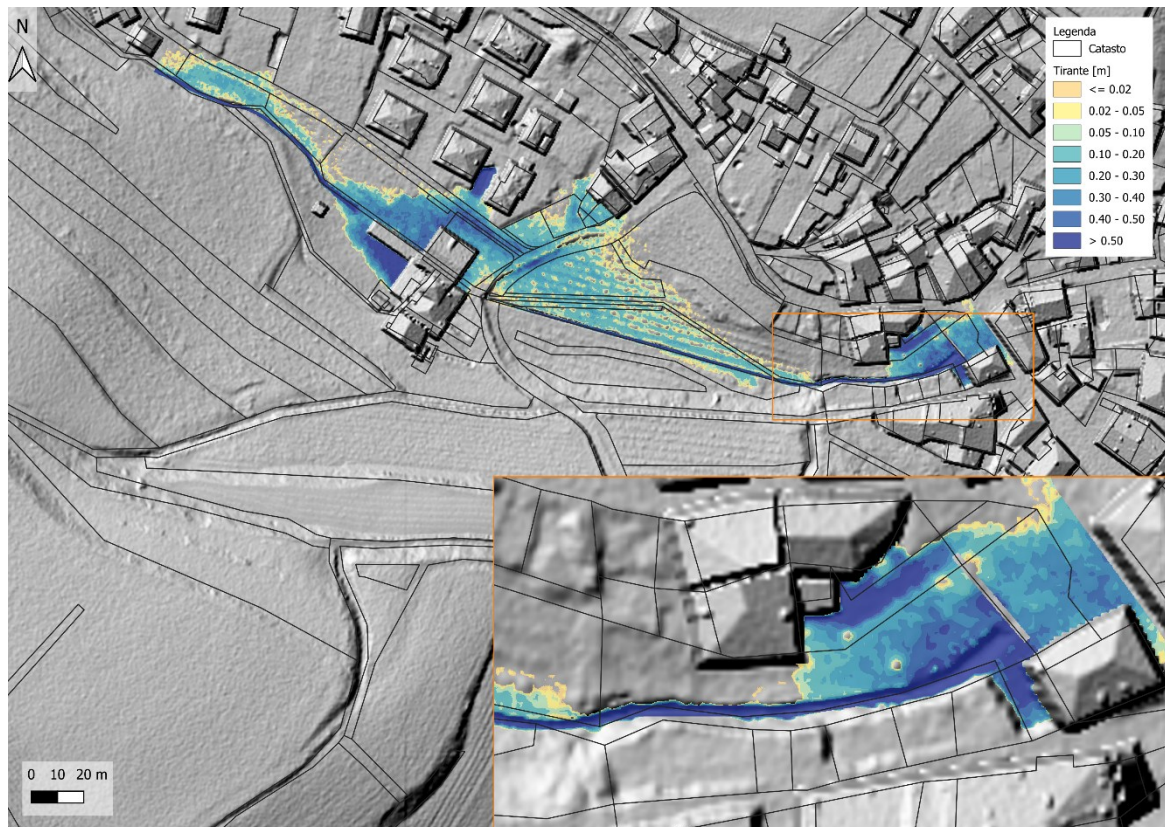


Figura 5.17 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlagio – Tirante massimo, Tr 30 anni

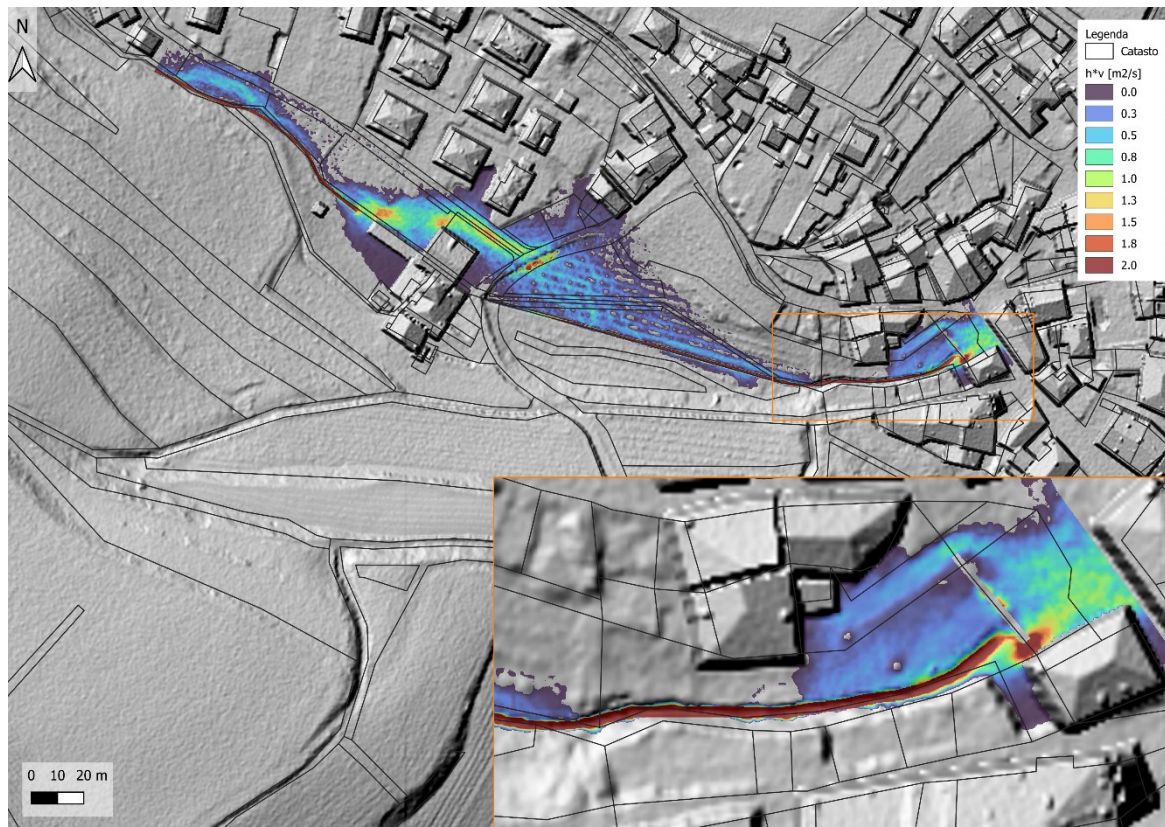


Figura 5.18 Modellazione bidimensionale in HEC-RAS- Roggia di Terlagio – H^*V massimo, Tr 30 anni

Come si osserva dalle mappe sopra riportate:

- l'estensione del fenomeno è la medesima per tutti i tempi di ritorno considerati, mentre le intensità si riducono all'aumentare della frequenza;
- si ha esondazione sia in destra che in sinistra idrografica con intensità maggiori verso quest'ultima in quanto il terreno risulta maggiormente depresso. Il flusso, data l'occlusione totale del tratto tombato scorre a nord dell'edificio presente allargandosi sulla strada. Successivamente le pendenze sono tali da farlo arrivare fino alla zona agricola depressa dove anche qui si ha esondazione. Nel tratto 3, solo la prima parte risulta sufficiente al transito della portata di piena, complice l'arginatura maggiore e un aumento localizzato di pendenza. Il tirante nella zona agricola è inferiore a 0.3-0.4 m.
- nell'area oggetto di studio, l'occlusione totale del tratto tombato genera un incremento iniziale del tirante fino a saturare l'alveo inciso ed esondare sia in destra che in sinistra idrografica. Le quote del terreno in sinistra idrografica risultano inferiori rispetto a quelle in destra dove si evidenzia assenza di tirante. L'area maggiormente interessata in sinistra è caratterizzata da tirante variabile da pochi centimetri fino a 0.5 m nelle porzioni più a valle (anche a causa del muro di confine presente). L'intensità del flusso espressa come prodotto tra la velocità e il tirante è inferiore a $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Dai risultati della modellazione sopra riportate l'area oggetto di intervento è interessata dal fenomeno atteso; tuttavia, le intensità risultano medio basse e compatibili con l'oggetto di Variante C.S. 28 in quanto intervento di rilevanza pubblica non delocalizzabile. Tuttavia, sarà necessario che lo studio di compatibilità, allegato al progetto, indaghi le possibili localizzazioni del tracciato pedonale e le eventuali misure gestionali/strutturali in funzione delle quote di progetto.

6 CONCLUSIONI

Su incarico del Comune di Vallegghi si è effettuato uno studio di compatibilità sulle penalità segnalate dalla CSP nei confronti della richiesta di Variante al PRG C.S. 28. L'analisi della pericolosità torrentizia si rende necessaria in quanto l'area è mappata con una penalità **"P4"** dalla Roggia di Terlago secondo la CSP in vigore.

L'area di progetto si colloca parallelamente all'alveo roggia in sponda sinistra e destra, nell'abitato storico del paese di Terlago, prima che quest'ultima venga tombata.

Lo studio è sviluppato in due parti, la parte idrologica e quella idraulica. L'analisi idrologica è stata condotta ponendo la sezione di chiusura del bacino a monte del centro abitato di Terlago. Date le particolari caratteristiche carsiche del bacino si è ritenuto ragionevole escludere la parte di bacino

affidente ai Laghi di Lamar in quanto non avendo un emissario vero e proprio il contributo superficiale e sub-superficiale per la formazione del picco di piena possono essere trascurati. La stima dell'idrogramma di piena liquida ha portato a portate variabili tra 8.9 m³/s e 11.4 m³/s considerando un bacino affidente di circa 8.6 km².

La roggia nell'area oggetto di studio presenta sezione, rivestimento e pendenza differenti a seconda del tratto considerato. Nell'intorno della zona di intervento sono state individuate n. 3 Tratti omogenei e n.2 attraversamenti caratterizzati da geometrie altamente variabile e in alcuni punti non nota. Per ciascuna di queste sezioni è stata fatta la verifica idraulica considerando l'ipotesi di moto uniforme come rappresentativa del moto. Dalle analisi è emerso che tutte le sezioni sono insufficienti per il transito della portata di picco per tutti e tre gli eventi considerati; pertanto, nel caso in cui si trascurino effetti di laminazione dei tratti tombati, del carsismo e dell'alta permeabilità dell'area, ci si aspetta esondazione nelle aree circostanti compresa quella di studio.

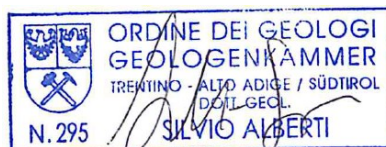
Per studiare le intensità attese in questi scenari è stata condotta una modellazione bidimensionale a fondo fisso mediante il software "HEC-RAS". Ipotesi è la completa occlusione dei tratti tombati a monte e a valle dell'area di studio; questo permette di massimizzare gli effetti di rigurgito e valutare lo scenario più cautelativo. Dalle modellazioni si osserva che l'occlusione totale del tratto tombato, a valle dell'intervento, genera un incremento iniziale del tirante fino a saturare l'alveo inciso ed esondare sia in destra che in sinistra idrografica. Le quote del terreno in sinistra idrografica risultano inferiori rispetto a quelle in destra dove si evidenzia assenza di tirante. L'area maggiormente interessata in sinistra è caratterizzata da tirante variabile da pochi centimetri fino a 0.5 m nelle porzioni più a valle (anche a causa del muro di confine presente). L'intensità del flusso espressa come prodotto tra la velocità e il tirante è inferiore a 0.5 m²/s.

L'area oggetto di intervento di variazione al PRG n. C.S. 28 è classificata come "Area a penalità elevata (P4)". Tale intervento è finalizzato alla realizzazione di un percorso pubblico (infrastruttura pubblica) non delocalizzabile e pertanto, come previsto dall'art. 15 risulta ammissibile ai sensi della CSP. Le intensità evidenziate dai risultati delle analisi idrauliche permettono di attestare che l'intervento risulta compatibile con il pericolo atteso, purché in sede di realizzazione del progetto si prevedano accorgimenti e prescrizioni di natura gestionale e/o strutturale al fine di mitigare la pericolosità. Si sottolinea inoltre che un eventuale attraversamento della roggia sarebbe difficilmente verificabile ai sensi delle NTC 2018 visto il franco di sicurezza previsto.

Tanto si relaziona in ossequio dell'incarico ricevuto.

Porte di Rendena, febbraio 2026

Dott. Geol. Silvio Alberti



7 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 7.1 Area di studio relativa alla variante CS28