

COMUNE DI SAN LORENZO DORSINO

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO



STUDIO DI COMPATIBILITÀ A SUPPORTO DELLA VARIANTE 01 DEL PRG (DA BOSCO A PARCHEGGIO PUBBLICO) DEL COMUNE DI SAN LORENZO DORSINO

COMMITTENTE: Comune di San Lorenzo Dorsino

GRUPPO DI LAVORO:

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. Degasperi n. 77, 38123 Trento
tiso@paes.tn.it
Tel. 0461 – 1865161



Settembre 2023

INDICE

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ (AREA APP – CSP)

1	<u>PREMESSA</u>	5
2	<u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG</u>	6
3	<u>CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ</u>	7
3.1	IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI	13
4	<u>PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA</u>	20
4.1	BACINO IDROGRAFICO DEL RIO	22
4.2	CLASSIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA	27
4.3	QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI MOVIMENTABILI	30
4.3.1	METODO DI HUNGR E SPREAFICO	30
4.4	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	33
4.4.1	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA CON JGRASS	33
4.4.2	IL MODELLO PEAKFLOW	33
4.4.3	INPUT NECESSARI AL MODELLO	34
4.4.4	I PARAMETRI DEL MODELLO	38
4.5	CALCOLO DELLA PORTATA LIQUIDA DI PICCO	39
4.6	DETERMINAZIONE DEL SEDIMENTOGRAMMA (DEBRIS FLOW)	40
4.7	MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE DELLA COLATA DI DETRITI	47
4.7.1	ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 200 ANNI	53
4.7.2	ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 100 ANNI	59
4.7.3	ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 30 ANNI	61
4.8	CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA	63
5	<u>CONCLUSIONI</u>	68
6	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	71
7	<u>ALLEGATI</u>	73
7.1	DOCUMETAZIONE FOTOGRAFICA	73
7.2	COMUNICAZIONI	80

1 PREMESSA

Il presente studio, commissionato dal Comune di San Lorenzo Dorsino, si rende necessario in seguito alla deliberazione del Consiglio Comunale n. 11 dd. 24 maggio 2023 in merito all'adozione della variante non sostanziale al PGR. Tra le modifiche proposte vi è la variante V01 che propone la previsione di un parcheggio pubblico sulla p.f. 4924/5 in C.C. San Lorenzo di proprietà comunale.

Così come chiarito nella nota del Servizio Bacini Montani, la normativa della 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 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.



Figura 1.1 Ortofoto 2015 con mappa catastale relativa all'area di variazione urbanistica

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VARIANTE AL PRG

L'area di studio è collocata tra il Lago di Molveno e il Lago di Nembia, alle pendici orientali della Cima Soran del Gruppo Adamello-Brenta. L'intero bacino si colloca nel Comune di San Lorenzo Dorsino. Il rio oggetto di studio si colloca in destra idrografica rispetto al rio Bondai di scarico del Lago di Molveno.



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

Dal punto di vista urbanistico si prevede la trasformazione di una porzione dell'area con attuale destinazione a bosco nel PRG vigente (art. 70.6) a parcheggio pubblico (art. 74.1) con specifico riferimento normativo al comma 3:

“ ...

3. Inoltre sono previste le seguenti prescrizioni particolari:

..

c) l'area di proprietà pubblica evidenziata in cartografia con lo specifico riferimento normativo al presente comma 3, lettera c), corrispondente ad una porzione di circa 2500 mq della p.f. 4924/5 in C.C. San Lorenzo, posta in fregio alla viabilità locale esistente, dopo opportuna sistemazione è destinata alla predisposizione di alcuni posti auto riservati ai frequentatori della vicina zona balneare posta a servizio del litorale sud del lago di Molveno. Il programma degli interventi (minimo livellamento e sistemazione del terreno e taglio di alcune piante) sarà preventivamente

concordato con il Servizio Foreste, con il Servizio Bacini Montani e il con il Servizio Aree protette della PAT. La realizzazione di tale infrastruttura è vincolata ad un studio di compatibilità idrogeologica e ad un approfondimento di carattere paesaggistico. Il parcheggio dovrà mantenere una distanza di almeno 10 metri dal Rio Bondai.”

La variante cartografica 01 interessa la tavola n. 3.1 del sistema insediativo ed infrastrutturale di PRG denominata “zonizzazione località Nembia”. L’area interessata alla modifica per opera pubblica si trova in area a bosco nel piano vigente, risulta esterna al perimetro della fascia del lago di Molveno, è servita dalla esistente viabilità locale ed è posta in fregio al rio Bondai.

In Figura 2.2 si riporta il PRG vigente e la proposta di Variante 01.

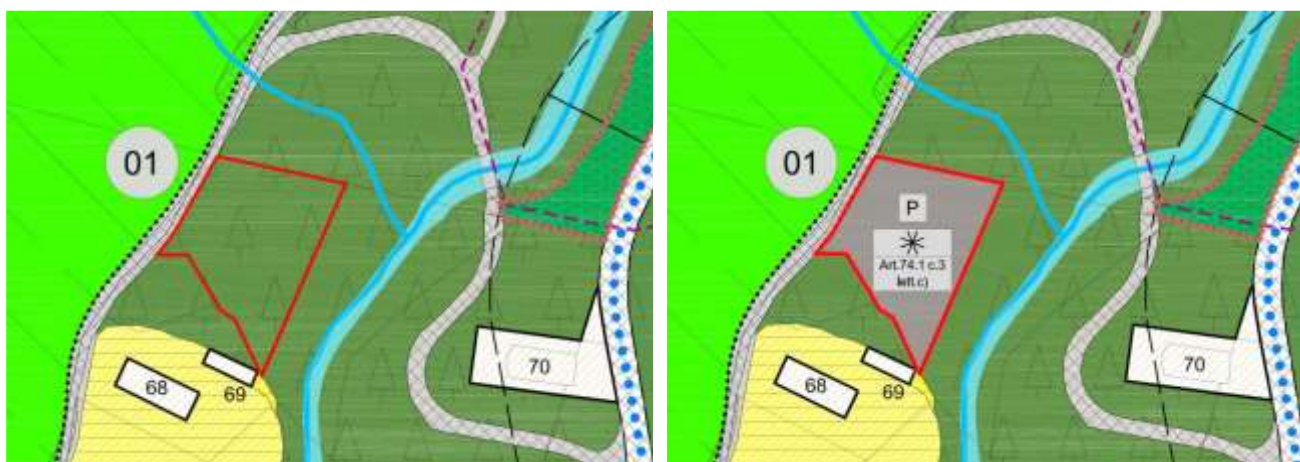


Figura 2.2 Estratto PRG vigente e PRG variante 2023 - sistema insediativo e infrastrutturale - tavola 3.1

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.

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 comportino 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 e risanamento conservativo 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 penali;*
- 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);*
- 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) Limitatamente alle aree con penali elevate per incendi boschivi, i manufatti di limitate dimensioni, aventi carattere di reversibilità, funzionali alla coltivazione del fondo, nei limiti del regolamento edilizio urbanistico provinciale.*
- c) gli interventi soggetti a SCIA limitatamente a quanto indicato dalle lettere a), e) con esclusione degli interventi ricadenti nelle aree a pericolosità alluvionale, f), g), h), i), l) dell’articolo 85 della*

l.p. 4 agosto 2015, n. 15; gli interventi indicati alla lettera d) dell'articolo 85 della l.p. 4 agosto 2015, n. 15 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 che compongono la rete di distribuzione compresi 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);

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;

c4) le piccole derivazioni assoggettate a procedura semplificata previste al Capo III 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;

d) le variazioni in corso d'opera 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 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 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;

i2) gli interventi di ripristino di aree prative o pascolive di cui al comma 4 dell'articolo 86 del Regolamento Urbanistico Edilizio Provinciale.

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);

j3) Limitatamente alle aree con penalità elevate per incendi boschivi, i manufatti di limitate dimensioni, aventi carattere di reversibilità, funzionali alla coltivazione del fondo, nei limiti del regolamento edilizio urbanistico provinciale.

Come si evince dallo stralcio di Figura 3.1 l'area è cartografata con una penalità “**APP – da approfondire**” torrentizia e “**P2-bassa**” da crolli.

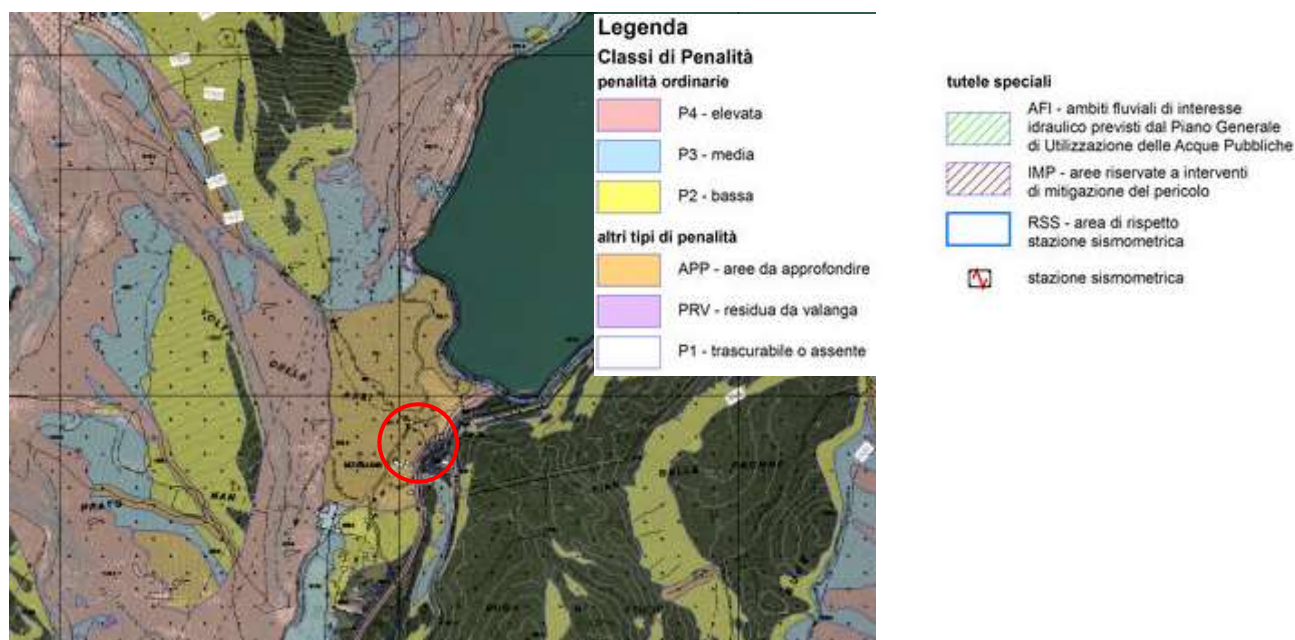


Figura 3.1 Estratto dalla Carta di Sintesi della Pericolosità

La penalità “**APP**” è regolamentata dall’art.18 mentre la “**P2**” dall’art. 17 del capitolo 4. In seguito a quanto esposto in precedenza risulta chiaro che una variazione urbanistica **non sia tra le**

esclusioni riportate nel capitolo 5. Inoltre, trattandosi di **un'area APP da "conoide"**, la pratica **dovrà essere presentata in fase di progetto anche in Conferenza dei Servizi** per la definizione della pericolosità (o conferma di quella qui individuata anche allo stato di progetto).

Nell'articolo 18 si riporta che:

<p>1. Nella carta di sintesi della pericolosità prevista dall'articolo 14 sono opportunamente rappresentate anche le aree con altri tipi di penalità, tra cui in particolare quelle associate alla presenza di pericolosità residua, potenziale e trascurabile.</p>	<p>Le aree con altri tipi di penalità comprendono:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ aree da approfondire; ■ aree con penalità residua da valanga; ■ aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo; ■ aree con penalità legate alla pericolosità sismica; ■ aree con penalità trascurabile o assente.
	<p>Aree da approfondire (in breve Aree APP)</p> <p>Le aree da approfondire hanno un carattere di salvaguardia volto ad assicurare specifici studi prima della realizzazione degli interventi ammessi. Questa classe di pericolosità, tenuto conto del fatto che il territorio provinciale, per le sue caratteristiche naturali, presenta un fondo naturale di pericoli tipici dell'ambiente alpino, è stata adottata per le porzioni di territorio per cui non è disponibile la relativa classificazione ordinaria della pericolosità. Questa classe è stata adottata anche per i tratti di corsi d'acqua coperti, vista la difficoltà di valutazione delle caratteristiche idrauliche/strutturali delle opere.</p> <p>Nel caso delle previsioni urbanistiche vigenti gli interventi di trasformazione edilizia in tali aree sono subordinati a specifici studi di compatibilità, finalizzati ad approfondire le dinamiche degli eventi attesi e a individuare, con riferimento all'area oggetto di intervento, la corrispondente pericolosità secondo le classi previste dalla deliberazione della Giunta provinciale n. 2759 del 2006 e s.m. nonché la penalità secondo la deliberazione della Giunta provinciale concernente "Disposizioni tecniche per la redazione della 'Carta di sintesi delle pericolosità' in attuazione di quanto disposto dall'articolo 14 della legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5 'Approvazione del nuovo piano urbanistico provinciale'." Considerata la classe di penalità risultante da detti studi si applica all'area di intervento la disciplina d'uso del suolo corrispondente alla rispettiva penalità e le relative precisazioni contenute nel presente documento.</p> <p>Lo studio è sottoposto al parere della struttura competente per tipologia di pericolo e gli interventi previsti sono soggetti ad autorizzazione provinciale secondo quanto previsto dal punto 8 del presente allegato C.</p> <p>In deroga a quanto previsto nei paragrafi precedenti, nelle aree da approfondire per presenza di fenomeni alluvionali in corrispondenza del reticolo idrografico e per quelle da approfondire per presenza di fenomeni valanghivi, si stabiliscono le seguenti specifiche disposizioni:</p> <p>a) nelle aree da approfondire legate al solo reticolo idrografico (in breve Aree APP da reticolo), rimane ferma la necessità di verificare preventivamente l'ammissibilità rispetto alla disciplina delle invariati del Piano urbanistico provinciale e alle disposizioni sulla polizia idraulica di cui al Capo I della l.p. n. 18 del 1976. Per gli interventi ammissibili lo studio allegato al piano o al progetto deve attestare mediante asseverazione la compatibilità della previsione o dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua, il pericolo atteso e le caratteristiche strutturali e idrauliche delle sezioni di deflusso, anche se il corso d'acqua è coperto o tombinato, senza</p>

	<p>che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area.</p> <p>b) nelle aree da approfondire interessate da fenomeni valanghivi (in breve Aree APP da valanga) lo studio asseverato consiste in una relazione nivologica che, analizzando nel dettaglio il fenomeno atteso, possa escludere il verificarsi di fenomeni valanghivi in grado di interessare le zone oggetto di intervento o, in alternativa, individui gli accorgimenti costruttivi, le opere di difesa o le misure gestionali atti a tutelare l'incolumità delle persone, senza che ciò comporti l'aggiornamento della classe di penalità dell'area.</p> <p>Lo studio, richiesto per la presentazione o il rilascio del titolo edilizio degli interventi nelle aree da approfondire, di cui ai precedenti punti a) e b), è asseverato dal tecnico incaricato, secondo le modalità di cui al capitolo 3 del presente documento e allegato al progetto oggetto di comunicazione o titolo edilizio. Una volta concluso l'iter edilizio il comune trasmette lo studio di compatibilità – in formato digitale .pdf -alla Provincia per l'integrazione del registro delle relazioni.</p> <p>Nel caso di adozione di nuove previsioni urbanistiche e di autorizzazione in deroga di opere pubbliche o di interesse pubblico nelle aree da approfondire, il piano o il progetto sono supportati da uno studio che, con riferimento al contesto, assicuri l'approfondimento degli eventi attesi e la classificazione dell'area oggetto di modifica secondo la disciplina delle classi di penalità. A seguito dell'approvazione degli strumenti urbanistici si rinvia all'aggiornamento periodico delle carte della pericolosità e della Carta di sintesi della pericolosità. Analogamente, nel caso di procedimenti di deroga urbanistica, l'aggiornamento della Carta di sintesi della pericolosità è condotto secondo la procedura di aggiornamento periodico. Al fine dell'aggiornamento della Carta nonché per l'integrazione del registro delle relazioni, nel caso di deroghe urbanistiche di competenza comunale, il comune trasmette il provvedimento finale alla Provincia, unitamente allo studio di compatibilità, in formato .pdf.</p>
--	---

Nell'articolo 17 si riporta che:

“Nelle aree con penalità basse sono ammessi, oltre agli interventi consentiti ai sensi degli articoli 15 e 16 (penalità elevate e medie), le sole attività di trasformazione urbanistica ed edilizia aventi caratteristiche costruttive e di utilizzazione compatibili con le locali condizioni di pericolo, secondo quanto previsto dai piani regolatori generali, tenuto conto dei criteri stabiliti dalla Giunta provinciale ai sensi dell'articolo 14, comma 3, e delle disposizioni della legge urbanistica. I relativi progetti sono corredati da un'apposita relazione tecnica che attesta la compatibilità e assicura l'adozione degli accorgimenti necessari per garantirne la funzionalità anche al manifestarsi degli eventi attesi.”

Pertanto, come riportato nella nota di parere del Servizio Geologico, **in fase di progetto** dovrà essere redatta anche una relazione di compatibilità per la criticità relativa ai crolli e presentata la modulistica asseverata (modulo **C1** e **C2**) secondo le modalità espresse nel capitolo **3** della norma.

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.

3.1 IDENTIFICAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ PRESENTI

Legenda

Classi di pericolosità ordinarie	
	H4 - elevata
	H3 - media
	H2 - bassa
	H1 - trascurabile

Classi di pericolosità straordinarie	
	HP - potenziale
	HR4 - residua elevata
	HR3 - residua media
	HR2 - residua bassa

Nella CaP è riportata la pericolosità “**HP**” torrentizia ed “**H2**” da crolli. Si riportano di seguito le singole pericolosità segnalate.

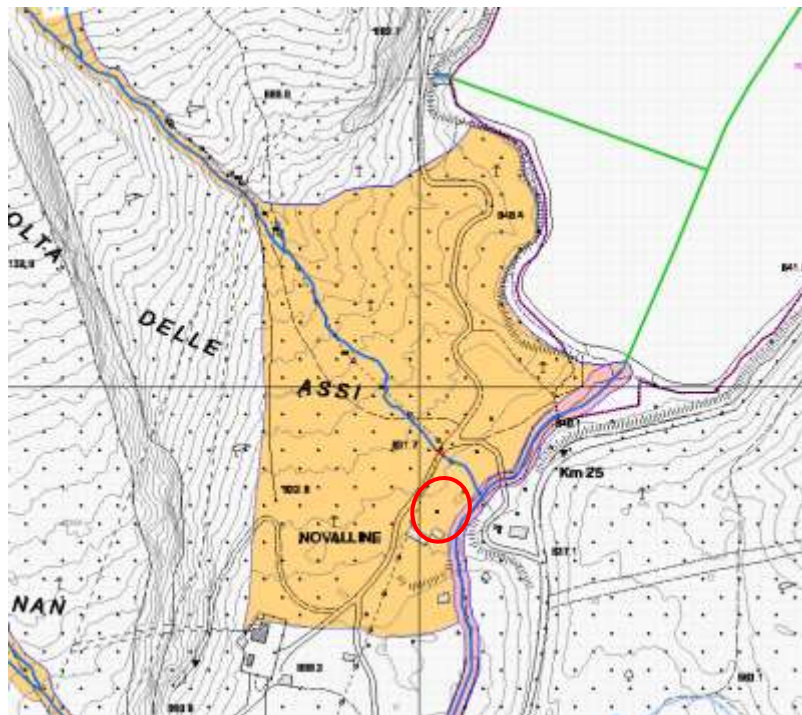


Figura 3.2 Estratto dalla Carta di Pericolosità relativa alla pericolosità torrentizia

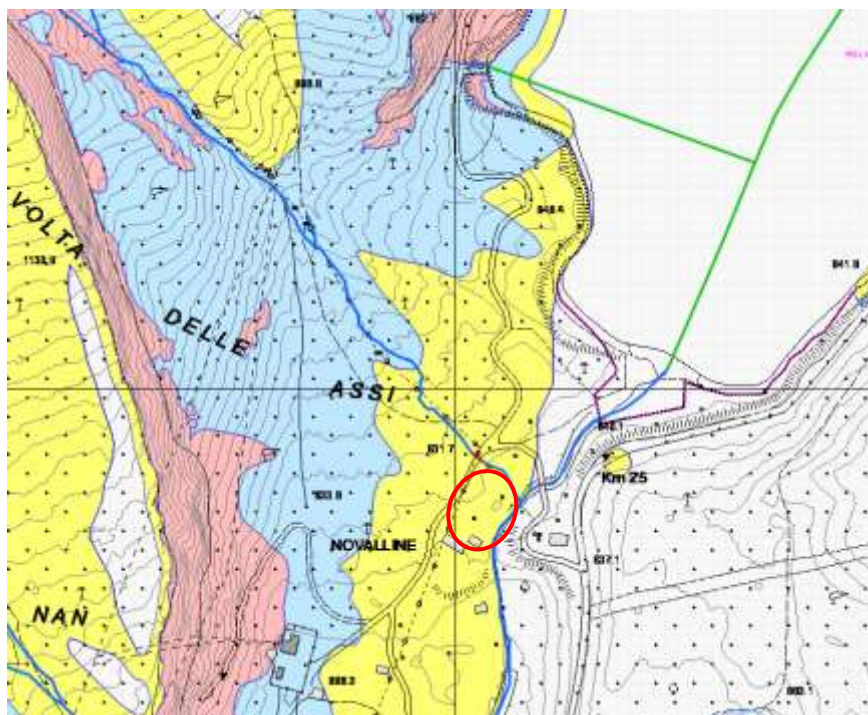


Figura 3.3 Estratto dalla Carta di Pericolosità relativa alla pericolosità da crolli

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

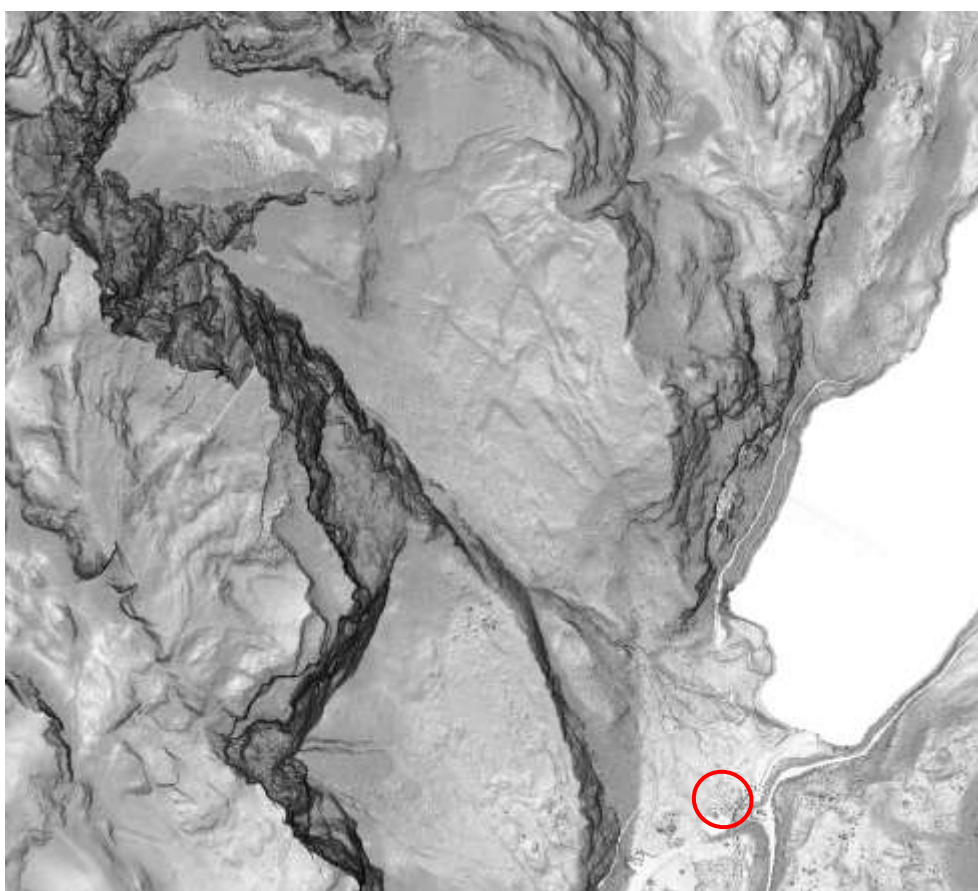


Figura 3.4 Estratto ombreggiamento sito.

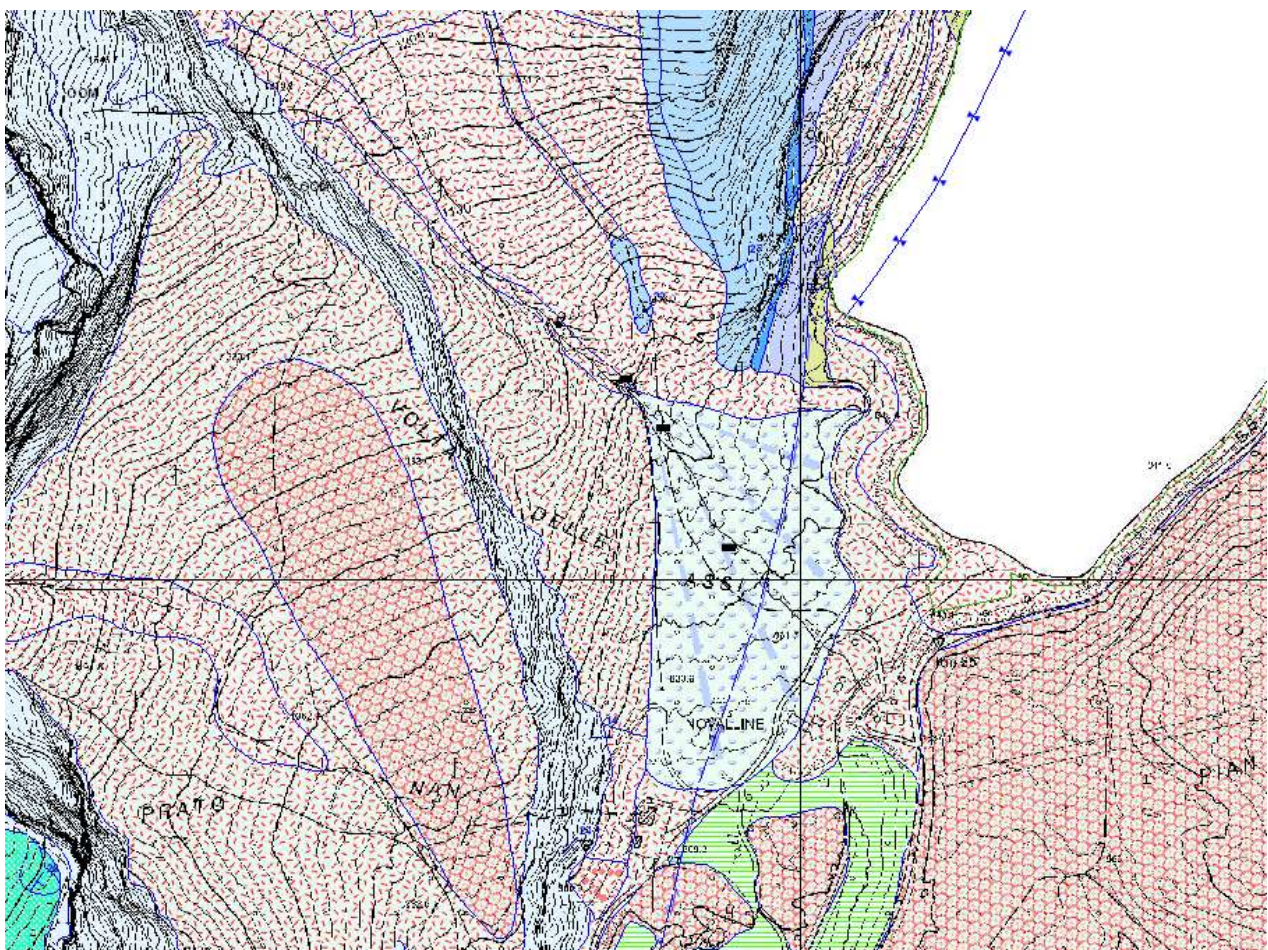
Geomorfologicamente l'area si trova nel fondovalle e presenta un'inclinazione lieve fino a raggiungere i ripidi fianchi vallivi. Dall'analisi del DTM si nota come il sito oggetto di variante si trova sulla porzione distale del conoide del rio catalogato nel reticolo PAT come "E151A10550".

Immediata sia l'individuazione della depressione riferita al Lago di Molveno che le imponenti pareti rocciose e relative falde detritiche ad Ovest. Da segnalare che l'area si trova nella Marocca di Molveno. Si riporta stralcio delle Note Illustrative del Foglio Carg Tione di Trento: *"Come per le "Marocche di Dro" anche la "Marocca di Molveno" è formata da eventi polifasici. Basandosi sull'età radiometrica di alcuni campioni lignei trovati al suo interno, si è ottenuta un'età di 2908 ± 153 anni BP (Before Present), quindi appartenenti a fenomeni anche relativamente recenti"*.

Facilmente individuabili i depositi di frana e i depositi lacustri al loro interno.

Riconoscibili sulla falda detritica/conoide numerosi eventi di colata e canali secondari chiaramente attivati durante diversi eventi.

Si riporta, per avere delle informazioni litologiche generali un estratto della C. Geologica N. 59080 "Molveno" relativa all'area di studio e legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg 59.



Legenda Fogli Progetto Carg

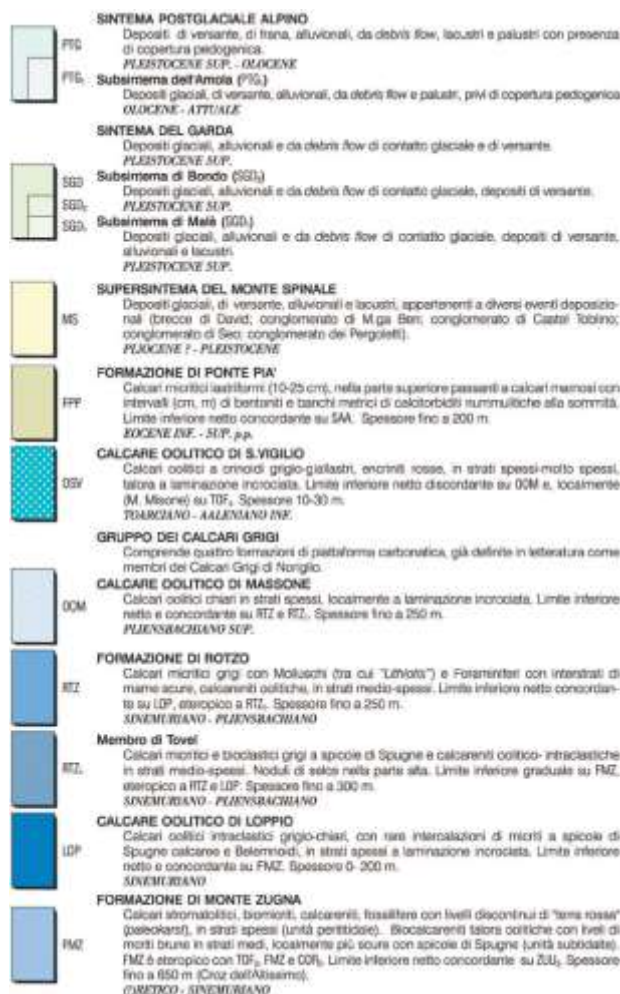
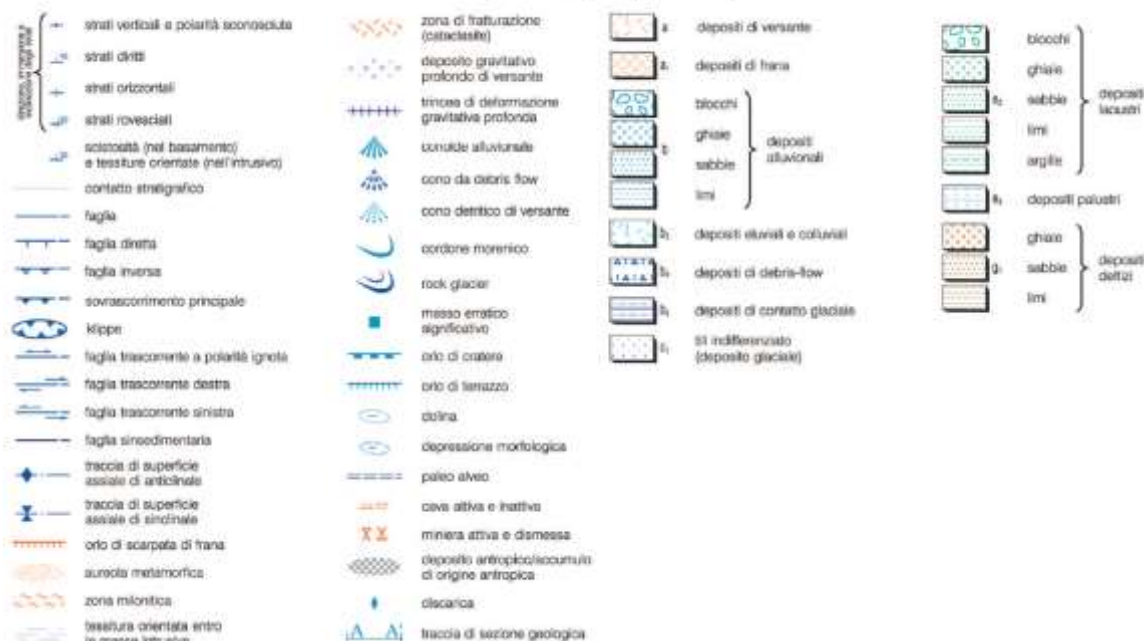


Figura 3.5 Estratto Carta Geologica PAT N. 59080 "Molveno" relativa all'area di studio e legenda e colonna stratigrafica del Foglio Carg "59" Tione

Osservando la Carta Geologica in Figura 3.5 si nota che l'area oggetto di variante è cartografato su un deposito di versante con tessitura GS (Ghiaie e Sabbie) appartenente a PTG. Ad Ovest mappato un conoide di *debris flow* con tessitura GSL (Ghiaie, Sabbie e Limo) ed altri dep. di versante sempre appartenenti a PTG. Si ritiene che sia preponderante la presenza di dep. di versante. Questi sono generalmente molto permeabili (spesso ed a strati completamente a tessitura aperta). Il substrato roccioso è costituito in sito dalla Formazione di Ponte Pià (FPP) mentre lungo il versante passa dalla Formazione di Monte Zugna (FMZ), al Calcare Oolitico di Loppio (LOP), alla Formazione di Rotzo (RTZ) fino in testa al bacino al Calcare Oolitico di Massone (OOM) ed al Calcare Oolitico di S. Vigilio (SVG). La tipologia di depositi (molto permeabili) e di formazioni presenti (carsiche) contribuiscono notevolmente a laminare il picco di piena.

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) si riporta per un incendio del 8/01/1995 in loc. Costa del Lago e l'innalzamento del livello de lago di Molveno per 5 m il 19/10/1953.

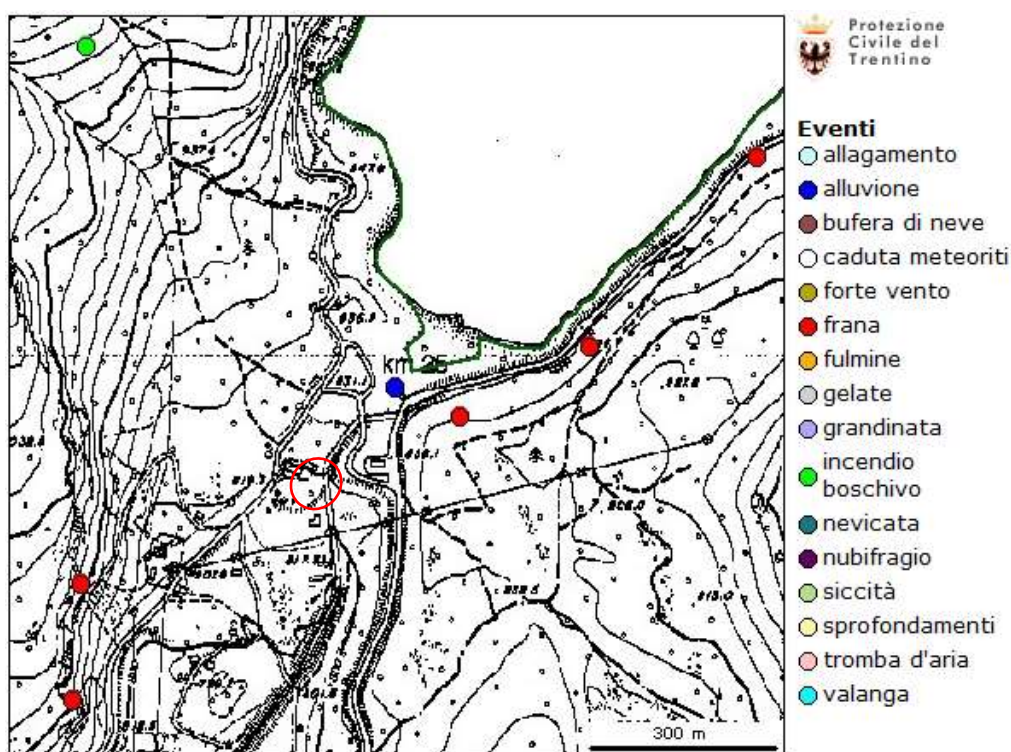




Figura 3.6 Estratto cartografico e verbali-articoli dal progetto ARCA

Nella cartografia del “Progetto IFFI” (Inventario dei fenomeni franosi d’Italia) è riportato che l’area in progetto risulta essere stata soggetta ad un fenomeno di grande importanza areale (Marocca di Molveno) di tipo rotazionale traslativo (Figura 3.7).

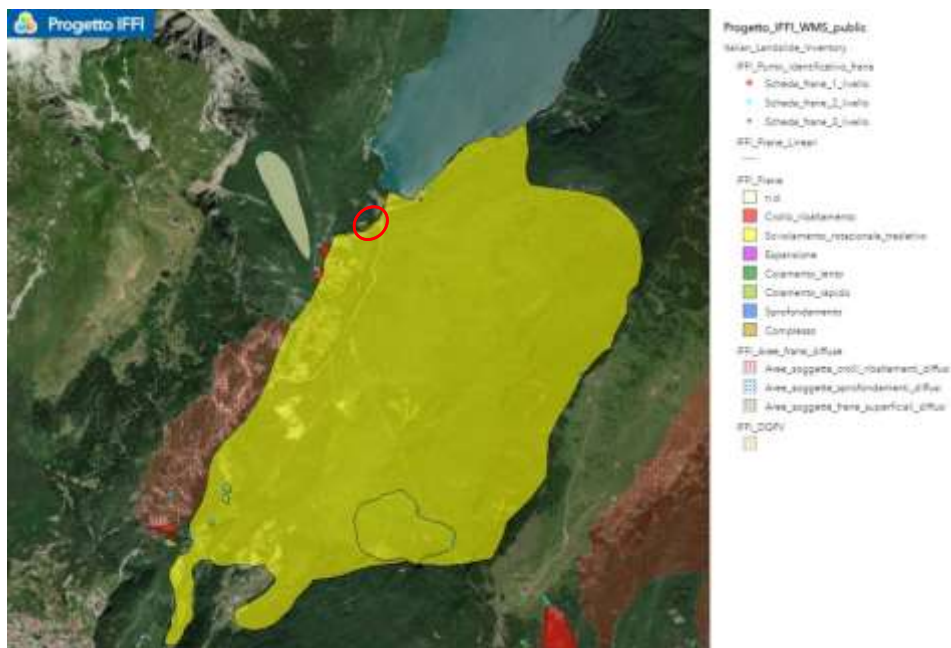


Figura 3.7 Estratto cartografico dal Progetto IFFI

Sul portale del progetto **Life Franca** “*La difesa dalle alluvioni in Trentino*” non sono segnalati eventi sul rio in oggetto. Attribuito un evento di piena liquida all’evento del 1953 riportato in precedenza nel catasto Arca.



Figura 3.8 Estratto cartografico dal Progetto Life Franca “La difesa dalle alluvioni in Trentino”

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. La pericolosità da crolli come espressa in precedenza dovrà essere analizzata a livello progettuale e non di pianificazione.

4 PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA

L’area oggetto di studio, come descritto nei paragrafi precedenti, è classificata secondo la CSP come “Area da approfondire (APP)” e classe di pericolosità potenziale (HP) secondo la CaP per fenomeni alluvionali torrentizi. Pertanto, al fine della classificazione della pericolosità nell’area di studio è 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);
- Determinazione della portata solida;
- Modellazione bidimensionale del fenomeno di onda di piena nel tratto di torrente soggetto di tale studio;
- Identificazione delle classi di pericolosità;

Al fine di pervenire ad una quanto più precisa modellazione finale del corso d’acqua, è 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 è 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 è fatto uso dei seguenti strumenti:
 - Carta Topografica Generale 1:10.000 con definizione a 254 punti per pollice, cod. agg.1.1/00, di proprietà 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 "WEEZARD". Questo software permette la modellazione di fenomeni di colate detritiche e trasporto solido.

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

4.1 BACINO IDROGRAFICO DEL RIO

Dal punto di vista idrogeologico l'area oggetto di intervento si colloca nella porzione distale del conoide di debris flow generato da un bacino di medio-piccole dimensioni a sud del lago di Molveno. Quest'ultimo si sviluppa in direzione N-O S-E dalle pendici del versante est della Cima Soran e del Monte Dion del Gruppo del Brenta.

Nella parte sommitale del bacino è presente un'area depressa denominata Busa de Dion dove le pendenze dell'asta sono ridotte, mentre nel restante sviluppo verso valle le pendenze sono elevate e si riducono progressivamente verso la parte conoidale. I versanti sono molto pendenti e caratterizzata dalla presenza di notevole materiale sciolto (falde detritiche) che fungono da serbatoio di sedimento al bacino. Lungo l'asta principale si osservano alcuni salti in roccia a forte pendenza; tuttavia, l'asta di trova quasi interamente su materiale sciolto.

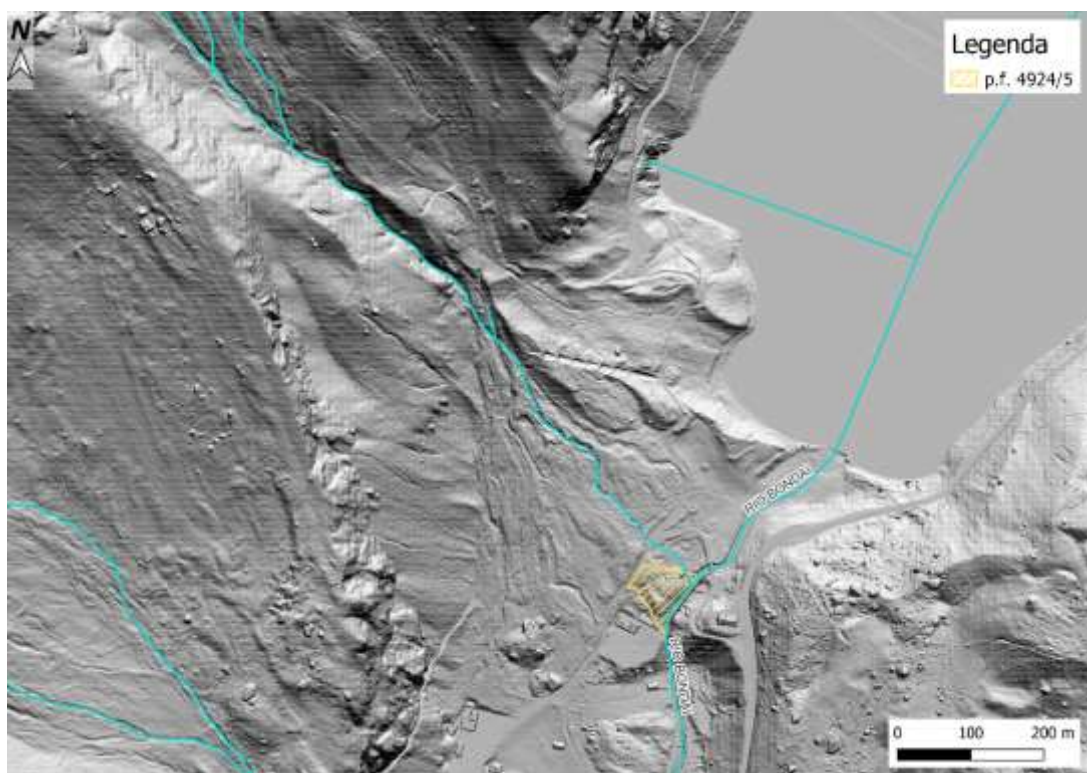


Figura 4.1 Modello digitale del terreno e incisioni presenti che possono innescare fenomeni che insistono sulla p.ed. oggetto di intervento

Come espresso in precedenza la zona oggetto di intervento si colloca in aree potenzialmente soggette a rischio idrogeologico secondo la Carta di Sintesi della Pericolosità vigente.

Di conseguenza è necessario, per ciascun rio, 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 0.5x0.5m.

A partire dal DTM dell'area di studio ricampionato ad una risoluzione di 3X3m 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 4.2) 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;

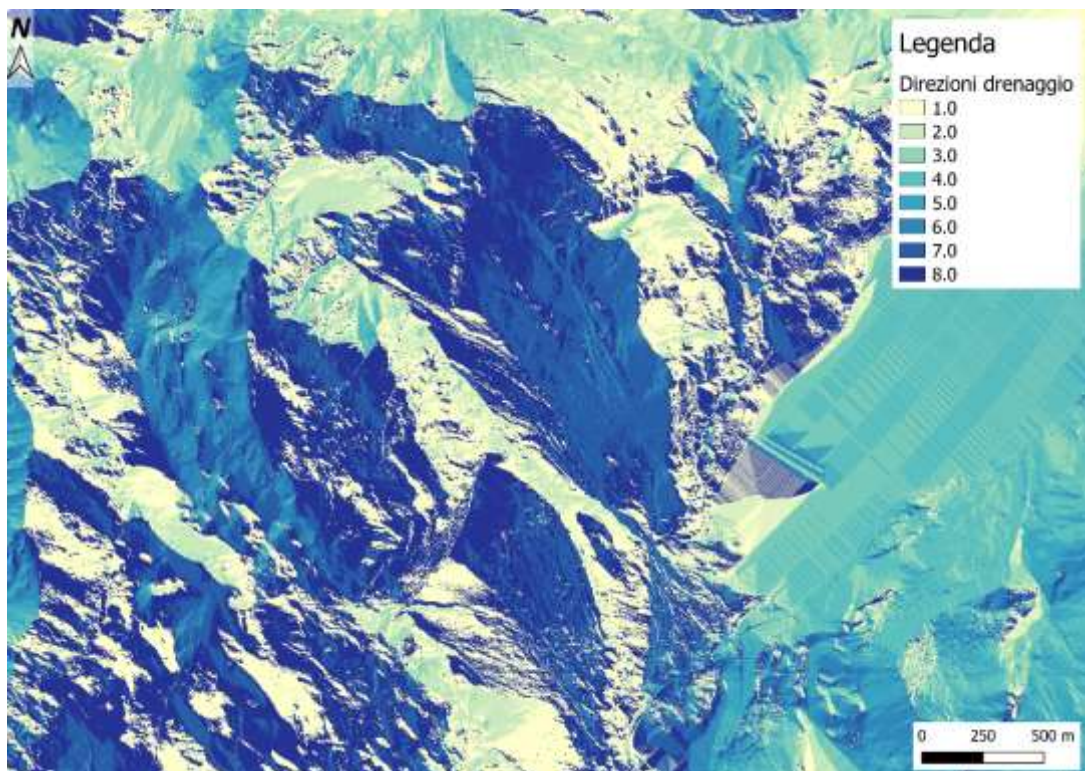


Figura 4.2 la mappa delle direzioni di drenaggio dell'area in esame calcolata con il GIS JGrass

- la mappa delle aree totali contribuenti (Figura 4.3) che rappresenta per ogni cella, il totale espresso in numero di celle presenti a monte e che drenano nella porzione di suolo considerata;

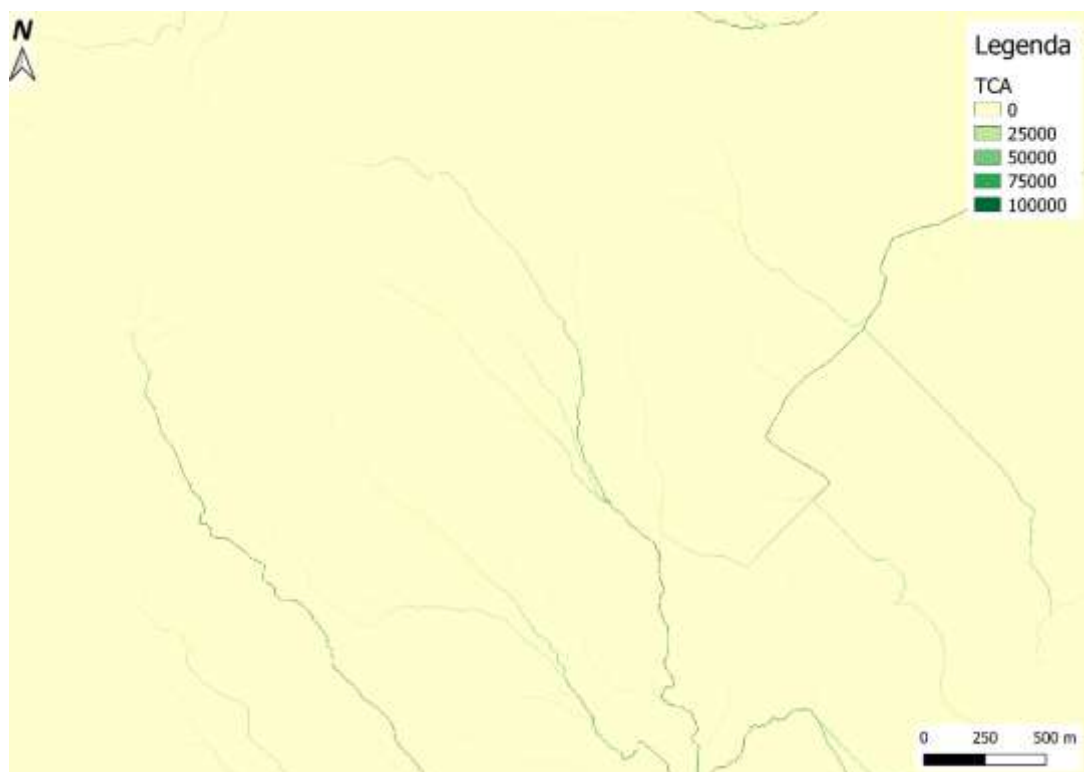


Figura 4.3 la mappa delle aree contribuenti totali sull'area di studio espressa in forma logaritmica per poter apprezzare la variabilità dei valori nelle celle

- 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 4.4);

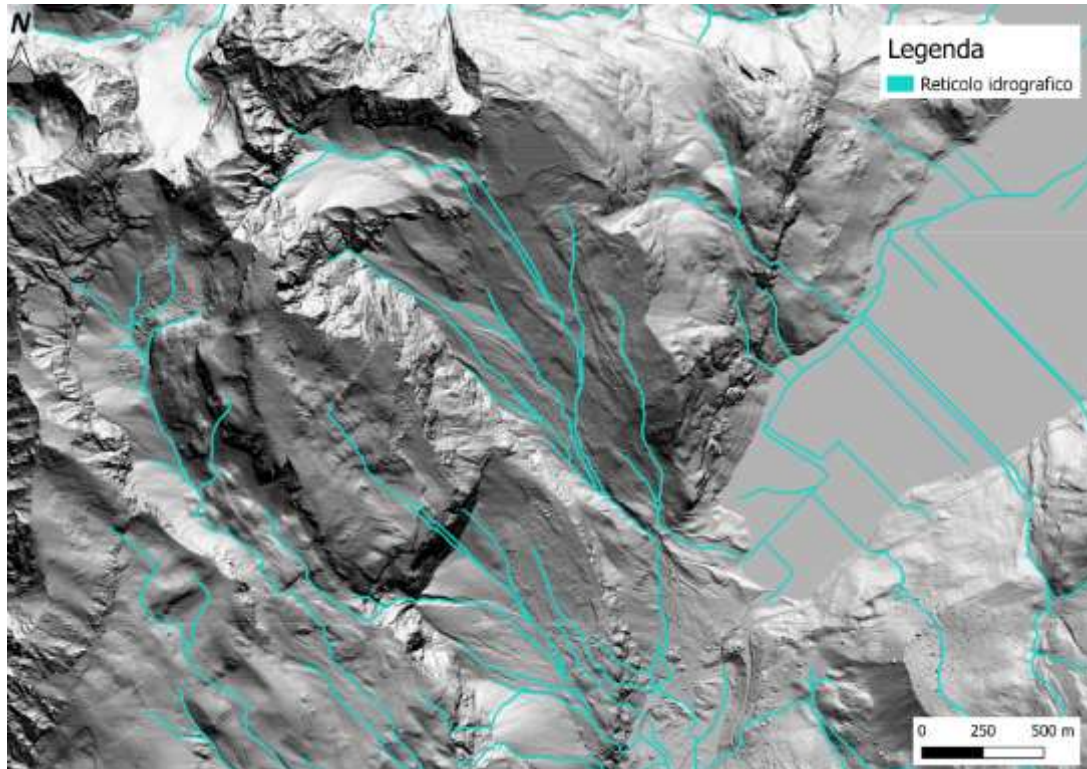


Figura 4.4 Mappa del reticolo idrografico

- la mappa vettoriale contenente il punto che identifica la sezione di chiusura del bacino (Figura 4.5).

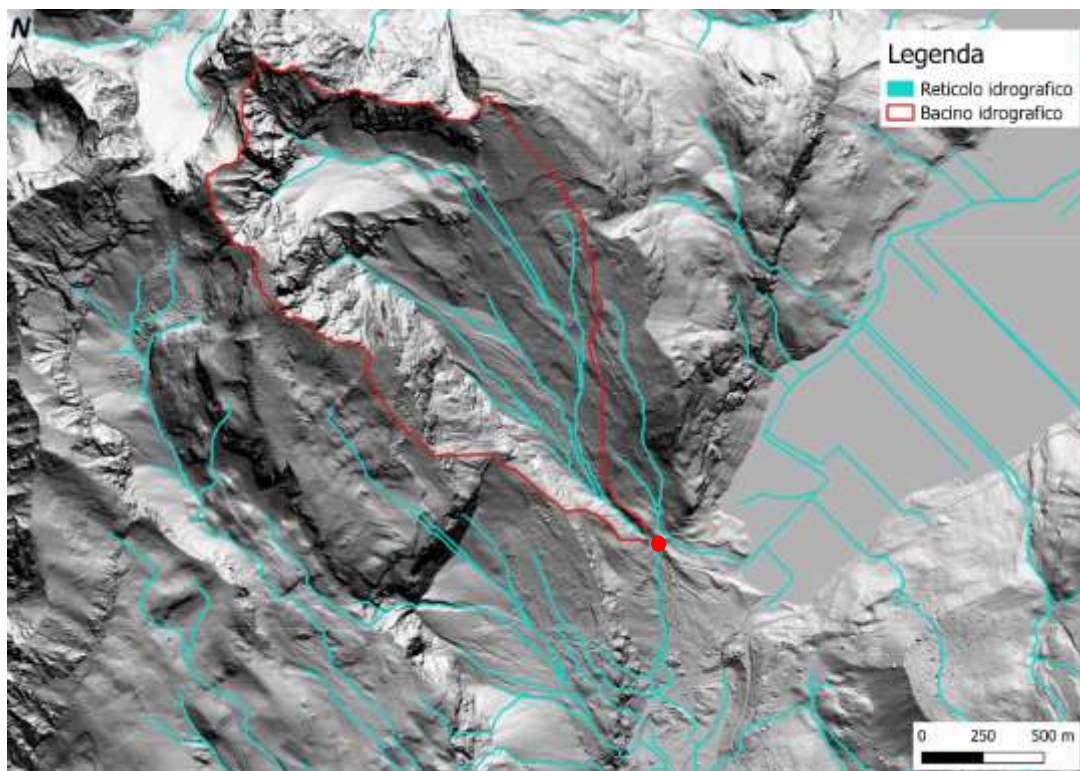


Figura 4.5 Sezione di chiusura dei bacini a monte dell'area oggetto di intervento

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 Tabella 4.1 vengono riportate le caratteristiche principali del bacino identificato e dell'asta principale del reticolo idrografico.

Tabella 4.1 Caratteristiche morfometriche del bacino e dell'asta principale del rio

	<i>Bacino</i>	<i>Asta principale</i>
Quota massima	2445 m s.l.m.	1900 m s.l.m.
Quota minima	927 m s.l.m.	826 m s.l.m.
Pendenza media	39° (81%)	20° (38%)
Superficie/Lunghezza	1.80 km ²	2.85 km

Come si osserva dai dati riportati in tabella il bacino in analisi presenta ridotte dimensioni e pendenze molto elevate. In Figura 4.6 si riporta il profilo dell'asta di maggiori lunghezze. Il bacino in realtà è formato dal contributo di due aste principali, quella che si genera alle pendici di cima Soran e quella a maggiore lunghezza che raccoglie le acque della Busa de Dion.

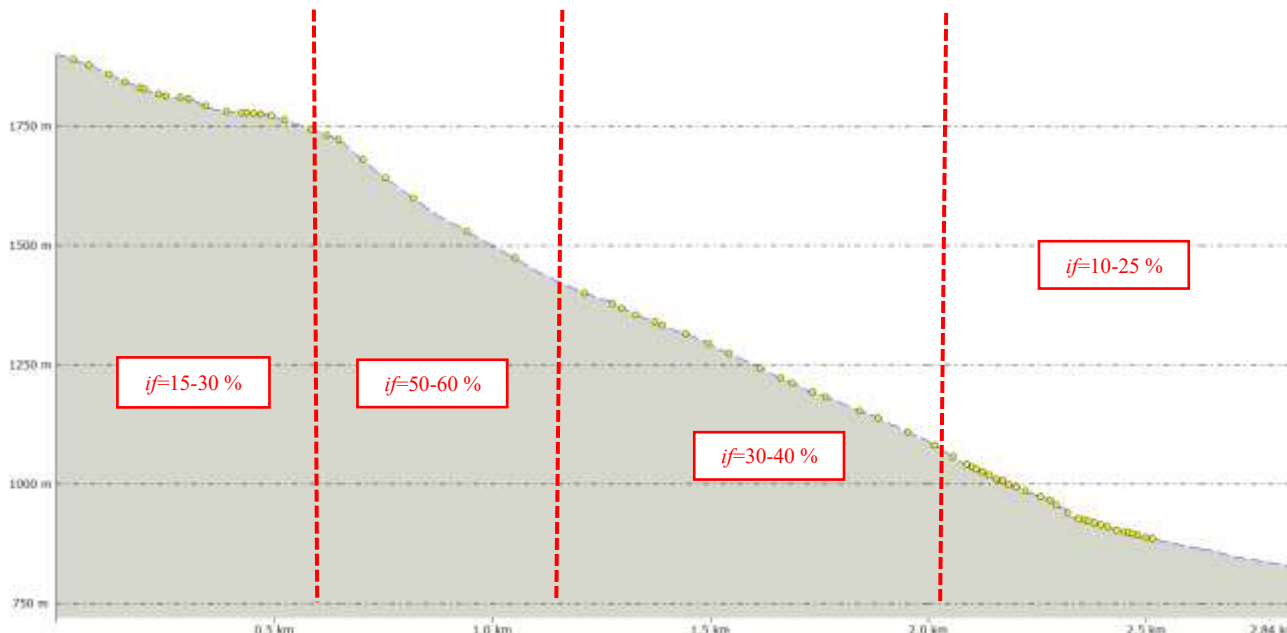


Figura 4.6 Profilo longitudinale dell'asta principale del rio

Dall'analisi delle pendenze medie del bacino si possono fare considerazioni circa la natura degli eventi che possono caratterizzare il torrente in particolare attraverso l'indice di Melton. Infatti, da tale indice è possibile determinare se i bacini in analisi sono predisposti per la formazione di eventi di debris flow. In particolare, l'indice di Melton è un indicatore morfologico che permette di distinguere i bacini soggetti a trasporto solido da quelli soggetti a colata (D'Agostino V, 1996):

$$M_e = \frac{H_{max} - H_{min}}{\sqrt{A}} = 1.13$$

Dove H_{max} e H_{min} sono rispettivamente la quota massima e minima del bacino, mentre A l'area dello stesso. Per il bacino analizzato l'indice è maggiore di 0.5, pertanto si ritiene opportuno studiare come fenomeno atteso un evento di colata di detriti.

4.2 CLASSIFICAZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA

Definito il tipo di fenomeno atteso è necessario indagare la reale disponibilità di sedimento movimentabile nei bacini oggetto di analisi idraulica.

A tale scopo è necessario individuare i rami del reticolo idrografico con caratteristiche di potenziale criticità per il verificarsi di colate di detriti. L'individuazione dei possibili punti di innesco di tale fenomeno è strettamente legata alla topografia del terreno che influisce in maniera preponderante sulla dinamica del sedimento lungo il rio. In particolare, la pendenza locale e l'area contribuyente di ciascun punto del reticolo idrografico sono considerati come i parametri fondamentali che evidenziano da una parte la potenzialità nella concentrazione del deflusso e dall'altra la potenzialità erosiva dello stesso. Zimmermann et al. (1997) propose, sulla base dell'analisi di eventi di colata avvenuti in Svizzera (Wichmann and Becht, 2005) la relazione tra la pendenza locale e l'area contribuyente:

$$S = 0.32 \cdot A^{-0.2}$$

Dove S è la pendenza locale (m/m) e A l'area contribuyente (km^2). Le celle classificate come potenziale innesco devono eccedere questa soglia.

Tale tesi si basa sul fatto che le aree di possibile innesco della colata sono identificate dal superamento di valori critici di pendenza del canale e di portata, nell'ipotesi di disponibilità infinita di materiale movimentabile. La relazione inversa tra area e pendenza esprime il concetto che nei canali a forte pendenze è sufficiente per l'innesco una portata liquida inferiore rispetto a canali con valori di pendenza meno elevati.¹

Per la classificazione della rete idrografica del rio oggetto di studio si è considerato:

- Per valori di pendenza locale maggiori di 38° (valore prossimo all'angolo d'attrito interno caratteristico di materiali detritici) la quantità di materiale mobilizzabile sia assente o trascurabile; e per valori di pendenza locale maggiori di 45° , affioramenti rocciosi, le aree sono escluse dai possibili punti di innesco della colata;
- Per valori di pendenza locale maggiori del valore di soglia critica (S), si identificano aree di possibile innesco;
- Per valori di pendenza locale compresi tra 3° e 8° si classificano punti di rallentamento;
- Per valori di pendenza locale inferiori a 3° si hanno zone di arresto dei flussi;
- Per le restanti celle del reticolo si ha la propagazione del fenomeno.

In Figura 4.8 viene riportata la mappa del reticolo idrografico classificato, mentre in Figura 4.7 vengono identificati i tratti in roccia dei bacini idrografici in analisi.

¹ "Individuazione con metodi GIS delle aste torrentizie soggette a colate detritiche: applicazione al bacino dell'Alto Avisio (Trento)" – Marco Cavalli, Silvio Grisotto

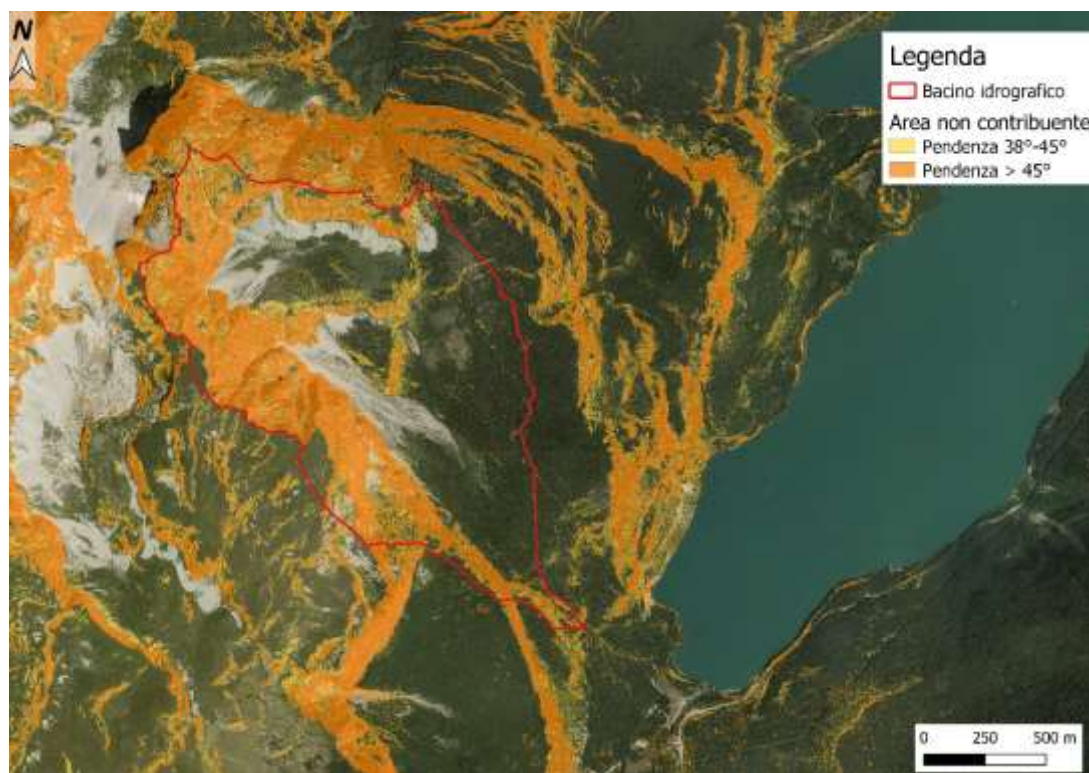


Figura 4.7 Aree con pendenza maggiore di 38° identificative di zone a roccia affiorante e/o sub-affiorante

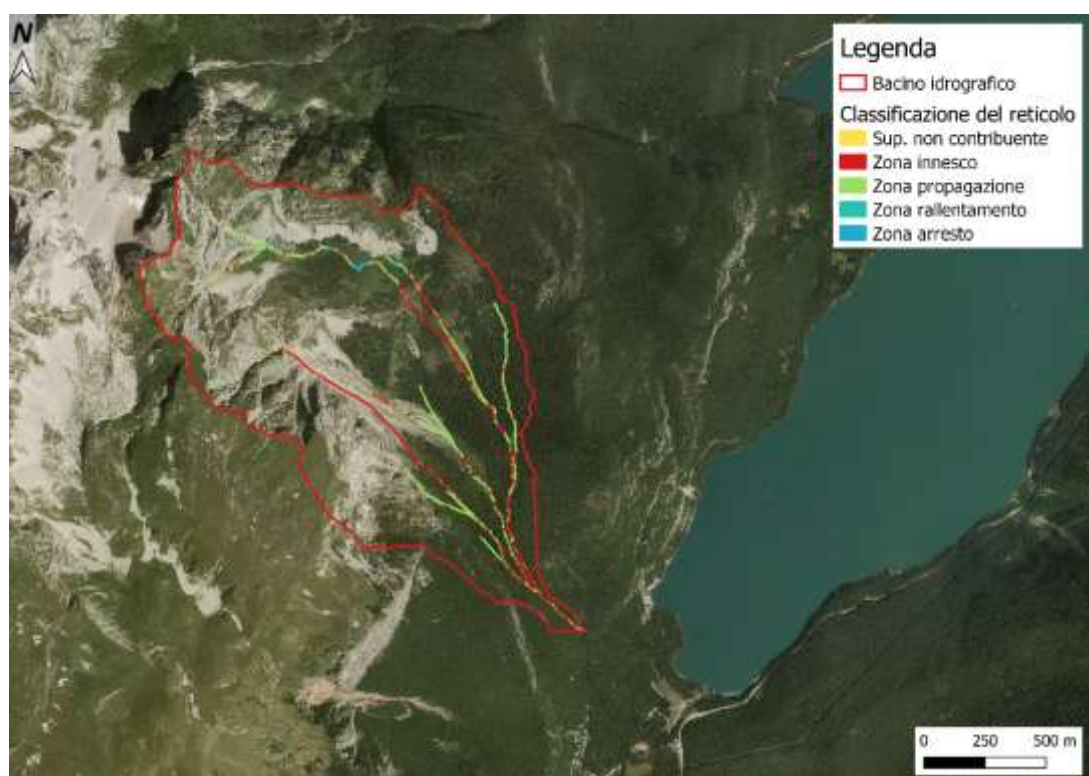


Figura 4.8 Classificazione del reticolo idrografico in zone di innesco, propagazione, rallentamento e arresto della colata

Dall'analisi delle zone di innesco, propagazione e arresto della colata si osserva come la parte apicale dell'asta più a nord (Busa de Dion) date le ridotte pendenze è classificata come zona di propagazione, mentre nella parte a valle, date le pendenze elevate, si hanno zone di innesco fino alla sezione di chiusura del bacino.

L'identificazione delle zone di innesco è utile al fine di quantificare il volume di sedimenti realmente disponibile nel bacino idrografico del rio per la costruzione del sedimentogramma in ingresso nel modello matematico. A tale analisi è descritta nel paragrafo successivo.

4.3 QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI MOVIMENTABILI

In tale paragrafo verrà calcolato, attraverso il Metodo di Hungr e Spreafico, un metodo geomorfologico applicato a valle della visione accurata delle foto scattate durante il sopralluogo e dalle ortofoto disponibili.

La stima del volume massimo movimentabile è stata effettuata considerando il bacino idrografico ricavato dall'analisi precedente. In questo modo, per il calcolo della portata di picco e del volume solido movimentabile viene considerata solo il contributo della quota parte proveniente da monte, al fine di calcolare e modellare il fenomeno di colata di detrito nei casi più gravosi e reali in termini di materiale e con tempo di ritorno pari a 200 anni per la portata liquida. Tale passaggio è fondamentale, in quanto come accennato in precedenza, le caratteristiche in termini di pendenza del bacino e il numero di Melton individuano il bacino in oggetto come potenziale per originare colate di detriti.

4.3.1 Metodo di Hungr e Spreafico

I metodi di Hungr e Spreafico si caratterizzano per un approccio empirico quantitativo che si basa su rilievi delle aree sorgenti di sedimento. La valutazione dei potenziali apporti di detrito riguarda gli alvei torrentizi, le sponde instabili o in erosione, nonché le frane connesse alla rete idrografica. L'approccio geomorfologico per la stima della magnitudo di un debris flow è basato essenzialmente sull'individuazione lungo la rete idrografica di aree in grado di fornire materiale detritico movimentabile. I sopralluoghi in situ e lo studio delle foto aeree, hanno permesso di quantificare i dati relativi allo stato di ricarica del collettore ed alle aree sorgenti di sedimento e alle frane.

Per quanto riguarda i contributi volumetrici ascrivibili alle aree sorgenti di sedimento e alle frane, la metodologia adottata si riallaccia a quanto proposto da Spreafico et al. (1999). Essi partono da un approccio simile a quello proposto da Hungr et al. (1984) ma dettagliano in maniera più

approfondita le grandezze relative all'estensione della superficie coperta dall'alveo, dalle sponde e dalle sorgenti di detrito e frane laterali connesse al reticolo idrografico. La formula per il calcolo del volume erodibile (V_{alveo} , espresso in m^3) per un tratto d'alveo torrentizio è la seguente:

$$V_{alveo} = k \cdot L_a \cdot b_a \cdot d_a$$

dove L_a = lunghezza del tratto d'alveo (m); b_a = larghezza media dell'alveo (m); d_a = profondità media di erosione (m); k = fattore di riduzione, indicato in letteratura con valori che variano tra 0.5 e 0.8 (in tale analisi si è considerato $k=1$ a favore di sicurezza).

I bacini analizzati, come descritto nel paragrafo 3.1, sono caratterizzati dalla presenza di:

- Depositi di debris flow (DepDF);
- Formazione di Giovo – Membro di Monte Ozolo (GIV3);
- Dolomia principale (DPR)
- Depositi di versante (DepVer), Sintema Postglaciale Alpino.

I reticoli sono stati quindi suddivisi in primo luogo in tratti di innesco e tratti di propagazione e per ciascun di essi, sono state valutate la larghezza, la presunta profondità media di erosione (dimezzata nel caso il tratto sia di propagazione), al fine di poter applicare il calcolo delle equazioni esposte in precedenza.

Dall'asta principale sono stati decurtati dal calcolo delle zone che possono contribuire quelle con pendenza tipica degli affioramenti rocciosi e quelle di propensione al rallentamento e/o arresto della colata.

In particolare, si riportano in Tabella 4.2 le stime del sedimento disponibile ricavato rispettivamente con il metodo di Spreafico.



Figura 4.9 Tratti omogenei del rio per la determinazione del materiale movimentabile con il metodo di Spreafico

id	Tipologia	Innesco/Propagazione	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità erosione [m]	V [m ³]
1	DepVers	I	1008.732	3	3	9,078.59
2	DepVers	P	257.938	3	1.5	1,160.72
3	DepVers	I	437.095	3	3	3,933.86
4	DepVers	I	1465.178	3	3	3,186.60
5	DepVers	I	182.222	3	3	1,640.00
6	DepVers	P	808.219	3	1.5	3,636.99
7	DepVers	I	82.388	3	3	741.49
8	DepVers	P	254.869	3	1.5	1,146.91
9	DepVers	P	477.089	3	1.5	2,146.90
10	DepVers	I	163.41	3	3	1,470.69
11	DepVers	P	164.343	3	1.5	739.54
12	DepVers	P	702.445	3	1.5	3,161.00
13	DepVers	P	167.168	3	1.5	752.26
14	DepVers	P	745.147	3	1.5	3,353.16
15	DepVers	P	321.21	3	1.5	1,445.45
TOTALE VOLUME DISPONIBILE						47'594

Tabella 4.2 Determinazione del sedimento disponibile lungo il reticolo idrografico, secondo il metodo geomorfologico di Spreafico. I tratti di suddivisione dell'alveo sono rappresentati in Figura 4.9

Il volume solido stimato totale disponibile lungo l'asta del rio ottenuto è di circa 47'600 m³ (che comprende anche le porosità). Questo volume verrà considerato durante la modellazione matematica

dei fenomeni di colate di detriti lungo i tre bacini, in quanto spesso nei casi di debris flow è difficile calcolare l'apporto di materiale solido.

Si vuole sottolineare come il metodo qui riportato considera la sola asta del reticolo e trascura eventuali apporti laterali data la ridotta area contribuyente delle aree versante; tuttavia, è opportuno considerare anche il possibile apporto di materiale dalle di sacche di detrito laterali che si possono mobilitare in seguito a instabilità dovuta al deflusso superficiale e sub-superficiale o da fenomeno erosivi al piede delle scarpate stesse.

4.4 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.

In particolare, come verrà descritto con maggiore dettaglio nei paragrafi successivi, il bacino idrografico descritto in precedenza verrà ridotto sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del bacino e sulle osservazioni di campo che hanno permesso di localizzare la sezione di chiusura del bacino in un punto più reale al fine di avere un valore di portata di picco realistico.

Per quanto riguarda invece la metodologia di calcolo del bilancio di massa idrica verrà delineata nei paragrafi seguenti insieme alla descrizione delle condizioni al contorno e dei parametri utilizzati. Le procedure di calcolo dell'idrogramma della portata di massima piena del bacino vengono eseguite a valle dell'estrazione dei confini del bacino idrografico ed utilizzano le mappe ottenute mediante la procedura di analisi morfologica descritte nel paragrafo e riprese parzialmente nei capitoli successivi.

4.4.1 Calcolo della portata di massima piena con JGrass

A seguito dell'analisi geologica-geomorfologica, validata anche da sopralluoghi effettuati in situ, si sono scelte sezioni di chiusura per ciascun bacino all'apice del conoide del rio 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.

4.4.2 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.

4.4.3 Input necessari al modello

Al fine di generare un'idrogramma di piena nella sezione di chiusura del bacino è necessaria la determinazione di alcune funzioni intermedie, la definizione di alcuni parametri e la disponibilità di dati pluviometrici; in particolare gli input del modello sono:

- funzione d'ampiezza del deflusso superficiale;
- funzione d'ampiezza del deflusso subsuperficiale;
- velocità dell'acqua nei canali (media per il bacino) [m/s];
- parametro di diffusione idrodinamica [m²/s];
- parametri delle curve di possibilità pluviometrica;

Al fine di determinare le funzioni d'ampiezza relative ai due tipi di deflusso, occorre stabilire in primo luogo la percentuale di saturazione del bacino; questa viene ipotizzata sulla base di:

- considerazioni morfologiche, quali distribuzione delle pendenze, presenza di zone concave e convesse;
- considerazioni geologiche, quali tipo di depositi (granulometria e permeabilità da valori di letteratura), presenza di affioramenti;
- considerazioni climatologiche, precipitazioni medie annue, tempo di ritorno dell'evento studiato.

Scelta tale percentuale di saturazione, per differenziare le zone del bacino sature da quelle insature si è utilizzato l'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. Tale indice è definito come il logaritmo naturale del rapporto tra l'area contribuyente per unità di contorno, TCA/b , e la pendenza locale del pixel ∇z :

$$TopIndex = \ln \left(\frac{TCA}{\nabla z \cdot b} \right)$$

Poiché tale indice non è definibile nei punti pianeggianti dove $\nabla z = 0$, è necessario definire un valore massimo di indice topografico da assegnare a tali punti. 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 4.10, in corrispondenza del valore complementare a 100 della percentuale di saturazione fissata (ovvero 80%, se si è ipotizzata una percentuale di saturazione pari al 20%), si legge, sull'asse delle ascisse, il valore di indice topografico valida per il Bacino 1. Tutte le celle del bacino aventi valore di indice topografico superiore al valore così determinato sono, secondo le ipotesi fatte, sature e contribuiscono al deflusso superficiale.

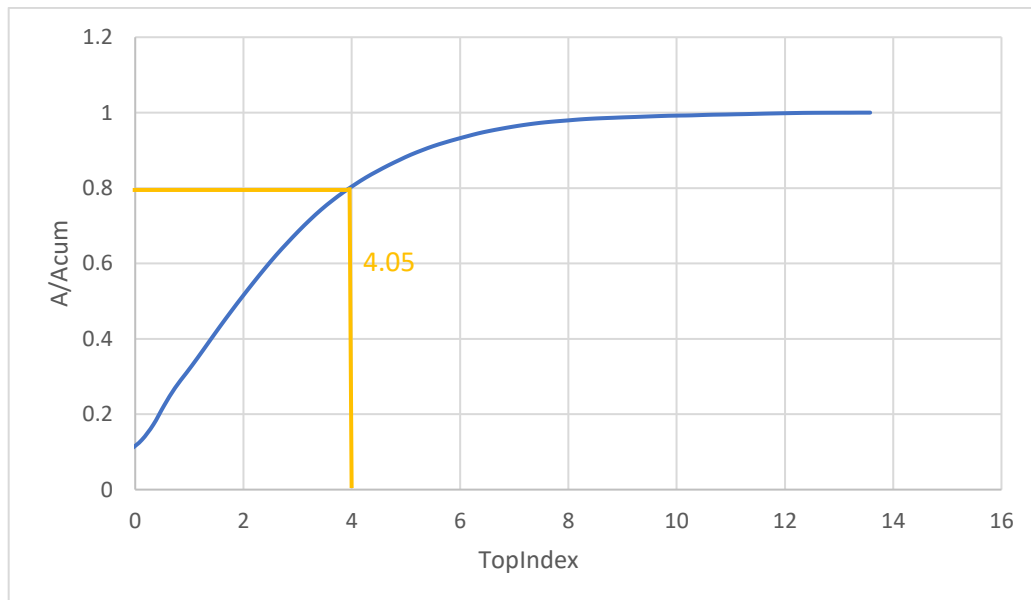


Figura 4.10 Frequenza cumulata dell'indice topografico calcolato sul bacino del rio

Relativamente al bacino del rio, sono state fatte numerose prove con percentuali di saturazione diverse, e alla fine si è ipotizzato uno scenario con saturazione iniziale pari al 20%, a cui corrisponde un unico valore di soglia di indice topografico per l'intero bacino pari a 4.05. La scelta della percentuale di saturazione del bacino costituisce l'unico parametro del modello che richiede la sensibilità nella sua stima.

Data la geologia del sito presenza di molte zone di detrito di versante intervallate da minori substrati meno permeabili e data l'assenza di zone concave si è ritenuto opportuno utilizzare valori di saturazione iniziale del terreno tipici dei bacini di piccole dimensioni.

In Figura 4.11 viene riportata la mappa dell'indice topografico evidenziando le aree sature da quello non sature valida per il bacino in analisi.

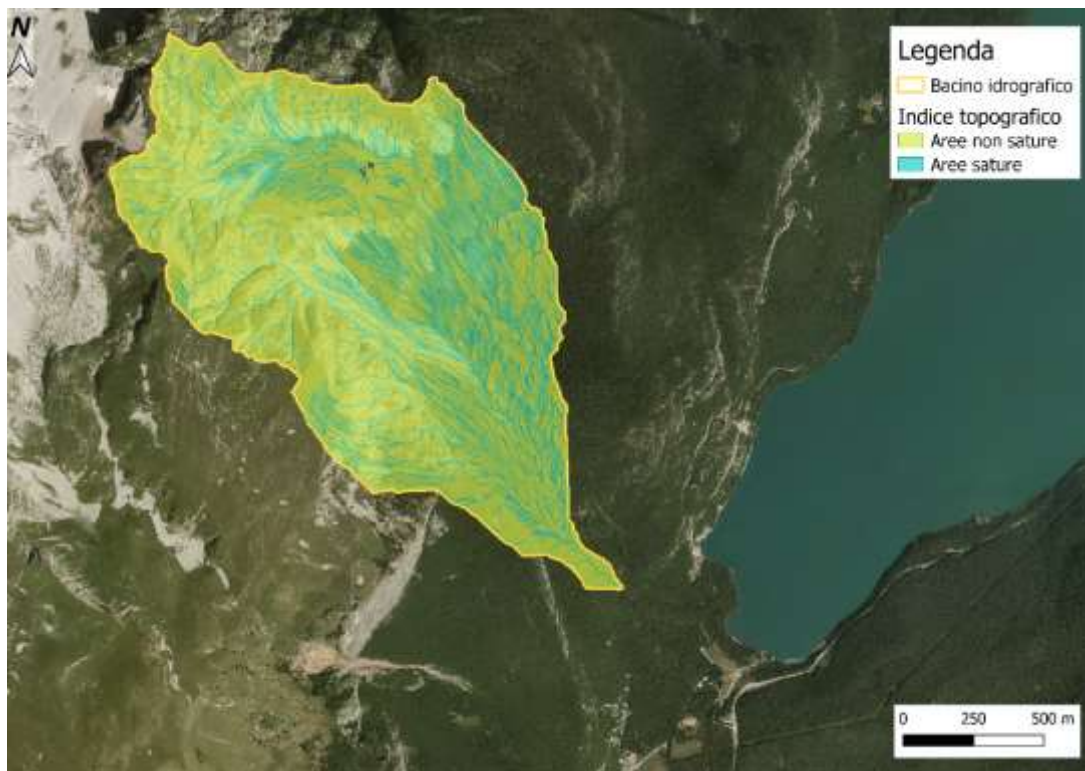


Figura 4.11 Indice Topografico del bacino del rio

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). Al fine di differenziare le celle versante dalle celle canale, che contribuiscono al deflusso con tempi differenti, si calcolano le distanze riscalate e successivamente la funzione di ampiezza per queste nuove distanze.

$$x = x_{canali} + x_{versanti} \cdot r$$

$$r = \frac{v_{canali}}{v_{versanti}}$$

r è il parametro che permette di differenziare il tempo di risposta dei versanti dal tempo di risposta dei canali. Il suo valore viene scelto in base all'ordine di grandezza della conducibilità idraulica media dei versanti. Il calcolo delle distanze riscalate per le celle sature del bacino, ovvero per quelli in cui il deflusso è ipotizzato prevalentemente superficiale, utilizza valori di r dell'ordine di 10, 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.

L'elaborazione statistica delle mappe delle distanze riscalate permette di ottenere le funzioni di ampiezza relative alle celle in cui si produce deflusso superficiale e a quelle in cui si produce deflusso subsuperficiale.

L'applicazione del modello al bacino del rio è finalizzata alla stima dell'idrogramma della portata di picco in corrispondenza della sezione di chiusura scelta per il bacino.

In Figura 4.12 e Figura 4.13, si riportano le mappe delle distanze riscalate rispettivamente, per il deflusso superficiale e quello subsuperficiale relative ad una saturazione del bacino del 20%.

Nelle mappe si osserva che i percorsi relativi al deflusso subsuperficiale sono molto più lunghi rispetto a quelli superficiali, ragionevolmente con valori di velocità molto differenti. Inoltre, quello che appare chiaro è che la distanza dei pixel dalla sezione di chiusura per il deflusso superficiale si estende in maniera regolare man mano che ci si allontana dall'asta principale; al contrario per quanto riguarda il deflusso profondo solo le celle poste in prossimità dell'alveo hanno una distanza riscalata ridotta, mentre allontanandosi di poco dal corso d'acqua le distanze raggiungono valori molto elevati, in accordo con velocità molto ridotte.

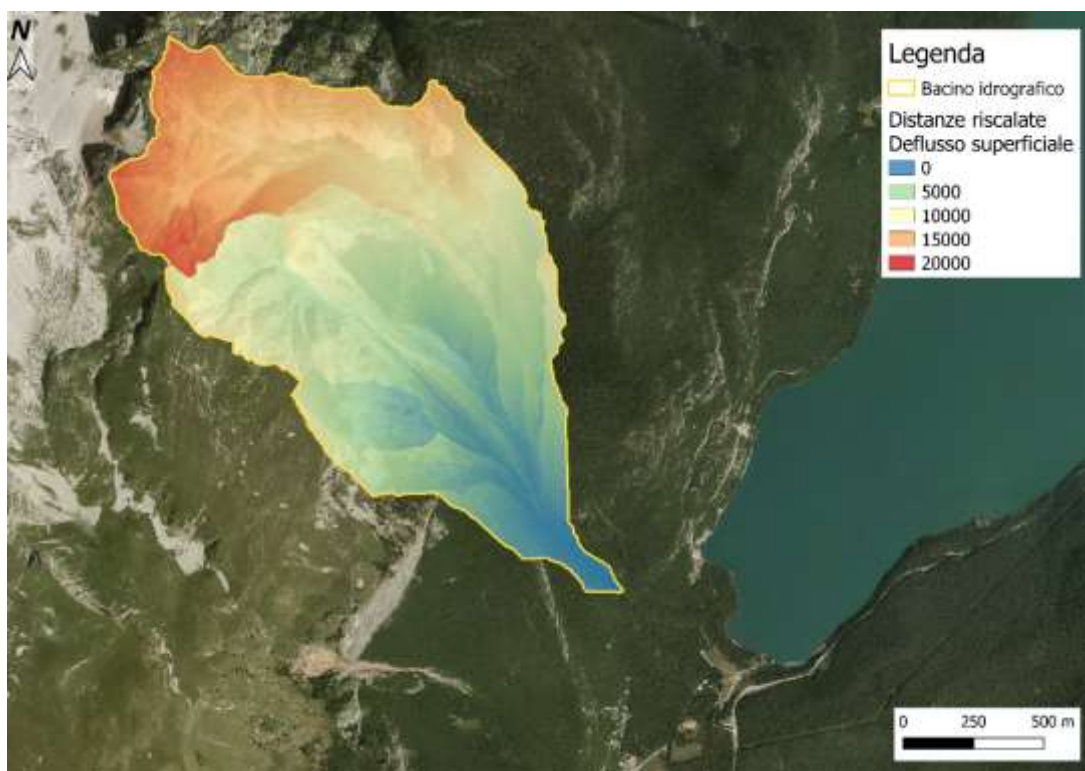


Figura 4.12 Mappa della distanza riscalata per il deflusso superficiale del rio, $r=10$, relative ad una saturazione del sottobacino pari al 20%

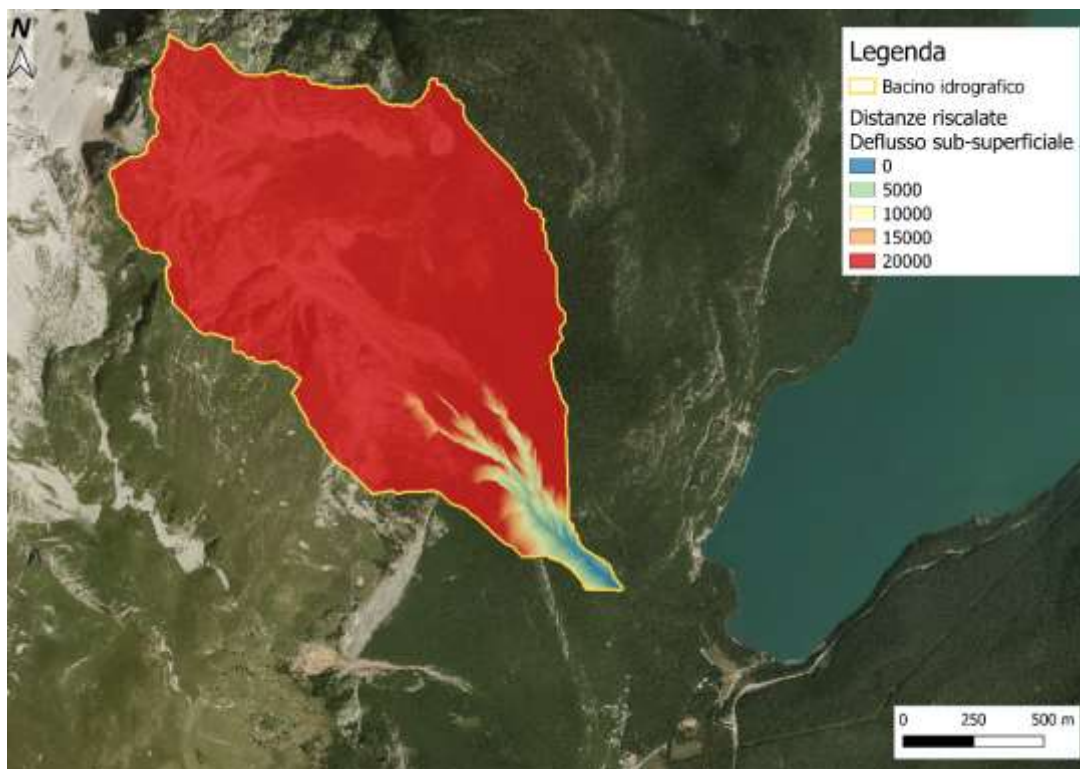


Figura 4.13 Mappa della distanza riscalata per il deflusso subsuperficiale del rio, $r=100$, relative ad una saturazione del sottobacino pari al 20%

4.4.4 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 m^2/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 m^2/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 4.3 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>	20 %

Tabella 4.3 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>	36.510	0.387
<i>Tr=100 anni</i>	43.385	0.387
<i>Tr=200 anni</i>	47.319	0.387

Tabella 4.4 Parametri delle L.S.P.P. del rio

4.5 Calcolo della portata liquida di picco

Come descritto in precedenza, grazie allo studio della geologia, 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 del tratto. L'idrogramma di piena calcolato verrà utilizzato nella successiva modellazione e per la valutazione della pericolosità del sito.

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 tempo 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 nelle successive tabelle, mentre in figura si riportano i vari idrogrammi di piena individuati.

Tr [anni]	Saturazione [%]	Ql [m³/s]	Area [km²]	Coefficiente Udometrico [m³/s/km²]	Tpicco [h]
----------------------------	----------------------------------	----------------------------	-----------------------------	---	-----------------------------

30	20	3.35	1.80	1.86	2.14
100	20	3.99	1.80	2.21	2.14
200	20	4.35	1.80	2.42	2.14

Tabella 4.5 Risultati della portata di picco per differenti tempi di ritorno per il torrente

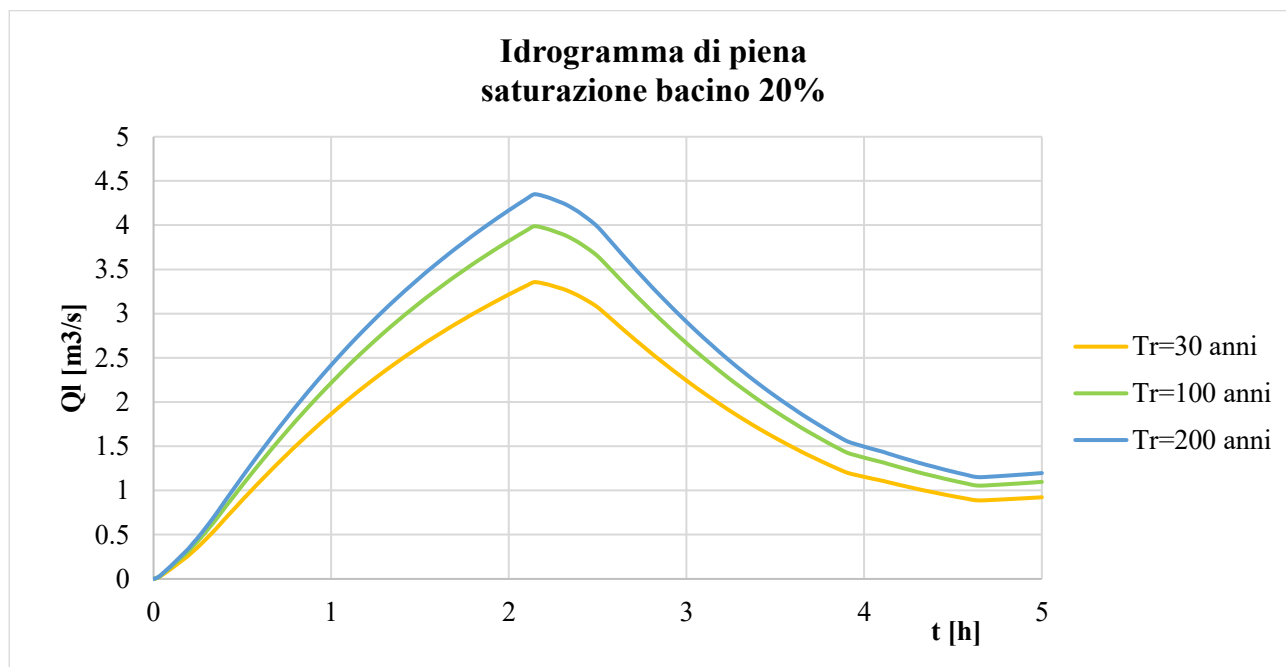


Figura 4.14 Idrogramma di piena

Come si osserva nella precedente tabella, le portate di picco oscillano tra valori di **3.3 m^3/s** e **4.3 m^3/s** per tempi di ritorno rispettivamente di 30 e 200 anni. Il tempo di picco è nell'ordine delle due ore, mentre il coefficiente udometrico, che esprime la portata per unità di superficie presenta valori ridotti data l'elevata permeabilità del sito che fornisce risposte idrologiche lente.

4.6 DETERMINAZIONE DEL SEDIMENTOGRAMMA (DEBRIS FLOW)

Grazie alle analisi geologiche del bacino, alle caratteristiche geomorfologiche come pendenza dell'alveo, presenza di materiale movimentabile e alla presenza di precipitazione in grado di movimentare il sedimento, tutti i rii analizzati hanno propensione all'innescare di fenomeni di colata di detrito.

Al fine di effettuare la modellazione del fenomeno e le analisi di propagazione necessarie per la redazione delle mappe della pericolosità, è doveroso identificare l'idrogramma della portata solida $Qs(t)$ e della portata di mistura $Qm(t)$. A tale scopo si è utilizzato il modello matematico del sistema WEEZARD. Tale modello si basa su TRENT2D, un modello matematico bidimensionale alle acque basse su fondo mobile in cui la mistura acqua-sedimenti è trattata mediante un approccio bifasico.

Per poter determinare il debrigramma è necessario conoscere:

1. La pendenza i_f , determinata grazie alle analisi GIS;
2. L'idrogramma liquido uscente alla sezione di chiusura, calcolato grazie all'analisi idrologica;
3. Caratteristiche del sedimento come diametro, angolo di attrito, concentrazione di massimo impaccamento e densità relativa del materiale.

Il modello considera le equazioni differenziali alle derivate parziali, in riferimento a quantità medie sulla profondità, le quali risultano valide sia nel caso di trasporto solido, sia nel caso di colata di detriti. Queste comprendono la conservazione della massa della mistura (fase solida + fase liquida), l'equazione di conservazione della massa della fase solida e l'equazione della quantità di moto della mistura.

Il numero di equazioni, manipolate, è inferiore rispetto al numero di incognite. Conseguentemente nasce la necessità di introdurre una relazione di chiusura, al fine di calcolare la concentrazione della colata detritica. Le relazioni che esprimono lo sforzo tangenziale al fondo sono derivate dalle relazioni del moto uniforme.

Per il fenomeno di colate detritiche si fa riferimento a quelle proposte da Bagnold integrate sulla profondità e successivamente modificare da Takahashi sulla base dei dati sperimentali:

$$\frac{\vec{\tau}_0}{\rho_w} = F(|\vec{u}|, h) \vec{u}$$

dove

$$F(|\vec{u}|, h) = \frac{25}{4} a \frac{\rho_s}{\rho_w} \sin \phi_d \frac{\lambda^2}{Y^2} |\vec{u}|$$

e

$$\lambda = \left[\left(\frac{c_b}{c} \right)^{1/3} - 1 \right]^{-1}$$

è la concentrazione lineare, ϕ_d è l'angolo di attrito dinamico del materiale, a la costante di Takahashi pari a 0.32 e $Y=h/d$ è il parametro di sommergenza in cui d è la dimensione caratteristica dei sedimenti.

Per poter calcolare la concentrazione della colata e conseguentemente la portata solida e la portata di mistura, esistono due differenti casi in funzione della pendenza di ingresso, in particolare:

1. *Non equilibrio*. La pendenza di ingresso è molto elevata ($i_f > \tan(20^\circ)$) e non è possibile determinare una concentrazione che sia in equilibrio con la pendenza. In questo caso, si calcola direttamente il debrigramma amplificando la portata liquida di un fattore di amplificazione pari a 10 come mostrano in Figura 4.15 (Armanini, 1996).

$$Q_m = F \cdot Q_l = 10 \cdot Q_l$$

Fattore di Amplificazione

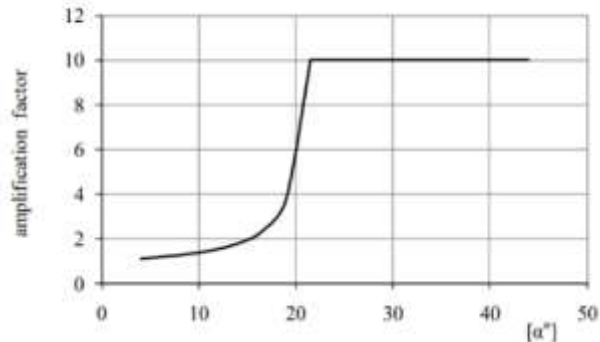


Figura 4.15 Fattore di amplificazione che permette il calcolo della portata di mistura di una colata di detriti in condizioni di non equilibrio

In questo caso, la concentrazione è assunta pari a $c = 0.9c_b$.

2. *Equilibrio*. La pendenza in ingresso è tale da determinare la concentrazione in equilibrio con la pendenza stessa. In questo caso si assume che la concentrazione dei sedimenti sia uguale alla capacità di trasporto (ipotesi di adattamento immediato), pari cioè alla concentrazione che si avrebbe in condizioni di moto uniforme con velocità e profondità pari ai valori assunti localmente e istantaneamente.

Nel caso di equilibrio, la concentrazione delle colate granulari è ricavata dalla relazione Coulombiana proposta da Takahashi:

$$c = \frac{\tan \alpha}{\Delta(\tan \phi_d - \tan \alpha)}$$

dove α è la pendenza locale del fondo.

Al fine di definire la concentrazione c della fase solida è necessario introdurre il parametro adimensionale β , definito come parametro di trasporto. Nel caso di colata di detriti, il parametro β può essere stimato imponendo che la concentrazione, calcolata in moto uniforme con pendenza i_f , sia pari alla pendenza della formula data da Takahashi. Se si è in condizioni di

equilibrio, ovvero quando la pendenza non è troppo elevata ($i_f < \tan(20^\circ)$), la concentrazione è ricavata secondo l'espressione precedente.

La relazione di chiusura utilizzata prevede di assumere che lo sforzo al fondo possa essere approssimato con un'espressione di tipo Darcy-Weisbach $|\vec{\tau}_0| = \rho_w f_0 |\vec{u}|^2$ con f_0 coefficiente di attrito, in questo modo l'espressione della concentrazione utilizzata è:

$$c = c_b \beta \frac{u_p^2}{gh}$$

Dove β è il parametro di trasporto adimensionale e u_p è la velocità in direzione perpendicolare alla sezione di immissione.

Questa espressione va accoppiata con la relazione di moto uniforme nel caso di colata di larghezza unitaria:

$$(1 + \Delta c) g i_f h = C_T \lambda^2 u_p^2$$

Dove

$$C_T = \frac{25}{4} a \frac{\rho_s}{\rho_w} \frac{\sin \phi_d}{Y^2}$$

$$Y = h/d$$

$$\lambda = \left[\left(\frac{c_b}{c} \right)^{1/3} - 1 \right]^{-1}$$

Ponendo a sistema le equazioni precedenti si può esplicitare il parametro di trasporto β come:

$$\beta = \frac{c C_T \lambda^2}{c_b i_f (1 + \Delta c)}$$

Questa può essere risolta in c mediante Newton-Raphson, partendo con una prima stima di c data dalla formula di Takahashi.

Nota la concentrazione si può quindi determinare la portata di mistura e la portata solida:

$$Q_m(i, t^n) = \frac{c_b}{c_b - c_i} \cdot Q_l(i, t^n)$$

$$Q_s(i, t^n) = c_i \frac{c_b}{c_b - c_i} \cdot Q_l(i, t^n)$$

In cui il rapporto $\frac{c_b}{c_b - c_i}$ è chiamato Fattore di amplificazione della colata F_a .

Nei paragrafi successivi vengono riportati i debrigrammi calcolati mediante le medesime equazione implementate nel modello di calcolo utilizzato per la modellazione del fenomeno di colata.

Grazie all'idrogramma di piena liquida viene calcolato il debrigramma della colata di detriti con il quale verranno effettuate le simulazioni e l'analisi di propagazione dell'evento di debris flow.

In Tabella 4.6 vengono riportati i parametri principali utilizzati per il calcolo del debrigramma nel rio. Si ricorda che l'idrogramma liquido utilizzato è quello pari a un tempo di ritorno di 200 anni, con picco $Ql = 0.86 \text{ m}^3/\text{s}$ per il Bacino 1 e il sedimentogramma ricavato verrà utilizzato nella modellazione numerica del fenomeno di debris flow. Si sottolinea inoltre, che il volume solido massimo movimentabile calcolato mediante il metodo geomorfologico di Spreafico è associato all'evento di precipitazione e quindi all'idrogramma di piena con tempo di ritorno maggiore e pari a 200 anni.

Parametro	Valore
Concentrazione al fondo	$c_b = 0.65$
Densità relativa	$\Delta = 1.65$
Angolo di attrito	$\phi_d = 38^\circ$
Pendenza dell'alveo – immissione dominio di calcolo	$i_f = 0.33$

Tabella 4.6 Parametri necessari per la costruzione del debrigramma del rio, $Tr=200$ anni

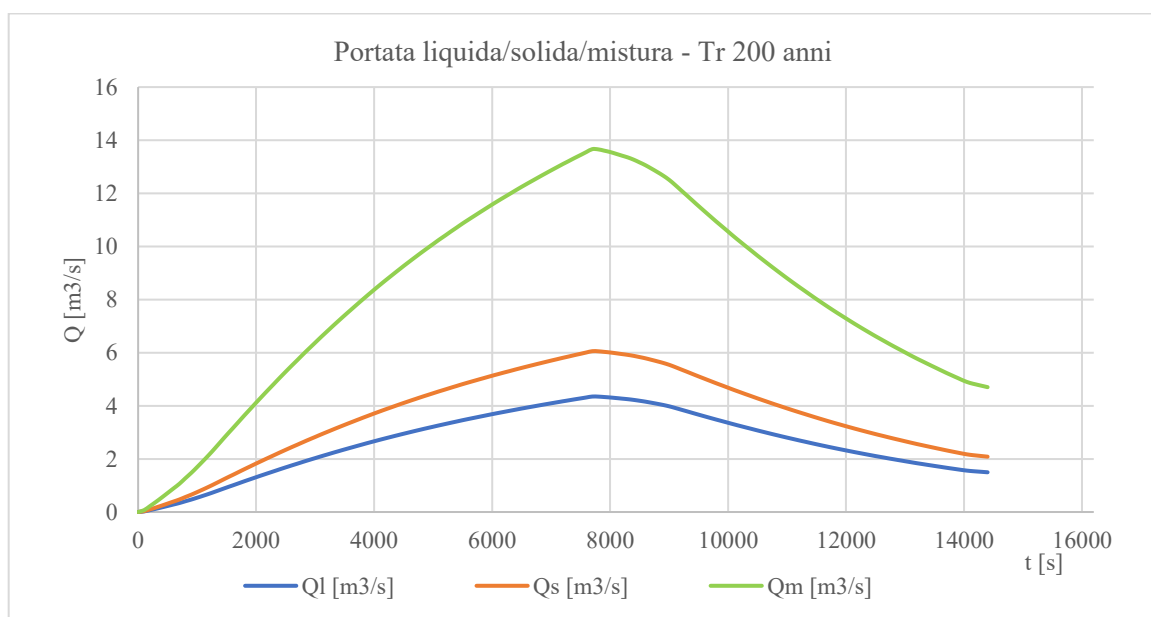


Figura 4.16 Debrigramma del rio corrispondente all'idrogramma liquido con $Tr=200$ anni, $if=0.33$

La pendenza media dell'alveo nel bacino in analisi è pari a circa 33% e quindi ricade nell'intervallo di applicazione delle condizioni di equilibrio di Takahashi.

Il debrigramma della portata solida si ottiene amplificato quello della portata liquida attraverso un coefficiente di amplificazione $F_a = 3.14$. Così si ottiene una portata di picco solida $Q_s = 6.06 \text{ m}^3/\text{s}$ e una portata massima della mistura $Q_m = 13.66 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$, data la portata liquida di picco $Q_l = 4.35 \text{ m}^3/\text{s}$.

A tale proposito, è importante sottolineare che nel modello di WEEZARD il volume solido riportato nel debrigramma è al netto dei vuoti, in altre parole:

$$V_{\text{solido}} = V_{\text{grani+vuoti}} \cdot c_b$$

Come si osserva in Figura 4.16, dall'integrale della curva della portata solida si ottiene il volume solido pari a $V_{\text{solido}} = 51'700 \text{ m}^3$, ovvero $V_{\text{grani+vuoti}} = 80'000 \text{ m}^3$.

È opportuno fare una considerazione sulla reale presenza e disponibilità di tale quantità di materiale che può essere movimentata durante un evento di precipitazione intensa.

Dall'analisi di Hungr & Spreafico sono stati stimati circa $47'500 \text{ m}^3$ di materiale (compresi di porosità) disponibili lungo l'asta del rio, corrispondenti a circa $31'000 \text{ m}^3$ di materiale impaccato. Tale quantità risulta inferiore rispetto a quella relativa al debrigramma in condizioni di equilibrio; tuttavia, si ricorda che la stima del sedimento disponibile considera, come espresso in precedenza, la sola asta del reticolo e trascura eventuali apporti laterali. A fronte di tali considerazioni non si può escludere un evento che preveda la mobilitazione di circa $80'000 \text{ m}^3$.

Ulteriore aspetto da tenere in considerazione è la portata liquida critica per la quale si ha l'inizio del fenomeno di colata di detriti. Per la determinazione di tale valore si è utilizzata la formazione proposta da Tognacca:

$$Q_{l,cr} = 4 \cdot B \cdot \frac{d_{50}^{1.5}}{ST^{1.17}}$$

Dove B è la larghezza media dell'alveo (m), d_{50} è il diametro medio del sedimento coinvolto (m) e ST è la pendenza dell'alveo nella zona di innesco della colata di detriti (m/m). Per l'evento duecentennale la portata critica di innesco è pari a circa $2.89 \text{ m}^3/\text{s}$. In questo modo il materiale solido coinvolto è pari a circa $33'000 \text{ m}^3$ (impaccato), ovvero circa $51'000 \text{ m}^3$ comprensivo di porosità. Tale quantità risulta compatibile con l'analisi sedimentologica illustrata in precedente. Tale condizione viene considerata come uno scenario possibile di colata di detriti.

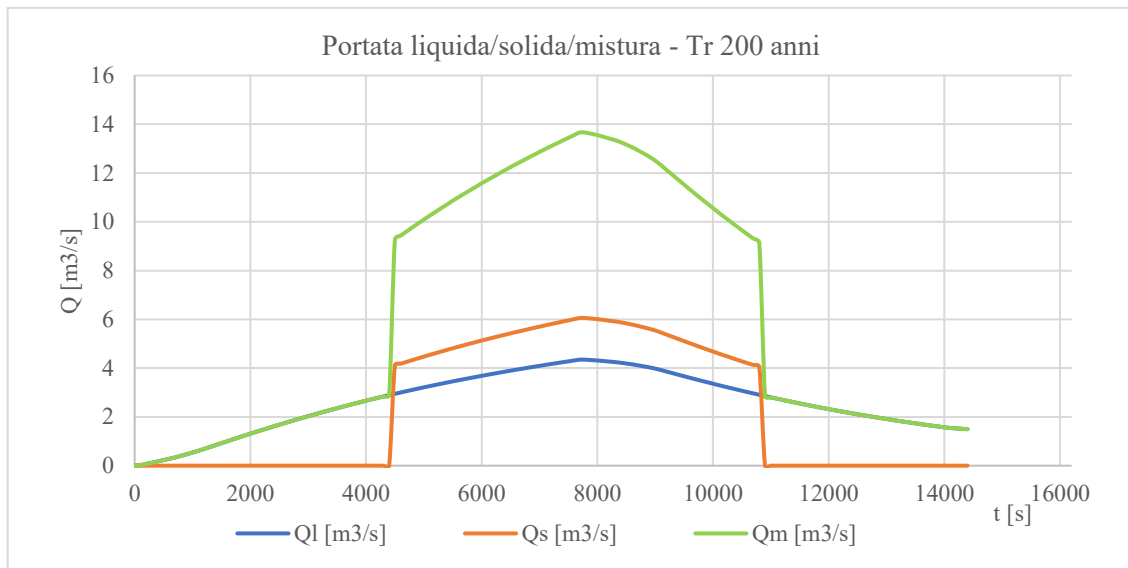


Figura 4.17 Debrigramma del rio corrispondente all'idrogramma liquido con $Tr=200$ anni, $if=0.33$ - Tognacca

Analogamente a quanto fatto per l'evento corrispondente a Tr 200 anni sono state effettuate le medesime considerazioni per eventi caratteristici degli altri tempi di ritorno analizzato, 30 e 100 anni rispettivamente. Di seguito si riportano i parametri idraulici calcolati e i debrigrammi.

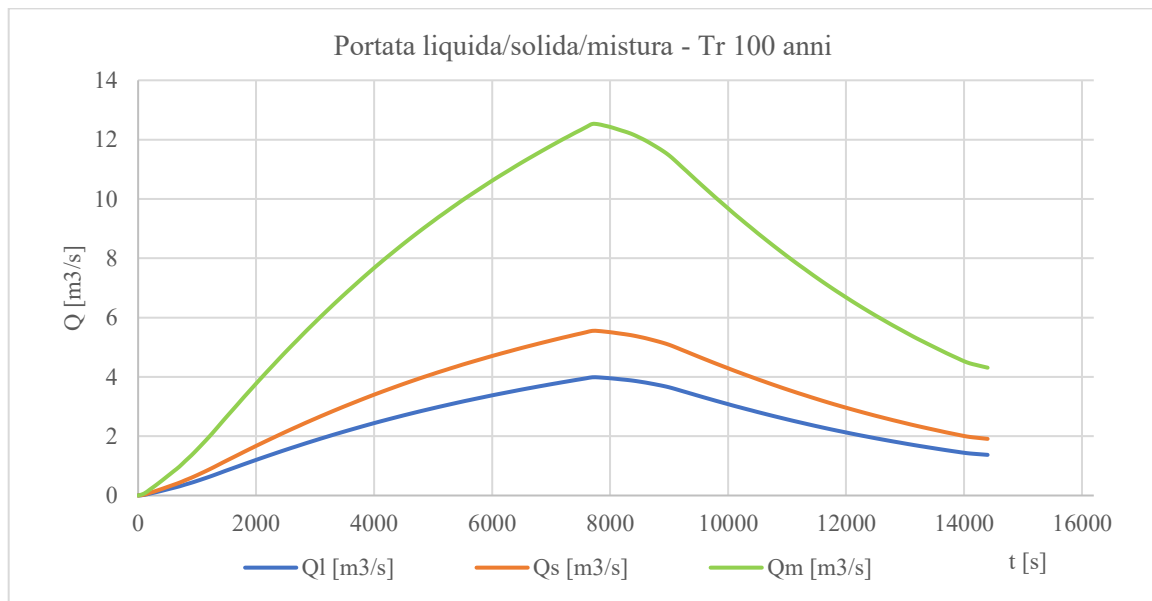


Figura 4.18 Debrigramma reale del rio, $Tr=100$ anni, volume solido movimentabile al netto delle porosità

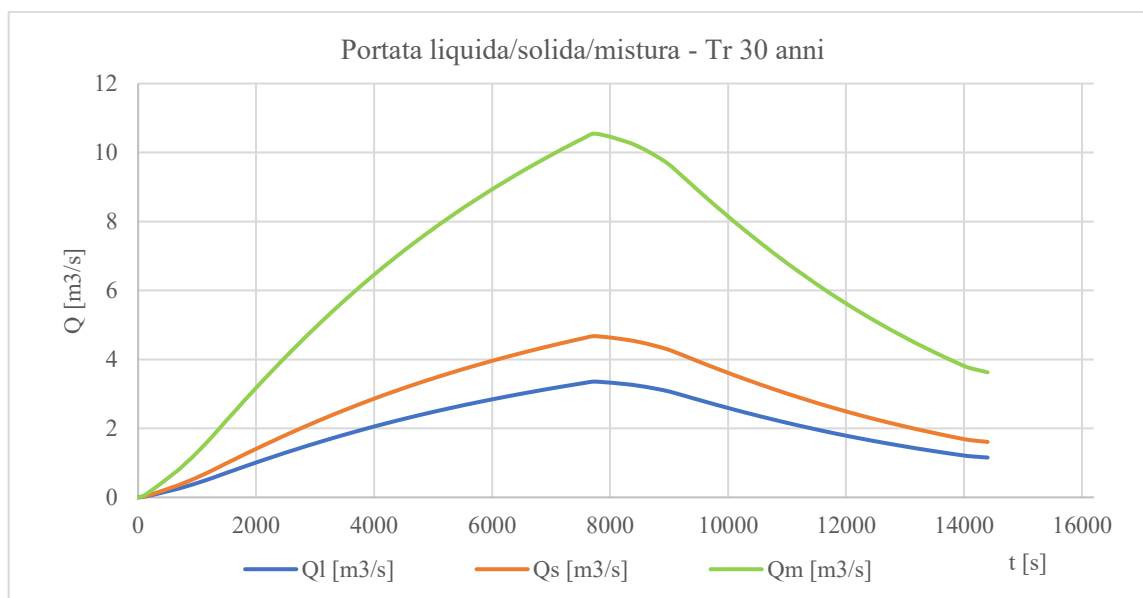


Figura 4.19 Debrigramma reale del rio, Tr=30 anni, volume solido movimentabile al netto delle porosità

In conclusione, in Tabella 4.7 vengono riportati i valori di picco di portata liquida, solida e di mistura per i tre differenti tempi di ritorno corrispondenti agli idrogrammi liquidi e ai debrigrammi calcolati in precedenza.

Tempo di ritorno	Concentrazione iniziale – debris flow	Ql [m³/s]	Qs [m³/s]	Qm [m³/s]	Vsolido [m³]	Vsolido_tot [m³]
200 anni	0.443	4.4	6.1	13.7	51'712	79'557
100 anni	0.443	4.0	5.6	12.5	47'412	72'942
30 anni	0.443	3.4	4.7	10.5	39'900	61'383

Tabella 4.7 Valori di picco della portata liquida, solida e di mistura e volume solido movimentabile per un fenomeno di colata di detriti al variare del tempo di ritorno del rio

4.7 MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE DELLA COLATA DI DETRITI

Al fine di modellare i fenomeni di debris flow è stato utilizzato il modello di calcolo WEEZARD, sviluppato dall'Università degli Studi di Trento (DICAM). Tale modello si basa su modello TRENT2D, un modello matematico bidimensionale alle acque basse su fondo mobile in cui la mistura acqua - sedimenti è trattata con un approccio bifasico. L'ipotesi di base è che non vi sia sfasamento di velocità tra la fase liquida e quella solida né in termini direzionali né in termini di modulo del vettore velocità media sulla verticale. Una caratteristica fondamentale di questo modello è il fatto di considerare in maniera del tutto accoppiata la dinamica della mistura con quella dell'evoluzione morfologica del letto.

In Figura 4.20 si riporta il dominio di calcolo utilizzato per lo studio. La sezione di immissione è stata posta a monte del tratto conoidale dove il flusso è confinato all'interno di una piccola forra.

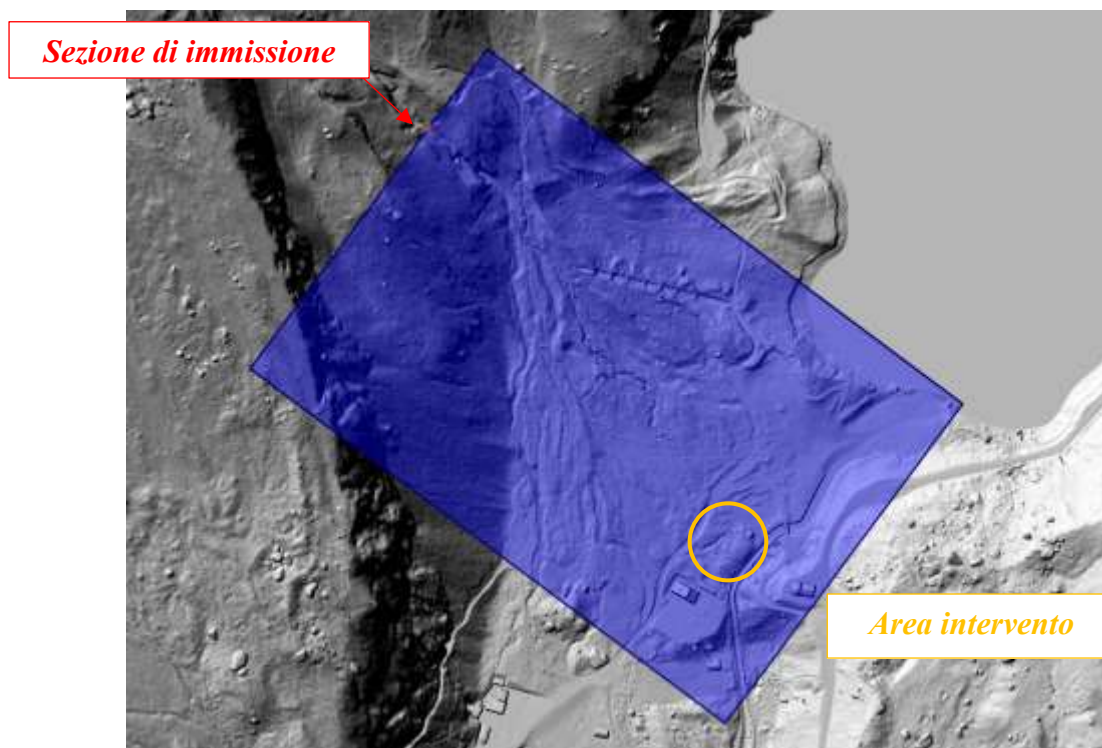


Figura 4.20 Dominio di calcolo utilizzato per la modellazione bidimensionale

Come si osserva dal DTM del 2014 fornito dalla PAT sul conoide sono evidenti segni di incisioni di eventi passati e non vi è evidenza di un unico alveo principale inciso. Tuttavia, in seguito al sopralluogo fatto, a quota di circa 917 m s.l.m. si è osservata la presenza di un muro di deviazione del flusso rispetto ad un canale esistente di notevoli dimensioni.

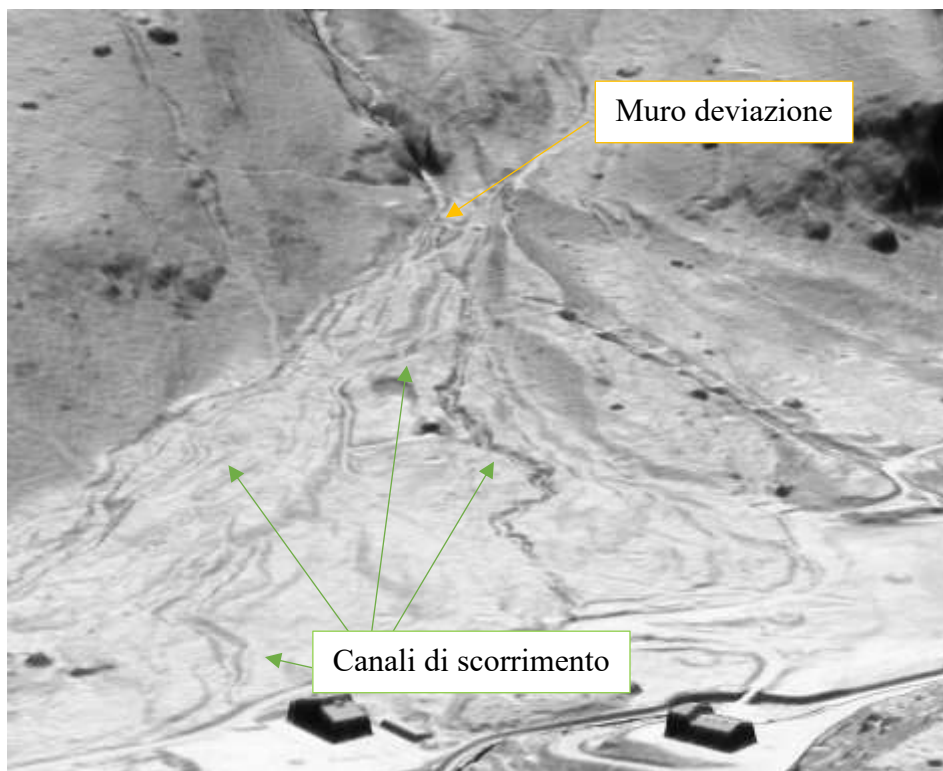


Figura 4.21 DBM 2014, vista 3D con muro deviatore

Il conoide del bacino oggetto di studio è caratterizzato da:

- Presenza di salto in roccia di notevole altezza all'apice del conoide. A valle di questo l'alveo risulta abbastanza largo e con granulometria grossolana;
- A quota di circa 917 m s.l.m. come descritto in precedenza, è presente un muro costruito allo scopo di deviare il flusso verso est e la strada forestale, così da chiudere un canale ormai rivegetato ma facilmente individuabile sia in loco che osservando la cartografia disponibile;
- Il conoide è comunque caratterizzato dalla presenza di numerose incisioni; questo permette di ipotizzare che il flusso può prendere molte strade ed allargarsi lungo il conoide;
- Il tratto maggiormente inciso mostra segni di recedenti eventi di deflusso superficiale di ridotte entità e termina a monte della viabilità presente con uno scatolare e tombinatura mediante tubolare;
- L'area oggetto di intervento, posta a valle della viabilità presente è protetta a monte da un dosso naturale che delimita il bosco con la strada.



Il sistema di calcolo adottato, WEEZARD, presenta alcune caratteristiche fondamentali, in particolare è possibile inserire tratti inerodibili, come briglie, salti di fondo, tratti in roccia, alveo corazzati e cementati e conseguentemente sistemazioni a cunetta. Pertanto, nel dominio di calcolo viene creato uno shapefile che individua per ciascuna zona (alveo, fuori alveo, prato, roccia, ...) il valore di scabrezza espresso con Gauckler-Strickler e il valore massimo di erosione. Di seguito viene riportata la caratterizzazione del suolo in termini di scabrezza ed erosione massima e la tabella con i valori utilizzati durante la modellazione del fenomeno di debris-flow.

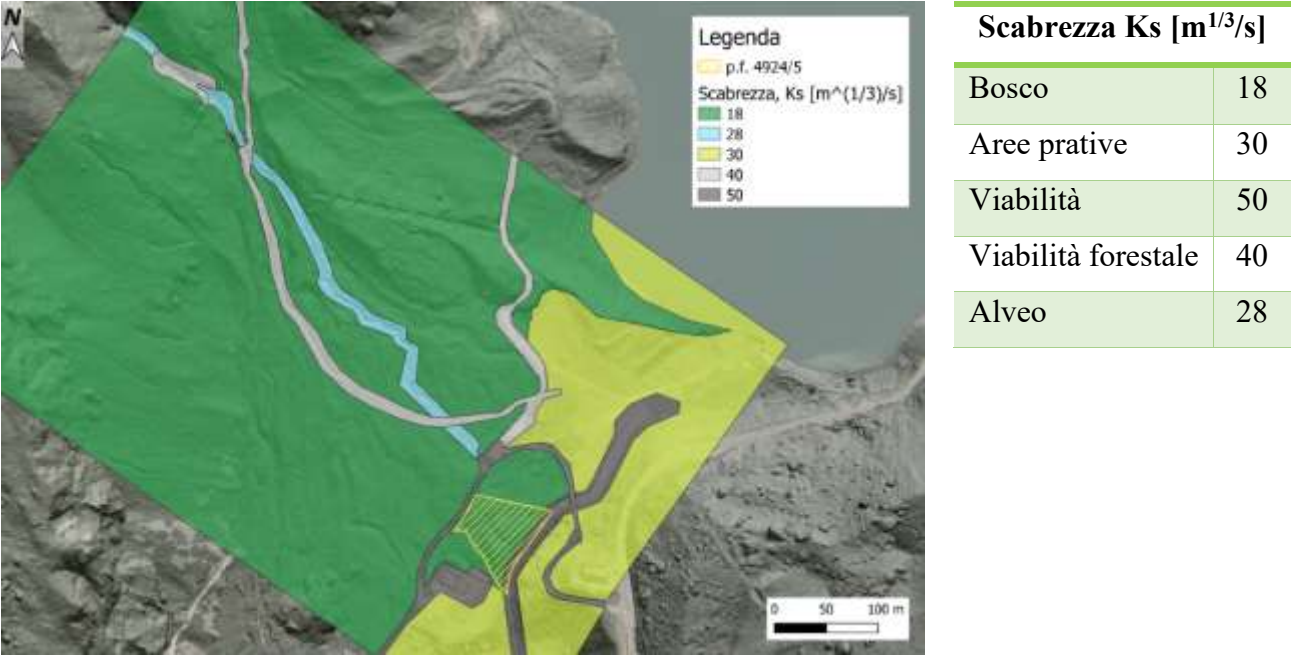


Figura 4.22 Valori di scabrezza del fondo all'interno del dominio di calcolo

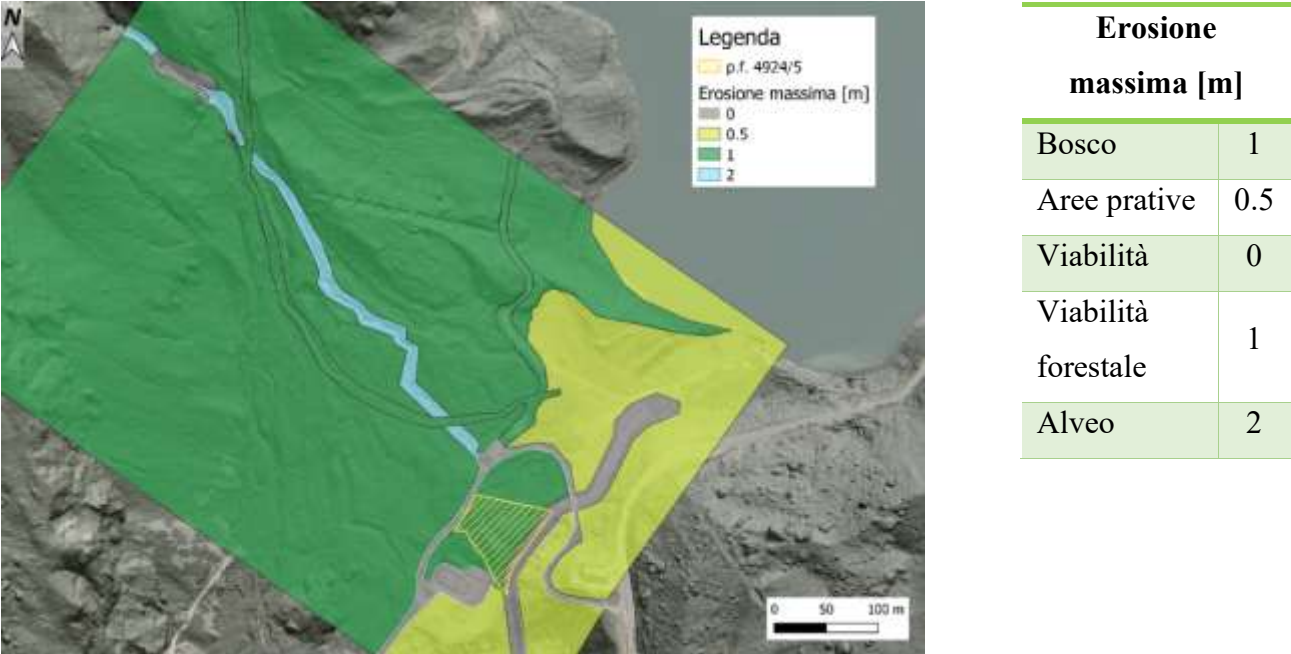


Figura 4.23 Valori dello spessore dello strato erodibile massimo adottati nel dominio di calcolo

In Tabella 4.8 vengono riportati i parametri del modello utilizzati durante la modellazione. Si ricorda che il valore del volume solido in ingresso nel dominio è frutto dell'analisi sedimentologica illustrata precedentemente.

Parametro	
Angolo di attrito	$\Phi_d=38^\circ$
Concentrazione al fondo	$C_b=0.65$
Densità relativa	$\Delta=1.65$
Parametro di sommergenza	$Y = 8$
Pendenza celle immissione	$i_{f,bacino}=0.33$
File idrogramma e debrigramma	Debrigramma illustrato nel paragrafo 4.6 per ogni tempo di ritorno
Parametro di trasporto	$\beta=3.281259$

Tabella 4.8 Dati in input per la modellazione tramite WEEZARD del tratto conoidale del rio

Il modello WEEZARD produce differenti tipi di output; di seguito vengono analizzati i risultati relativi a:

- tiranti massimi;
- velocità massime;
- depositi ed erosioni massime;

Per avere una migliore rappresentazione dell'evento e fotografare eventi di intensità ed evoluzione differente tenendo anche in considerazione effetti secondari come la microtopografia (alberi e massi) si è deciso di simulare, per il solo evento duecentennale tre scenari differenti:

- SCENARIO ORDINARIO: considera il debrigramma calcolato nel paragrafo 4.6 considerando la mobilitazione totale le materiale in equilibrio con le caratteristiche idrogeologiche;
- SCENARIO RIDOTTO: considera la mobilitazione ridotta del materiane in funzione delle condizioni di innesco determinate dalla portata liquida critica ottenuta mediante Tognacca;
- SCENARIO INERODIBILE: ipotizzare su tutto il dominio di calcolo l'inerodibilità per evitare un'eccessiva diffusione dell'evento con riduzione dell'intensità ed apertura di canali secondari anche laddove il bosco risulta fitto.

Per eventi con tempo di ritorno centennale e trentennale si è optato solo per la modellazione nello scenario ordinario. Questo verrà utilizzato per la definizione della carta della pericolosità.

4.7.1 ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 200 ANNI

SCENARIO ORDINARIO

In Tabella 4.9 si riportano i valori di portata liquida, solida e di mistura di picco, oltre che al volume solido in ingresso relativo ad un evento con Tr 200 anni.

Tabella 4.9 Valori di picco della portata liquida, solida, di mistura e volume solido del rio per un evento di Tr 200 anni

Tempo di ritorno	Ql [m ³ /s]	Qs [m ³ /s]	Qm [m ³ /s]	Vsolido [m ³]	Vsolido_tot [m ³]
200 anni	4.4	6.1	13.7	51'712	79'557



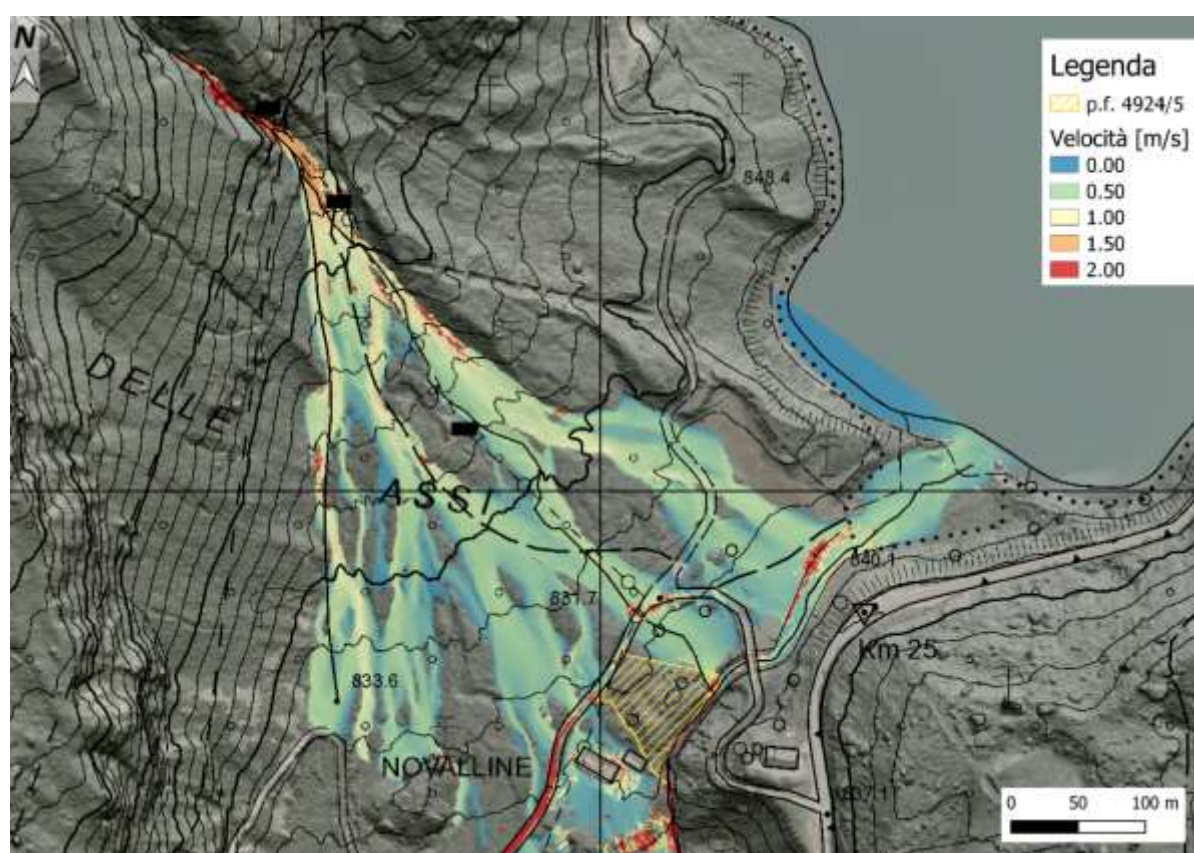
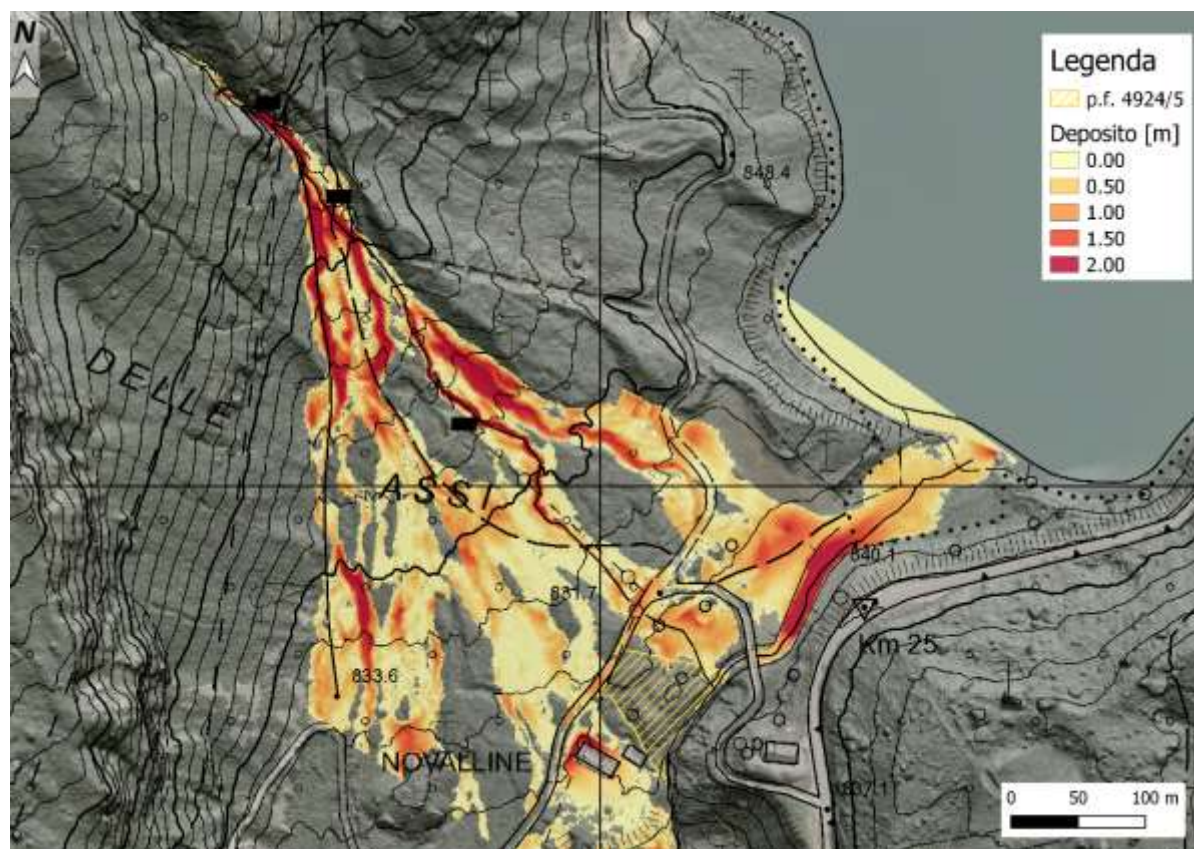


Figura 4.24 Valore massimo del tirante, velocità e deposito ottenuto dalla modellazione sul rio nel tratto conoidale per Tr 200 anni – SCENARIO ORDINARIO

SCENARIO RIDOTTO

In Tabella 4.10 si riportano i valori di portata liquida, solida e di mistura di picco, oltre che al volume solido in ingresso relativo ad un evento con Tr 200 anni.

Tabella 4.10 Valori di picco della portata liquida, solida, di mistura e volume solido del rio per un evento di Tr 200 anni

Tempo di ritorno	Ql [m ³ /s]	Qs [m ³ /s]	Qm [m ³ /s]	Vsolido [m ³]	Vsolido_tot [m ³]
200 anni	4.4	6.1	13.7	33'121	50'956



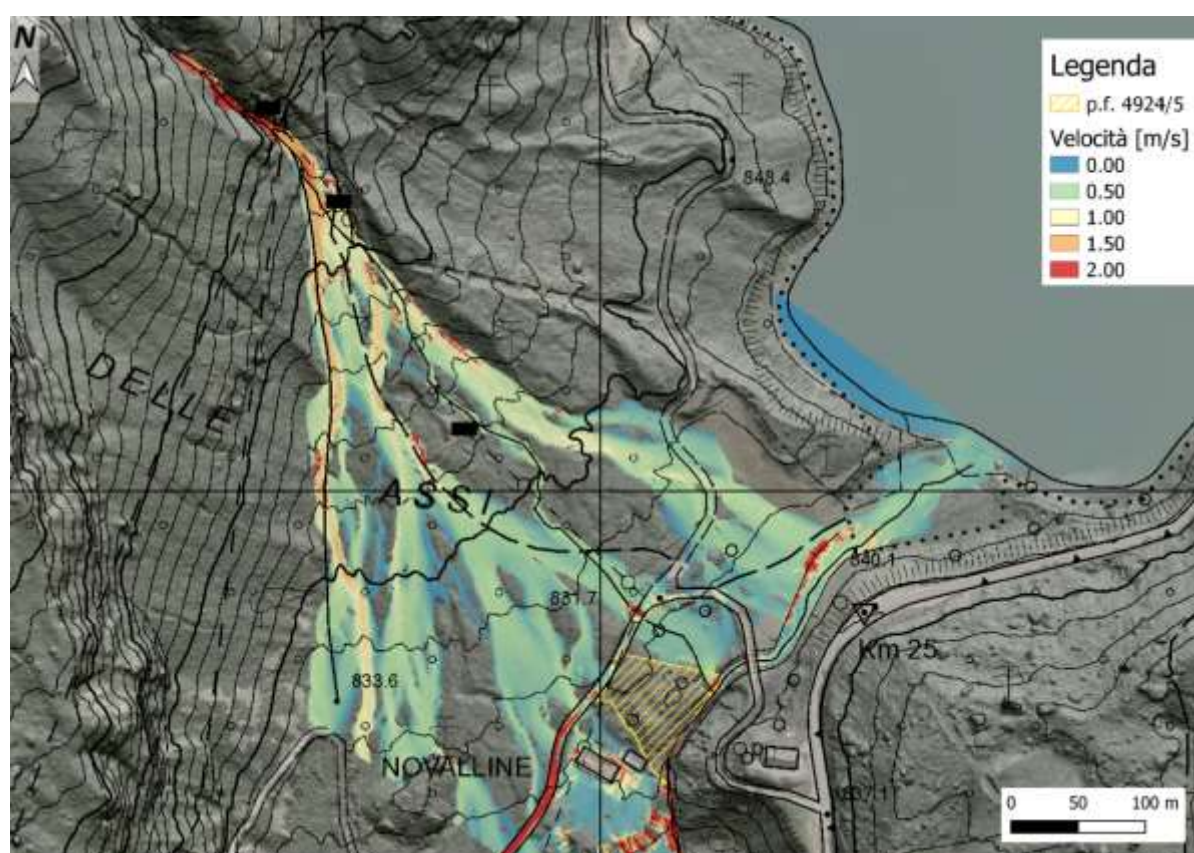


Figura 4.25 Valore massimo del tirante, velocità e deposito ottenuto dalla modellazione sul rio nel tratto conoidale per Tr 200 anni – SCENARIO RIDOTTO

SCENARIO INERODIBILE

In Tabella 4.11 si riportano i valori di portata liquida, solida e di mistura di picco, oltre che al volume solido in ingresso relativo ad un evento con Tr 200 anni.

Tabella 4.11 Valori di picco della portata liquida, solida, di mistura e volume solido del rio per un evento di Tr 200 anni

Tempo di ritorno	Ql [m ³ /s]	Qs [m ³ /s]	Qm [m ³ /s]	Vsolido [m ³]	Vsolido_tot [m ³]
200 anni	4.4	6.1	13.7	51'712	79'557



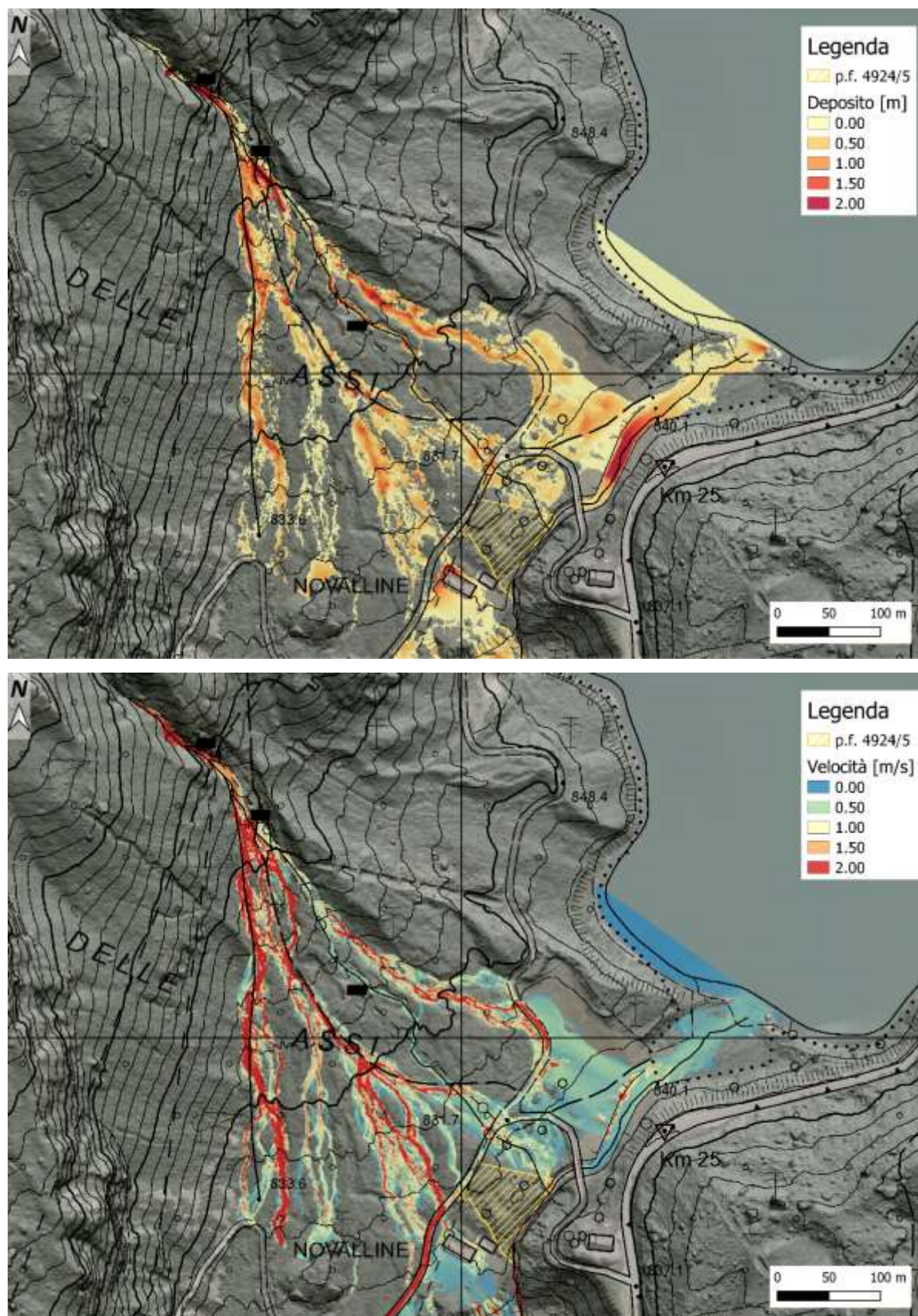


Figura 4.26 Valore massimo del tirante, velocità e deposito ottenuto dalla modellazione sul rio nel tratto conoidale per Tr 200 anni – SCENARIO INERODIBILE

Confrontando i differenti scenari simulati a parità di forzante idrologica si osserva:

- Simile diffusione del fenomeno verso valle con forte allargamento sul conoide che di fatto attiva molti canali esistenti generati probabilmente da eventi precedenti;
- In termini di deposito se si riduce il volume solido in ingresso (scenario ridotto) questo si riduce di conseguenza sia in termini di intensità che di estensione. I valori massimi si hanno a valle del salto in roccia e lungo l'asta principale in testa al conoide; il muro presente viene sormontato per ciascun evento analizzando attivando anche il canale più a ovest del conoide;
- L'assenza di zone erodibili confina maggiormente il flusso lungo i canali esistenti, aumentando il tirante e la velocità della colata riducendone la deposizione;
- Il guado di attraversamento presente a quota di circa 910 m s.l.m. (poco più a valle del muro) non è sufficiente per mantenere il flusso lungo il canale eroso presente; pertanto, si osserva la diramazione del flusso in parte anche sulla strada forestale;
- In termini di tirante si hanno valori massimi prossimi ad 1 m dove il flusso rimane maggiormente canalizzato e di pochi centimetri nella parte esterna dei canali;

La **p.f. 4924/5** oggetto di intervento **non è mai direttamente interessata dal fenomeno** grazie a due caratteristiche morfologiche sostanziali: la presenza di un rilevato naturale a confine della viabilità e al fatto che l'area oggetto di intervento si colloca a quote maggiori rispetto all'area inondata presente più a nord. Sulla strada presente a monte si registrano 1 m massimi di deposito e 20 cm di tirante.

4.7.2 ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 100 ANNI

SCENARIO ORDINARIO

In Tabella 4.12 si riportano i valori di portata liquida, solida e di mistura di picco, oltre che al volume solido in ingresso relativo ad un evento con Tr 100 anni.

Tabella 4.12 Valori di picco della portata liquida, solida, di mistura e volume solido del rio per un evento di Tr 100 anni

Tempo di ritorno	Ql [m³/s]	Qs [m³/s]	Qm [m³/s]	Vsolido [m³]	Vsolido_tot [m³]
100 anni	4.0	5.6	12.5	47'412	72'942



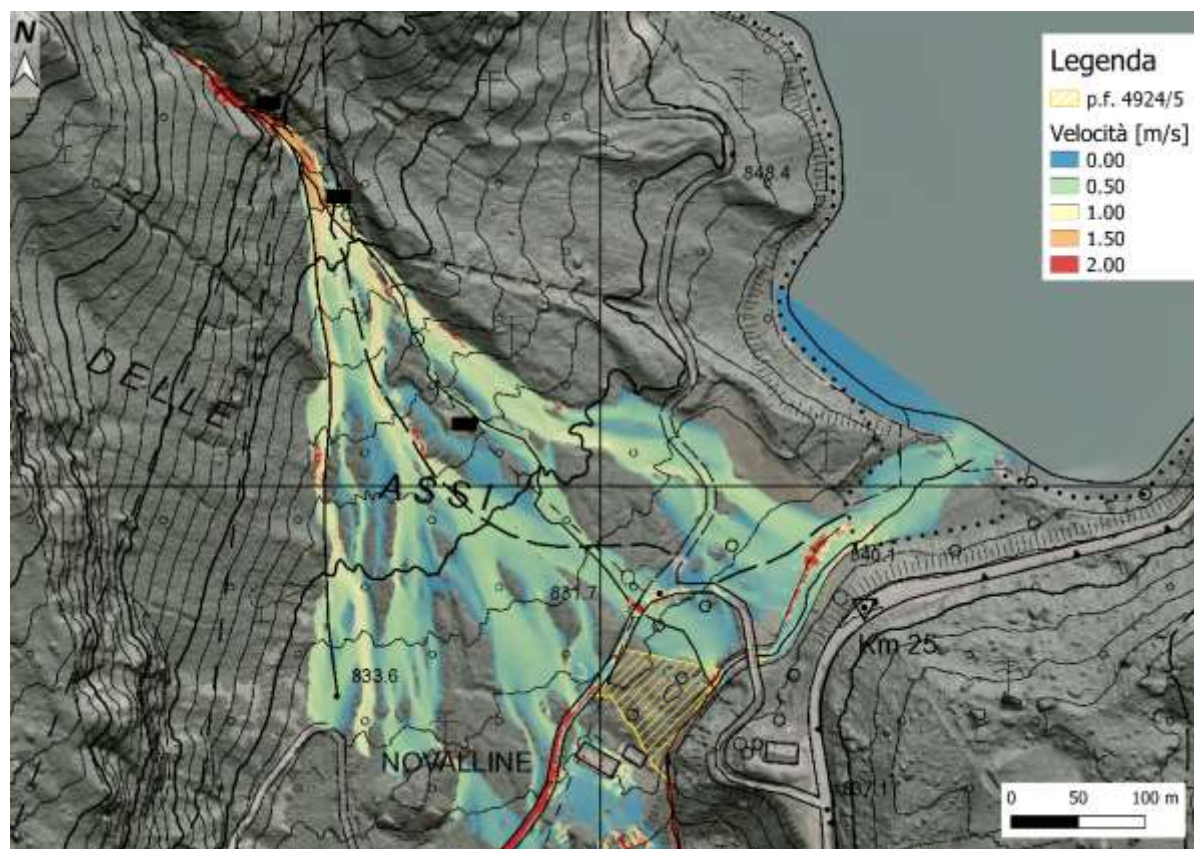


Figura 4.27 Valore massimo del tirante, velocità e deposito ottenuto dalla modellazione sul rio nel tratto conoidale per Tr 100 anni – SCENARIO ORDINARIO

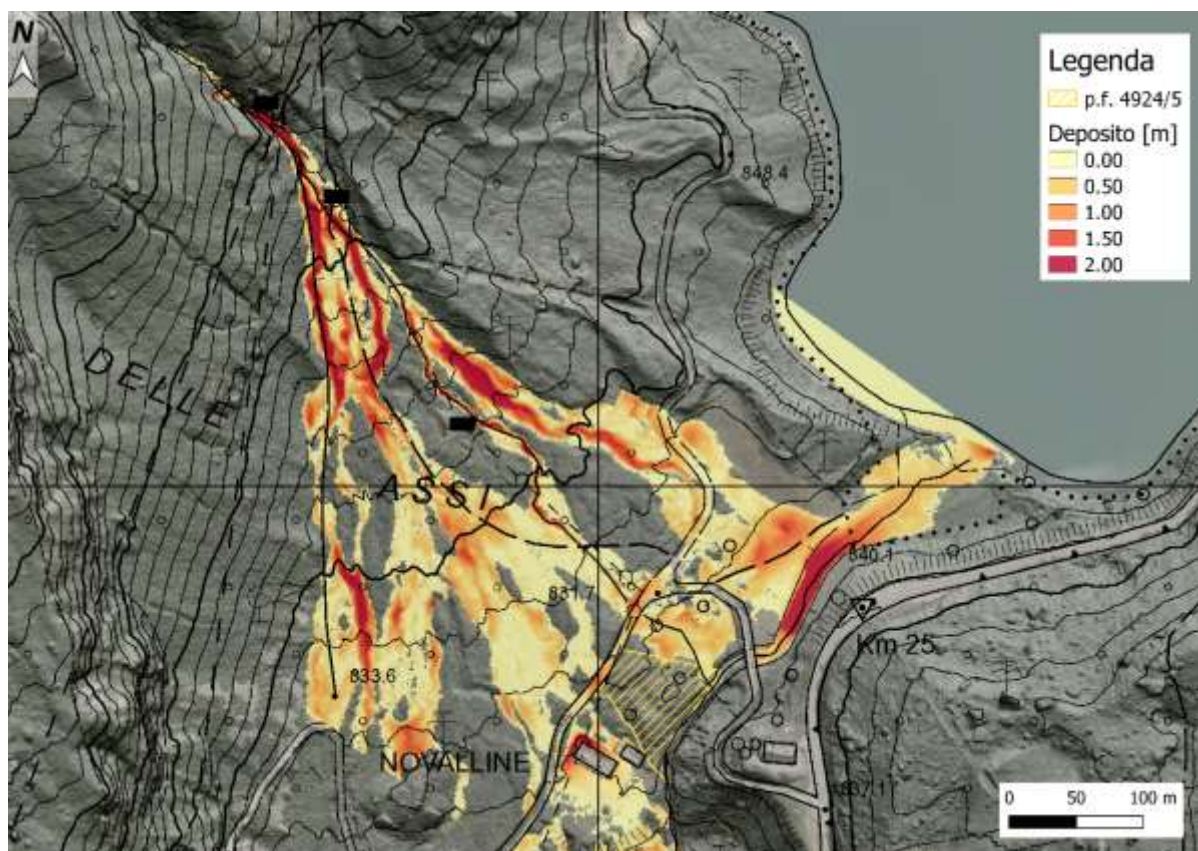
4.7.3 ANALISI EVENTO DEBRIS FLOW: TR 30 ANNI

SCENARIO ORDINARIO

In Tabella 4.13 si riportano i valori di portata liquida, solida e di mistura di picco, oltre che al volume solido in ingresso relativo ad un evento con Tr 30 anni.

Tabella 4.13 Valori di picco della portata liquida, solida, di mistura e volume solido del rio per un evento di Tr 30 anni

Tempo di ritorno	Ql [m ³ /s]	Qs [m ³ /s]	Qm [m ³ /s]	Vsolido [m ³]	Vsolido_tot [m ³]
30 anni	3.4	4.7	10.5	39'900	61'383



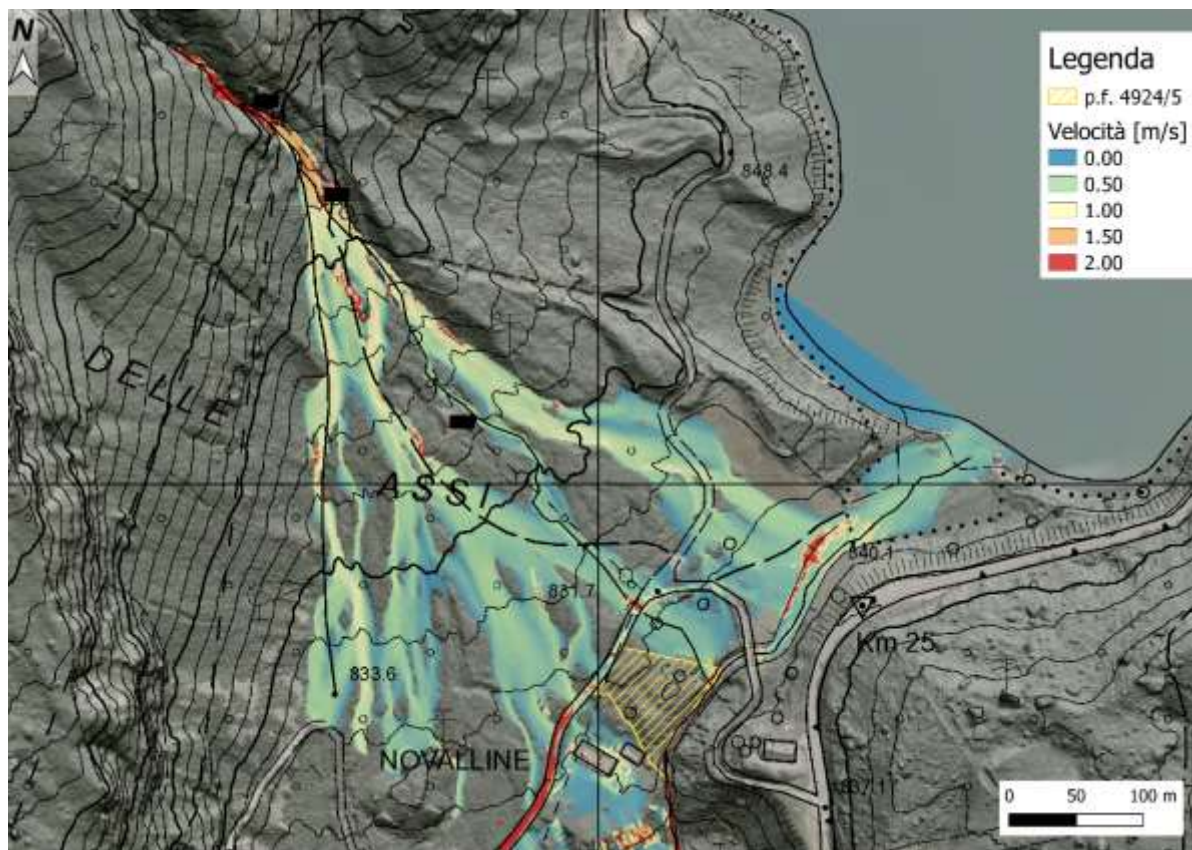


Figura 4.28 Valore massimo del tirante, velocità e deposito ottenuto dalla modellazione sul rio nel tratto conoidale per Tr 30 anni – SCENARIO ORDINARIO

Per quanto riguarda lo scenario ordinario i risultati della modellazione per i tre tempi di ritorno considerati evidenziano:

- Come ogni scenario presenta medesima estensione del fenomeno con differenze non importanti in termini di intensità;
- La p.f. 4924/5 non è mai interessata dal flusso come per l'evento duecentennale.

4.8 CLASSIFICAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ TORRENTIZIA

Scopo di tale studio è quello di classificare la pericolosità dell'area oggetto di studio allo stato attuale classificata come aree a pericolosità potenziale (HP) ovvero aree da approfondire (APP).

A tale proposito in seguito ai risultati degli scenari analizzati, per l'area oggetto di intervento, lo SCENARIO ORDINARIO risulta quello che massimizza la pericolosità e che pertanto verrà utilizzato per la definizione della pericolosità.

La valutazione della pericolosità viene condotta in coerenza con il documento “*Criteri e metodologia per la redazione e l’aggiornamento delle carte della pericolosità (art. 10, comma 5, l.p. 1° luglio 2011 n. 9)*” [1].

I risultati della modellazione bidimensionale a fondo mobile in regime di colata di detriti per i tre tempi di ritorno permettono di realizzare la Carta di Sintesi della pericolosità definendo in primo luogo la perimetrazione dell’area classificandola secondo le classi di pericolosità individuate dalla normativa vigente.

La pericolosità è intesa come la possibilità che in un certo punto del territorio si verifichi un evento di una data intensità (I) in un assegnato tempo di ritorno (T). La pericolosità (Hazard – H) è espressa secondo quattro classi ordinarie e quattro straordinarie, come evidenziato in Figura 4.29.

	pericolosità	simbolo	campitura
classi ordinarie	elevata	H4	rosso
	media	H3	blu
	bassa	H2	giallo
	trascurabile	H1	verde chiaro

Figura 4.29 Classificazione e campitura della pericolosità (Fonte: "Criteri e metodologie per la redazione delle Carte della Pericolosità - art. 5, co. 5, l.p. 1 luglio 2011 n.9")

Secondo i criteri e le metodologie fornite dalla Provincia di Trento per l’aggiornamento delle carte della pericolosità, ciascuna classe di pericolosità ordinaria è superata dalle altre in base al superamento di valori di soglia delle grandezze di riferimento, anche secondo matrici di interazione come quella di Buwal valida per il pericolo idrogeologico riportata in Figura 4.30.

intensità (I)				
elevata	9	8	7	
media	6	5	4	
bassa	3	2	1	
	elevata	media	bassa	Probabilità (P)

Figura 4.30 Matrice di interazione per la determinazione della pericolosità associata ai fenomeni idrogeologici (Fonte: "Criteri e metodologia per la redazione e l’aggiornamento delle carte della pericolosità")

Le classi di pericolosità ordinarie, pertanto, vengono determinate sulla base del superamento dei valori di soglia dei parametri idraulici fondamentali ottenuti dalle modellazioni idrauliche bidimensionali esposte nel paragrafo precedente.

Il rio studiato è soggetto a fenomeni di colata di detriti e per questo motivo rientra nelle Pericolosità alluvionali. Il concetto di pericolosità alluvionale comprende tutti i fenomeni che comportano la fuoriuscita di un fiume, di un torrente o di un lago in piena. Nello specifico sono presi in considerazione fenomeni quali: piena liquida, piena con trasporto solido e colata detritica:

- Piena liquida con trasporto solido (o bedload): la miscela solido-liquida non può più essere considerata come fluido viscoso monofasico. Nelle piene idriche con trasporto solido, infatti, la frazione trasportata al fondo ha velocità diversa da quella con l'acqua con sedimento in sospensione in cui è immersa. In queste tipologie di pericolosità la concentrazione volumetrica dei sedimenti risulta inferiore al 15%;
- Piena iperconcentrata e colata di detriti: nel primo caso le interazioni tra granuli sono meno rilevati rispetto alla colata di detriti; infatti, la concentrazione volumetrica è compresa generalmente tra il 15-30%. Nel caso di colate la miscela ad alta concentrazione volumetrica raggiunge valori compresi tra il 30-70%.

La matrice di interazione da utilizzare è quella mostrata in Figura 4.30, la quale interseca il concetto di probabilità e di intensità del fenomeno.

La probabilità va suddivisa nelle seguenti classi in funzione del tempo di ritorno degli eventi considerati:

- Elevata, per eventi con tempo di ritorno fino a 30 anni;
- Media, per eventi con tempo di ritorno tra 30 e 100 anni;
- Bassa, per eventi con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni.

L'intensità del fenomeno è definita dalla combinazione di alcune grandezze fondamentali come: altezza dei tiranti liquidi e/o solidi fuori alveo (h), velocità dei deflussi liquidi e solidi fuori alveo (v), effetto combinato di velocità del flusso (v) e tirante idrico, spessore del deposito fuori dall'alveo (M) e profondità dell'erosione fuori dall'alveo (d).

In Figura 4.31 viene riportata la classificazione dell'intensità dell'evento per colate di detriti.

intensità	profondità della corrente o del flusso detrítico - h (m)		velocità della corrente fuori dall'alveo - v (m / s)		spessore del deposito fuori dall'alveo - M (m)
Elevata	$h > 1$	oppure	$v > 1$	oppure	$M > 1$
Media	$0,5 < h \leq 1$	oppure	$0,5 < v \leq 1$	oppure	$0,5 < M \leq 1$
Bassa	$H \leq 0,5$	oppure	$v \leq 0,5$	oppure	$M \leq 0,5$

Figura 4.31 Intensità dell'evento per colate (Fonte: "Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità")

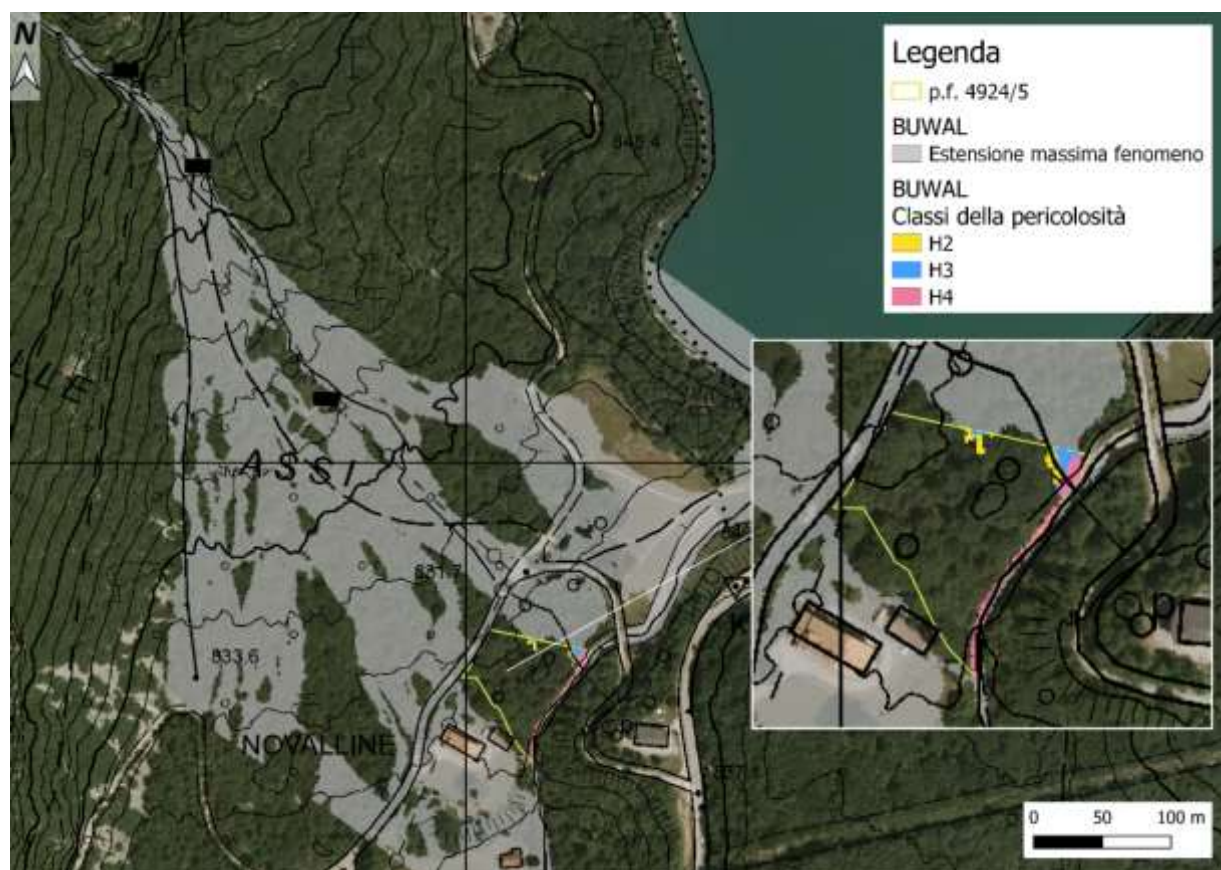


Figura 4.32 Estratto dell'estensione massima del fenomeno ottenuta dalla modellazione numerica.

Questa mappa rappresenta l'estensione massima e il risultato della modellazione numerica in funzione dei parametri scelti e descritti nei precedenti paragrafi allo stato attuale della conoscenza e rappresentazione morfologica del territorio (cartografia Lidar più recente con modifiche puntuali).

La Carta di Sintesi della Pericolosità in vigore classifica l'area di intervento "Area a pericolosità potenziali (HP)". Dalle analisi sopra esposte l'area oggetto di intervento non è interessata dal fenomeno idrogeologico atteso; tuttavia, in considerazione del fatto che il sito è

circondato dall'evento si ritiene opportuno assegnare alla sola p.f. 4924/5 una classe di pericolosità bassa (H2).

Secondo quanto riportato nel documento “Criteri e metodologie per la redazione e l’aggiornamento delle carte della pericolosità – art. 10, comma 5 l.p. 1° luglio 2001 n. 9” la pericolosità media (H2) è definita come:

“Aree in cui l’evento assumendo bassa intensità la cui probabilità d’accadimento non superai valore il medio. I massimi effetti previsti sono lesioni o disagi di modesta entità per le persone con scarsa probabilità di perdita di vite umane, danni modesti a strutture e infrastrutture senza compromissione prolungata di funzionalità e assenza di grave pericolo sia all’esterno che all’interno degli edifici”.

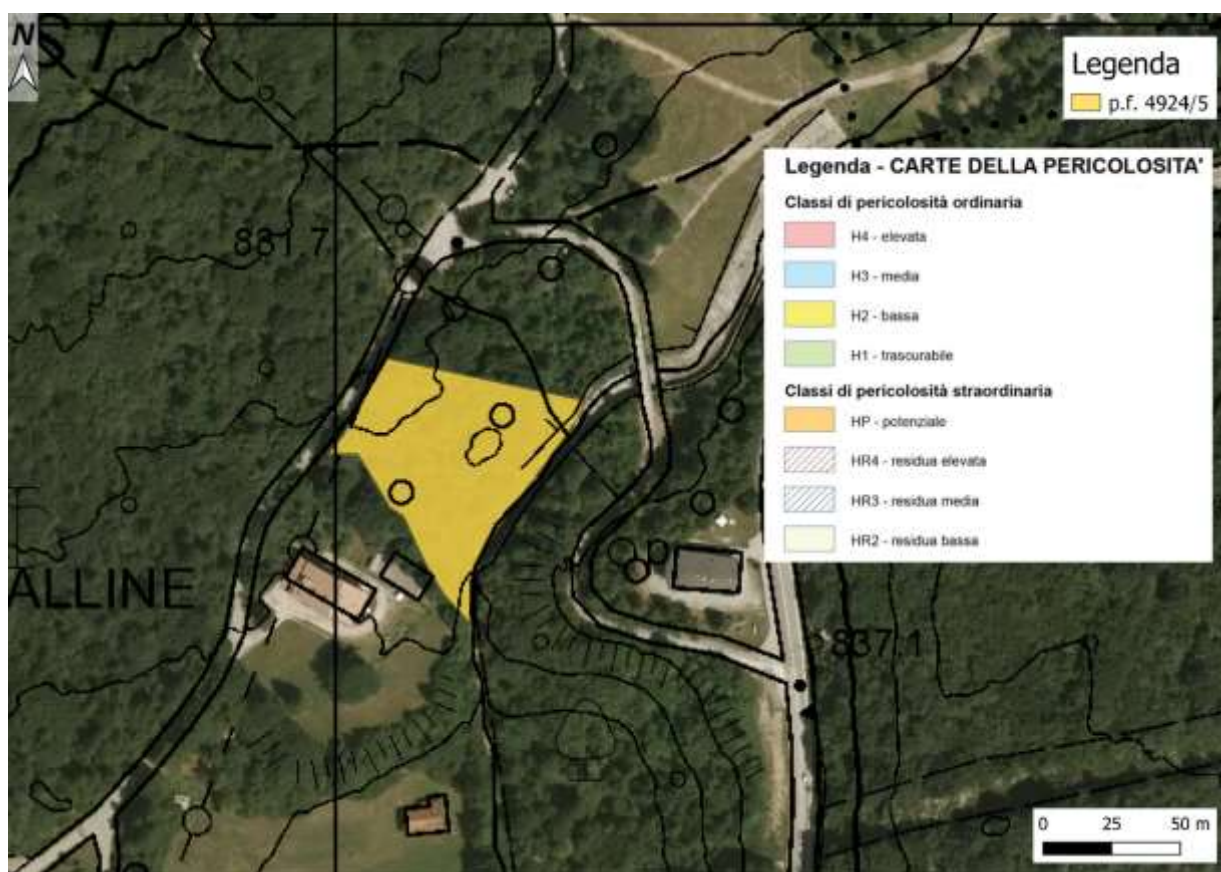


Figura 4.33 Proposta di classificazione della pericolosità secondo la CaP per la sola area oggetto di studio

A tale classe di pericolosità viene associato un grado di **penalità medio P2**, secondo la **Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP)**, definito dall’art. 16 del Capo IV delle norme attuazione del PUP.

5 CONCLUSIONI

Il presente studio sulla definizione della pericolosità si rende necessario in quanto l'area è mappata con una penalità APP per la CSP ed il sito è oggetto di variante al PRG. Nel particolare la variante V01 propone di destinare sulla p.f. 4924/5 in C.C. San Lorenzo di proprietà comunale un'area a parcheggio pubblico.

L'area di studio è collocata sulla porzione distale di un cono di *debris flow* tra il Lago di Molveno e il Lago di Nembia, alle pendici orientali della Cima Soran del Gruppo Adamello-Brenta ed in caso di precipitazioni intense si possono attivare fenomeni di colata di detrito.

È stata quindi condotta l'analisi idrologica per ciascun tempo di ritorno che ha portato a stimare portata liquida di picco variabile tra i 3-4.3 m³/s rispettivamente per Tr 30 e 200 anni. L'analisi del sedimento, condotta mediante metodo geomorfologico di Hungr & Spreafico ha stimato un volume di materiale disponibile pari a circa 50'000 m³ lungo l'asta principale. Sono state considerate anche le falde detritiche presenti nella parte apicale del bacino che possono alimentare il fenomeno di debris flow grazie ad apporti laterali. Per ciascun tempo di ritorno considerato, rispettivamente 30, 100 e 200 anni sono state condotte le modellazioni in regime di debris flow mediante il modello numerico WEEZARD (TRENT2D) e sulla base dei risultati è stata individuata la classe di pericolosità della particella di interesse.

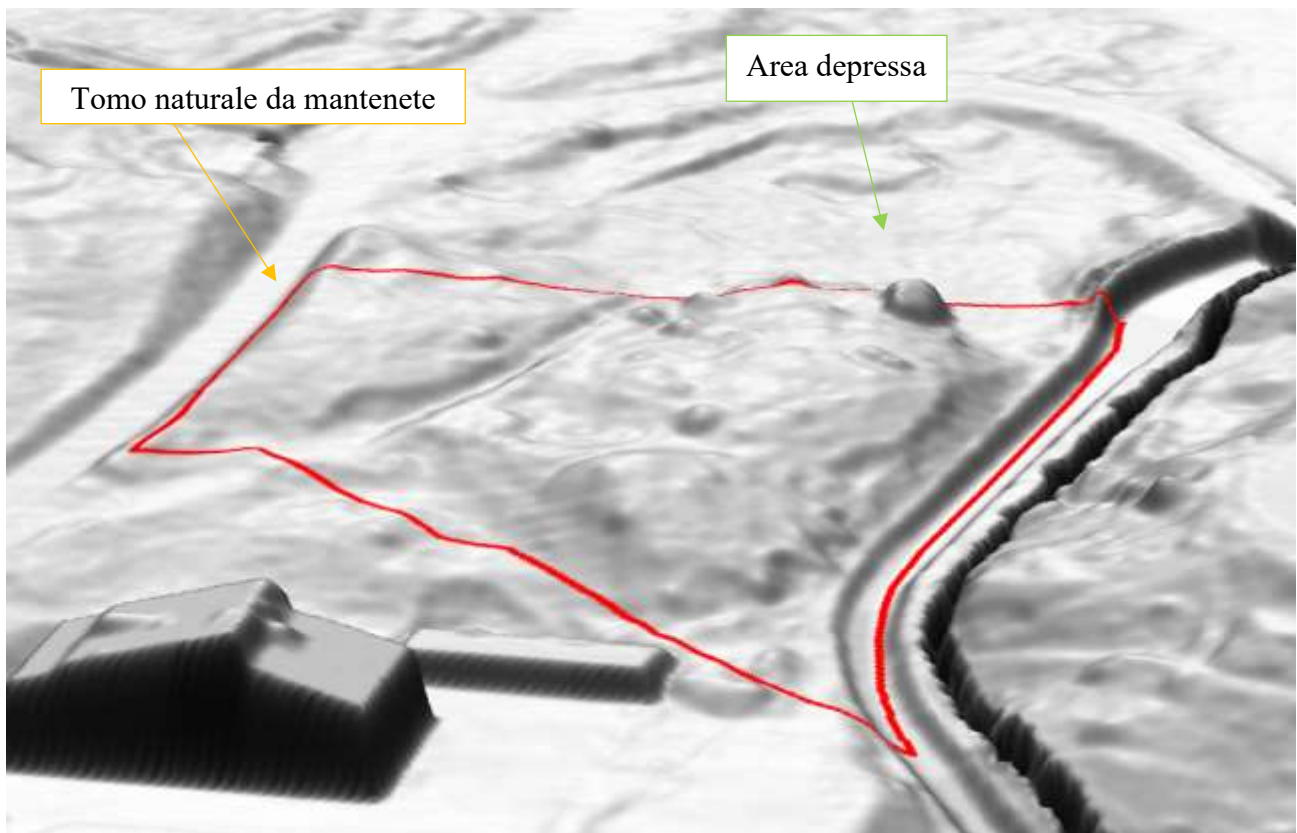
In particolare, sono stati considerati n. 3 scenari per l'evento duecentennale in modo da considerare differenti ipotesi di materiale movimentato e la differente propagazione lungo il conoide che risulta caratterizzato da numerose incisioni create da eventi passati.

Per ciascun evento considerato la particella oggetto di intervento **non è interessata dal fenomeno atteso** grazie alla presenza di **rilevato naturale di altezza variabile tra 1 – 2.5 m a valle della strada e a confine con la p.f. 4924/5 e alla maggiore quota rispetto all'area confinante a nord e a sud**. Tuttavia, in considerazione del fatto che **il sito è circondato dall'evento** si ritiene opportuno assegnare alla sola **p.f. 4924/5 una classe di pericolosità bassa (H2)**.

In ogni caso, al fine del rilascio della compatibilità torrentizia, si prescrive:

- Il mantenimento del rilevato naturale esistente a confine tra la viabilità e la particella;
- Prevedere in contropendenza la strada di accesso al nuovo parcheggio in modo non permettere l'ingresso di flussi e far defluire gli stessi lungo la strada;
- Mantenere il parcheggio ad una quota maggiore rispetto all'area confinante a nord;

- il mantenimento della fascia idraulica di rispetto di 10 m prevista dalla L.P. 18/76 dal rio Bondai posto a valle.



Tanto si relaziona in ossequio dell'incarico ricevuto.

Porte di Rendena, settembre 2023

Dott. Geol. Silvio Alberti



6 BIBLIOGRAFIA

- [1] O. e. a. Hungr, «Quantitative analysis of debris torrent hazard for design of remedial measures,» *Canadian Geotechnical Journal*, pp. 21:(4) 663-677, 10.1139/t84-073, 1984.
- [2] M. Spreafico, C. Lehmann e O. Naef, «Recommandations concernant l'estimation de la charge sédimentaire dans les torrents.,» *Guope de travail pour l'hydrologie opérationnelle*, Berne, 1999.
- [3] A. Armanini, C. Dalrì e M. Larcher, «Slit-Check Dams for Controlling Debris Flow and Mudflow,» *Universal Academy Press*, pp. 141-148, 2006.
- [4] *Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità - art. 10, co.5 , l.p. 1 luglio 2011, n.9*, Approvato con Delibera provinciale n. 1066 del 19 luglio 2019.
- [5] Provincia Autonoma di Trento, *Disposizioni tecniche per la predisposizione della Carta di Sintesi della Pericolosità, Nuovo testo coordinato con le modifiche approvato con delib. G.P. n. 1078 del 19 luglio 2019.*
- [6] Provincia Autonoma di Trento, *Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità (art. 10 comma 5, l.p. 1 luglio 2011 n. 9), Nuovo testo coordinato con le modifiche approvato con delib. G.P. n. 1306 del 4 settembre 2020.*
- [7] Provincia Autonoma di Trento, *Carta di Sintesi della Pericolosità - Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penosità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penosità., Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione (Allegato B della l.p. n. 5 del 2008), art. 14, comma3, art.18 comma 2. Legge Provinciale per il governo del territorio l.p. 15/2015, art. 22.*
- [8] R. Rigon, P. D'Odorico e G. Bertoldi, «The geomorphic structure of the runoff peak.,» *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(b), 1853-1863, 2011.
- [9] T. Takahashi, «Mechanical characteristics of debris flow,» *J. Hydraul. Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, 104(8), 1153-1169, 1978.

7 ALLEGATI

7.1 DOCUMETAZIONE FOTOGRAFICA



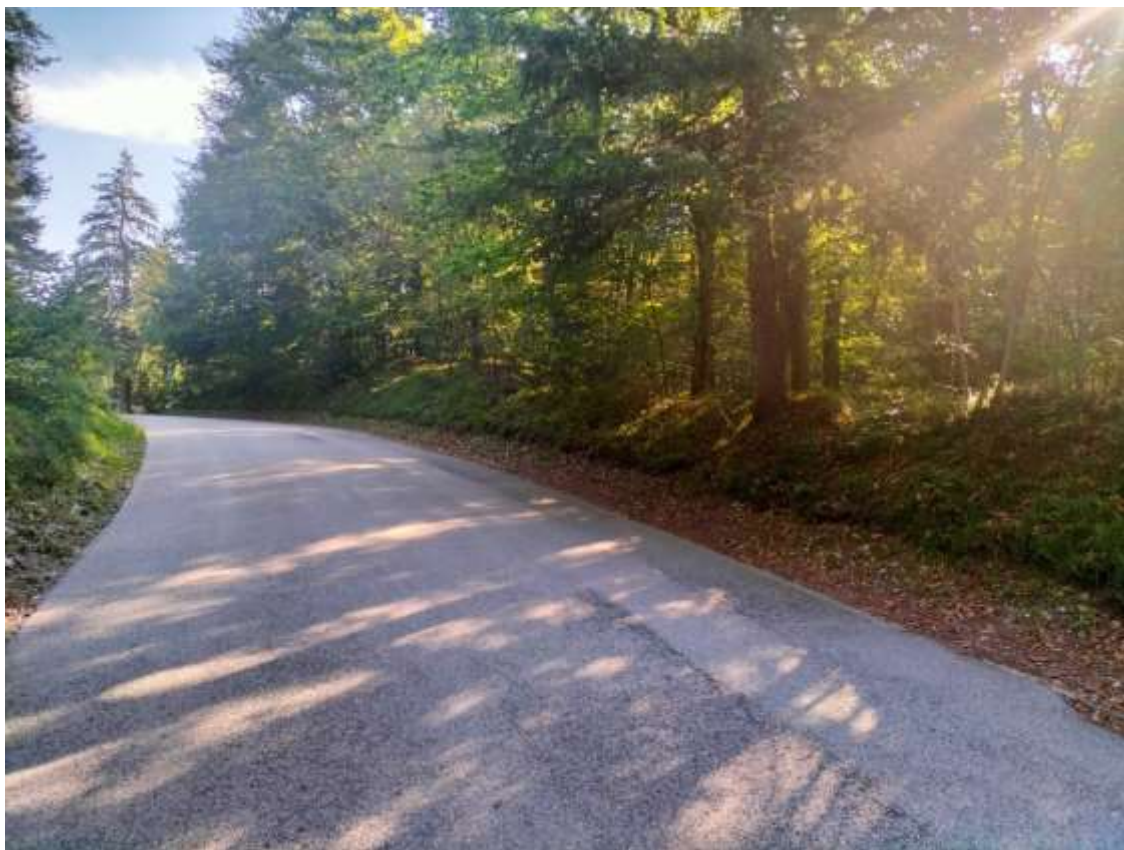


Figura 7.1 Strada presente e area oggetto di Variante 01 al PRG. Da notare il tomo naturale presente da mantenere



Figura 7.2 Tratto tombato a monte della strada



Figura 7.3 Asta principale dell'alveo



Figura 7.4 Canale secondario a valle del muro deviatore e muro di sbarramento



Figura 7.5 Alveo a valle del salto in roccia



Figura 7.6 Salto in roccia presente all'apice del conoide

7.2 COMUNICAZIONI



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Servizio Urbanistica e tutela del paesaggio

Via Mantova n. 67 - 38122 Trento

T +39 0461 497010-7044

F +39 0461 497079

pec serv.urbanistica@pec.provincia.tn.it

@ serv.urbanistica@provincia.tn.it

web www.urbanistica.provincia.tn.it

PARERE DEL SERVIZIO URBANISTICA E TUTELA DEL PAESAGGIO

Articolo 39, comma 2, della l.p. 04.08.2015, n. 15

Trento, 01 agosto 2023

Prat. 3029 – parere n. 21/2023

OGGETTO: Comune di San Lorenzo Dorsino: variante al PRG per opere pubbliche-
adozione preliminare- Rif. delib. cons. n. 11 dd. 24 maggio 2023 (prat. n.3029).

IL SERVIZIO URBANISTICA E TUTELA DEL PAESAGGIO

- visti gli atti di cui all'oggetto;
- vista la L.P. 27.05.2008, n. 5, "Approvazione del nuovo Piano urbanistico provinciale";
- vista la L.P. 04.08.2015, n. 15, "Legge provinciale per il governo del territorio";
- visto il D.P.P. 19.05.2017, n. 8-61/Leg, "Regolamento urbanistico-edilizio provinciale";

esprime in merito il seguente parere:

Premessa

Con deliberazione del Consiglio comunale n. 11 dd. 24 maggio 2023, pervenuta in data 21 giugno 2023 (prot. n. 483467), il Comune di San Lorenzo Dorsino ha adottato una variante non sostanziale al PRG con lo scopo, così come richiamato in relazione illustrativa, "di predisporre tre modifiche per opere pubbliche (ai sensi dell'art. 39 comma 2, lettera b) della L.P. 15/2015) ed una modifica finalizzata alla valorizzazione del patrimonio immobiliare del Comune (ai sensi dell'art. 39 comma 2, lettera g)bis della L.P. 15/2015)".

Il giorno 20 luglio 2027 lo scrivente Servizio ha convocato la Conferenza di Servizi istruttoria per l'esame della variante rispetto alla quale hanno partecipato il Servizio bacini montani e il Servizio prevenzione rischi e CUE. Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente Settore qualità ambientale, Servizio Sviluppo sostenibile e aree protette, Servizio Agricoltura Ufficio Economia e Politica Agraria, Servizio Geologico e l'UMST Soprintendenza per i beni e le attività culturali pur non partecipando alla suddetta conferenza, hanno trasmesso il parere di competenza che di seguito si riporta. L'APOP – Servizio opere stradali e ferroviarie, pur invitato alla Conferenza, non ha ritenuto necessario partecipare e conseguentemente il parere di competenza è da ritenersi favorevole.

Elementi della variante

La variante risulta corredata dai seguenti elaborati:

- Relazione Illustrativa comprensiva di verifica preliminare con la CSP, di verifica per i beni soggetti ad uso civico e di rendicontazione urbanistica;
- Norme di attuazione stesura di raffronto;
- Cartografia urbanistica a base catastale¹:
- tavola 3.1 in scala 1:2.000, zonizzazione località Nembia;
- tavola 3.5 in scala 1:2.000, zonizzazione abitato di Dorsino;
- tavola 3.8 in scala 1:2.000, zonizzazione abitati di Tavodo e Andogno;
- tavola di legenda.

Obiettivi della variante

La relazione illustrativa descrive gli obiettivi della presente variante individuando le varianti puntuali "V01", "V02" e "V03" come varianti per opere pubbliche e la variante "V04" finalizzata alla valorizzazione del patrimonio immobiliare del comune.

Verifica delle interferenze con la Carta di Sintesi della Pericolosità

Sotto il profilo dei vincoli preordinati alla sicurezza del territorio, si richiama che con deliberazione della Giunta provinciale n. 1317 del 4 settembre 2020 è stata approvata la Carta di sintesi della pericolosità, entrata in vigore il 2 ottobre 2020. Ai sensi dell'articolo 22, comma 3 della l.p. n. 15/2015 le disposizioni e i contenuti della Carta prevalgono su tutte le previsioni degli strumenti urbanistici vigenti e adottati. Si fa presente che gli strumenti urbanistici devono assicurare il rispetto della Carta di sintesi della pericolosità, rinviando ad essa per la verifica di tutte le richieste di trasformazione urbanistica ed edilizia.

In sede di Conferenza di Servizi il **Servizio Bacini Montani** chiarisce che, in base alla normativa della CSP, non sono ammesse 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 studio di compatibilità redatto ai sensi della normativa di riferimento, in fase di pianificazione, come specificato al Capitolo 8.3 'Approvazione degli strumenti urbanistici' della Delibera della G.P. 379 d.d.18 marzo 2022. Sottolinea che, tale studio, deve analizzare la pericolosità gravante sul sito di interesse e valutare la compatibilità della destinazione di progetto (sia per quanto attiene l'utilizzo che l'eventuale realizzazione di opere e infrastrutture) con le criticità riscontrate, individuando, se necessario, idonee misure di mitigazione. Tali misure, nella fase di pianificazione, possono configurarsi talvolta quali indicazioni ancora non definite nel dettaglio, qualora la loro puntuale definizione necessiti di una progettazione vera e propria. Rimane fermo il fatto che, già in questa fase, deve essere verificata l'effettiva fattibilità ed efficacia di tali misure in relazione alla variante proposta. Lo studio di compatibilità deve analizzare altresì se le opere di mitigazione sono compatibili con le zone limitrofe a quella oggetto di variante; si sottolinea che, la messa in opera di qualsivoglia misura di mitigazione della pericolosità finalizzata alla messa in sicurezza di un'area, non deve comportare un aggravio per le aree circostanti. La fase progettuale deve poi recepire, verificare, approfondire e dettagliare tali accorgimenti di carattere costruttivo, strutturale, localizzativo e gestionale, atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni, secondo quanto previsto dalla normativa della Carta di Sintesi della Pericolosità. Per le varianti interessate da diverse penalità, è opportuno che lo studio di compatibilità si estenda a tutta l'area di variante, anche se, parte di essa, è gravata da penalità, che in base alla normativa, non richiedono approfondimento in fase di piano. Qualora, invece, le destinazioni urbanistiche di progetto siano migliorative o equiparabili rispetto a quelle in vigore e ricadano in aree a penalità della CSP, eventuali interventi, dovranno essere supportati da studio di compatibilità, redatto in fase progettuale. Tale studio deve valutare la compatibilità del progetto con le criticità idrauliche riscontrate, verificando in primis la fattibilità dell'intervento e prevedendo, se necessario, idonee misure di mitigazione della pericolosità. Evidenzia anche che la fascia di rispetto pari a 10 m, prevista dalla L.P. 18/76 e s.m., è ritenuta in linea di massima inderogabile per la realizzazione di nuove costruzioni.

Rispetto all'esame delle singole varianti, il Servizio Bacini montani evidenzia quanto segue.

Variante 01: da Bosco a Parcheggio pubblico di progetto, il Servizio Bacini montani rileva che la variante ricade in area a penalità APP della CSP e pertanto non è ammissibile in quanto in

contrasto con le disposizioni normative dell'art.18 delle N.d.A. della CSP e con quanto espresso al Capitolo '8.3 Approvazione degli strumenti urbanistici' della D.d.G.P. 379 d.d.18/03/2022. Il parere potrà essere eventualmente rivisto sulla base di uno studio di compatibilità redatto ai sensi della normativa di riferimento in fase di pianificazione. In merito allo studio di compatibilità evidenzia che l'analisi idrologico-idraulica deve portare a classificare l'area di interesse secondo le classi di pericolosità/penalità ordinarie ed in base alle risultanze di tali approfondimenti deve prevedere eventualmente le misure di mitigazione atte a rendere compatibile la variante urbanistica con la pericolosità individuata. Si veda quanto riportato nella nota introduttiva. Alla luce di quanto appena espresso chiede che venga modificato e corretto l'art. 74,1, comma 3, lettera c) nel quale si prevede uno studio di compatibilità in fase progettuale.

Il **Servizio prevenzione rischi e CUE** in sede di Conferenza comunica che le varianti non intersecano alcun pericolo valanghivo e pertanto per quanto di competenza esprime parere favorevole.

Il **Servizio Geologico** con parere di data 3 agosto 2023 osserva che "la variante n. 01 la quale prevede la modifica della destinazione d'uso da area a "bosco" ad area a "parcheggio pubblico", ricade in penalità P2 sulla Carta di Sintesi della Pericolosità, per criticità dovute a crolli rocciosi. Si ricorda pertanto che, ai sensi dell'art. 17 delle N.d.A della CSP, in fase di progetto, dovrà essere elaborata anche la Relazione di compatibilità per la criticità sopra evidenziata. La Relazione dovrà essere asseverata e trasmessa all'Amministrazione comunale per i necessari adempimenti autorizzativi".

Valutazione del piano ai sensi dell'articolo 20 della l.p. n. 15/2015

La documentazione della variante al PRG all'interno della relazione illustrativa contempla il rapporto ambientale redatto ai sensi dell'art. 20 della L.P.15/2015 che, dopo un'analisi di carattere ambientale e paesaggistico, determina i "risultati della rendicontazione urbanistica". Si prende pertanto atto che sulla base dei risultati della rendicontazione urbanistica, con il rapporto ambientale si dichiara che "l'analisi degli impatti attesi sull'ambiente ha quindi evidenziato che tali impatti sono generalmente neutri".

Tutela dell'aria, dell'acqua, del suolo

L'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente in data 13 luglio 2023 comunica che "sono stati esaminati gli elaborati relativi al PRG per opere pubbliche utilizzando gli shape file inviati sovrapponendoli ad alcuni tematismi di inquadramento generale: Carta Tecnica Provinciale, Ortofoto (volo Agea 2020), idrografia provinciale, ecc...Dalle analisi sopra descritte non si sono rilevati elementi ostativi e quindi si esprime parere positivo alla Variante per opere pubbliche in oggetto".

Verifica rispetto al quadro strutturale del nuovo Piano urbanistico provinciale

Premesso che con la l.p. 27 maggio 2008, n. 5 è stato approvato il nuovo Piano urbanistico provinciale, entrato in vigore il 26 giugno 2008, la variante in esame deve assicurare la coerenza sia sotto il profilo ambientale che insediativo e infrastrutturale con il quadro definito dal nuovo PUP. Si riportano di seguito, suddivise per ambiti tematici, le osservazioni riportate dai vari Servizi provinciali in merito alle relazioni tra i contenuti della variante in esame e gli elementi caratterizzanti l'inquadramento strutturale del nuovo piano urbanistico provinciale, integrate con eventuali contributi emersi nel corso della Conferenza di servizi.

Aree protette

Il Servizio Sviluppo Sostenibile e Aree Protette in data 19 luglio 2023 ha reso il seguente parere:

"Nel territorio comunale sono presenti le seguenti aree protette:

DENOMINAZIONE	CATEGORIA	CODICE NATURA 2000
---------------	-----------	-----------------------

Parco Naturale Adamello Brenta	Parco Naturale Provinciale	-
Dolomiti Brenta	ZSC	IT3120177
Brenta	ZSC	IT3120159

Nelle tavole cartografiche con specifico riferimento alla tavola del “*Sistema insediativo e infrastrutturale*” il territorio classificato a Parco Naturale Provinciale risulta correttamente individuato e rappresentato. Tuttavia si evidenzia come nella legenda delle tavole del sistema ambientale (rif. file: *PRG SLD 2023_SI_VIGENTE_Legenda.pdf.p7m.p7m*) manchino i riferimenti relativi alle zone di Rete Natura 2000, ovvero le Zone Speciali di Conservazione (ZSC | ref. Z328) e le Zone di Protezione Speciale (ZPS | ref. Z313) per le quali si richiede l’inserimento adottando le campiture standard.

Nella relazione illustrativa si prende atto delle tre varianti per opere pubbliche e la modifica finalizzata alla valorizzazione del patrimonio immobiliare del Comune. Con specifico riferimento alla variante puntuale V01, relativa alla previsione di un nuovo parcheggio pubblico di progetto di circa 2.500 mq sulla p.f. 4924/5 CC San Lorenzo, come opportunamente segnalato nel documento, questa risulta essere posta esternamente, benchè in aderenza, al limite sud-orientale della ZSC IT3120177 “*Dolomiti di Brenta*”, della ZPS IT3120159 “*Brenta*” e del Parco Naturale Adamello Brenta. Allorchè l’area di progetto risulti esterna all’area protetta, non potendo escludere a priori eventuali incidenze significative sugli habitat e sulle specie delle sopraccitate Zone di Rete Natura 2000, si ritiene necessaria l’attivazione della procedura di valutazione di incidenza ambientale, ai sensi della normativa provinciale vigente, ovvero l’art.39 della Legge Provinciale 23 maggio 2007, n.11 e del corrispondente regolamento attuativo.

Nel capitolo B “*Rapporto Ambientale*”, paragrafo 3 “*Area geografica di riferimento*”, al punto “*Reti ecologiche e ambientali: siti e zone della rete europea “Natura 2000”*”, aggiornare l’elenco delle ZSC adottando codici e denominazioni così come indicati nella tabella riportata in apertura di parere. Si fa notare inoltre che i SIC IT3120133 “*Grotta di Collalto*” e IT3120140 “*Grotta del Vallon*”, a seguito del completamento dell’iter di conversione dei SIC in ZSC, sono stati soppressi e ricompresi nella più vasta ZSC IT3120177 “*Dolomiti di Brenta*”.

Nello stesso capitolo, adeguare ed aggiornare la descrizione delle singole zone, eliminando i riferimenti ai SIC IT3120133 “*Grotta di Collalto*” e IT3120140 “*Grotta del Vallon*” e sostituendo il codice IT3120009 con IT3120177.

Nel capitolo 8 “*Verifica puntuale delle 4 varianti apportate al PRG di San Lorenzo Dorsino*”, nel riquadro “*verifica di assoggettabilità alla valutazione di incidenza ambientale*” si richiede di aggiornare il riferimento alla Direttiva “*Uccelli*”, ovvero la 2009/147/CE del Consiglio di data 30 novembre 2009. Con specifico riferimento alla variante 1 “*Area a parcheggio pubblico di servizio del Lago di Molveno*”, per le ragioni sopra espresse, si richiede di eliminare la dicitura “*NON SOGGETTA*” ed altresì di esplicitare la necessità che il progetto venga condiviso con la struttura provinciale competente in materia di conservazione della natura al fine di individuare la più opportuna procedura di VINCA ai sensi della normativa provinciale vigente.

Nelle norme di attuazione, con riferimento all’art.56 “*Aree di tutela ambientale*” al comma 2 aggiornare l’elenco e i codici delle zone di Rete Natura 2000, togliendo i riferimenti ai “*Siti di Importanza Comunitaria*”, in coerenza con quanto già indicato nella relazione illustrativa.

All’art.60 “*Aree di protezione delle Zone Speciali di Conservazione (ZSC)*” per chiarezza e completezza si propone di sostituire il titolo con “*Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS)*”. Al comma 1, si richiede altresì di aggiornare il riferimento alla Direttiva “*Uccelli*”, ovvero la 2009/147/CE.

All’art.60 comma 2, come già sopra richiesto, aggiornare l’elenco delle zone di Rete Natura 2000, togliendo i riferimenti ai “*Siti di Importanza Comunitaria*”, in coerenza con quanto già indicato nella relazione illustrativa.

All’art.63.2 “*Parco Naturale Adamello Brenta*” comma 2 si richiede di esplicitare i riferimenti del vigente piano di parco, ovvero la Variante 2018 al Piano del Parco, approvata con Deliberazione della Giunta Provinciale n. 2029 del 13 dicembre 2019 e pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 51 del 19 dicembre 2019 della Regione Autonoma Trentino Alto Adige, vigente a partire dal 20 dicembre 2019.

Tutto ciò premesso, il parere su questa variante al piano regolatore generale del Comune di San Lorenzo Dorsino è positivo, ma condizionato all’inserimento di quanto sopra richiesto”.

Beni culturali

La Soprintendenza per i beni culturali in data 20 luglio 2023 (prot. n. 563156) ha fornito il seguente parere:

“Visti gli elaborati di piano, per quanto di competenza in merito agli aspetti derivanti dal dettato del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42, Codice dei beni culturali e del paesaggio si evidenzia quanto segue.

Per gli aspetti relativi ai beni architettonici

La variante puntuale V04 per la “Valorizzazione del patrimonio immobiliare del Comune” della presente variante al PRG per opere pubbliche compie un cambio di destinazione urbanistica da “Zona per attrezzature e servizi pubblici di livello locale (art.72.1)” a “Zona residenziale C (art.65.5)” per alcune particelle di proprietà comunale, prevedendo nelle Norme di attuazione anche la possibilità di demolire l’edificio dell’ex casello di Dorsino, individuato dalla p.ed. 286 C.C. Dorsino, presente nell’area. A questo riguardo si ricorda che, essendo di proprietà pubblica, qualora la p.ed. 286 C.C. Dorsino avesse più di 70 anni deve essere sottoposta a verifica dell’interesse culturale ai sensi dell’art. 12 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 Codice dei beni culturali e del paesaggio. Se la verifica avesse esito positivo, non si potrà procedere alla sua demolizione, anche se tale previsione è presente nelle norme di Attuazione del piano.

Per gli aspetti relativi ai beni archeologici

Nelle norme di attuazione, all’art. 57, vengono citate 4 aree di tutela dal PUP ma si ricorda che le aree a tutela archeologica sono state aggiornate ad agosto 2020 in occasione della variante al PRG. Lo shapefile Z303 tra gli elaborati forniti è aggiornato. Si chiede quindi di aggiornare l’elenco nelle norme e di fare riferimento direttamente all’Ufficio beni archeologici della scrivente UMST per futuri aggiornamenti. Si comunica inoltre che il perimetro di tutela archeologica corrispondente all’attuale parrocchiale di San Giorgio a Dorsino in p.ed. 264 c.c. Dorsino è stato eliminato. Gli shapefiles e gli elenchi dei siti possono essere richiesti alla (...) funzionaria archeologa dell’Ufficio beni archeologici, che rimane a disposizione anche per informazioni riguardanti le norme di attuazione”.

Verifica della variante sotto il profilo urbanistico e paesaggistico

La variante in oggetto interessa quattro distinte aree all’interno del territorio di San Lorenzo Dorsino, tre delle quali con la finalità di ricavare spazi da adibire a parcheggi. Due di queste aree interessano ambiti particolarmente delicati in quanto ricadenti all’interno di un ambito naturale o storico che si ritengono di valore. Una quarta variante interessa un ambito insediativo isolato con mutazione della destinazione d’uso da civile amministrativo a residenziale.

Relativamente alle singole varianti si evidenzia pertanto quanto segue.

Per la variante “V01” si osserva che la previsione di un parcheggio con superficie pari a 2.500 mq interessa un ambito paesaggistico di valore in prossimità del lago di Molveno. La variante va quindi verificata in relazione al PTC che, con riferimento al Piano stralcio degli ambiti fluviali, fa ricadere l’area interessata come parte di un ambito fluviale paesaggistico. Si osserva altresì che la previsione di una fascia boscata di separazione tra l’area destinata a parcheggio e il torrente Bondai dovrebbe poter garantire una forma di mitigazione nell’inserimento ambientale del parcheggio in esame. Si richiama quindi la necessità che il rapporto ambientale valuti la nuova previsione tenendo in considerazione che il PTC delle Giudicarie individua un ambito fluviale paesaggistico, che l’obiettivo del PRG vigente è di limitare il consumo di suolo in coerenza con la legge urbanistica provinciale, e che risulta opportuno supportare la nuova previsione mediante un’analisi di carattere paesaggistico valutando l’eventuale previsione di inserire in normativa l’utilizzo di pavimentazioni drenanti in sintonia con il paesaggio dell’ambito del Lago di Molveno.

Riguardo alla variante “V02” si ritiene che la progettazione alla scala architettonica possa valorizzare un’area che, ubicata in prossimità dell’edificio storico, appare attualmente uno sorta di spazio di risulta ricompresa tra la SS421 e una strada comunale interna all’abitato di Dorsino.

Per la variante “V03”, la previsione di estendere l’attuale destinazione a parcheggio fino a una superficie di 750 mq è da valutare dal punto degli esiti paesaggistici rispetto al delicato equilibrio ambientale instaurato tra l’adiacente Chiesa di Sant’Antonio Abate e l’ambito rurale dell’immediato intorno interessato dai percorsi che conducono alla Val D’Ambiez.

Infine, relativamente alla variante “V04”, la nuova area residenziale in luogo di una destinazione a “Civile-amministrativa” pone criticità in relazione all’ambito agricolo di pregio che circonda le pp.ff. interessate dalla variante. Inoltre, va esaminata la nuova relazione insediativa che la previsione residenziale isolata instaura con il nucleo storico di Dorsino, rispetto al quale la Carta del Paesaggio individua una “fronte di particolare pregio”. Si ritiene quindi che, rispetto al contesto ambientale, risulti maggiormente appropriata l’attuale destinazione a civile-amministrativa anziché residenziale, ritenendo pertanto opportuno che siano verificate altre forme di valorizzazione dell’attuale immobile. Peraltro il rapporto ambientale non esamina le eventuali criticità in esito di una trasformazione insediativa in area residenziale puntuale e isolata in ambito agricolo di pregio oltre che in fregio a una “fronte di particolare pregio” individuata dalla Carta del Paesaggio del PUP.

CONCLUSIONI

Ciò premesso, si prospettano le osservazioni sopra riportate per l'approfondimento della variante al PRG adottata dal Comune di San Lorenzo Dorsino al fine del prosieguo dell'iter di approvazione.

Visto: IL DIRETTORE
- ing. Guido Benedetti -

IL DIRIGENTE
- dott. ROMANO STANCHINA -

Questa nota, se trasmessa in forma cartacea, costituisce copia dell'originale informatico firmato digitalmente, predisposto e conservato presso questa Amministrazione in conformità alle Linee guida AgID (artt. 3 bis, c. 4 bis, e 71 D.Lgs. 82/2005). La firma autografa è sostituita dall'indicazione a stampa del nominativo del responsabile (art. 3 D.Lgs. 39/1993).