



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
COMUNITÀ' DELLA VALLAGARINA

COMUNE DI AVIO



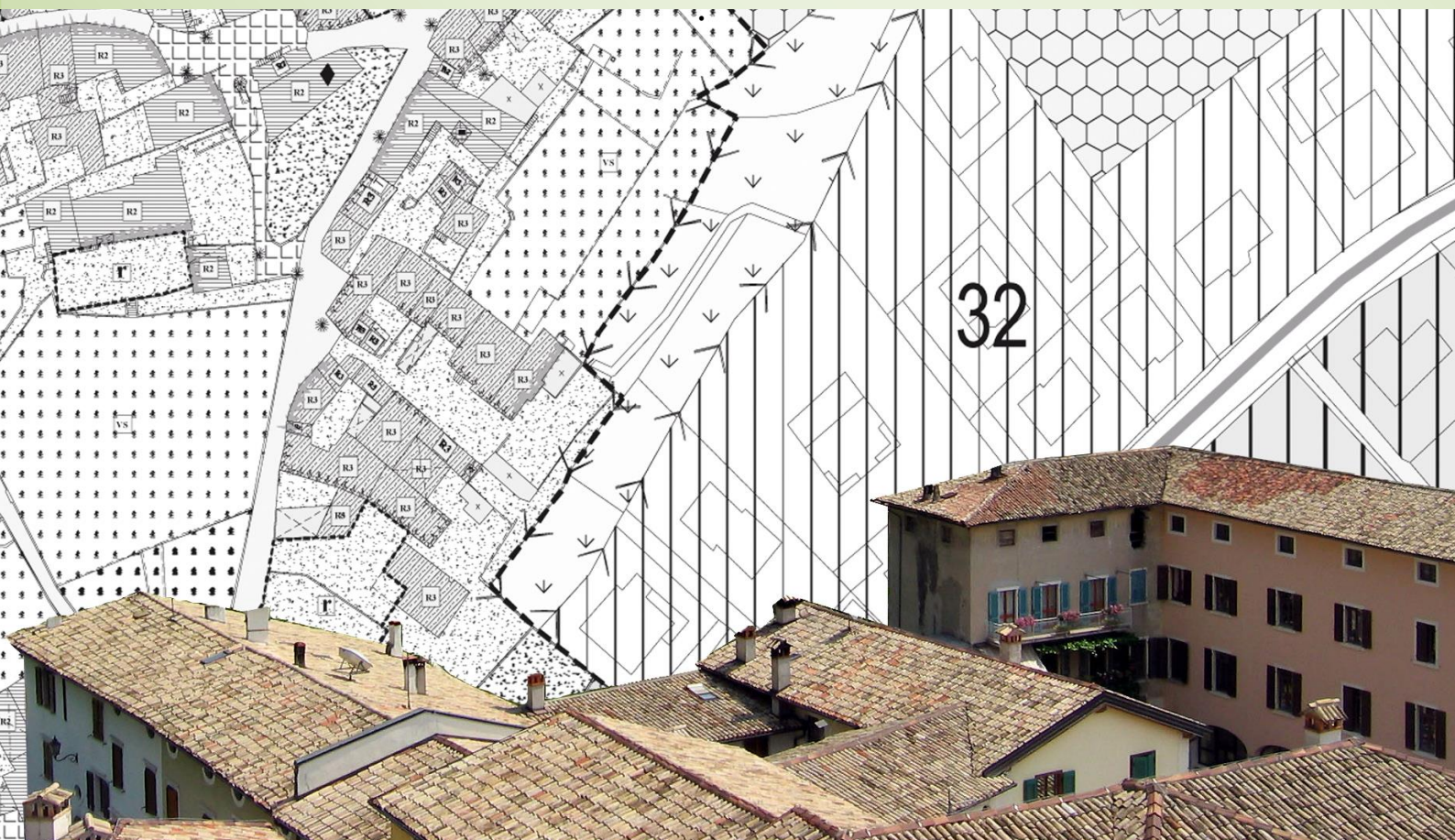
11^a VARIANTE AL P.R.G.

ALLEGATI alle N.d.A.

(studi di compatibilità)

gennaio 2021

Revisione Agosto 2021



ALLEGATI

- 1) STUDIO DI COMPATIBILITA' variante 3.15*
- 2) STUDIO DI COMPATIBILITA' variante 5.5 (p.ed.1152)*
- 3) STUDIO DI COMPATIBILITA' variante 5.5 (pp.ff.560/2, 560/3 e 560/4)*

STUDIO DI COMPATIBILITA'

OGGETTO: intervento di riqualificazione e valorizzazione ambientale previsto in loc. Piagù, di cui al comma 23 dell'art. 7 dell'11° Variante al P.R.G. del Comune di Avio



Dott. Geol. Tiziana Bampi
Ordine dei Geologi del Trentino Alto-Adige n° 139
38121 Trento – via U. Moggioli, 3
C.F. BMP TZN 68P70 L378S
P.I. 01539170223
e-mail tiziana.bampi@gmail.com

INDICE

PREMESSA

- 1 INQUADRAMENTO GENERALE
- 2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI CUI ALL'ART.7 COMMA 23 DELL'11 VARIANTE P.R.G.
- 3 DESCRIZIONE DEI PERICOLI DESCRITTI NELLA CSP
 - 3.1 CROLLI ROCCIOSI
 - 3.2 PERICOLOSITA' LITOGEO MORFOLOGICHE
- 4 PERICOLOSITA' DA CROLLI
 - 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA
 - 4.2 ANALISI DEL FENOMENO DA CADUTA MASSI
 - 4.2.1 PREMESSA
 - 4.2.2 SIMULAZIONE DEL FENOMENO
 - 4.2.3 RISULTATI
- 5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

TAVOLE

ESTRATTO CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' SCALA A VISTA

CARTA DELLE PENDENZE SCALA 1:5.000

CARTA GEOLOGICA DA RILEVAMENTO SCALA 1:5.000

CARTA GEOLOGICA DA RILEVAMENTO SCALA 1:5.000 CON DELIMITAZIONE ACCUMULO A GROSSI BLOCCHI

ESTRATTO CARTA TECNICA SU DTM CON TRACCIA PROFILO COMPLETO UTILIZZATO PER LE SIMULAZIONE DI CROLLI

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA RISULTATI SIMULAZIONI ROC FALL E PARAMETRI DEL PENDIO

Premessa

Su incarico dell'Associazione Aria Nuova – ONLUS, viene redatto il presente studio di compatibilità, a supporto degli interventi previsti dall'11 Variante al P.R.G. del Comune di Avio, in regime di salvaguardia, per quanto riguarda l'intervento di riqualificazione e valorizzazione ambientale in loc. Piagù, di cui alla descrizione al comma 23 dell'art. 7 dell'11° Variante al P.R.G.

In ottemperanza alle Norme di Attuazione della *Carta di Sintesi della Pericolosità* approvata il 4 settembre 2020 ed entrata in vigore il 2 ottobre 2020 con delibera 1317, viene redatto il presente studio di compatibilità, secondo le *“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”*. Nello specifico, le aree in oggetto sono descritte *con penalità basse (P2) e medie (P3)*, quest'ultime normate dall'art. 16 dell'Allegato C alla delibera.

In tali aree, al comma 2 dell'articolo è specificato che *“è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione ed eliminazione del pericolo”*. Al comma 4 si legge altresì che *“gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia previsti da nuovi strumenti di pianificazione o loro varianti in area a penalità media sono ammessi solo se questi strumenti di pianificazione prevedono la realizzazione di apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o l'adozione di misure di sicurezza adeguate in relazione ai fenomeni attesi. A tal fine, gli strumenti di pianificazione e le loro varianti devono essere supportati dallo studio di compatibilità previsto al comma 3.*

Le strutture provinciali competenti, in sede di esame delle previsioni degli strumenti di pianificazione secondo le procedure previste dalla legge urbanistica, si esprimono al riguardo con parere vincolante”.

L'area in loc. Piagù è caratterizzata dalla presenza di un pericolo da crolli rocciosi e litogeomorfologico.

L'area di studio è quella descritta dall'art.7 comma 23 dell'11 Variante al P.R.G. di Avio e ritratta nell'ortofoto di Fig.3, dove sono evidenziati ed ubicati i singoli oggetti d'intervento.

Attraverso il presente studio, si è provveduto ad analizzare l'origine e la tipologie dei pericoli descritti, a partire da un dettagliato rilievo di campagna, che ha consentito anche di rivedere la descrizione riportata nella Carta Geologica disponibile *online*, attraverso il sito del Servizio Geologico della PAT.

I rilievi di campagna e la redazione del presente elaborato si sono conclusi nel mese di giugno 2021.

1 INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di studio è denominata Piagù e si sviluppa a quote comprese tra i 960 ed i 1000 m di s.l.m. sul versante in sinistra idrografica del Torrente Aviana.

L'accesso al luogo è costituito da una strada sterrata che si stacca dalla provinciale Avio - San Valentino, dopo il km 9 raggiungendo una sorta di radura, con una serie di piccoli edifici sparsi (Fig.1) e una vecchia villa padronale, in fase di ricostruzione (Fig.2).

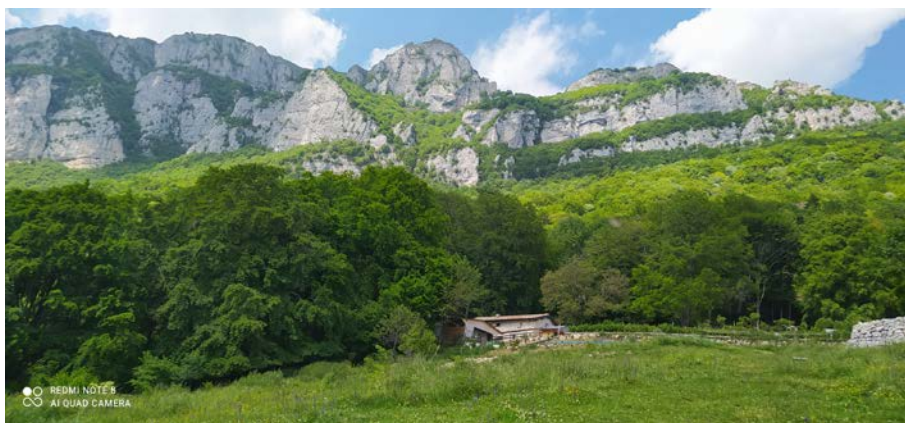


Fig.1



Fig.2

- La base topografica è costituita dalle sezioni “101040” della Carta Tecnica della Provincia Autonoma di Trento, alla scala 1:10.000.
- Secondo la Carta di Sintesi della Pericolosità, approvata dalla Giunta Provinciale con deliberazione n. 1317 del 4 settembre 2020 ed entrata in vigore il 2 ottobre 2020, gli edifici principali ricadono in area a penalità medie (P3) e basse (P2).
- La *Carta delle Risorse Idriche*, infine, di cui la Giunta Provinciale, il giorno 12/10/2018, con Delibera G.P. n°194, ha approvato il terzo aggiornamento, non riporta la presenza di alcuna *area di rispetto o protezione idrogeologica*.

2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO (ART.7 COMMA 23 DELL'11 VARIANTE P.R.G.)

Gli interventi ammessi dal PRG riguardano gli edifici descritti nell'ortofoto di Fig.3 e sono dettagliati al comma 23 dell'art.7.

Piagù – ambito soggetto a specifico riferimento normativo (art. 7 comma 23)



Fig.3

- Realizzazione della viabilità interna e delle opere di urbanizzazione primaria;
- Recupero filologico dell'edificio padronale bruciato nel 1972 (n.1), nel rispetto del sedime, volume e tipologia originari. E' ammesso l'accorpamento del locale caldaia all'edificio principale con la realizzazione di un corpo di collegamento a piano seminterrato con una SUN massima di 50 mq;
- Eventuale demolizione e ricostruzione accorpata alla "cappellina" del volume accessorio n. 2 (servizio igienico);
- Ristrutturazione degli altri manufatti (n. 4 e 5) con possibilità di ampliamento a fini igienici, fino ad un massimo complessivo di 20 mq di superficie utile netta;
- Realizzazione di un edificio (n. 3) avente una SUN massima di 400 mq e altezza massima a metà falda pari a m 7,50, da destinarsi a stalla, fienile, caseificio e laboratorio di trasformazione dei prodotti dell'azienda con accorpata eventuale tettoia di max mq 50;
- Barchessa per deposito legna nei pressi delle abitazioni (n. 5), da realizzarsi con il prolungamento della falda a monte e con profondità massima di 2.50 m, con una superficie coperta max di 15 mq;
- Riconversione ad uso deposito del manufatto n. 6;

- Demolizione del rudere n. 8;
- Posa in opera di recinzioni in legno di tipo tradizionale;
- Opere per l'approvvigionamento idrico ad uso zootecnico;
- Demolizione preventiva o nei tempi stabiliti dall'Amministrazione in sede di rilascio del titolo edilizio, di tutti i manufatti incongrui e di carattere spontaneo ad uso zootecnico e di deposito realizzati in modo casuale sulla proprietà.

3 DESCRIZIONE DEI PERICOLI DESCRITTI NELLA CSP

3.1 CROLLI ROCCIOSI

La pericolosità da crolli rocciosi discende verosimilmente dall'ubicazione dell'area ai piedi dei depositi di versante originatisi nel tempo alla base delle imponenti parete rocciose, che culminano sul Corno della Paura, a circa 1478 metri di quota s.l.m.

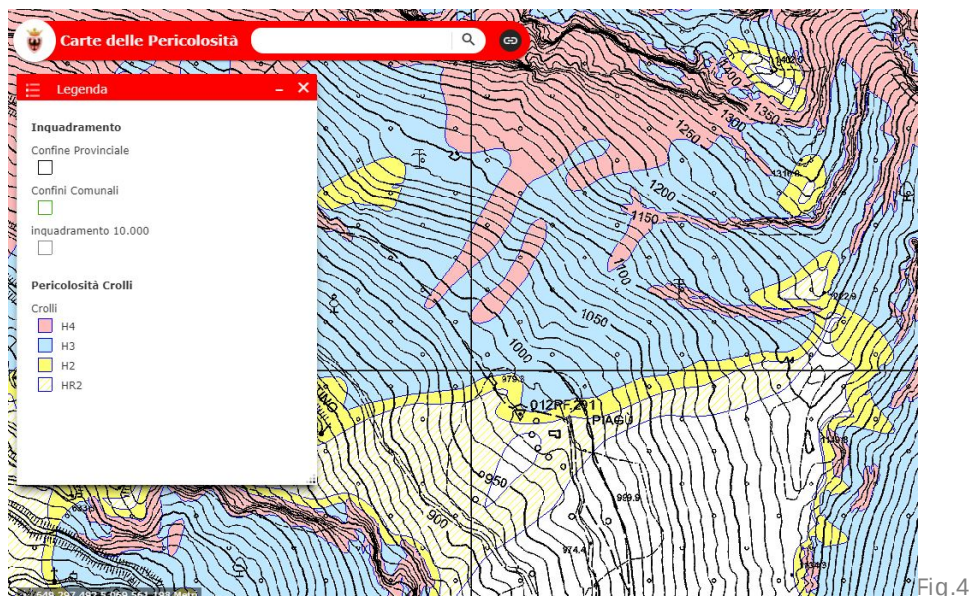


Fig.4



Fig.5

E' presente una cortina superiore costituita da pareti alte da 20 a 60 m, separate da falde detritiche rigogliosamente vegetate e due allineamenti secondari, confinati nel settore E della carta, dove le pareti possiedono uno sviluppo che non supera in generale i 20 m di altezza. Il loro sviluppo laterale si interrompe a causa della giacitura dei piani di strato che immergono verso W e risultano di fatto coperti dai depositi di versante, come descritto nella carta geologica allegata.

La banca dati del Servizio Geologico così come il Progetto Arca, disponibile *online* non riportano eventi di crolli documentati e le informazioni raccolte in loco dalla scrivente non riferiscono di episodi recenti. Sull'intera area è attecchita un'importante fustaia di faggi che ha colonizzato i depositi sciolti, ad eccezione di qualche tratto, limitato e molto circoscritto, in uscita dai canali formati alla base delle pareti (Figg.10 e 11).

3.2 PERICOLOSITA' LITOGOMORFOLOGICHE

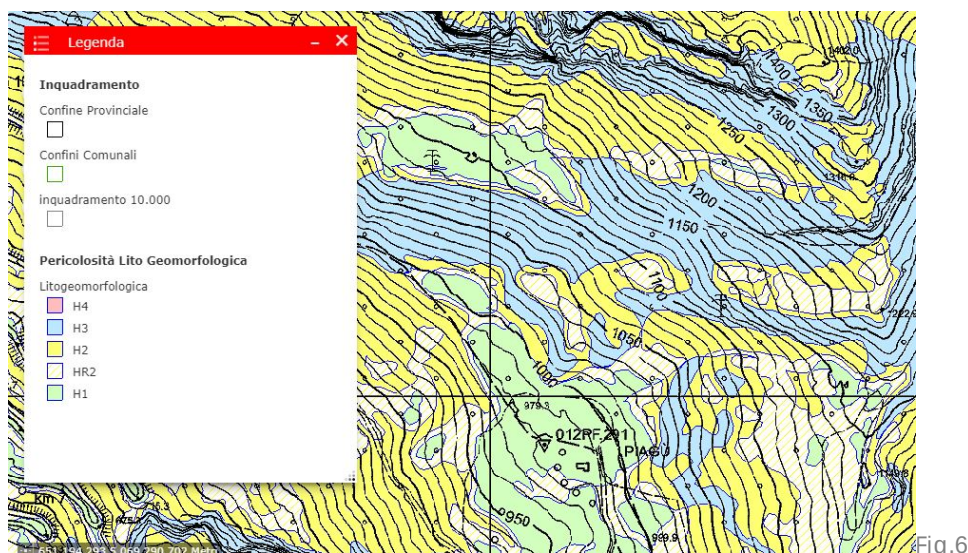
Questo tipo di pericolosità assegnata in diverse zone dell'area d'indagine deriva dai *“Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità”* contenenti le modifiche approvate con D.G.P. 1306 del 4 settembre 2020.

Le caratteristiche fisiche su cui basare l'attribuzione del grado di pericolosità sono:

- pendenza del terreno;
- classe litotecnica di appartenenza del substrato o dei depositi di materiale sciolto;
- grado di attività delle forme e processi.

La classificazione della pericolosità lito-geomorfologica del territorio parte da un'analisi comparata delle caratteristiche litotecniche dei terreni affioranti e delle condizioni di pendenza del suolo, la quale viene successivamente integrata dal dato geomorfologico.

Nelle aree immediatamente sovrastanti l'area di studio, le diverse penalità, in presenza di terreni sciolti, derivano dalla presenza delle pareti di roccia e di importanti coltri di terreno sciolto con, localmente, elevati angoli di inclinazione.



4 PERICOLOSITA' DA CROLLI

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA

L'area di studio presenta l'indubbia difficoltà di ricostruire un modello geologico e geomorfologico che tenga conto delle particolarità emerse dal rilievo di campagna e dall'osservazione del modello digitale del terreno, che evidenziano alcuni aspetti peculiari.

La Carta Geologica disponibile *online* attraverso il sito del Servizio Geologico della PAT, infatti, descrive la parte inferiore dell'area come un contesto di depositi glaciali, al di sopra del quale il substrato roccioso è descritto in condizioni di affioramento pressoché continue.

Il substrato roccioso affiorante nelle zone sovrastanti e circostanti all'area di studio, è ascrivito alla *Formazione di Rotzo*: una successione di *calcari micritici grigi con molluschi (Lithiotis) e foraminiferi (Orbitopsella)*, con *interstrati di marne scure, calcareniti oolitiche in strati medio-spessi*. Per esso è stimato uno spessore compreso tra 0 e 250 m. L'ammasso roccioso risulta obliterato da tre sistemi principali di discontinuità: stratificazione principale (N270E/30°), e due sistemi di fessurazione subverticali (N190E/80° e N110E/85°), di cui uno parallelo all'orientazione delle pareti principali.

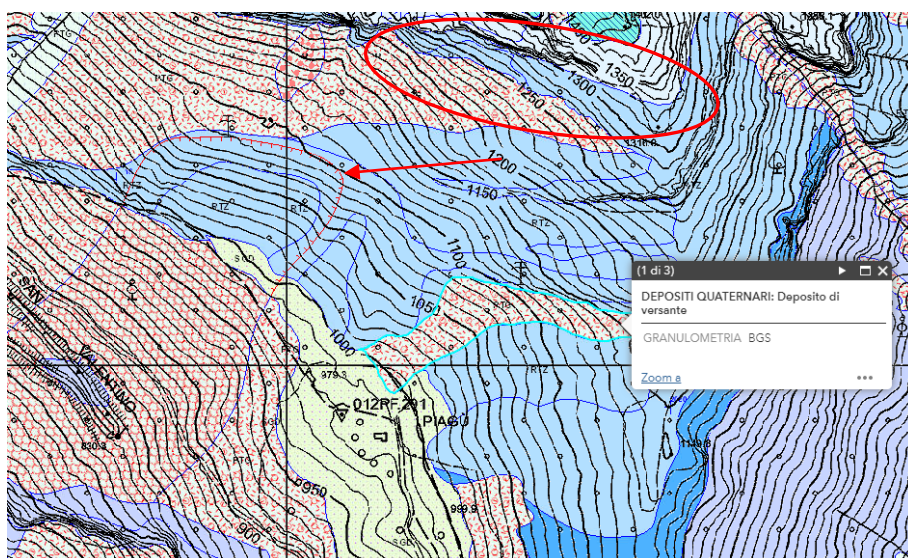


Fig. 7

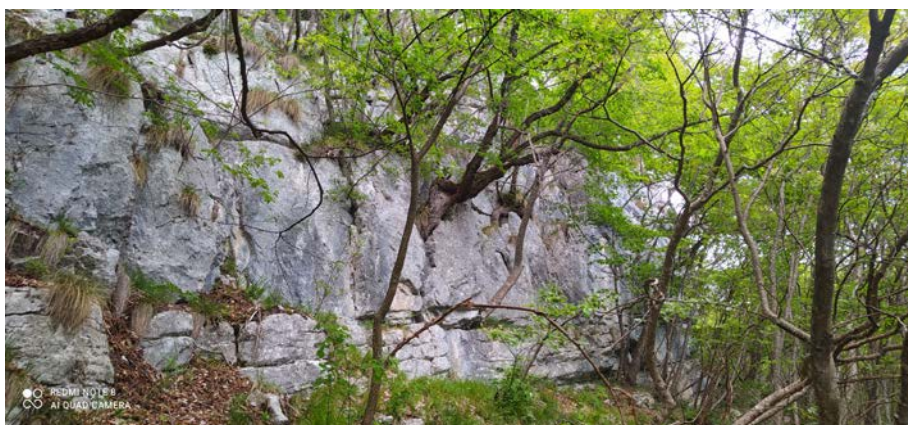
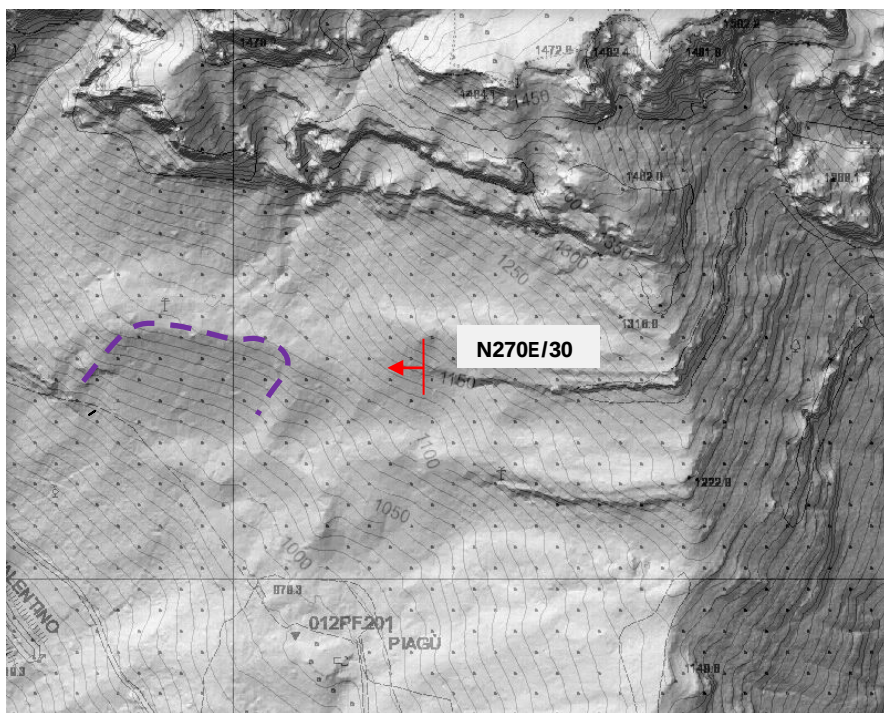


Fig. 8

- Sopra i 990 m di quota s.l.m. è presente, a N della casa padronale, una coltre spessa qualche decina di metri e costituita da depositi di versante composti da blocchi carbonatici, delle dimensioni massime di 5 – 10 m³ in matrice ghiaiosa e sabbiosa a tessitura aperta, che di fatto costituiscono un “*unicum*” con i depositi di versante, che arrivano fino alla base delle pareti rocciose superiori.
- La “scarpata” di frana indicata nelle figure 6 e 9 non è impostata nel substrato roccioso ma nel detrito grossolano: la roccia affiora solo all’estremità inferiore della scarpata laterale occidentale, come descritto anche nella carta geologica allegata.
- Le paretine di roccia (Fig.8) che si sviluppano nel settore orientale sovrastante l’area d’indagine possiedono giacitura a traversopoggio con orientazione N270E/30° e il loro sviluppo scompare nella parte centrale del rilievo. La spaziatura dei piani di strato è decimetrica, analogamente a quella dei piani di fessurazione, generano mediamente blocchi di dimensioni largamente inferiori a 1 m³ e solo occasionalmente di qualche metro cubo.



In assenza di altri elementi geomorfologici, in ambiente caratterizzato da rare linee di incanalamento ed erosione delle acque superficiali, tranne qualche canalone, che genera alla base depositi molto limitati e circoscritti (Figg.10 e 11), in condizioni di substrato carsico e coltre detritica molto permeabile, l'unica interpretazione possibile per quell'orlo di scarpata così vistoso, tratteggiato in Fig.9, e che esso sia stato generato dal "collasso" postglaciale di un deposito di contatto, ovvero una frana LGM, appoggiata ad una lingua secondaria del ghiacciato che dalla Val dell'Adige si infilava in Val d'Avio, deglacializzata. Un fenomeno analogo può essersi innescato anche per la nicchia meno estesa, presente a E, dove però è più difficile raccordare le nicchie di distacco all'estensione dei rispettivi accumuli.



Fig. 10



Fig.11

Al ritiro del ghiacciaio, gli accumuli di frana sostenuti alla base dal substrato roccioso (numero 2 di Fig.11) sarebbero rimasti in posto, mentre quelli privi di supporto sarebbero franati verso valle (numero 1 indicato dalla freccia).

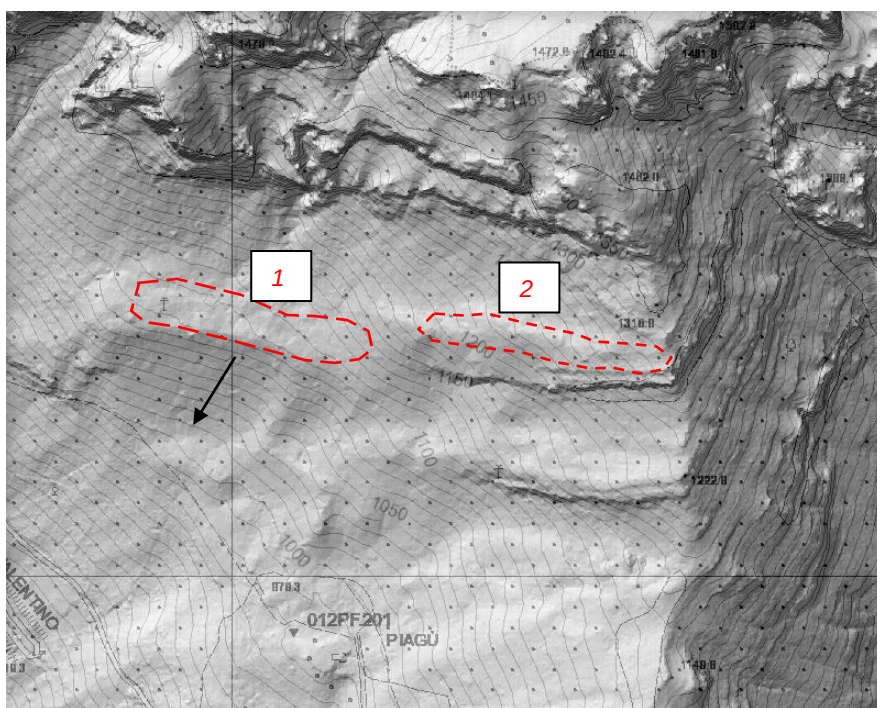


Fig.12

Quest'interpretazione, quantunque ardita, consentirebbe di spiegare, principalmente, l'origine della vistosa scarpata, evidenziata dal lidar e tratteggiata in Fig.9, unitamente all'esteso accumulo a grossi blocchi, delimitato in carta geologica allegata a fondo testo,

che si distingue poco dai depositi di versante, in quanto costituito dai medesimi oggetti. La delimitazione del deposito di versante a grossi blocchi è un'interpretazione che contiene alcuni elementi di incertezza la cui risoluzione esula dallo scopo del presente lavoro, ma permette comunque di spiegare come la maggior parte dei depositi di versante possano essere considerati come "antichi", come dimostrerebbe la colonizzazione della copiosa vegetazione ad alto fusto, con faggi anche secolari (Fig.13) e la presenza di specie arboree sviluppatesi addirittura al tetto degli oggetti caduti, dove si è formato uno strato di suolo (Fig.14).



Fig.13



Fig.14

Sono stati altresì rilevati diversi oggetti, appoggiati sul pendio (Fig.15), specie nella parte più alta del versante, riconducibili ai meccanismi di crollo e rotolamento di blocchi provenienti dalle pareti rocciose sommitali, sottoposte agli ordinari meccanismi di disaggregazione in posto.

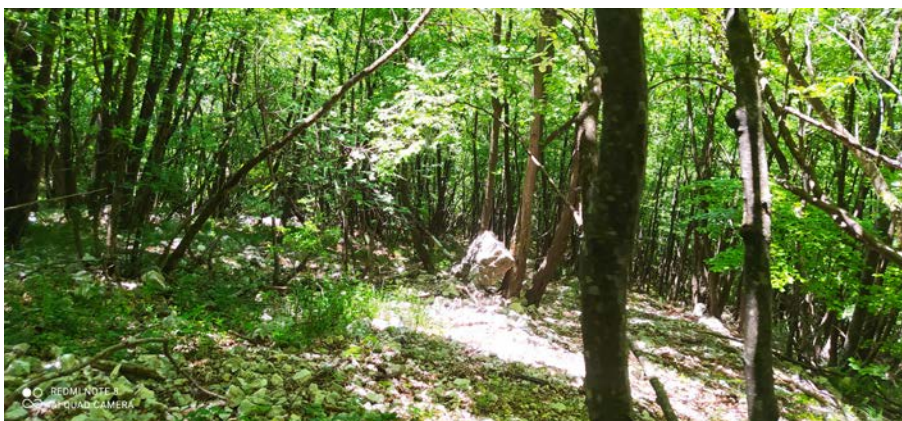


Fig.15

4.2 ANALISI DEL FENOMENO DA CADUTA MASSI

4.2.1 PREMESSA

Rispetto agli edifici identificati dalla P.Ed. 3471 e 1837, per cui la carta della pericolosità riporta il pericolo da crolli rocciosi per blocchi delle dimensioni fino a 50 m³, non sono stati rilevati oggetti di quelle dimensioni, ad eccezione di uno, presente almeno un centinaio di metri più a monte rispetto alle costruzioni e soprattutto completamente integrato nella vegetazione boschiva. Le due paretine rocciose che sviluppano al di sopra dei 1120 e dei 1150 m di quota s.l.m. inoltre, sono caratterizzate da uno sviluppo altimetrico esiguo, 10- 20 m, e dalla presenza, alla base, di superfici topografiche inclinate verso W, che seguono verosimilmente la giacitura dei piani di strato e che generano una sorta di “canale di gronda” che raccoglie gli oggetti che si staccano dalle pareti, di dimensioni mediamente inferiori al metro cubo e occasionalmente di qualche metro cubo, e che si fermano poche decine di metri dalla base delle stesse.

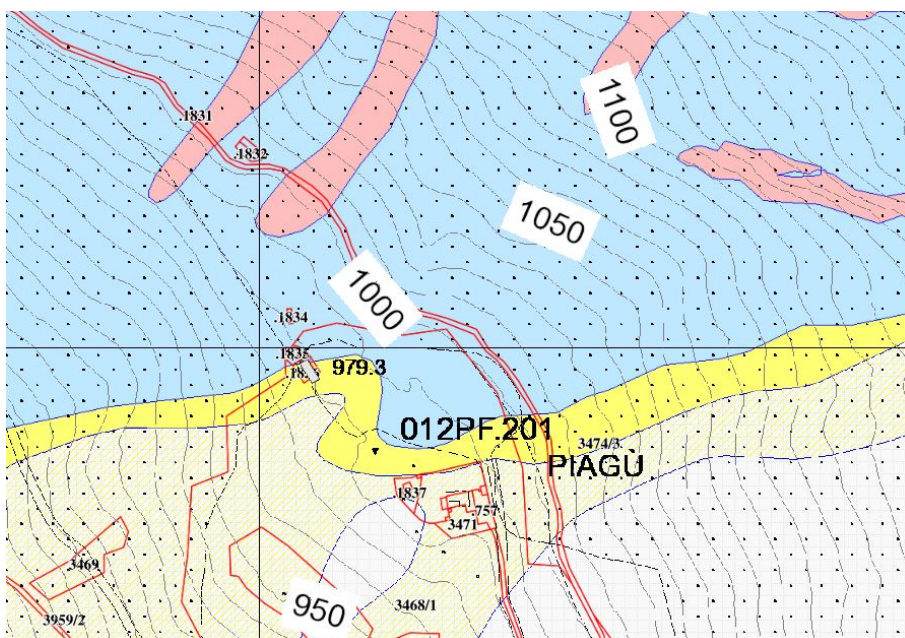


Fig.16

Per quanto riguarda gli edifici identificati dalle PP.Ed. 1834, 1835 e 1836, la configurazione del versante sovrastante è tale da poter escludere che blocchi rocciosi distaccatisi dalle paretine citate sopra o dal bordo della scarpata di frana, ampiamente descritta nel paragrafo che precede, possano raggiungere le costruzioni. Nel primo caso, per le ragioni già esposte e per il contributo che deriva anche dal basso angolo di inclinazione del versante, alla base delle stesse. Nel secondo caso, perché eventuali oggetti che si mobilizzassero dalle scarpate più acclivi, riportate nella carta geologica allegata a fondo testo, terminerebbero la loro corsa all'interno dell'accumulo esistente, dove le pendenze sono molto basse o addirittura subpianeggianti, come nel caso del pianoro che si sviluppa al di sopra dei 1040 m s.l.m. sovrastante proprio le PP.Ed. 1834, 1835, 1836 ritratto in Fig.17, in cui risulta evidente la bassa acclività e le forme smussate dei blocchi, conseguenza di una storia antica (Fig.17).



Fig.17

Tenuto conto di queste premesse, ma anche del fatto che le particelle sopramenzionate, ritratte nell'immagine di Fig.18 prevedono alcuni interventi, si è ritenuto opportuno svolgere, preventivamente, una simulazione dei meccanismi di distacco e rotolamento di blocchi rocciosi, considerando come sorgenti i tratti verticali delle pareti sommitali che possiedono sviluppo compreso tra 20 e 60 m.

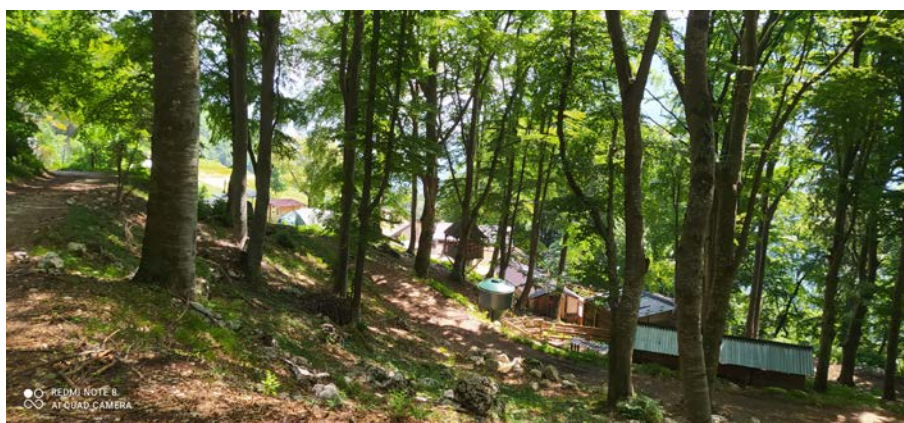


Fig.18

4.2.2. SIMULAZIONE DEL FENOMENO

La simulazione numerica del fenomeno di “caduta massi” ha lo scopo di realizzare un modello che permetta di fare delle previsioni sul comportamento cinematico di singoli blocchi rocciosi che si distaccano dal versante. Il programma utilizzato è *Rocfall Ver. 4.0 Risk Analysis of Falling Rocks On Steep Slopes della Rocscience Inc. (Canada)*.

Il moto viene supposto bidimensionale, cioè contenuto nel piano x,z , con il pendio discretizzato in una serie di segmenti, che sono quelli in cui è stato suddiviso il profilo topografico costruito attraverso le quote ricavate dall'utilizzo del *dtm*.

Profilo e sorgenti di distacco

Il profilo è stato tracciato in modo da intercettare proprio le P.Ed. 1834/1835 e 1836. La sezione è stata “forzata” e tracciata in modo da non beneficiare del contributo, in termini di

protezione e sicurezza, esercitato dalle pendenze trasversali del versante e dalle superfici subpianeggianti come quella che si sviluppa attorno ai 1040 m di quota s.l.m.

Si precisa che la traccia del profilo si estende maggiormente verso monte rispetto a quanto riportato nella cartografia allegata a fondo testo, come indicato nell'estratto della carta tecnica.

Come sorgenti di distacco sono state inserite le pareti che si sviluppano al di sopra dei 1270 m s.l.m.

Modello digitale del terreno

Ai fini della simulazione è stato utilizzato il modello digitale del terreno (DTM). Si tratta di un rilievo tramite *laserscanner*. Il DTM è un grigliato regolare, opportunamente filtrato, ricampionato a 1m e ortometrico che rappresenta l'andamento del terreno (*last pulse*). La precisione planimetrica del dato nell'ordine di ± 1 m., mentre la precisione altimetrica è di ± 30 cm. Il dato delle quote del DTM in formato ASCII, è stato elaborato utilizzando particolari algoritmi che ne consentono la derivazione di *raster* con informazioni di pendenze ed esposizioni dei singoli pixel aventi lato di 1m, da cui è stato derivato il profilo di lavoro.

E' stato infine eseguito uno SHADED RELIEF o HILLSHADE, cioè un modello delle ombreggiature che dà un aspetto 3D ai dati delle quote, rendendo il DTM utilizzabile come base topografica per la fotointerpretazione e la mappatura.

Parametri del blocco

E' stato considerato un masso di progetto pari a 5 m³, rappresentativo delle massime dimensioni degli oggetti rilevati sul pendio e riconosciuti come eventi recenti, in assenza di dati riferiti ad eventi documentati, diversi dai processi di ordinaria disgregazione dell'ammasso che alimenta la falda detritica. Al peso di volume dei calcari è assegnato un valore di 2600 kg/m³.

	MASSO DI PROGETTO
VOLUME IN METRI CUBI	5
PESO DEL BLOCCO (kg)	13.000

E' stata assunta una velocità iniziale orizzontale e verticale pari a 0.

Parametri del versante

Coefficiente di restituzione (E)

Viene definito come il rapporto fra la velocità prima e dopo l'impatto del masso con il terreno; è uguale a zero nel caso di un urto completamente anelastico (tutta l'energia cinetica del blocco impattante viene dissipata sotto forma di calore e la velocità del masso dopo l'urto è uguale a zero); uguale ad uno nel caso di urto completamente elastico e compreso fra 0 e 1 nel caso di urto parzialmente elastico. Nel programma di calcolo vengono utilizzati seguenti valori: coefficiente di restituzione normale (*Rn*) e coefficiente di restituzione tangenziale (*Rt*). I valori utilizzati tengono conto dei coefficienti di restituzione per i diversi

materiali proposti da Hoek nel programma *RocFall* utilizzato nel presente elaborato e di quelli proposti da Bruschi¹.

I valori bibliografici sono stati quindi corretti tenendo conto della *back-analysis*, almeno per quanto riguarda la falda detritica alla base del pendio, in assenza di dati riguardanti eventi di crollo che abbiano interessato la parte inferiore del versante.

MATERIALI	Coefficiente di restituzione normale Rn	Deviaz Stand.	Coefficiente di restituzione tangenziale Rt	Dev. Stand.
Roccia in posto	0,40	± 0,04	0,87	± 0,04
Detrito superiore (fino a 1070)	0,32	± 0,04	0,82	± 0,04
Detrito inferiore	0,35	± 0,04	0,75	± 0,04

Angolo d'attrito massa-versante (ϕ)

Nei tratti di pendio in cui il masso si muove rotolando o scivolando, l'energia cinetica viene dissipata attraverso l'attrito che si sviluppa fra blocco e versante.

In *RocFall*, il masso che rotola è approssimato ad un punto e pertanto qualsiasi effetto determinato da forma e dimensioni, aspetti rilevanti, deve essere tenuto in considerazione mediante approssimazione di altre proprietà. Un masso lungo e piatto sarà più propenso allo scivolamento e l'angolo d'attrito sarà prossimo a quello standard, nel caso di rocce sferiche le modalità di movimento sono più vicine al rotolamento e il valore di angolo di attrito tenderà a zero. Nelle verifiche di calcolo, si è ritenuto opportuno avvalersi della possibilità, fornita dal programma di calcolo, di ricavare il valore di angolo d'attrito direttamente dai coefficienti di restituzione, trovando così una buona corrispondenza, nei casi in cui è stato possibile eseguire una speditiva *back – analysis*, censendo la posizione di alcuni oggetti sul pendio.

Rugosità della scarpata

Attraverso questo parametro è possibile creare un *range* di valori all'interno del quale può variare l'angolo d'incidenza e quindi di uscita delle traiettorie dei blocchi. Tenendo conto delle dimensioni dei blocchi si è considerata molto bassa l'influenza della rugosità della scarpata, specie nel detrito di versante, inserendo dei valori compresi tra 0 e 1, ipotesi cautelativa.

4.2.3 RISULTATI

L'analisi del moto è stata eseguita sul profilo ubicato negli elaborati cartografici allegati a fondo testo, in scala 1:5.000.

¹ A. Bruschi (2004) *Meccanica delle Rocce* (pag 254)

E' stato utilizzato un masso di 5 m³ e considerato un numero di 272 eventi. La rappresentazione che segue descrive come oltre il 99% degli oggetti che si staccano dalle pareti superiori si arrestino prima della progressiva 600 ovvero vengano in gran parte intercettati dal pianoro che si sviluppa attorno ai 1040 m di quota s.l.m. (Fig.15), tra le progressive comprese tra 550 e 580, dove si forma il picco. Solo alcuni oggetti superano la stradina che si sviluppa attorno a 1000 m s.l.m. arrestandosi comunque sotto, in una sorta di avvallamento che precede la zona in cui sono insediati i manufatti, che non vengono raggiunti dalle traiettorie.

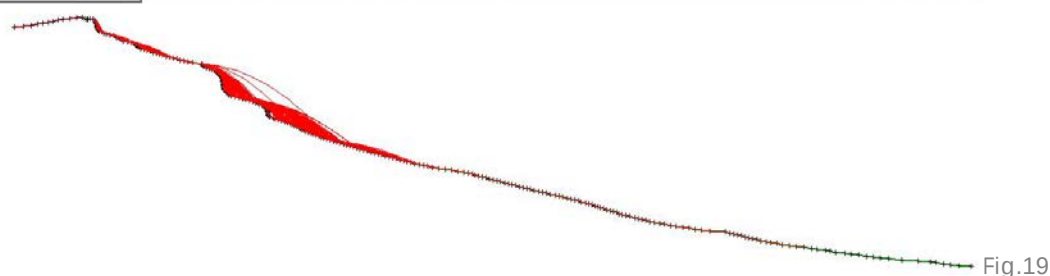
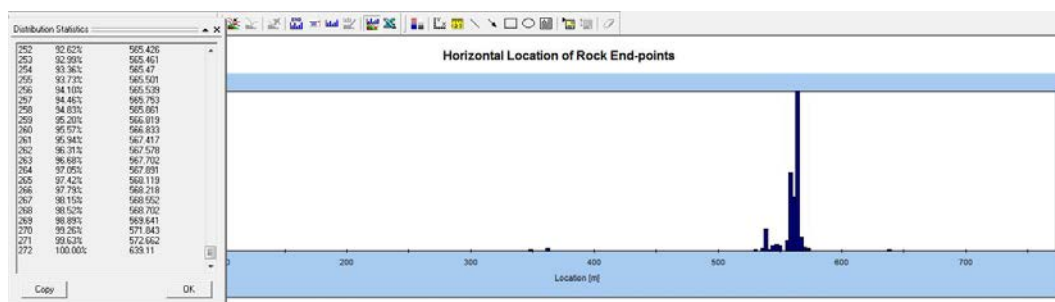


Fig.19

Preme precisare che la traccia della sezione, riportata nell'estratto cartografico allegato a fondo testo, è collocata proprio nella stretta fascia che separa la zona a NW, dove il pianoro di quota 1040 è più esteso e immediatamente ad W del "dosso" sovrastante la quota 979,3, che di fatto costituisce anche una sorta di forma "spartiacque" rispetto alle traiettorie provenienti da monte.

5 CONCLUSIONI

Attraverso questo studio si è provveduto a fornire un inquadramento geologico e geomorfologico del sito, in cui contestualizzare il pericolo da caduta massi descritto dalla CSP, esaminato in relazione agli interventi previsti dall'11 Variante al P.R.G. del Comune di Avio.

Preme precisare che nella descrizione degli interventi ammessi, di cui al comma 23 dell'art.7, non sono previsti cambi di destinazione d'uso che prevedano un aumento del carico antropico sugli edifici, anche per le contenute dimensioni delle opere ammesse.

In generale, le caratteristiche geomorfologiche del sito sono quelle in cui predominano forme consolidate, ovvero accumuli di antiche frane, in quanto le fasce di detrito attivo, sono molto limitate e circoscritte alla base delle pareti rocciose, specie quelle al di sopra dei 1200 m.

E' stata comunque analizzata l'incidenza del fenomeno da caduta massi, tenendo conto della presenza e della posizione di diversi oggetti rinvenuti sul pendio e riconducibili a crolli rocciosi.

Si osserva che le articolate morfologie che caratterizzano la parte di versante che si estende tra la zona insediata dagli edifici e la base delle pareti sommitali contiene una serie di morfologie "favorevoli" come alcuni pianori e "vallecole" orientate circa E-W, che di fatto "proteggono" gli edifici a valle, come avviene per le PP.Ed. 1834, 1835 e 1836.

E' stata svolta una simulazione dei meccanismi di distacco e crollo che potrebbero caratterizzare le pareti sommitali, costruendo una sezione che "dribbla" gli elementi favorevoli come i pianori e punta sugli edifici citati sopra. I risultati ottenuti indicano come la maggior parte degli oggetti, staccatisi dalle pareti superiori, tendano ad arrestarsi prima del taglio della forestale o nella fascia immediatamente sottostante, all'interno di una blanda depressione, evidenziata dalla carta delle pendenze allegata a fondo testo.

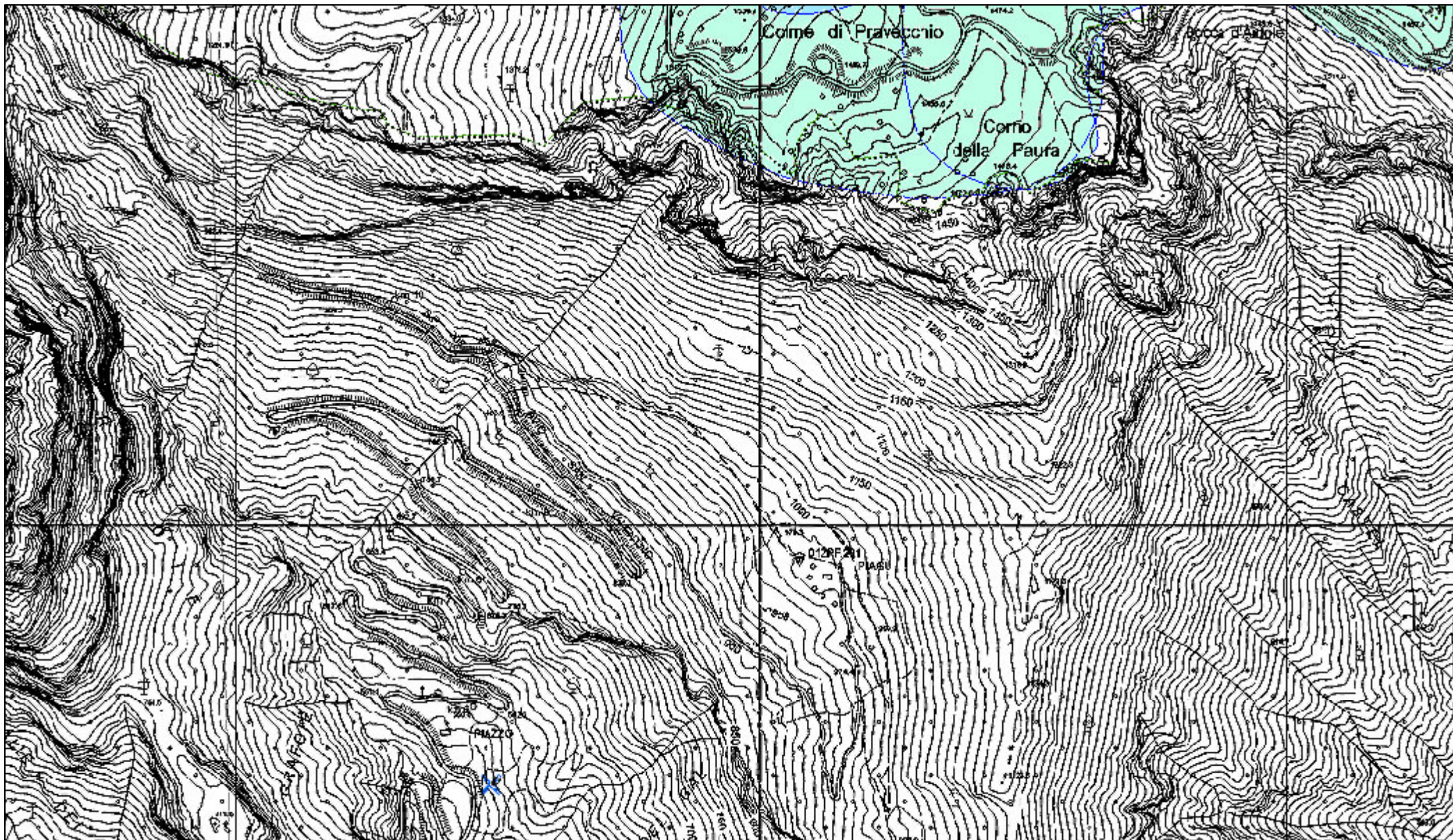
Si ricorda che le norme di attuazione della CSP rimandano comunque, per ogni intervento che ricada in aree P2, P3 e P4, alla redazione di uno studio di compatibilità o relazione tecnica con grado di approfondimento commisurato alla tipologia di intervento, una volta definito.

Per la posizione della nuova stalla indicata nell'ortofoto di Fig.3, si precisa che, per le ragioni esposte nel presente elaborato, la posizione risulta favorevole ed adeguata, rispetto alla pericolosità da crolli analizzata all'interno di questo elaborato.

Trento, giugno 2021



Carta delle Risorse Idriche



14/6/2021, 11:59:01

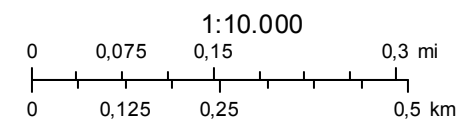
- Confine Provinciale
- Confini Comunali
- inquadramento 10.000

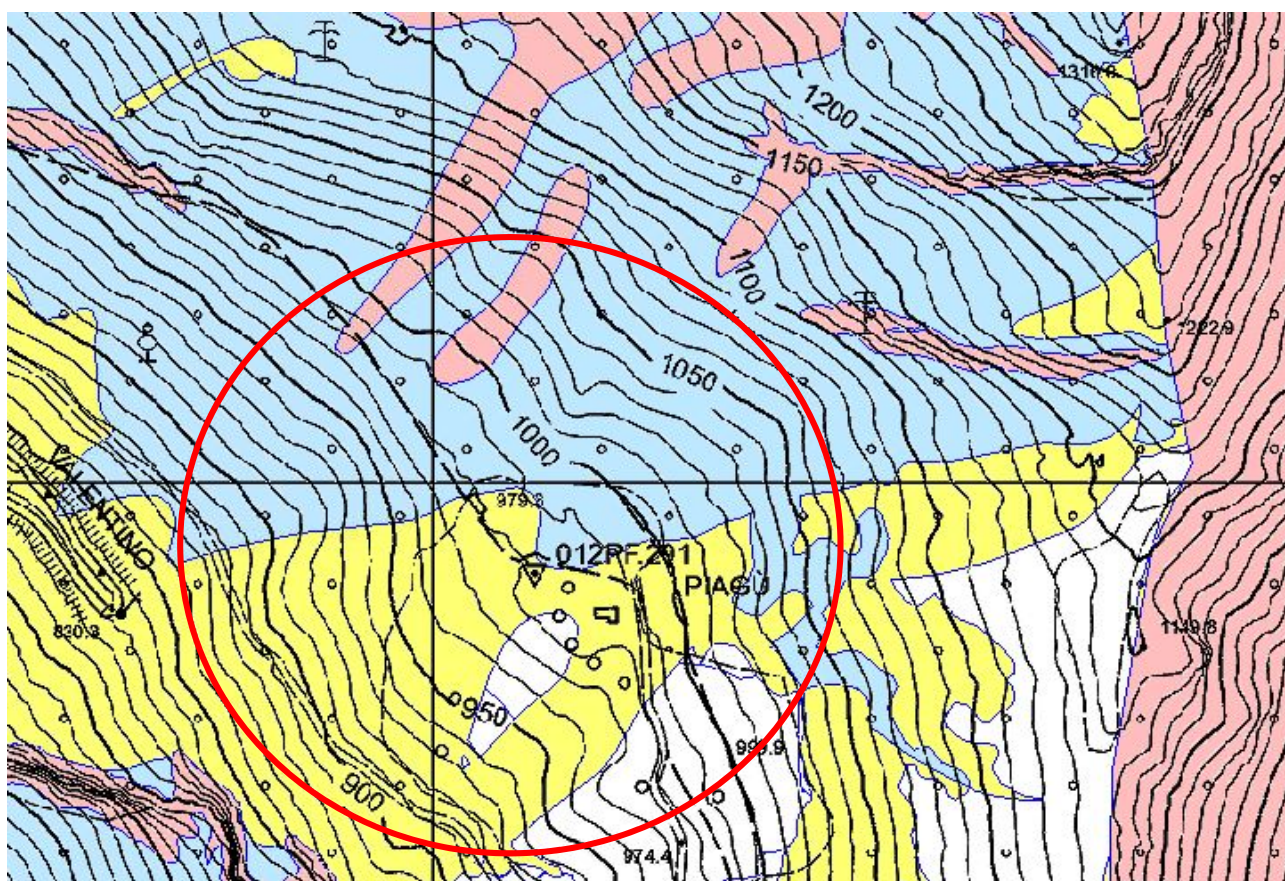
- Altre Sorgenti del catasto
- Sorgenti**
- Sorgenti

- Sorgenti Minerali**
- Sorgenti Minerali
- Acque Superficiali
- Pozzi

- sorgenti**
- sorgenti
- Acque Superficiali**
- Acque Superficiali

- Pozzi**
- Pozzi
- Sorgenti**
- Sorgenti

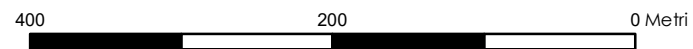
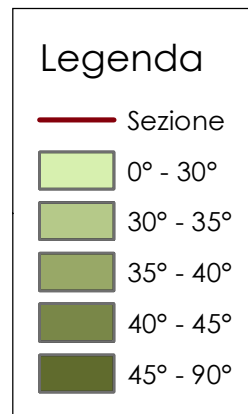
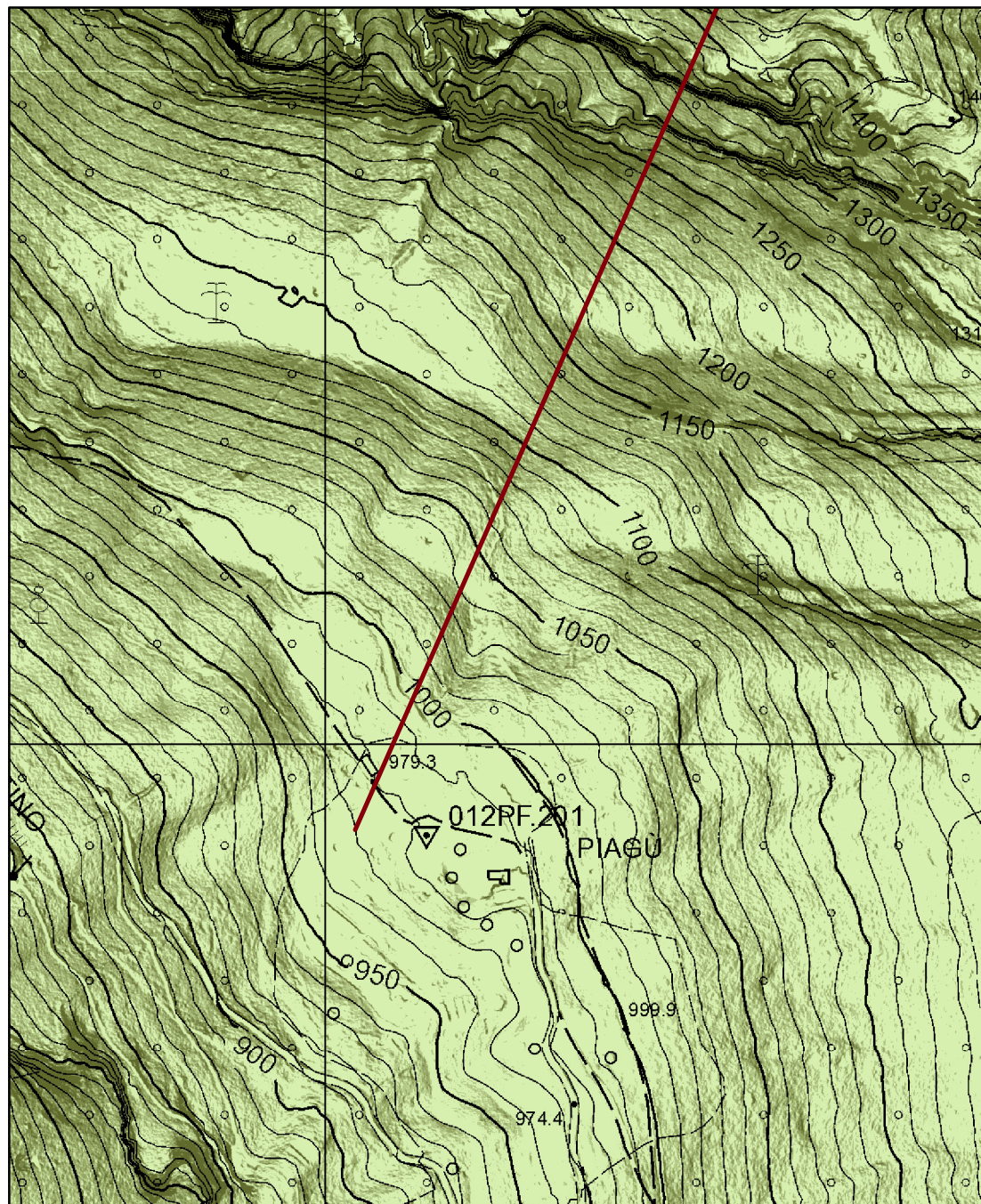




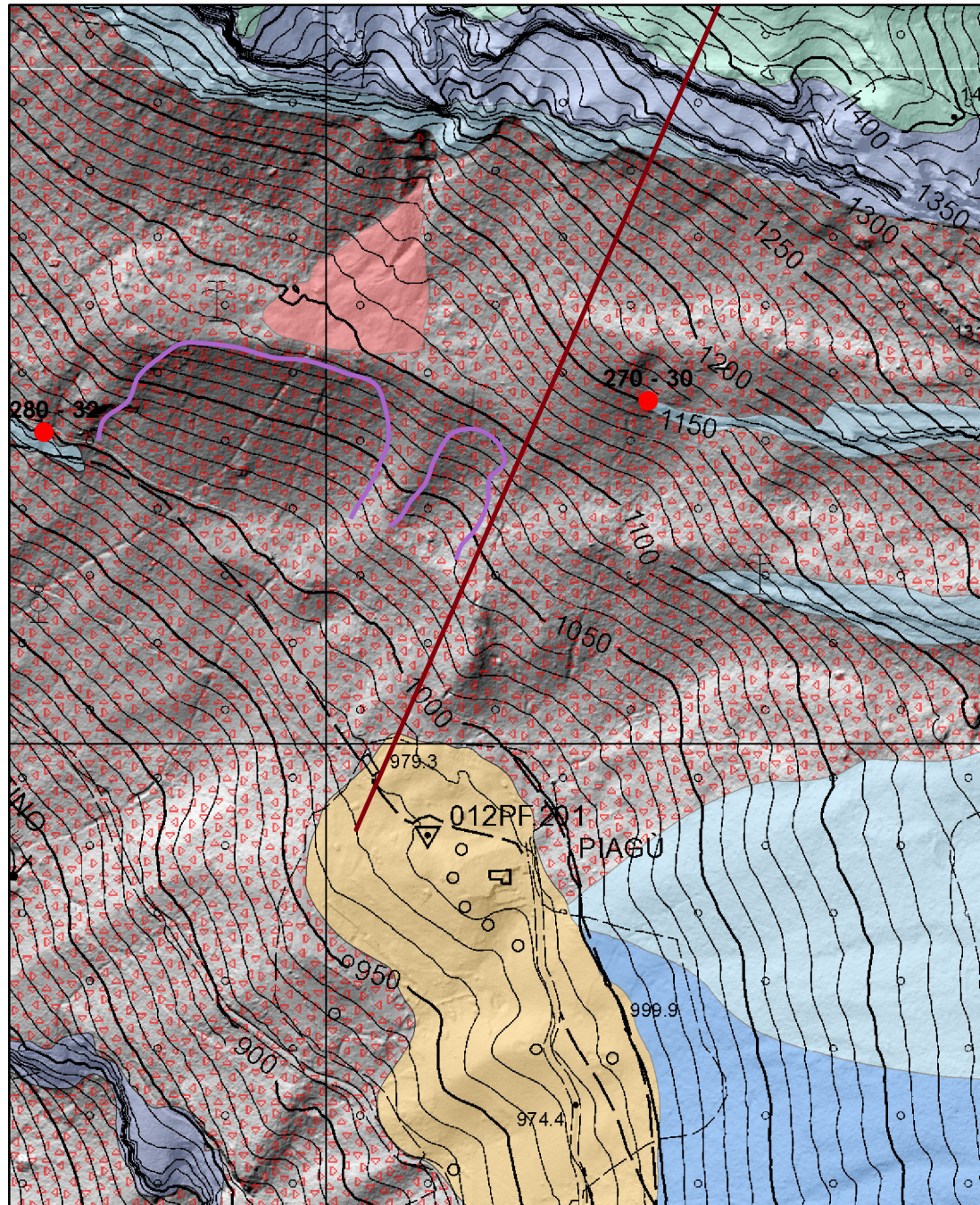
ESTRATTO CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' CON UBICAZIONE SCALA A VISTA

Legenda - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA'		
Classi di Penalità		
Con riferimenti alle norme di attuazione del Piano Urbanistico Provinciale (L.P. 27 maggio 2008, n. 5)		
penalità ordinarie		
	P4 - elevata	art. 15
	P3 - media	art. 16
	P2 - bassa	art. 17
altri tipi di penalità		
	APP - aree da approfondire	art. 18
	PRV - residua da valanga	art. 18
	P1 - trascurabile o assente	art. 18
tutele speciali		
	AFI - ambiti fluviali di interesse idraulico previsti dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche	art. 14
	IMP - aree riservate a interventi di mitigazione del pericolo	art. 18
	RSS - area di rispetto stazione sismometrica	art. 18
	stazione sismometrica	

Carta delle pendenze 1:5000



Carta geologica 1:5000

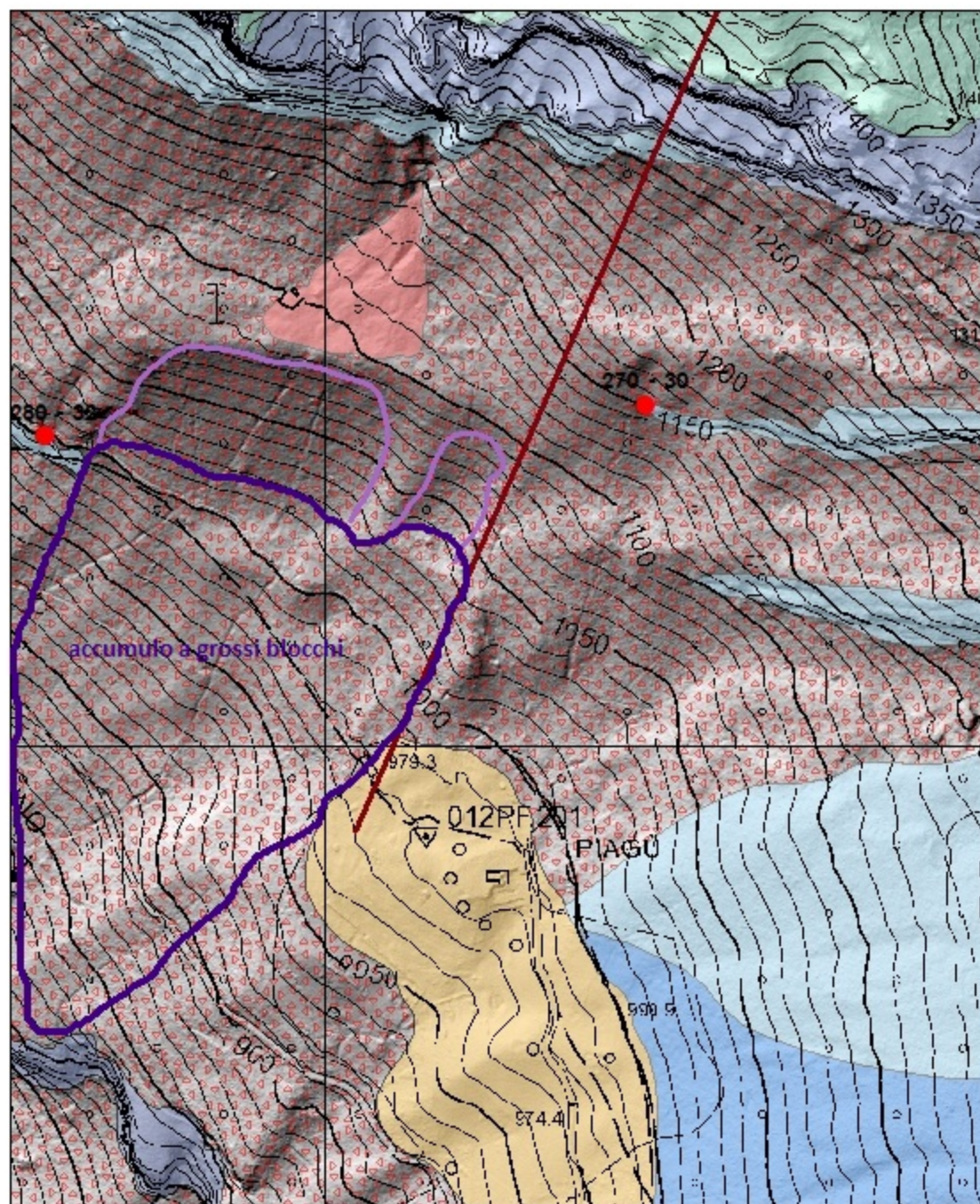


Legenda

- Giaciture
- Sezione
- Orlo di scarpata
- Conoide detritico
- ▤ Detrito di versante
- Deposito glaciale
- Formazione del Tofino
- Oolite di Massone
- Formazione di Rotzo
- Oolite di Loppio
- Formazione di Monte Zugna

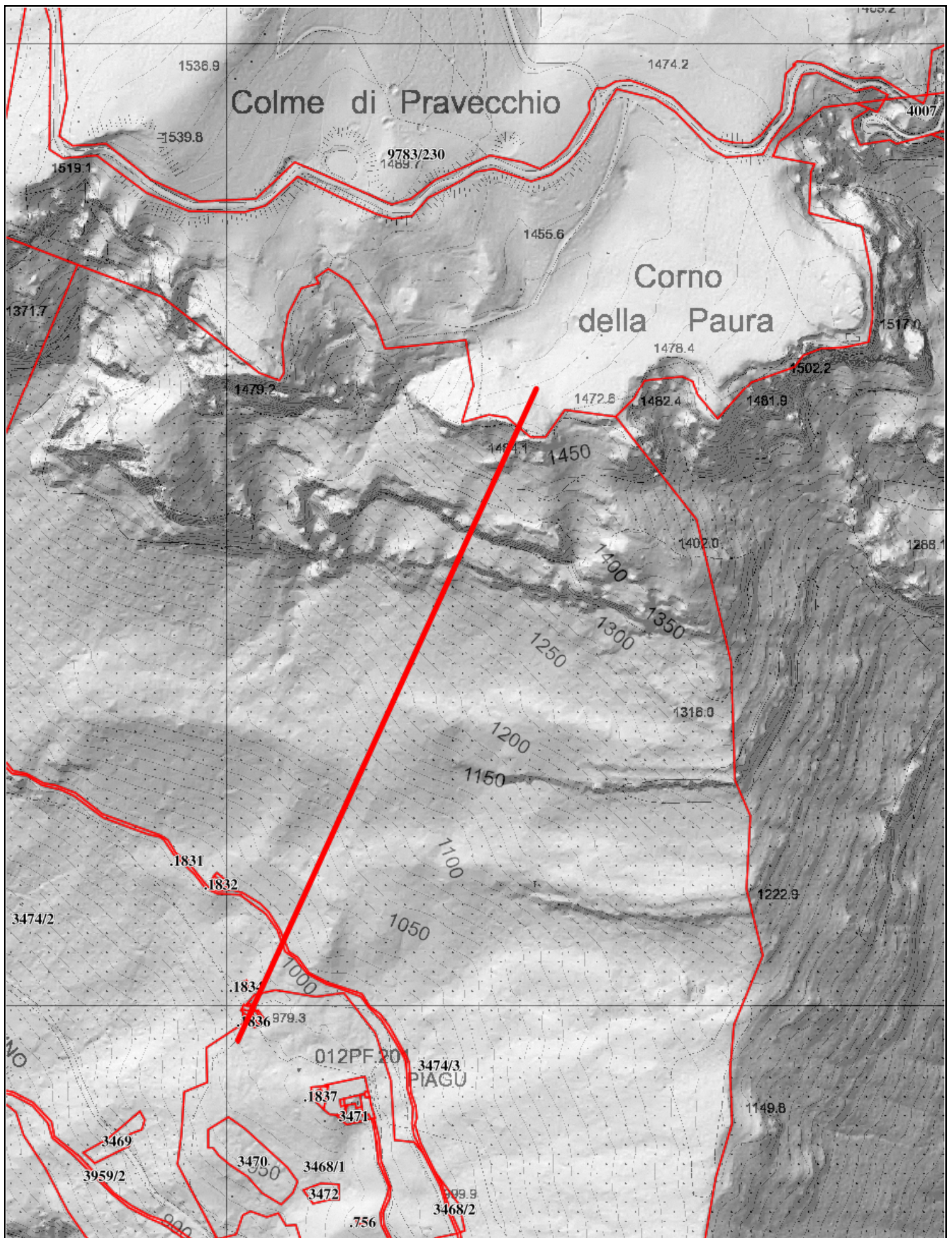
400 200 0 Metri

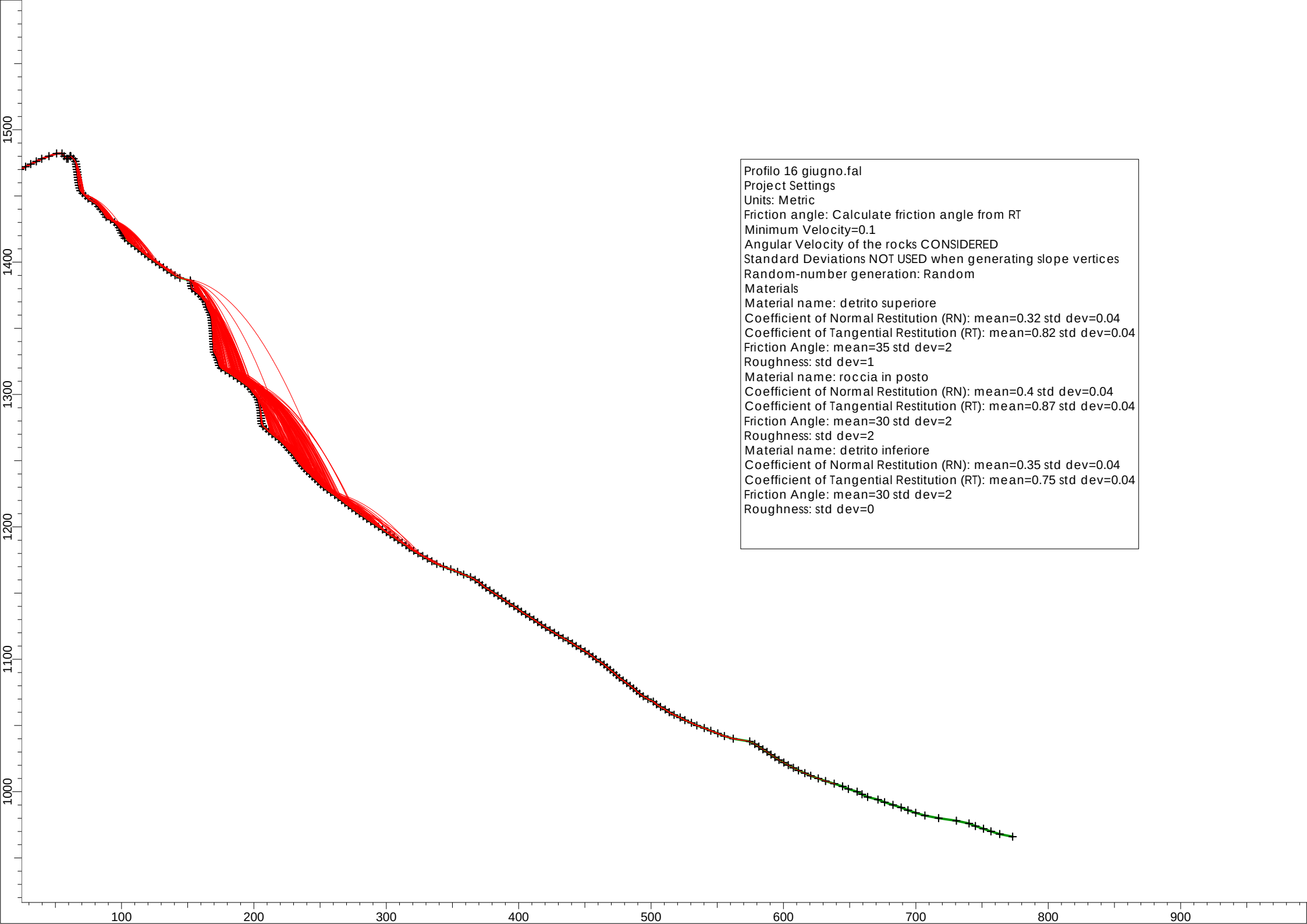
Carta geologica 1:5000



Legenda

- Giaciture
- Sezione
- Orlo di scarpata
- Conoide detritico
- Detrito di versante
- Deposito glaciale
- Formazione del Tofino
- Oolite di Massone
- Formazione di Rotzo
- Oolite di Loppio
- Formazione di Monte Zugna





*Studio di Geologia e Geotecnica
geologo dott. Stefano Piccioni*

COMUNE DI AVIO

PROVINCIA DI TRENTO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ, DI SUPPORTO ALLA VARIANTE N° 5.5 DEL PRG DI AVIO (P.ED. 1152).

TRENTO, giugno 2021

IL RELATORE:



Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche

38121 Trento - Via della Collina, 39

tel. 0461-230170 cell. 328-4268610 e-mail: geologopiccioni@libero.it

Studio di Geologia e Geotecnica

geologo dott. Stefano Piccioni

38121 Trento - Via della Collina, 39

tel. 0461-230170 cell. 328-4268610 e-mail: geologepiccioni@libero.it

COMUNE DI AVIO

PROVINCIA DI TRENTO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ, DI SUPPORTO ALLA VARIANTE N° 5.5 DEL PRG DI AVIO (P.ED. 1152).

C1 NORMATIVA

- LEGGE PROVINCIALE 27 maggio 2008, n. 5 Approvazione del nuovo piano urbanistico provinciale. Allegato B - Norme di attuazione del Piano urbanistico provinciale (PUP) Capo IV – Carta di sintesi della pericolosità - D.G.P. n° 1317/2020

Art. 15 Aree con penalità elevate

1. Sono aree con penalità elevate quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi altamente gravosi per combinazione di intensità e frequenza.
2. Nelle aree con penalità elevate è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione.
3. In deroga a quanto disposto dal comma 2 e a condizione che con apposito studio di compatibilità allegato al progetto si analizzino dettagliatamente le condizioni di pericolo e si definiscano gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi nonché quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati, previa autorizzazione della Provincia:
 - a) le opere di infrastrutturazione che non risultino delocalizzabili e per le quali sia accertato che non determinino un incremento del carico insediativo esposto a pericolo;
 - b) le attività estrattive, le bonifiche agrarie e gli interventi di rimodellazione dei terreni limitatamente ai casi in cui gli stessi risultino funzionali al miglioramento delle condizioni di sicurezza delle persone e dei beni e, più in generale, della stabilità dei suoli.
 - c) nelle sole aree con penalità elevate per eventi valanghivi, gli interventi conformi alla disciplina concernente la difesa dal pericolo di valanghe prevista dalle norme provinciali in materia di piste da sci e relativi impianti nonché quelli aventi funzionalità a carattere stagionale;
 - d) nelle sole aree con penalità elevate per incendi boschivi, gli interventi conformi agli specifici criteri di protezione e prevenzione dal pericolo di incendio boschivo stabiliti con deliberazione della Giunta provinciale;
 - e) gli interventi sotterranei o aerei che non risultino esposti ai pericoli presenti in superficie e che non possano influire negativamente sugli stessi.
4. Gli edifici esistenti alla data di entrata in vigore di questo piano che ricadono in aree con penali-

Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche

tà elevate possono formare oggetto di interventi di ristrutturazione ai sensi della legge urbanistica, senza aumento di volume, a condizione che siano adottati accorgimenti costruttivi o di utilizzazione degli edifici sulla base di una specifica relazione tecnica che dimostri la loro idoneità a ridurre la vulnerabilità delle persone e dei beni, fatto salvo quanto previsto dalle lettere c) e d) del comma 3. Gli stessi edifici possono essere demoliti e ricostruiti, anche su diverso sedime, qualora la relazione tecnica predetta dimostri che l'intervento consente di ridurre significativamente il grado di esposizione al pericolo o di realizzare opere di difesa e prevenzione, previa autorizzazione della Provincia

Articolo 16 PUP - Aree con penalità medie

1. Sono aree con penalità medie quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi mediamente gravosi per combinazione d'intensità e frequenza.
2. Nelle aree con penalità medie è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione o all'eliminazione del pericolo.
3. In deroga al comma 2 e a condizione che un apposito studio di compatibilità allegato al progetto analizzi dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisca gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati:

- a) gli interventi ammessi ai sensi del comma 3 dell'articolo 15;
- b) le opere di infrastrutturazione e le bonifiche agrarie, previa autorizzazione della Provincia;
- c) gli interventi ammessi ai sensi del comma 4 dell'articolo 15, con possibilità di ampliamento, per gli edifici esistenti alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, non superiore al 10 per cento del volume esistente;
- d) gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, diversi da quelli di cui alle lettere a), b) e c) e già previsti dai vigenti piani regolatori generali alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, purché siano realizzate apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o siano adottate, in relazione ai fenomeni attesi, adeguate misure di sicurezza afferenti l'utilizzazione degli immobili; queste opere o misure devono essere realizzate prima dell'inizio dei lavori; se ciò non risulta tecnicamente possibile è ammessa la loro realizzazione prima della fine dei lavori o del collaudo, sulla base di un programma temporale e finanziario da riportare nello studio di compatibilità.

4. Gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia previsti da nuovi strumenti di pianificazione o loro varianti in aree con penalità media sono ammessi solo se questi strumenti di pianificazione prevedono la realizzazione di apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o l'adozione di misure di sicurezza adeguate in relazione ai fenomeni attesi. A tal fine gli strumenti di pianificazione e le loro varianti devono essere supportati dallo studio di compatibilità previsto dal comma 3. Le strutture provinciali competenti, in sede di esame delle previsioni degli strumenti di pianificazione secondo le procedure previste dalla legge urbanistica, si esprimono al riguardo con parere vincolante.

C2) PREMESSA, CONSIDERAZIONI SULLA COMPABILITÀ E CONCLUSIONI

Su incarico del Committente, Sig. Fumanelli Massimo, si è svolto uno studio tecnico di compatibilità, quale parte integrante e sostanziale della pratica di cambio di destinazione d'uso (p.ed. 1152 - da verde storico ad area libera, per permettere la realizzazione di garage/depositi interrati *) che contempla, in maniera pertinente e commisurata all'importanza e alle caratteristiche dell'intervento da effettuare, i seguenti elementi:

- a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.);
- b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente;
- c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;
- d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramassi, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento;
- g) definizione di un cronoprogramma di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza preordinati alla realizzazione delle opere;
- h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO COMUNITA' DELLA VALLAGARINA COMUNE DI AVIO

11ª VARIANTE AL P.R.G. Testo unificato Luglio 2020 Pag.11 di 64

* 5.5 Sabbionara. Su richiesta del privato, l'area attualmente normata come verde storico, è stata modificata in area libera per permettere la realizzazione di garage/depositi interrati.



- a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.)

Nella Carta di Sintesi delle Pericolosità l'area in esame è in ordine caratterizzata da una penosità elevata e media **P4** e **P3**, che è legata (come da cartografia) alla diverse probabilità, con diverse frequenze, di possibili fenomeni torrentizi (debris); infine esiste una penosità **P1**, ma effettivamente di poco conto, rispetto al resto per motivi litogeomorfologici.

Per quanto riguarda l'area della p.ed. in esame ricadente in **P4** e comunque sempre per almeno 4 m dall'argine del locale rio Sabbionara (situazione verificata ovunque, con almeno sempre 4 m di particella edificiale in P4 al netto delle classiche incongruità tra ortofoto, catastale, topografico e vari tematismi provinciali), si concorda nel ribadire il parere provinciale di stralciare tale parte, mentre il tipo di intervento locale interrato ad uso garage/depositi interrati (senza avere delle modifiche delle quote topografiche e dell'area prativa e tergo dell'edificio che sarà ripristinata) e di per se una operazione che riduce la pericolosità dei luoghi, in quanto le auto di proprietà invece di rimanere nel piazzale di casa, avrebbero un riparo decisamente più sicuro con una uscita del garage che coincide con il posizionamento attuale delle auto sotto la tettoia. Con muro di protezione esistente che non sarà modificato.

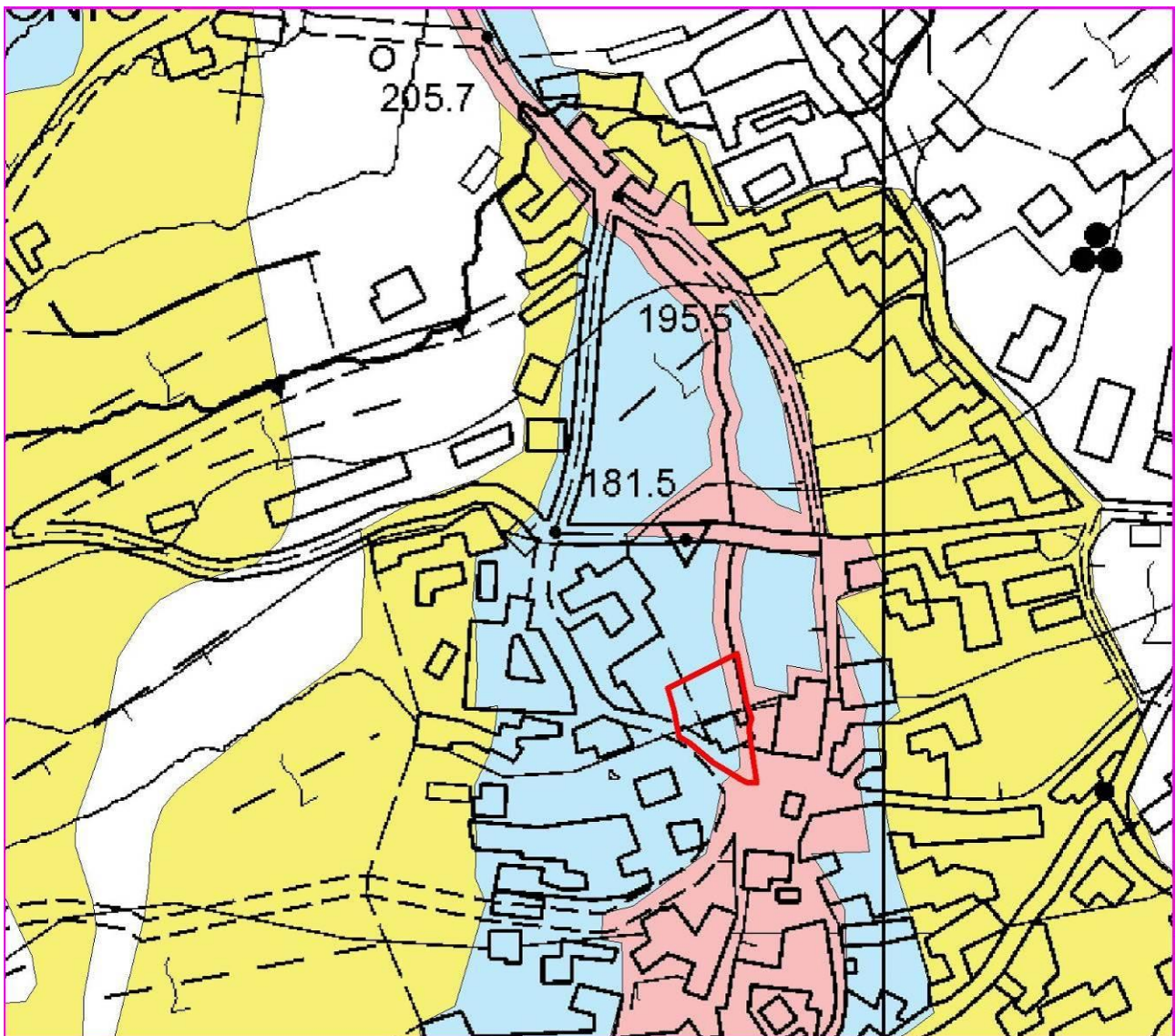
Nel caso di specie è stato riscontrato quanto segue:

n. VAR PRG	PARERE CONFERENZA DI SERVIZI
5.5	Il Servizio Bacini montani esprime parere NEGATIVO in quanto la variante ricade in area a penosità P3 e P4. Il parere può essere, eventualmente rivisto, sulla base di uno studio di compatibilità redatto ai sensi dell'art. 16 delle N.d.A. della CSP per la parte ricadente in P3. Per la parte ricadente in P4 chiede lo STRALCIO .



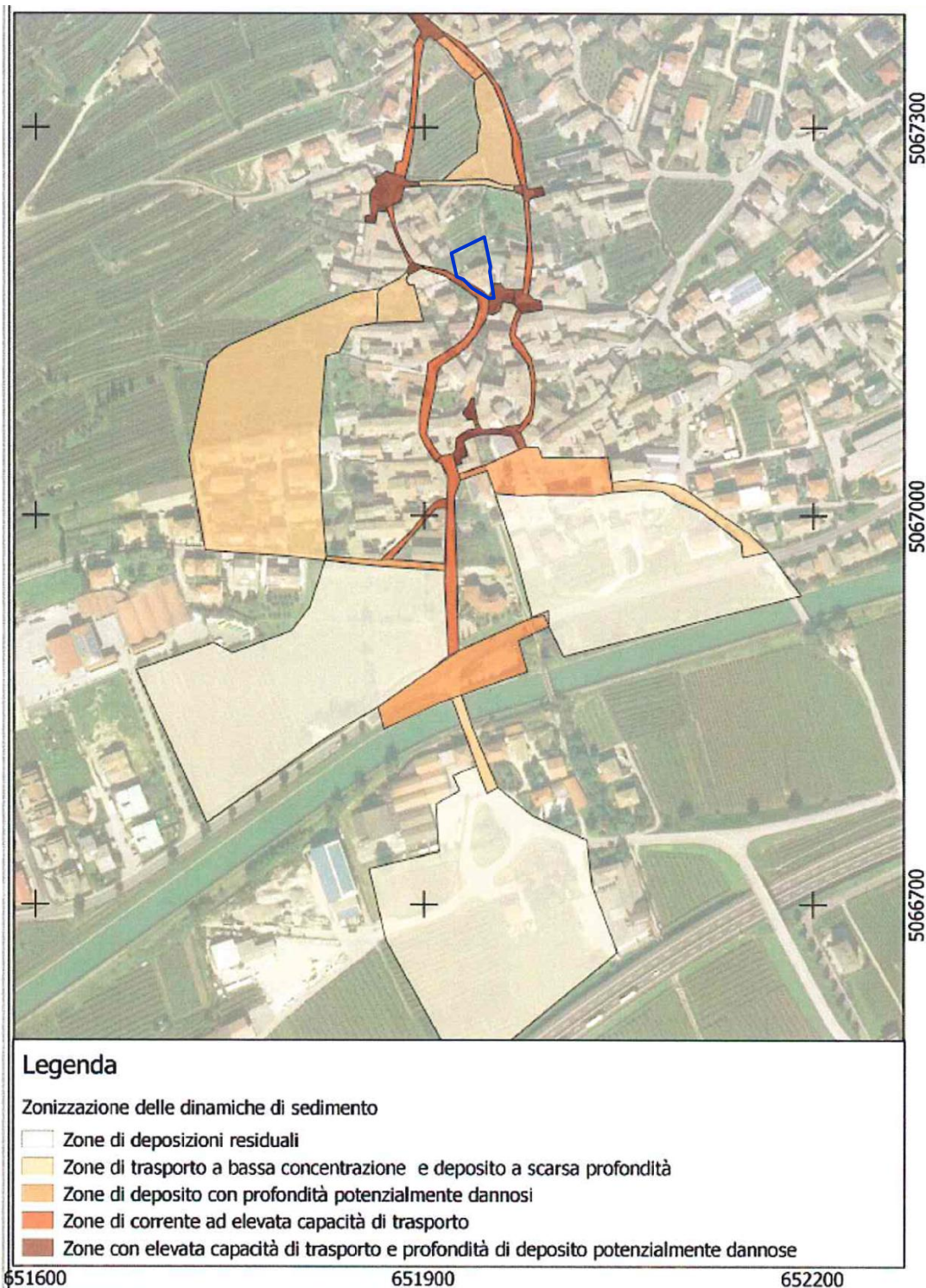
- **b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente**

Il fenomeno prevalente **P4** (rosso) è legato ad una elevata penalità da fenomeni torrentizi come evidenziato nello studio di compatibilità dei bacini montani (gentilmente concesso su richiesta agli stessi, con ampi stralci riportati a fine relazione) e col quale (preso per la sagomatura della carta di sintesi della pericolosità stessa) si concorda, in linea di massima, quasi in toto. Il fenomeno secondari **P3** (blu) è legato ad una serie di vari scenari che però vedono più la possibilità che una esondazione a monte della p.ed. possa interessare maggiormente la via più ad est (via al Foss verso la chiesa di San Carlo) segnata appunto in rosso, e in subordine, via Castelbarco che però in adiacenza della nostra p.ed. ha dei muri marcati e decisamente più alti di quelli sul lato occidentale della strada.



Carta di sintesi della pericolosità da fenomeni torrentizi

Questa situazione è ben visibile anche nello studio dei bacini montani stesso, a pagina 48, dove si vede come le aree di zonazione dei sedimenti solidi siano esterne alla p.ed. in esame, rimarcata in blu



Si ricorda che tutti i livelli informativi che riguardano le Carte della Pericolosità devono essere contestualizzati con la Carta Tecnica Provinciale (CTP - 1:10.000); dettagli maggiori sono utilizzabili in relazione alla natura degli elementi presenti sul territorio.

- c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;

La definizione dell'intensità e della probabilità dell'unica tipologia di fenomeno attesa, con cui analizzare la pericolosità dei luoghi, è data dalla seguente matrice.

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

Fig. 2.1.1: esempio di matrice di interazione per la determinazione della pericolosità.

3. PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICHE

Ad integrazione di quanto definito in via generale nel capitolo precedente, si riportano di seguito gli elementi basilari per la classificazione e la perimetrazione della pericolosità associata ai principali fenomeni, precisando che ciascuna delle strutture provinciali competenti (vedi cap. 5) dovrà al riguardo adottare e mantenere aggiornate specifiche disposizioni operative per gli aspetti di maggior dettaglio.

3.1 Pericolosità alluvionale

Con il concetto di pericolosità alluvionale si vuole comprendere tutti i fenomeni che comportano la fuoriuscita di un fiume, di un torrente o di un lago in piena. A livello generale vengono presi in considerazione tutti i processi alluvionali che possono interessare i corpi idrici superficiali.

Piena liquida (o water flood): in questo caso la componente liquida è prevalente ed il materiale solido coinvolto nel processo non raggiunge percentuali significative (in genere inferiore all'1-2%).

Piena liquida con trasporto solido (o bedload): la miscela solido-liquida non può più essere considerata un 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 (o debris flood): a differenza delle colate, nel caso di fluido iperconcentrato le interazioni granulari sono meno rilevanti, la concentrazione volumetrica è compresa generalmente tra il 15 e il 30% e vi può essere la presenza di materiale vegetale fluitato anche molto eterogeneo.

Colata di fango (o mud flow): si ha sempre una miscela solido-liquida di elevata concentrazione solida volumetrica come per le colate detritiche ma il processo è caratterizzato da un aumento del materiale fine a scapito di quello granulare.

Colata detritica (o debris flow) : movimento di massa rapido costituito da una miscela ad alta concentrazione volumetrica composta da materiale eterogeneo (dalle argille sino ai massi metrici), acqua e materiale vegetale (anche alberi interi). La concentrazione volumetrica è generalmente variabile tra 30 e 70%.

Per la classificazione della pericolosità alluvionale va fatto ricorso all'impiego di matrici di interazione.

A prescindere dalle caratteristiche di intensità e probabilità, tutte le porzioni di territorio ricadenti all'interno delle sponde, comprese le eventuali opere di sistemazione devono essere classificate a pericolosità elevata (H4).

Diversamente si adotta una classe potenziale per rappresentare la pericolosità legata al reticolo idrografico, dove le dimensioni dell'alveo non sono rappresentabili alla scala di riferimento e non esistono approfondimenti specifici. In questi casi la perimetrazione avviene attraverso procedure di prossimità.

Anche per i tratti coperti, vista la difficoltà di valutazione delle caratteristiche idrauliche/strutturali delle opere, deve essere adottata la classe straordinaria di pericolosità potenziale.

In generale, per la pericolosità alluvionale, 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.

Le principali grandezze che rappresentano queste tipologie di pericolosità comprendono:

- altezza dei tiranti liquidi e/o solidi fuori dall'alveo (h)
- velocità dei deflussi liquidi e solidi fuori dall'alveo (v)
- effetto combinato di velocità del flusso (v) e tirante idrico, definito come prodotto tra le due grandezze (vh)
- spessore del deposito fuori dell'alveo (M)
- profondità dell'erosione fuori alveo (d)

L'intensità è definita in base alla combinazione di tali grandezze nel punto analizzato, secondo quanto descritto nelle tabelle di seguito riportate.

intensità	profondità della corrente - h (m)		prodotto tra la profondità e la velocità della corrente - vh (m^2/s)
Elevata	$h > 2$	oppure	$vh > 2$
Media	$0,5 < h < 2$	oppure	$0,5 < vh < 2$
Bassa	$h < 0,5$	oppure	$vh < 0,5$

Tab. 3.1.1: Intensità dell'evento per inondazione da piena.

intensità	profondità della corrente o del flusso detritico - 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	$M \leq 0,5$

Tab. 3.1.2: Intensità dell'evento per colate.

intensità	profondità dell'erosione - d (m)
Elevata	$d > 2$
Media	$0,5 < d < 2$
Bassa	$d < 0,5$

Tab. 3.1.3: Intensità dell'erosione fuori alveo.

Va comunque precisato che la valutazione della pericolosità deve considerare diversi scenari evolutivi del fenomeno condizionati dalla presenza delle opere (efficacia/efficienza) o delle infrastrutture (interferenza). Per la rappresentazione della pericolosità di tali scenari e per tenere conto dell'indeterminatezza/limiti delle metodologie analitiche applicate, si fa riferimento anche all'utilizzo delle classi di pericolosità residua.

Considerando che la transizione tra le diverse tipologie di esondazione è graduale, di seguito la pericolosità alluvionale è schematizzata facendo riferimento alla tipologia di corpo idrico superficiale interessato identificando le principali grandezze indicatrici di riferimento.

3.1.2 Torrentizia

Eventi di interesse

Eventi alluvionali delle aste torrentizie anche accompagnati da trasporto solido e di materiale vegetale più o meno intenso.

Principali grandezze indicatrici

Le grandezze di riferimento per definire l'intensità degli eventi variano a seconda del tipo di fenomeno torrentizio esaminato, quelle maggiormente rilevanti sono:

- altezza dei tiranti liquidi e/o solidi fuori dall'alveo (h)
- velocità dei deflussi liquidi e solidi fuori dall'alveo (v)
- effetto combinato di velocità del flusso (v) e tirante idrico, definito come prodotto tra le due grandezze ($ft = vh$)
- spessore del deposito fuori dell'alveo (M)
- profondità dell'erosione fuori alveo (d)

Lo studio di compatibilità dei bacini montani realizzato nel 2017 sul rio Sabbionara risponde a pieno a questo punto (la carta di sintesi della pericolosità torrentizia infatti ne ricalca a pieno le conclusioni) e ad esso si fa riferimento.

In allegato a fine studio di compatibilità si riporta un ampio stralcio della relazione, che si fa propria, per le osservazioni in merito.

Carta di Sintesi della pericolosità da fenomeni litogeomorfologici

Infine l'area è lambita anche da una bassa pericolosità litologica che non crea alcun tipo di problematiche.

- d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i

Lo studio di un singolo privato può ipotizzare i massimi effetti prevedibili all'interno della sua proprietà, e cercare di porre un miglioramento o un rallentamento dei fenomeni stessi; in questo caso la tipologia dell'intervento per cui si richiede la variante di uso del suolo nel PRG è di per se migliorativa e mitigativa rispetto alle attuali condizioni e preserva i beni di proprietà (automobili e deposito di altri oggetti) senza al contempo modificare gli eventuali flussi e depositi al contorno della particella stessa e anche sulla medesima nel malaugurato caso che il trasporto liquido e solido non segua le canoniche traiettorie riportate nello studio dei bacini montani; il che di per se è davvero una mitigazione della pericolosità all'interno del garage tra il basso (**P2**) e addirittura il trascurabile (**P1**).

- e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i

Gli interventi, che riguardano il cambio di destinazione d'uso, sono estremamente semplici e sulla proprietà non comportano modifiche sostanziali, in pratica con questo intervento, che non comporta alcun incremento del carico insediativo, si aumenta la sicurezza dei beni di proprietà lasciati attualmente a giorno o sotto una debole tettoia. Il che non comporta alcuna modifica nell'intercettare i flussi lungo via Castelbarco anche durante gli eventi più rari e remoti nel tempo ma più distruttivi (con tempo di ritorno di 200 anni).

- f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramassi, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento

L'intervento completamente interrato (senza contropendenze che possano portare nel garage ingenti flussi liquidi o solidi, è di per se un'opera di protezione e di messa in sicurezza di beni (in particolare le automobili di proprietà.)

- g) definizione di un cronoprogramma di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza preordinati alla realizzazione delle opere

Non esiste la necessità di redigere un crono programma in quanto non ci sono interventi preordinati alla realizzazione delle opere.

- h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

L'intervento di per se è compatibile in quanto non si va ad interessare aree ad elevata pericolosità (si concorda con lo stralcio delle porzioni P4 del punto 5.5. della 11ª VARIANTE AL P.R.G.).

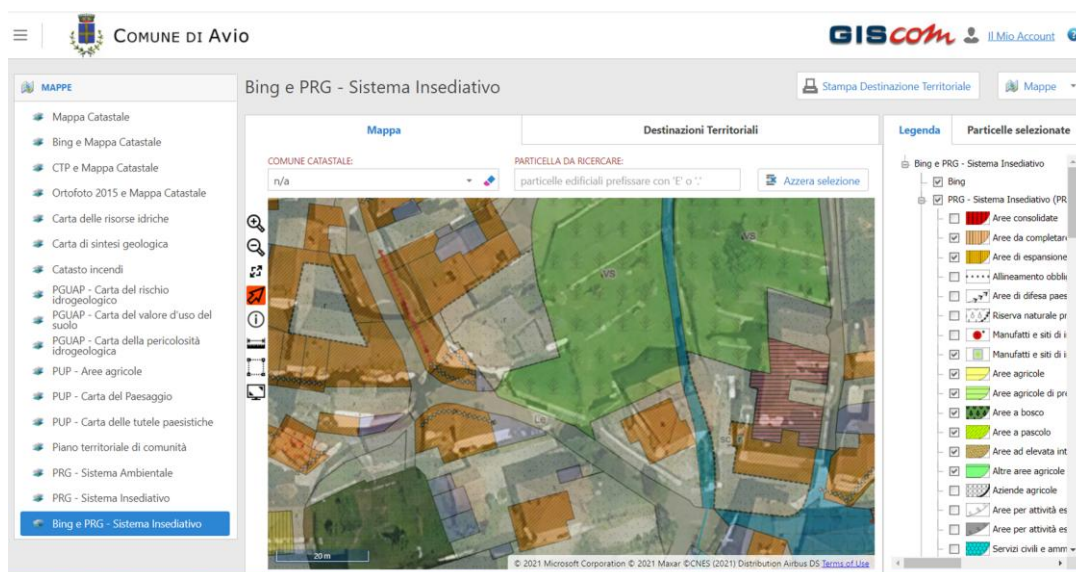
Sotto queste considerazioni è garantita la compatibilità degli interventi previsti col livello di pericolosità ascrivito alle particelle in esame.

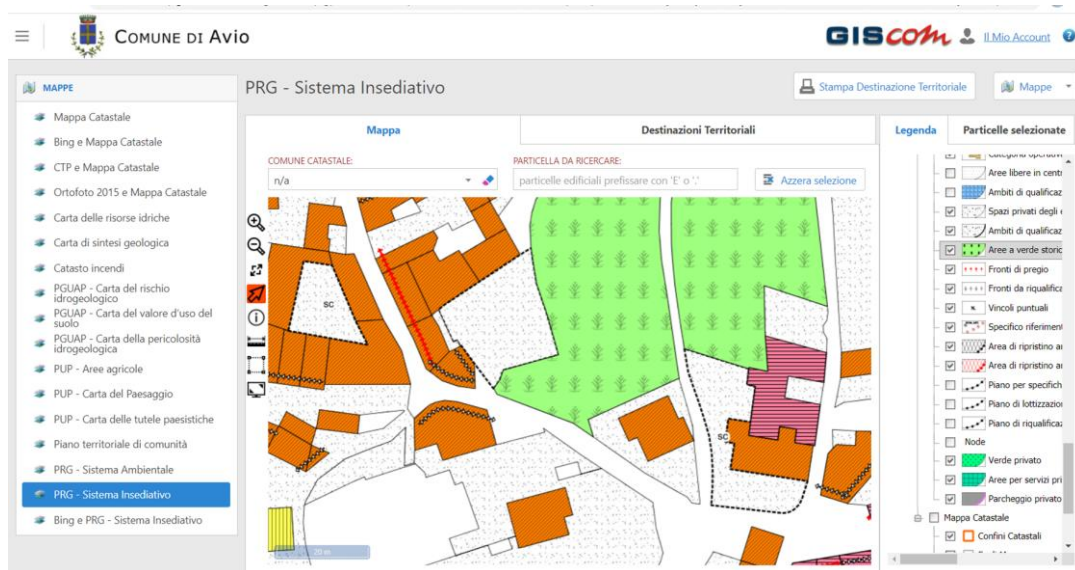
In questo contesto, come ricorda anche lo studio di compatibilità dei bacini montani del 2017, la mitigazione della pericolosità idraulica, oltre ad una serie di interventi integrati tra loro (non certo di competenza e nelle possibilità di un privato) va ricercata anche sulla vulnerabilità dei beni esposti, e questo, con il cambio di destinazione d'uso, sarà possibile.

Trento, giugno 2021

IL RELATORE:

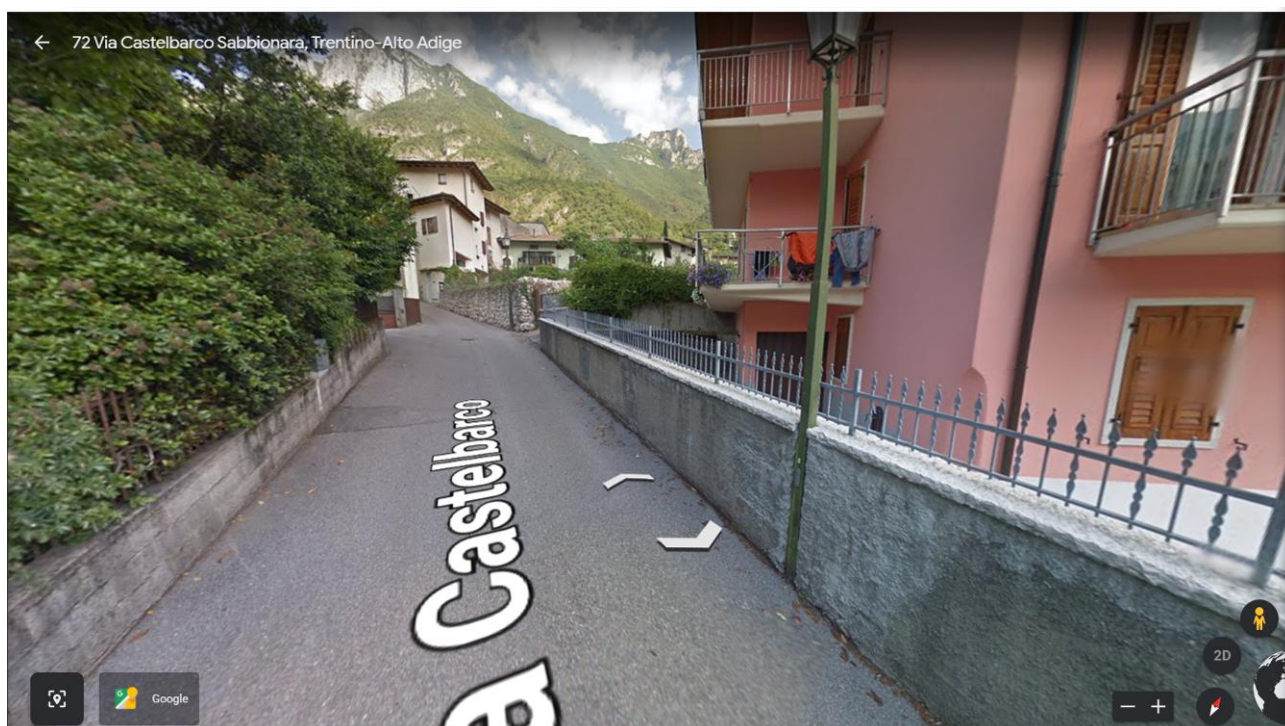
Studio Compatibilità 30/21
Avio73a.doc













SERVIZIO BACINI MONTANI

Analisi pericolosità da fenomeni alluvionali

Rio di Val di Castel / Rio Val di Gaola



Trento,
C.C.

REDATTO DA:	IL DIRETTORE DELL'UFFICIO:
-	--



PREMESSA e ANALISI DI CONTESTO

Le analisi riguardo ai rii in esame sono realizzati nel contesto dell'aggiornamento della Carta del Pericolo idrogeologico della Provincia di Trento. La mappatura del pericolo del conoide del rio di Val di Castel si pone l'obiettivo di analizzare le aree ad ora categorizzate come Pericolo Potenziale del suddetto conoide in osservanza

1.1 Inquadramento ed analisi morfometrica

Il bacino analizzato è il rio di Val di Castel chiuso all'apice del conoide dell'omonima frazione a quota 217 m.s.m. nel comune di Avio. Il bacino idrografico del Rio di Val di Castel comprende la Val di Gaola, la Val del Castel e la Val della Fontana ed è chiuso a monte da alcune cime minori del complesso del Baldo (Corno della Paura, Vignoletto e Colme di Vignola).

Morfologicamente e storicamente le valli più attive e sulle quali si concentreranno le analisi sono la val di Castel con il rio di Val di Castel e la val di Gaola con l'omonimo rio.

Il conoide è stato perimetrato a livello morfologico e si estende dalla sezione di chiusura fino al canale Biffis. Oltre il canale Biffis il rio di Val di Castel attraversa la piana dell'Adige su di un tratto di circa 500 m in canalizzazione artificiale fino ad arrivare all'Adige stesso.

	Rio di Val di Castel	Rio di Val di Castel (sottobacino)	Rio Val di Gaola (sottobacino)	
Superficie planimetrica	4.13	1.92	1.80	km ²
Perimetro	9.93	6.73	7.01	km
Quota massima	1585	1517	1585	m s.m.
Quota minima	217	339	341	m s.m.
Quota media	974	957	1087	m s.m.
Quota sezione chiusura	217	339	341	m s.m.
Rilievo del bacino	1368	1178	1244	m
Pendenza media bacino	0.82	0.85	0.82	m/m
Codice collettore principale	A0A6010000	A0A6010000	A0A6010000	
Lunghezza collettore principale	2867	2250	2202	m
Pendenza media collettore principale	0.38	0.43	0.54	m/m
Lunghezza reticolo	18600	9592	6746	m
Numero di Melton	0.67	0.85	0.93	
Densità di drenaggio	4.50	5.00	3.75	Km/km ²
Coefficiente di forma di Gravelius	1.37	1.36	1.46	
Pendenza conoide	0.16	/	/	m/m
Estensione conoide	0.28	/	/	km ²
Lunghezza reticolo su conoide	650	/	/	m

Tab. 1: Caratteristiche morfometriche dei bacini analizzati



Il bacino del rio di Val di Castel si estende su poco più di 4 km² (Fig. 4), mostrando pendenze elevate in particolare nella parte alta del bacino ed una pendenza media di circa 0.8 m/m. La forma del bacino è equilibrata, e la densità di drenaggio è comparabile con i bacini a geologia simile. La curva ipsometrica (Fig. 1) mostra un bacino molto vicino alla bisettrice indicando una condizione evolutiva intermedia, ed il profilo del collettore conferma la stessa condizione evidenziando tuttavia delle discontinuità morfologiche a circa 600, 450 e 250 metri di quota.

Il numero di Melton è superiore a 0.5, indicando un potenziale bacino soggetto a colate detritiche, tuttavia analizzando il tratto dalla confluenza tra rio di Val di Castel e rio Val di Gaola (Fig. 2 e 3) si riscontra una pendenza media di 0.20 m/m, che considerando le discontinuità (opere e/o soglie morfologiche) si abbassa a 0.16 m/m. I 150 metri a monte del conoide mostrano una pendenza di 0.14 m/m.

I due sottobacini principali invece mostrano una morfologia del tutto compatibile con fenomeni gravitativi di vario tipo, mantenendo pendenze elevate lungo tutto il collettore e su tutto il bacino, con forme equilibrate ma numeri di Melton elevati, in particolare per il rio val di Gaola.

Il conoide ha un'estensione ridotta rispetto al bacino (7 %) ed è caratterizzato da pendenze intermedie, con una genesi plausibilmente associabile a fenomeni di trasporto intenso.

Curva ipsometrica adimensionale

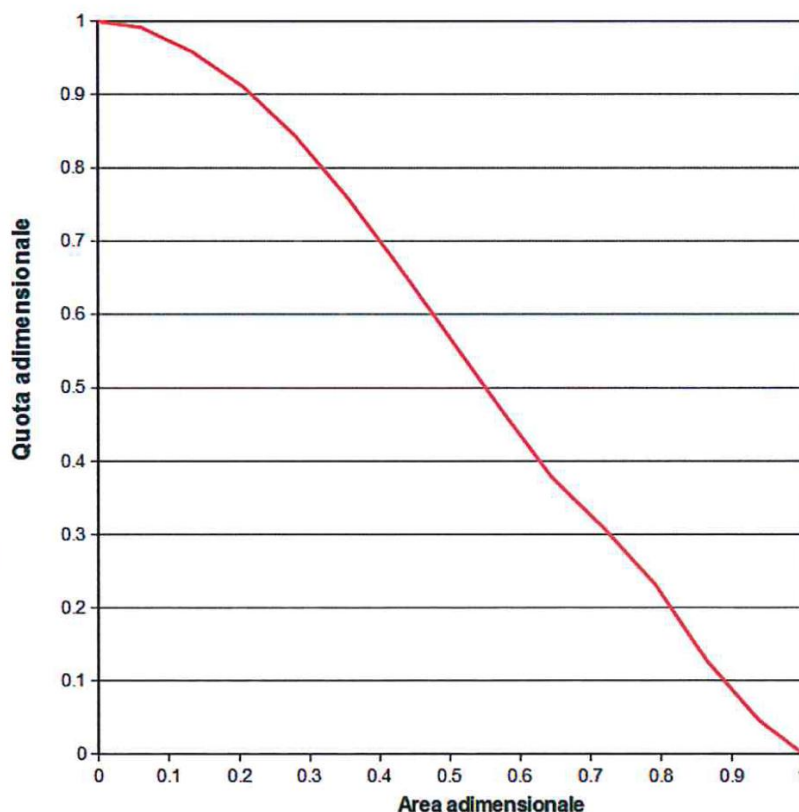


Illustrazione 1: Curva ipsometrica del bacino del rio di Val di Castel;

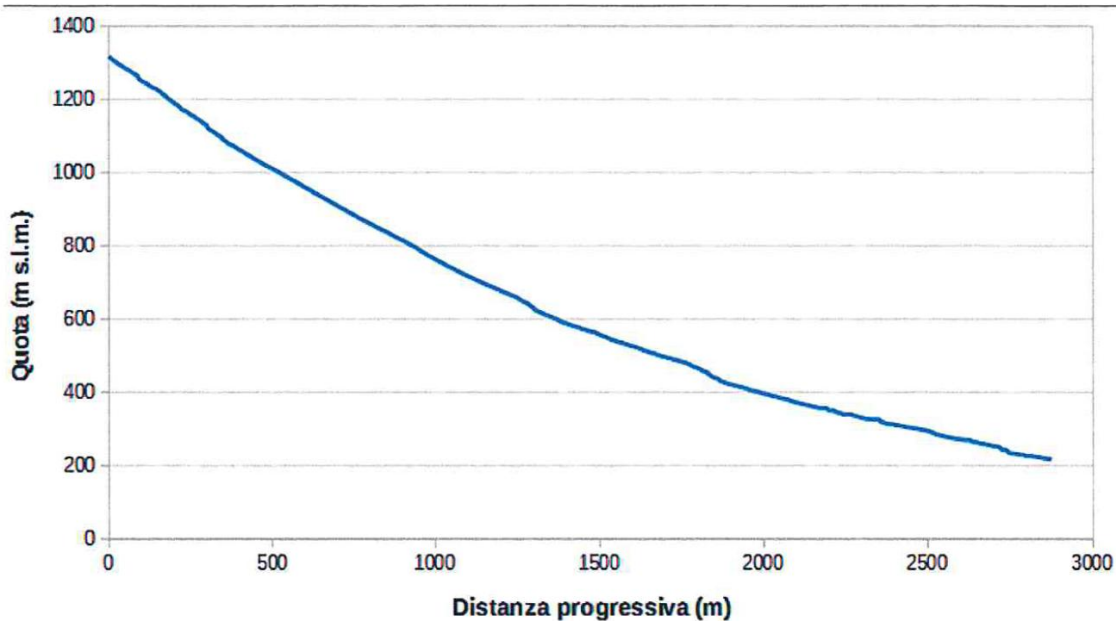


Illustrazione 2: Profilo del del collettore principale del rio di Val di Castel;

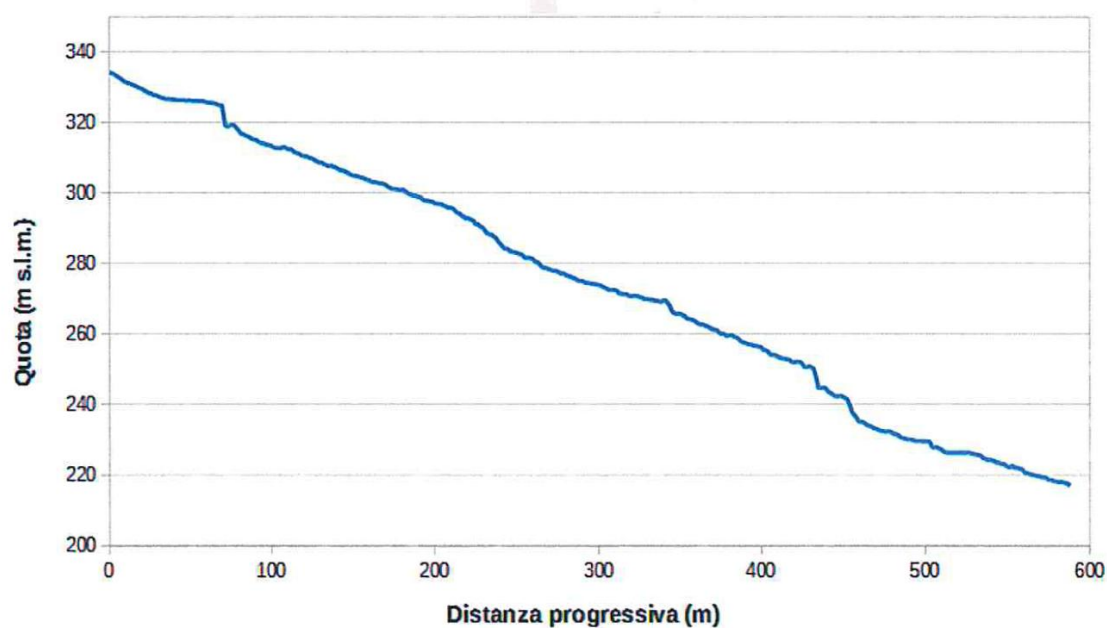


Illustrazione 3: Profilo del del collettore principale del rio di Val di Castel dalla confluenza tra Val Gaola e rio di Val di Castel e l'apice del conoide.

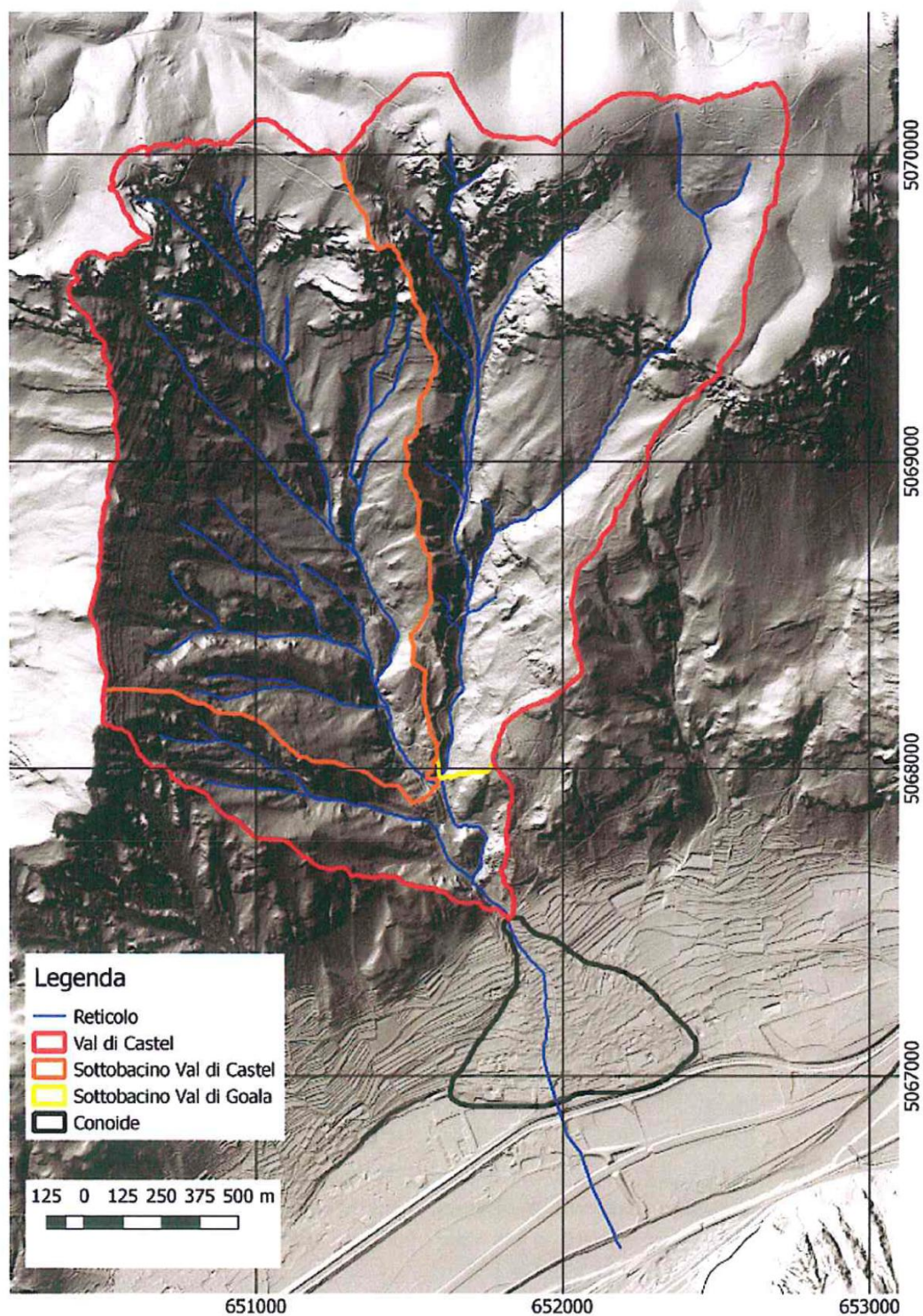


Illustrazione 4: Mappatura dell'estensione del bacino e del conoide del rio di Val di Castel



1.2 Eventi storici e perimetrazione esistente

L'analisi degli eventi storici presenti negli archivi evidenzia un evento nel maggio del 1920 descritto nei progetti di sistemazione di fine anni '20, inizio anni '30. Tale evento pare essere conseguente ad una forte grandinata e ad un forte temporale avvenuto il 30 maggio del 1920, a cui è seguito un evento, probabilmente di trasporto o iperconcentrato, che ha ingrossato i rii Val di Gaola e di Val di Castel trasportando a valle un "enorme alluvione" che ostruendo il normale corso del torrente ne provoca il riversamento entro l'abitato di quella frazione apportando tutto il materiale trasportato e con "rilevantissimi danni."

Nel catasto eventi è presente un evento datato 18 maggio 1926, desunto da un articolo di giornale, che riporta che il torrente "che scende a Sabbionara ha asportato a valle una quantità di ghiaia seppellendo enormi depositi di legna da fuoco". Di tale evento non si ha riscontro nei progetti di sistemazione appena successivi, e potrebbe essere erroneamente datato e coincidere con l'evento del 20 maggio del 1920.

I toponimi val di Gaola e Sabbionara di per sé possono d'altro canto far ipotizzare un collegamento con il trasporto di sedimento, solamente la contrada Maroco, in sinistra idrografica e posta sotto il castello di Barco, fa pensare a possibili fenomeni di crollo dai pendii sovrastanti ma in aree non influenti con il rio Sabbionara.

Identificativo evento/fonte	Tipo di Piena	Data Evento	Descrizione	Danni
Archivio progetti storici 29_106	Trasporto-iperconcentrata	? 1920/05/30	Val di Gaola e il rivo Sabbionara si ingrossarono d'un tratto trasportando a valle un enorme alluvione che ostruendo il normale suo corso e svasando si riversò entro l'abitato di quella frazione apportando tutto rovina con rilevantissimi danni.	Tratto di strada distrutto
A0A6A1_2	Trasporto-iperconcentrata	? 1926/05/18	il torrente che scende da Sabbionara ha asportato a valle una quantità di ghiaia seppellendo enormi depositi di legna	

Tab. 2: Eventi storici dal catasto opere SBM e da cronaca

La cartografia esistente identifica una carenza di indagine approfondita dal punto di vista idraulico ed alcune criticità dal punto di vista geologico (**1_2 – Situazione pianificatoria esistente**). In particolare:

- Solamente il collettore principale del rio di Val di Castel è iscritto all'elenco delle acque pubbliche con il codice 1561.
- Particelle catastali demaniali sono presenti solo sul conoide e strettamente lungo il reticolo con le codifiche 012/_3972, 012/_3973/1, 012/_3973/2, 012/_3973/3.
- La Carta del Pericolo (bozza giugno 2016) mappa con una pericolosità potenziale tutto il conoide ed il reticolo in esame.
- La Carta di Sintesi Geologica evidenzia con un'area ad elevata pericolosità idrogeologica il reticolo del rio di Val di Castel fino alla confluenza con la val di Gaola, tutto il reticolo del



rio val di Gaola e le pareti rocciose che chiudono in alto il bacino. La restante parte del bacino è classificata con penalità gravi o medie ed il conoide con penalità leggere.

- Il PGUAP non segnala alcuna pericolosità di esondazione per i torrenti in esame. Nella pericolosità geologica individua le pareti rocciose, il reticolo della val di Gaola ed il reticolo a valle della confluenza Castel-Gaola con pericolosità elevata e la restante parte del bacino con pericolosità bassa. Il conoide non è classificato con pericolosità. Il rischio derivante dal PGUAP risulta quindi moderato lungo il corso del rio Gaola e sulle pareti sommitali e molto elevato lungo l'alveo su conoide.



Scenari di evento per la modellazione bidimensionale

In seguito alla modellazione monodimensionale sono stati individuati 4 scenari di pericolosità da investigare per la determinazione della mappatura della pericolosità sul conoide anche sulla base delle considerazioni effettuate nel capitolo 1.8 sull'analisi del tipo di fenomeno atteso. Per ottimizzare le successive analisi, vista l'importante infrastrutturazione del conoide ed i pesanti condizionamenti sulle direzioni di deflusso di elementi topografici non rilevabili da remoto (muri di cinta, strade coperte dalle falde dei tetti, volti) è stato realizzato un sopralluogo un cui sono state individuate e mappate le direzioni di deflusso percorribili e non percorribili dalla corrente. Tale sopralluogo ha portato alla definizione di una topografia modificata con l'inserimento dei condizionamenti di cui sopra e con la determinazione in campo di alcune aree di attenzione (Fig. 24). La valutazione dell'intensità dei fenomeni ai fini della mappatura della pericolosità è poi demandata alla modellazione bidimensionale. In particolare sono stati identificati i seguenti scenari, riassunti in tabella 16 e di seguito descritti.

- Scenario 1: Criticità sugli attraversamenti del tratto alto. Gli attraversamenti si considerano verificati con la portata liquida Tr30, mentre si considerano non in grado di sostenere il trasporto solido e gli eventi con tempo di ritorno maggiore. Il sopralluogo ha mostrato come nel caso di ostruzione di uno qualsiasi dei tre attraversamenti la corrente andrebbe ad occupare la parte di via Foss che sale verso il castello, arrivando allo slargo in accorrenza dei civici da 18 a 22 e da qui suddividendosi in parte minima sul ramo sud di via Foss e direttamente al parcheggio e alle campagne sottostanti, ed in larga parte nel passaggio pedonale confinato da due muri di cinta che porta verso San Bernardo lungo la massima pendenza del conoide. Sul lato sud del conoide la corrente può scendere continuando lungo via Castelbarco fino alla strada provinciale destra Adige con alcune possibilità di divagare tra varie vie in direzione sud. Tutta la zona tra Via Massa e la strada Provinciale va a formare un catino naturale che in caso di evento andrebbe probabilmente a raccogliere molte delle acque provenienti da questa direttrice. Una parte della corrente potrebbe attraversare il ponte sul canale Biffis e interessare la zona di Vo destro tramite via al Ponte. Sul lato nord invece la corrente percorrerebbe il tracciato pedonale fino ad imboccare via Sant'Antonio con poche possibilità di altre divagazioni, andando a colpire direttamente piazza Conciliazione. Da qui ogni percorso tra il canale del rio e Via Teatro è plausibile fino alla strada provinciale ed al canale Biffis. Da notare che la via di deflusso centrale lungo il parcheggio e le campagne in sinistra o l'ostruzione del ponte ad arco storico su via Sant'Antonio riporterebbe poi le acque nuovamente sulle direzioni di quest'ultima ipotesi.

- Scenario 2: Criticità sulla copertura del tratto intermedio. Anche in questo caso si considera verificata la copertura con portata liquida Tr30, mentre non si considera verificata per gli eventi con trasporto solido e tempo di ritorno maggiore. In questo caso con ogni probabilità la corrente si indirizzerebbe interamente su via CastelBarco andando poi a colpire in modo pesante la zona depressa tra la provinciale e via Massa e probabilmente a passare il canale Biffis verso Vo destro.

- Scenario 3: Insufficienza idraulica delle coperture del tratto basso. La tombinatura è pesantemente insufficiente con tutti i tempi di ritorno. Sul tempo di ritorno 30 anni si considera l'esondazione di acqua chiara per la parte dell'idrogramma eccedente alla portata transitabile (Q_{picco} 1.6 m³/s, Fig. 26), mentre per i tempi di ritorno maggiori, contraddistinti da trasporto solido, si considera la tombinatura ostruita. La corrente percorre passa quindi dal portico a volto e si divide andando o verso via Castelbarco o verso piazza Conciliazione, andando come sopra ad interessare poi tutta la zona del conoide nord del canale Biffis e plausibilmente Vo Destro.

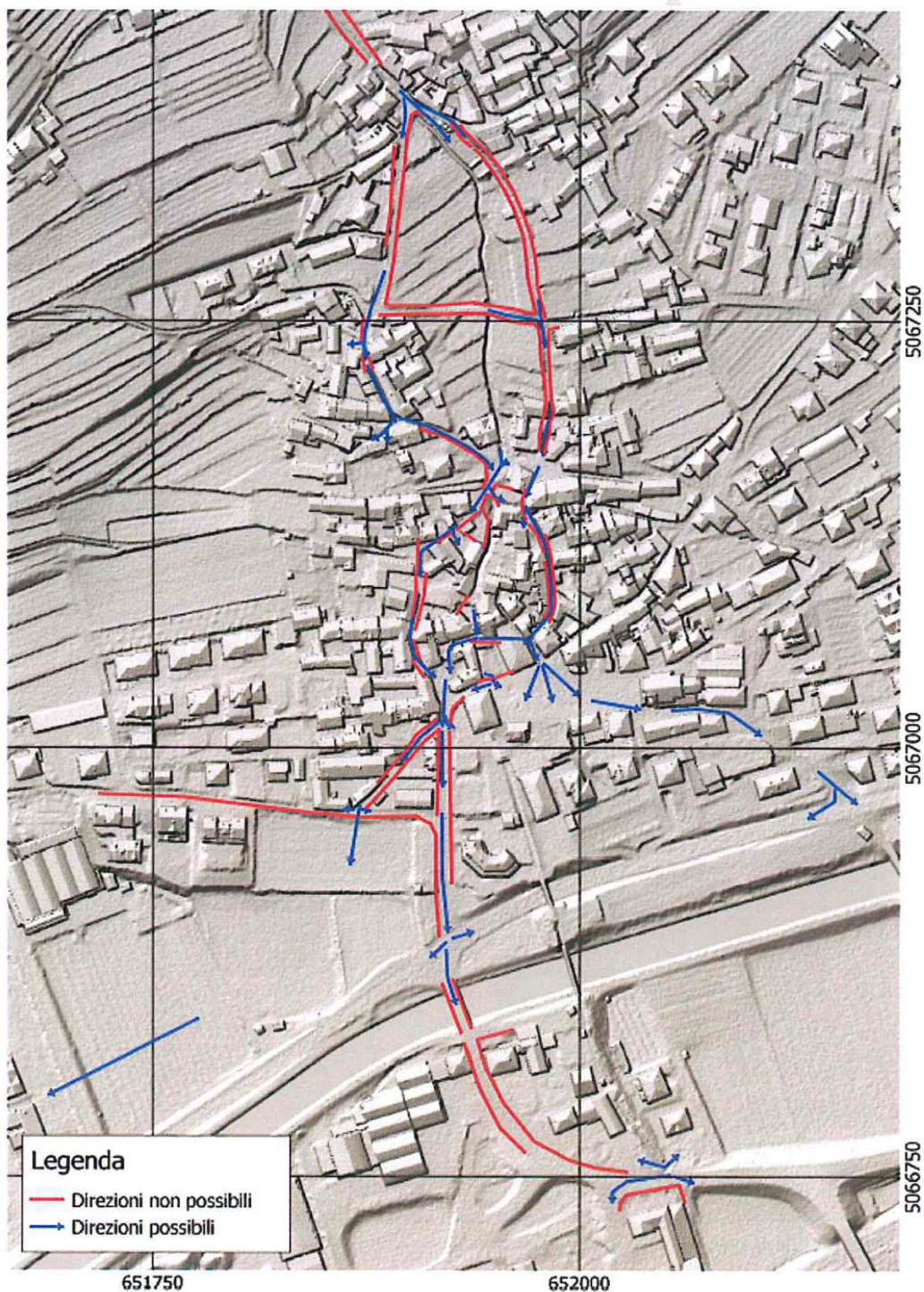


Illustrazione 25: Restituzione grafica dei risultati del sopralluogo per determinare le direzioni di deflusso ammesse e non ammesse a causa degli elementi topografici non rilevabili da remoto.



- Scenario 4: Insufficienza idraulica dell'attraversamento del tratto di piana dell'Adige. Causata dall'abbassamento dell'attraversamento dopo la costruzione di Via del Ponte, è fortemente condizionato dalle problematiche difficilmente sanabili a monte. Inoltre data la pendenza e la situazione la problematica che si verrebbe a creare a causa di questa criticità è dovuta al riempimento delle campagne circostanti comprese tra i terrapieni dell'Autostrada e del canale Biffis, con un fenomeno lento di innalzamento di tiranti con acqua pressoché ferma. Per tali motivi pare opportuno trattare questa criticità come un rischio residuo andando ad individuare le zone ed i tiranti di accumulo tramite la tracimazione dell'attraversamento e la propagazione di una piena con tempo di ritorno 200 anni (Fig. 26).

Tab. 16: Schematizzazione degli scenari verificati con la modellazione bidimensionale

	Tr 30	Tr 100	Tr 200
Scenario 1	/	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 2	/	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 3	Acqua chiara, sforamento	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 4 (residuo)	/	/	Acqua chiara tracimazione da attraversamento

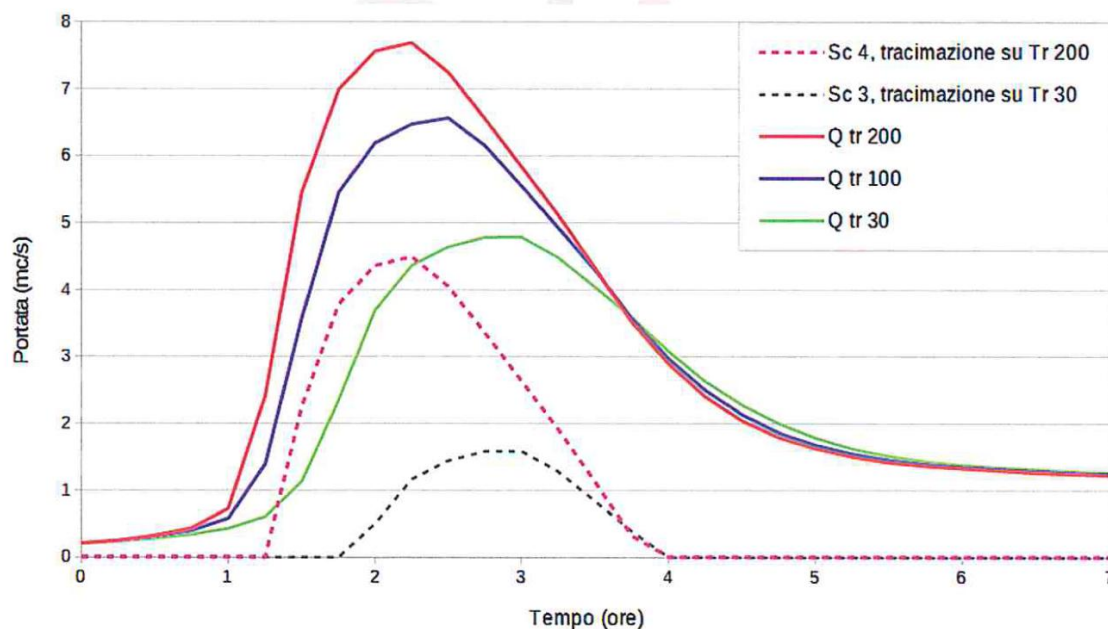


Illustrazione 26: Idrogrammi di progetto utilizzati per le simulazioni bidimensionali. In linea tratteggiate gli idrogrammi di tracimazione per gli scenari 3 (rispetto al Tr 30, in grigio) e 4 (rispetto al Tr 200, in viola).



Risultati della modellazione bidimensionale

La simulazione bidimensionale ripercorre le dinamiche evidenziate in fig. 25, andando a definire in modo più dettagliato le grandezze per eventi di acqua chiara (tavole da 6.2 a 6.10). Dall'andamento dei tiranti e delle velocità è possibile individuare le aree più critiche per la deposizione del sedimento, difficilmente riproducibile dai modelli in queste condizioni di alto dettaglio topografico al di fuori del canale (Fig. 26).

- Scenario 1: Criticità sugli attraversamenti del tratto alto. L'attraversamento e la copertura in contrada San Carlo sono considerate ostruite per scenario, ma deposizioni importanti sono ipotizzabili anche nell'allargamento di via Foss nei punti in cui il tirante a causa dell'allargamento e della topografia vanno a diminuire. Le velocità rimangono comunque sostenute lungo le vie principali di scorrimento, mentre depositi importanti sono prevedibili nel parcheggio e nelle campagne sottostanti, in cui le velocità ed i tiranti diminuiscono in modo consistente. Quantità importanti di sedimento possono comunque scendere da via Foss sia in destra che in sinistra idrografica, con depositi localizzati in corrispondenza dei giardini privati ed in corrispondenza degli allargamenti in corrispondenza degli incroci. In particolare in destra l'allargamento in corrispondenza dell'incrocio tra via Foss, Via Sant'Antonio e via Castelbarco ed i cortili limitrofi con ingressi sfavorevoli possono causare deposizioni notevoli. Ad elevata pericolosità sia per tirante e velocità che per l'effetto del sedimento è il civico di fronte al 52 di via CastelBarco, con l'ingresso posizionato in modo frontale alla corrente in un punto di diversione e allargamento. Parte del sedimento da qui può arrivare fino alla piazza su via Sant'Antonio e nei prati e verso le abitazioni a destra della stessa via e da qui una parte residua può continuare nei percorsi a maggior dinamicità in via CastelBarco fino alla Strada Provinciale Destra Adige con intensità e quantità minori. In sinistra la corrente mantiene tiranti e velocità importanti portando facendo localizzare i punti di deposizione plausibile di sedimento da monte a valle nei due allargamenti di via Sant'Antonio, nei cortili privati con ingressi svantaggiati ed in piazza Conciliazione. A valle di queste aree il trasporto di sedimento dovrebbe avvenire con cinetica e concentrazioni tali da non aumentare la pericolosità rispetto all'acqua chiara. Tiranti sono poi previsti oltre il ponte sul canale Biffis in Vò destro verso le campagne ed i fabbricati a sud, mentre un punto di attenzione durante l'evento deve essere posto alla zona non edificata e topograficamente svantaggiata tra la caserma dei vigili del fuoco e la strada provinciale Destra Adige. Il riempimento di questa vasca potrebbe portare a tracimazione e all'interessamento delle nuove edificazioni poste più a sud e confinate da una strada in terrapieno. I tempi per questa evenienza sono tuttavia di diverse ore e vi è quindi la possibilità di intervenire durante l'emergenza.

- Scenario 2: Criticità sulla copertura del tratto intermedio. Nello scenario 2 la copertura è considerata ostruita per definizione, e la piazza sopra all'attraversamento stessa risulta naturalmente il principale punto di deposizione del sedimento. Da qui la corrente con anche concentrazioni importanti può interessare tutta via CastelBarco e raggiungere via Massa e l'incrocio con la strada provinciale Destra Adige ed il canale Biffis, che vanno ad intercettare e far depositare anche importanti quantità di sedimento. La divagazione verso piazza conciliazione è probabilmente da attribuirsi solo a limitati tiranti di acqua chiara. Anche e ancora di più in questo scenario l'evoluzione dei tiranti nelle campagne a fronte della caserma dei vigili del fuoco va monitorata in modo di mettere in atto eventuali misure di protezione civile a protezione delle abitazioni più a sud.

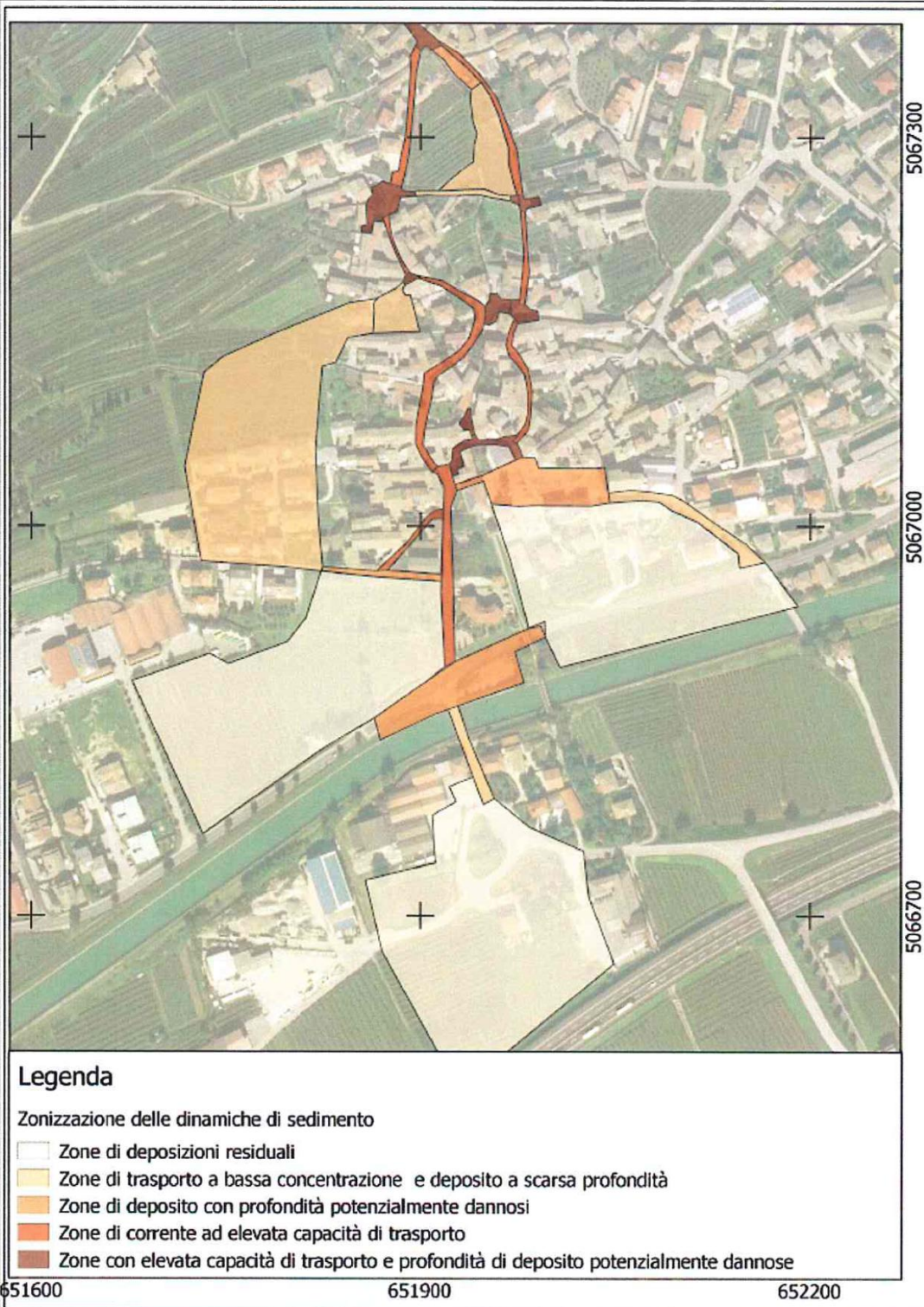


Illustrazione 27: Zonizzazione delle dinamiche di sedimento sulla base dei risultati delle modellazioni bidimensionali



- Scenario 3: Insufficienza idraulica delle coperture del tratto basso. L'ostruzione della tombinatura nel centro di San Bernardo porterebbe a tiranti e velocità importanti sia nel cortile interno che nel portico che nei vicoli che collegano il portico a via CastelBarco in destra e a piazza Conciliazione in sinistra. La topografia, le ringhiere ed i percorsi tortuosi causerebbero in queste aree depositi di sedimento con profondità anche metriche con conseguenze non prevedibili sulle strutture e sulle abitazioni circostanti. Da qui la corrente ed il sedimento si direzionerebbe in destra verso la strada provinciale ed il canale Biffis andando lì a depositare importanti quantità di sedimento, ed in sinistra a diffondersi su piazza conciliazione per arrivare da più direzioni e con tiranti generalmente bassi ma probabilmente localmente importanti per autoconfinamento fino alla strada provinciale Destra Adige e da qui nuovamente al canale Biffis. Via Massa sarebbe anch'essa interessata da alluvionamento da sedimento, mentre a valle e le aree agricole a sud subirebbero probabilmente solamente alluvionamenti da acqua chiara con bassi tiranti e velocità. Pare rilevante evidenziare che un evento con tempo di ritorno 30 anni, finanche solo in acqua chiara, porterebbe a tiranti e velocità rilevanti nel cortile interno e nel portico, che risultano tra i punti più critici, per poi andare ad interessare con tiranti modesti ma velocità localmente rilevante le medesime aree descritte sopra.

- Scenario 4: Insufficienza idraulica dell'attraversamento del tratto di piana dell'Adige. Lo scenario di tracimazione al ponte stradale di Vò destro vede velocità elevate solo nelle immediate vicinanze del ponte stesso e sulle rampe che portano dal rilevato stradale alle campagne poste a quota minore. Come indicato nel rilievo la corrente assume tre direttrici, ciascuna verso un punto diverso di accumulo e dove la velocità diventa sostanzialmente nulla e la pericolosità è data dalla profondità che il tirante via via assume. Le due "vasche" ad est, ben definite da elementi topografici, assumono profondità tra 1.5 e 1.9 m, mentre la piana dell'Adige verso la località Russie, grazie all'estensione, ha tipicamente valori di tirante al di sotto dei 25 cm ad eccezione di qualche contesto topograficamente svantaggiato in cui la profondità delle acque arriva a 0.6 m. I tempi per il raggiungimento di tali tiranti sono tuttavia dilatati all'ordine delle ore.



7 Proposta di Carta del Pericolo

La mappatura del pericolo è stata realizzata sulla base delle simulazioni, mantenendo per ogni cella il risultato più critico, seguendo le prescrizioni della delibera della Giunta Provinciale n° 1708 del 6/10/2014 "Disposizioni tecniche e organizzative per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità" di cui all'art. 10, comma 5, l.p. 1 luglio 2011, n. 9.

Vista la tipologia di analisi effettuata si ritiene di interpretare il quadrante 6 della matrice di interazione per la determinazione della pericolosità come a pericolosità media ed il quadrante 2 come a pericolosità bassa.

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

Illustrazione 28: Matrice di interazione per la determinazione della pericolosità

Contemperando le modellazioni e la conseguente mappatura della pericolosità con le valutazioni esperte derivanti dalle osservazioni di campo, e considerando i livelli di incertezza intrinseci sia nelle analisi preliminari che nella rappresentazione degli eventi, in particolare in un contesto fortemente antropizzato, è stata redatta la carta del pericolo (Fig. 29).

L'intero alveo a partire dalla forra appena a monte dell'apice del conoide fino alla foce in Adige è stato delimitato con un buffer di 5 metri per lato a partire dal centro dello stesso ed è stato categorizzato come a pericolosità elevata. Le aree di esondazione sono state poi valutate in modo puntuale mediando le informazioni dei modelli in acqua chiara con le valutazioni esperte ricordando il consistente contributo in trasporto solido per gli eventi con tempi di ritorno maggiori di 30 anni. Di seguito e partendo da monte sono descritte e motivate le zonizzazioni della pericolosità sul conoide.

- Le abitazioni in sinistra al corso d'acqua ed a monte dell'allargamento di via Foss in cui vi è la prima copertura sono mappate in zona a pericolosità media in quanto le dinamiche di trasporto di sedimento potrebbero intervenire sugli ingressi e sull'intorno in modo importante e poco prevedibile.

- L'allargamento di via Foss ed il parcheggio sottostante sono mappati in area ad elevata pericolosità in quanto sia la dinamica del flusso sia quella del sedimento portano in queste aree le principali direzioni di deflusso e di deposito per quanto riguarda lo scenario 1. L'allargamento di



via Foss, così come strutturato alla data della presente relazione, orienta inoltre il flusso in via preferenziale lungo il passaggio pedonale che scende verso la contrada di San Bernardo e sul parcheggio, entrambe mappati in pericolosità elevata così come l'incrocio tra il passaggio pedonale e via Sant'Antonio e via Sant'Antonio stessa fino a piazza Conciliazione, allargandosi agli incroci e agli allargamenti e comprendendo le abitazioni con ingressi sfavorevoli.

Il ramo di via Foss in destra al corso d'acqua è da considerarsi solo in via secondaria come direzione di deflusso, quindi con portate e volumi residui. Per questo motivo e considerando comunque la possibilità di ostruzioni o interferenze che modifichino i deflussi nello slargo di via Foss la discesa in destra è considerata in pericolosità ordinaria media ma mappata come pericolosità residua elevata (HR4). Tale categorizzazione continua dopo l'incrocio con via Sant'Antonio su via CastelBarco e fino all'incrocio più a valle in corrispondenza della cooperativa. Da rimarcare in questo contesto la mappatura in HR4 e H3 delle abitazioni sui lati della strada, in particolare della prima abitazione in destra ed a valle del primo incrocio, e dell'abitazione a fronte del civico 52 di via CastelBarco, in posizione critica e con ingresso vulnerabile sia per l'intensità dei flussi che per le dinamiche di sedimento.

- Le aree esterne sia in destra che in sinistra a via Foss sono mappate in pericolosità bassa, ritenendo che siano possibili coinvolgimenti in alluvionamenti di modesta entità e probabilità a seguito degli effetti della deposizione di sedimento e di conseguente variazione delle direzioni di deflusso di acqua chiara.

- Le aree agricole ed abitate poste all'interno di via Foss e fino alla piazza della Cooperativa sono ricomprese in pericolosità media in quanto la conformazione morfologica e gli elementi stabili della topografia, come i muri di cinta, non permettono di escludere completamente l'ingresso dell'evento in queste aree, ma con tiranti e deposizioni non di media entità. Diverso è il caso dell'intorno a monte del ponte storico di via Sant'Antonio, dove il muro di cinta crea uno sbarramento per cui eventuali deflussi e depositi dall'alto raggiungerebbero altezze considerevoli, e la conformazione topografica ne fa casse di espansione naturali per l'evento.

- La piazza su via Sant'Antonio dove risiede la cooperativa è considerata zona a pericolosità elevata sia per i flussi da monte lungo le vie, sia in destra che in sinistra, sia per lo scenario 2 in cui le criticità si rivelano esattamente in questo punto. Tale scenario e lo scenario 3 fanno sì che tutto il centro storico da qui a valle tra via Sant'Antonio e Via CastelBanco sia mappato a pericolosità elevata, ponendo in particolare l'attenzione sul cortile interno e sui vicoli della contrada San Bernardo in cui è prevista l'ostruzione nello scenario 3, contraddistinto da pericolosità elevata sotto tutti i profili, sia dinamici che deposizionali.

- Le zone esterne alle vie di cui sopra sono mappate in pericolosità media, indicando la possibilità di coinvolgimento di flussi e depositi anche importanti da ingressi e vicoli non prevedibili in sede di modellazione.

- Allo stesso modo è stata valutata in pericolosità media Piazza della Conciliazione, ed in bassa tutta la zona a valle della stessa, ritenendo che l'ampiezza della piazza stessa sia sufficiente per attenuare il fenomeno e permettere la dispersione dello stesso in correnti e trasporto di relativa bassa intensità. La scelta di declassare da pericolosità media a bassa l'area a valle della piazza nonostante l'interessamento dell'area per quanto riguarda il TR30 dello scenario 3 deriva dalla valutazione della serie storica degli eventi nel rio e dall'estrema larghezza dell'area che porterebbe a tiranti poco pericolosi per le portate residue nell'area, comunque secondaria rispetto alla direzione di



deflusso principale sulla parte terminale di via CastelBarco verso la strada provinciale “Destra Adige”.

- Proprio da questa direttrice e dal vicolo laterale in destra, prevalenti per gli scenari 2 e 3, si vanno ad alimentare i deflussi che interferiscono in modo importante con la strada provinciale, con Vo Destro e con le campagne topograficamente depresse in destra portando la pericolosità a media sia per l'effetto del tempo di ritorno 30 anni sia per i tiranti che nella zona coltivata vanno lentamente a salire. La nuova zona residenziale a ovest dell'area coltivata e l'area della caserma dei vigili del fuoco sono poste in pericolosità bassa per il pericolo di tracimazione dal catino naturale posto in pericolosità media e con il passaggio di tiranti d'acqua limitati dalla strada che delimita il lato ovest.

- La strada provinciale “Destra Adige” è ricompresa in pericolosità media in quanto per tutto il tratto direttamente a valle delle aree maggiormente prone ai deflussi può fungere da collettore delle portate da un elevato numero di direttrici e rendere impossibile la transitabilità e l'utilizzo della strada stessa come via di comunicazione strategica. Inoltre l'incrocio con via CastelBarco può risentire di importanti apporti di sedimento e di portate idriche sia in termini di velocità che di volume di deposito.

- Date le situazioni di pericolosità medio-bassa nella zona di Vò Destro e vista la tipologia di evento, caratterizzato da tempi lunghi per raggiungere intensità elevate e per cui la pericolosità potrebbe essere ulteriormente contenuta con misure non strutturali e provvisorie, come l'utilizzo di motopompe per allontanare le acque o sistemi di contenimento delle acque (saccate o equivalenti) per impedire l'accesso di tiranti comunque ridotti all'interno degli edifici, la zona soggetta ad eventi ordinari tramite il ponte sul canale Biffis è mappata in pericolosità bassa. Solo localmente e per discontinuità topografiche vantaggiose i tiranti possono raggiungere livelli da pericolosità media. Le aree ad est del rio Cal di Castel invece vengono coinvolte nello scenario da rischio residuo con tiranti anche importanti dovuto alla topografia a “vasca” delle campagne strette tra il canale Biffis, l'autostrada A22 e la viabilità. Per queste aree la pericolosità assegnata è media di rischio residuo. Per lo stesso scenario di rischio residuo le aree ad ovest del rio sono in pericolosità bassa, coerente quindi con quanto assegnato per gli scenari ordinari.



**CARTA DEL PERICOLO,
RIO VAL DI CASTEL - SABBIONARA DI AVIO**

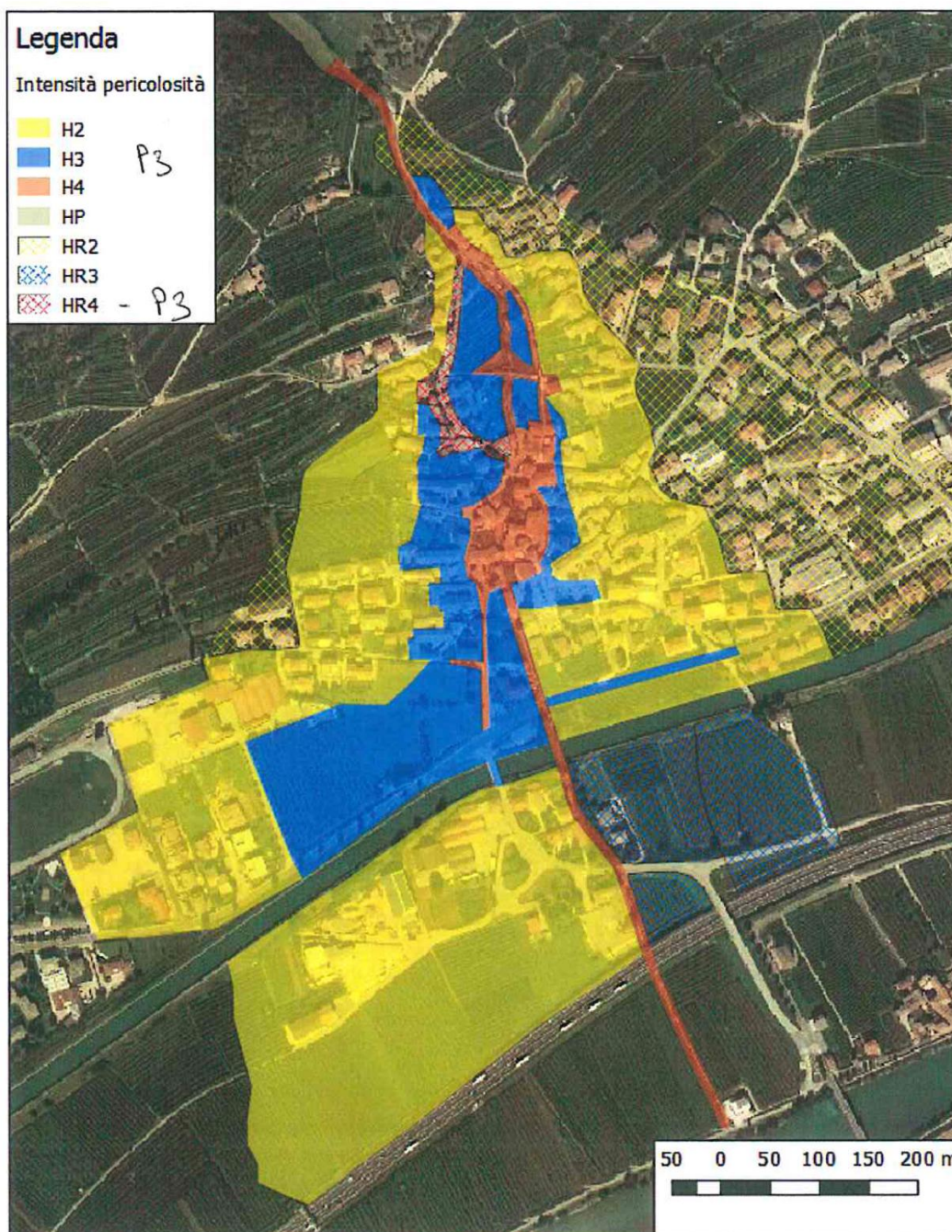


Illustrazione 29: Carta del Pericolo sul conoide di Sabbionara di Avio



8 Conclusioni

Il rio di Val di Castel pare soggetto ad eventi significativi solo con tempi di ritorno (delle precipitazioni) medi o elevati sia grazie al complesso sistematorio esistente sia per merito delle caratteristiche geologiche del bacino che rendono il corso d'acqua relativamente poco reattivo rispetto alle sollecitazioni meteorologiche.

Tali condizioni sono comuni a molti conoidi della bassa Val d'Adige, ed hanno fatto sì che la memoria storica della pericolosità alluvionale sia pressoché nulla portando, in questo caso, ad una progressiva compromissione delle sezioni di smaltimento del canale con interferenze legate a coperture per arredo urbano, viabilità ed usi privati.

In questo contesto la mitigazione della pericolosità idraulica va ricercata attraverso interventi tra loro integrati agendo, per quanto possibile, sull'adeguamento delle sezioni critiche lungo il conoide, sul potenziamento delle opere di gestione del trasporto solido poste a monte dell'abitato e sulla riduzione della vulnerabilità dei beni esposti.

Studio di Geologia e Geotecnica
geologo dott. Stefano Piccioni

COMUNE DI AVIO

PROVINCIA DI TRENTO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ, DI SUPPORTO ALLA VARIANTE N° 5.5 DEL PRG DI AVIO (PP.FF. 560/2, 560/3, 560/4).

TRENTO, giugno 2021

IL RELATORE:



Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche

38121 Trento - Via della Collina, 39

tel. 0461-230170 cell. 328-4268610 e-mail: geologopiccioni@libero.it

Studio di Geologia e Geotecnica

geologo dott. Stefano Piccioni

38121 Trento - Via della Collina, 39

tel. 0461-230170 cell. 328-4268610 e-mail: geologepiccioni@libero.it

COMUNE DI AVIO

PROVINCIA DI TRENTO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ DELLA PERICOLOSITÀ, DI SUPPORTO ALLA VARIANTE N° 5.5 DEL PRG DI AVIO (PP.FF. 560/2, 560/3, 560/4).

C1 NORMATIVA

- LEGGE PROVINCIALE 27 maggio 2008, n. 5 Approvazione del nuovo piano urbanistico provinciale. Allegato B - Norme di attuazione del Piano urbanistico provinciale (PUP) Capo IV – Carta di sintesi della pericolosità - D.G.P. n° 1317/2020

Art. 15 Aree con penalità elevate (*non presenti sulle 3 pp. ff. in esame)

1. Sono aree con penalità elevate quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi altamente gravosi per combinazione di intensità e frequenza.
2. Nelle aree con penalità elevate è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione.
3. In deroga a quanto disposto dal comma 2 e a condizione che con apposito studio di compatibilità allegato al progetto si analizzino dettagliatamente le condizioni di pericolo e si definiscano gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi nonché quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati, previa autorizzazione della Provincia:
 - a) le opere di infrastrutturazione che non risultino delocalizzabili e per le quali sia accertato che non determinino un incremento del carico insediativo esposto a pericolo;
 - b) le attività estrattive, le bonifiche agrarie e gli interventi di rimodellazione dei terreni limitatamente ai casi in cui gli stessi risultino funzionali al miglioramento delle condizioni di sicurezza delle persone e dei beni e, più in generale, della stabilità dei suoli.
 - c) nelle sole aree con penalità elevate per eventi valanghivi, gli interventi conformi alla disciplina concernente la difesa dal pericolo di valanghe prevista dalle norme provinciali in materia di piste da sci e relativi impianti nonché quelli aventi funzionalità a carattere stagionale;
 - d) nelle sole aree con penalità elevate per incendi boschivi, gli interventi conformi agli specifici criteri di protezione e prevenzione dal pericolo di incendio boschivo stabiliti con deliberazione della Giunta provinciale;
 - e) gli interventi sotterranei o aerei che non risultino esposti ai pericoli presenti in superficie e che non possano influire negativamente sugli stessi.
4. Gli edifici esistenti alla data di entrata in vigore di questo piano che ricadono in aree con penali-

Relazioni geologiche, geotecniche, nivologiche ed idrogeologiche

tà elevate possono formare oggetto di interventi di ristrutturazione ai sensi della legge urbanistica, senza aumento di volume, a condizione che siano adottati accorgimenti costruttivi o di utilizzazione degli edifici sulla base di una specifica relazione tecnica che dimostri la loro idoneità a ridurre la vulnerabilità delle persone e dei beni, fatto salvo quanto previsto dalle lettere c) e d) del comma 3. Gli stessi edifici possono essere demoliti e ricostruiti, anche su diverso sedime, qualora la relazione tecnica predetta dimostri che l'intervento consente di ridurre significativamente il grado di esposizione al pericolo o di realizzare opere di difesa e prevenzione, previa autorizzazione della Provincia

Articolo 16 PUP - Aree con penalità medie

1. Sono aree con penalità medie quelle che, per i particolari caratteri geologici, idrologici, nivologici o forestali, sono esposte ad eventi mediamente gravosi per combinazione d'intensità e frequenza.
2. Nelle aree con penalità medie è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia, fatte salve le opere di difesa e prevenzione volte alla riduzione o all'eliminazione del pericolo.
3. In deroga al comma 2 e a condizione che un apposito studio di compatibilità allegato al progetto analizzi dettagliatamente le condizioni di pericolo e definisca gli accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi e quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone e a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere realizzati:

- a) gli interventi ammessi ai sensi del comma 3 dell'articolo 15;
- b) le opere di infrastrutturazione e le bonifiche agrarie, previa autorizzazione della Provincia;
- c) gli interventi ammessi ai sensi del comma 4 dell'articolo 15, con possibilità di ampliamento, per gli edifici esistenti alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, non superiore al 10 per cento del volume esistente;
- d) gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, diversi da quelli di cui alle lettere a), b) e c) e già previsti dai vigenti piani regolatori generali alla data di entrata in vigore di questo piano urbanistico provinciale, purché siano realizzate apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o siano adottate, in relazione ai fenomeni attesi, adeguate misure di sicurezza afferenti l'utilizzazione degli immobili; queste opere o misure devono essere realizzate prima dell'inizio dei lavori; se ciò non risulta tecnicamente possibile è ammessa la loro realizzazione prima della fine dei lavori o del collaudo, sulla base di un programma temporale e finanziario da riportare nello studio di compatibilità.

4. Gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia previsti da nuovi strumenti di pianificazione o loro varianti in aree con penalità media sono ammessi solo se questi strumenti di pianificazione prevedono la realizzazione di apposite opere difensive che consentano il declassamento della pericolosità o l'adozione di misure di sicurezza adeguate in relazione ai fenomeni attesi. A tal fine gli strumenti di pianificazione e le loro varianti devono essere supportati dallo studio di compatibilità previsto dal comma 3. Le strutture provinciali competenti, in sede di esame delle previsioni degli strumenti di pianificazione secondo le procedure previste dalla legge urbanistica, si esprimono al riguardo con parere vincolante.

C2) PREMESSA, CONSIDERAZIONI SULLA COMPABILITÀ E CONCLUSIONI

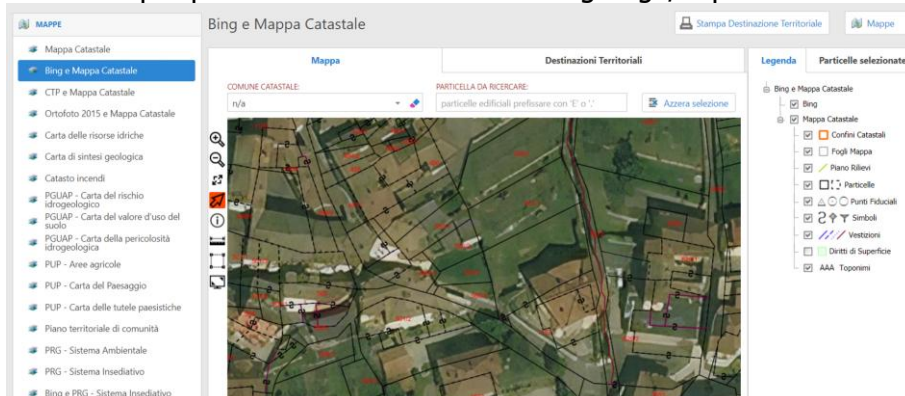
Su incarico del Committente, Sig. Fumanelli Francesco, si è svolto uno studio tecnico di compatibilità, quale parte integrante e sostanziale della pratica di cambio di destinazione d'uso (pp. ff. 560/2, 560/3, 560/4 - da verde storico ad area libera, per permettere la realizzazione di garage/depositi interrati *) che contempla, in maniera pertinente e commisurata all'importanza e alle caratteristiche dell'intervento da effettuare, i seguenti elementi:

- a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.);
- b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente;
- c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;
- d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i;
- f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramassi, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento;
- g) definizione di un cronoprogramma di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza preordinati alla realizzazione delle opere;
- h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO COMUNITA' DELLA VALLAGARINA COMUNE DI AVIO

11ª VARIANTE AL P.R.G. Testo unificato Luglio 2020 Pag.11 di 64

* 5.5 Sabbionara. Su richiesta del privato, l'area attualmente normata come verde storico, è stata modificata in area libera per permettere la realizzazione di garage/depositi interrati.



- a) individuazione dei fenomeni attesi distinti secondo le categorie e tipologie riportate nelle carte della pericolosità (processi fluviali, torrentizi, movimenti di versante, valanghe, ecc.)

Nella Carta di Sintesi delle Pericolosità l'area in esame è in ordine caratterizzata da una penalità media **P3**, che è legata (come da cartografia) alla diverse probabilità, con diverse frequenze, di possibili fenomeni torrentizi (debris); infine esiste una penalità **P1**, ma effettivamente di poco conto, rispetto al resto per motivi litogeomorfologici.

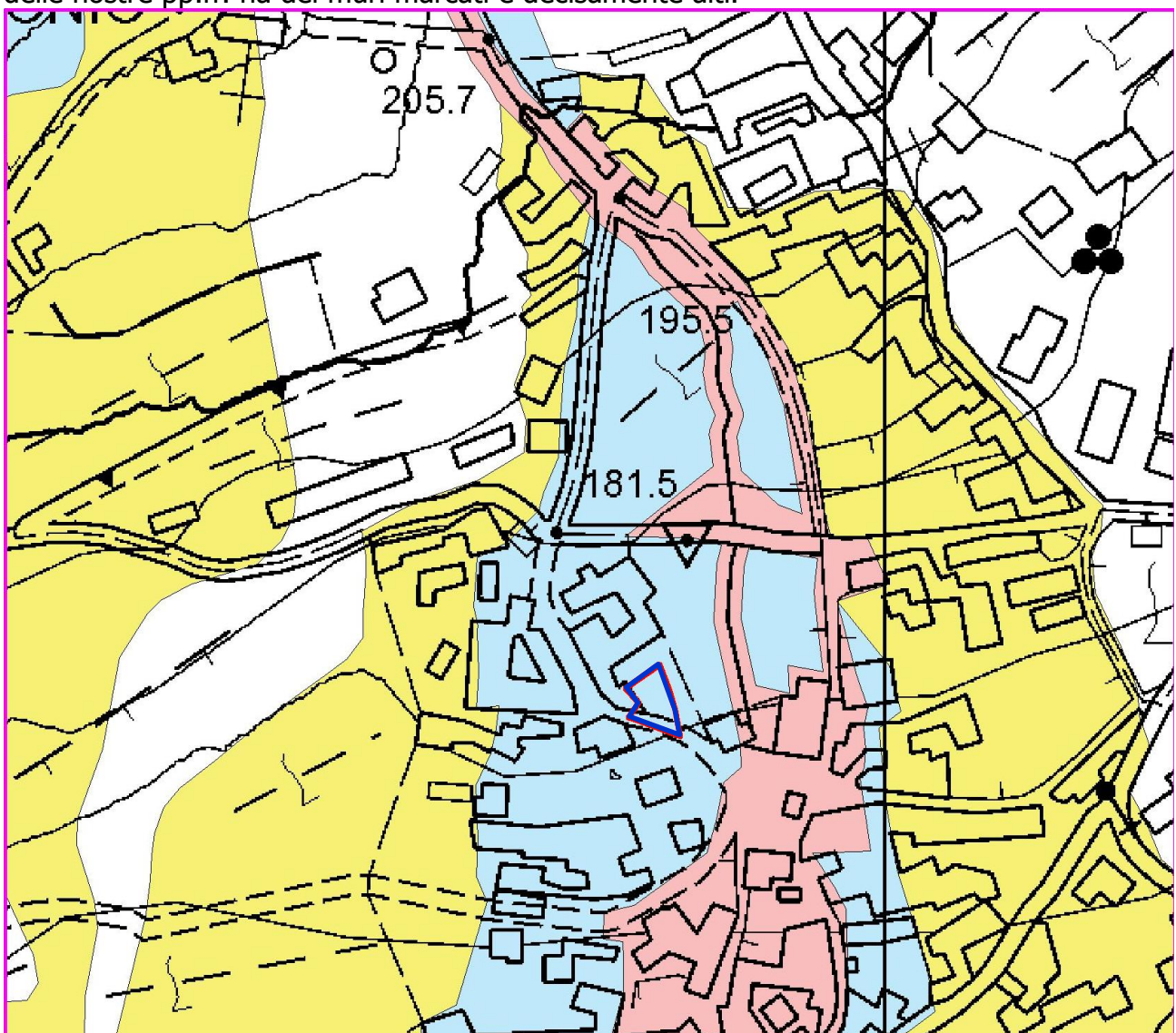
Nel caso di specie è stato riscontrato quanto segue:

n. VAR PRG	PARERE CONFERENZA DI SERVIZI
5.5	Il Servizio Bacini montani esprime parere NEGATIVO in quanto la variante ricade in area a penalità P3 e P4. Il parere può essere, eventualmente rivisto, sulla base di uno studio di compatibilità redatto ai sensi dell'art. 16 delle N.d.A. della CSP per la parte ricadente in P3. Per la parte ricadente in P4 chiede lo STRALCIO .



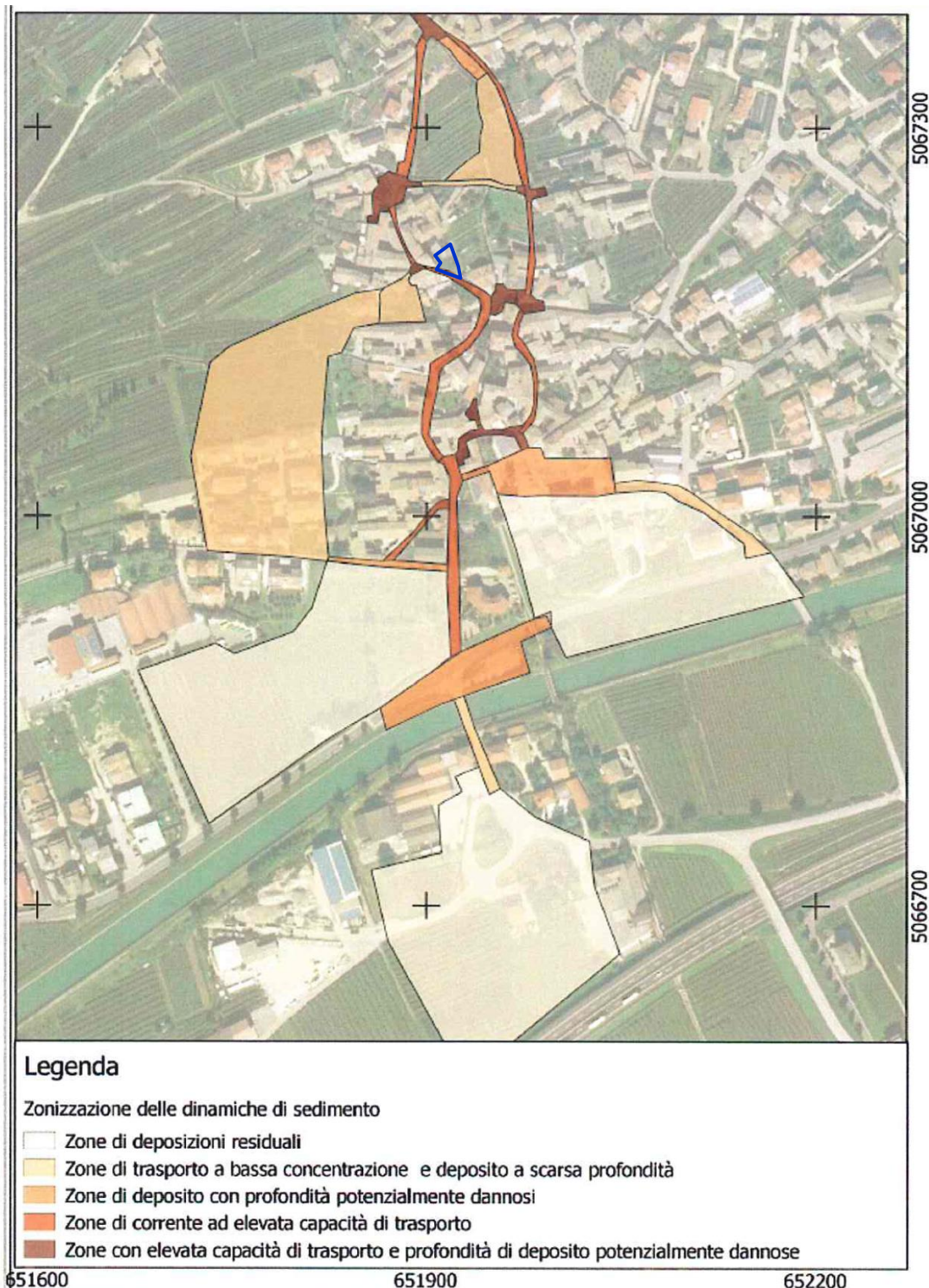
- b) nel caso vi sia concomitanza di più fenomeni, dovrà essere approfondito l'ordine di importanza e relazione tra gli stessi e in particolare quale sia il fenomeno prevalente

Il fenomeno prevalente **P3** (blu) è legato a fenomeni torrentizi come evidenziato nello studio di compatibilità dei bacini montani (gentilmente concesso su richiesta agli stessi, con ampi stralci riportati a fine relazione) e col quale (preso per la sagomatura della carta di sintesi della pericolosità stessa) si concorda, in linea di massima, quasi in toto, con una serie di vari scenari che però vedono più la possibilità che una esondazione a monte della pp.ff. possa interessare maggiormente la via più ad est (via al Foss verso la chiesa di San Carlo) segnata appunto in rosso e, in subordine, via Castelbarco che però, in adiacenza delle nostre pp.ff. ha dei muri marcati e decisamente alti.



Carta di sintesi della pericolosità da fenomeni torrentizi

Questa situazione è ben visibile anche nello studio dei bacini montani stesso, a pagina 48, dove si vede come le aree di zonazione dei sedimenti solidi siano esterne alle pp.ff. in esame, rimarcata in blu



Si ricorda che tutti i livelli informativi che riguardano le Carte della Pericolosità devono essere contestualizzati con la Carta Tecnica Provinciale (CTP - 1:10.000); dettagli maggiori sono utilizzabili in relazione alla natura degli elementi presenti sul territorio.

- c) analisi della pericolosità mediante la definizione dell'intensità e della probabilità di ogni tipologia di fenomeno;

La definizione dell'intensità e della probabilità dell'unica tipologia di fenomeno attesa, con cui analizzare la pericolosità dei luoghi, è data dalla seguente matrice.

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

Fig. 2.1.1: esempio di matrice di interazione per la determinazione della pericolosità.

3. PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICHE

Ad integrazione di quanto definito in via generale nel capitolo precedente, si riportano di seguito gli elementi basilari per la classificazione e la perimetrazione della pericolosità associata ai principali fenomeni, precisando che ciascuna delle strutture provinciali competenti (vedi cap. 5) dovrà al riguardo adottare e mantenere aggiornate specifiche disposizioni operative per gli aspetti di maggior dettaglio.

3.1 Pericolosità alluvionale

Con il concetto di pericolosità alluvionale si vuole comprendere tutti i fenomeni che comportano la fuoriuscita di un fiume, di un torrente o di un lago in piena. A livello generale vengono presi in considerazione tutti i processi alluvionali che possono interessare i corpi idrici superficiali.

Piena liquida (o water flood): in questo caso la componente liquida è prevalente ed il materiale solido coinvolto nel processo non raggiunge percentuali significative (in genere inferiore all'1-2%).

Piena liquida con trasporto solido (o bedload): la miscela solido-liquida non può più essere considerata un 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 (o debris flood): a differenza delle colate, nel caso di fluido iperconcentrato le interazioni granulari sono meno rilevanti, la concentrazione volumetrica è compresa generalmente tra il 15 e il 30% e vi può essere la presenza di materiale vegetale fluitato anche molto eterogeneo.

Colata di fango (o mud flow): si ha sempre una miscela solido-liquida di elevata concentrazione solida volumetrica come per le colate detritiche ma il processo è caratterizzato da un aumento del materiale fine a scapito di quello granulare.

Colata detritica (o debris flow) : movimento di massa rapido costituito da una miscela ad alta concentrazione volumetrica composta da materiale eterogeneo (dalle argille sino ai massi metrici), acqua e materiale vegetale (anche alberi interi). La concentrazione volumetrica è generalmente variabile tra 30 e 70%.

Per la classificazione della pericolosità alluvionale va fatto ricorso all'impiego di matrici di interazione.

A prescindere dalle caratteristiche di intensità e probabilità, tutte le porzioni di territorio ricadenti all'interno delle sponde, comprese le eventuali opere di sistemazione devono essere classificate a pericolosità elevata (H4).

Diversamente si adotta una classe potenziale per rappresentare la pericolosità legata al reticolo idrografico, dove le dimensioni dell'alveo non sono rappresentabili alla scala di riferimento e non esistono approfondimenti specifici. In questi casi la perimetrazione avviene attraverso procedure di prossimità.

Anche per i tratti coperti, vista la difficoltà di valutazione delle caratteristiche idrauliche/strutturali delle opere, deve essere adottata la classe straordinaria di pericolosità potenziale.

In generale, per la pericolosità alluvionale, 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.

Le principali grandezze che rappresentano queste tipologie di pericolosità comprendono:

- altezza dei tiranti liquidi e/o solidi fuori dall'alveo (h)
- velocità dei deflussi liquidi e solidi fuori dall'alveo (v)
- effetto combinato di velocità del flusso (v) e tirante idrico, definito come prodotto tra le due grandezze (vh)
- spessore del deposito fuori dell'alveo (M)
- profondità dell'erosione fuori alveo (d)

L'intensità è definita in base alla combinazione di tali grandezze nel punto analizzato, secondo quanto descritto nelle tabelle di seguito riportate.

intensità	profondità della corrente - h (m)		prodotto tra la profondità e la velocità della corrente - vh (m ² /s)
Elevata	$h > 2$	oppure	$vh > 2$
Media	$0,5 < h < 2$	oppure	$0,5 < vh < 2$
Bassa	$h < 0,5$	oppure	$vh < 0,5$

Tab. 3.1.1: Intensità dell'evento per inondazione da piena.

intensità	profondità della corrente o del flusso detritico - 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	$M \leq 0,5$

Tab. 3.1.2: Intensità dell'evento per colate.

intensità	profondità dell'erosione - d (m)
Elevata	$d > 2$
Media	$0,5 < d < 2$
Bassa	$d < 0,5$

Tab. 3.1.3: Intensità dell'erosione fuori alveo.

Va comunque precisato che la valutazione della pericolosità deve considerare diversi scenari evolutivi del fenomeno condizionati dalla presenza delle opere (efficacia/efficienza) o delle infrastrutture (interferenza). Per la rappresentazione della pericolosità di tali scenari e per tenere conto dell'indeterminatezza/limiti delle metodologie analitiche applicate, si fa riferimento anche all'utilizzo delle classi di pericolosità residua.

Considerando che la transizione tra le diverse tipologie di esondazione è graduale, di seguito la pericolosità alluvionale è schematizzata facendo riferimento alla tipologia di corpo idrico superficiale interessato identificando le principali grandezze indicatrici di riferimento.

3.1.2 Torrentizia

Eventi di interesse

Eventi alluvionali delle aste torrentizie anche accompagnati da trasporto solido e di materiale vegetale più o meno intenso.

Principali grandezze indicatrici

Le grandezze di riferimento per definire l'intensità degli eventi variano a seconda del tipo di fenomeno torrentizio esaminato, quelle maggiormente rilevanti sono:

- altezza dei tiranti liquidi e/o solidi fuori dall'alveo (h)
- velocità dei deflussi liquidi e solidi fuori dall'alveo (v)
- effetto combinato di velocità del flusso (v) e tirante idrico, definito come prodotto tra le due grandezze ($ft = vh$)
- spessore del deposito fuori dell'alveo (M)
- profondità dell'erosione fuori alveo (d)

Lo studio di compatibilità dei bacini montani realizzato nel 2017 sul rio Sabbionara risponde a pieno a questo punto (la carta di sintesi della pericolosità torrentizia infatti ne ricalca a pieno le conclusioni) e ad esso si fa riferimento.

In allegato a fine studio di compatibilità si riporta un ampio stralcio della relazione, che si fa propria, per le osservazioni in merito.

Carta di Sintesi della pericolosità da fenomeni litogeomorfologici

Infine l'area è lambita anche da una bassa pericolosità litologica che non crea alcun tipo di problematiche.

- d) descrizione dei massimi effetti prevedibili causati dal fenomeno/i

Lo studio di un singolo privato può ipotizzare i massimi effetti prevedibili all'interno della sua proprietà, e cercare di porre un miglioramento o un rallentamento dei fenomeni stessi; in questo caso la tipologia dell'intervento per cui si richiede la variante di uso del suolo nel PRG e di per se migliorativa e mitigativa rispetto alle attuali condizioni e preserva i beni di proprietà (automobili e deposito di altri oggetti) senza al contempo modificare gli eventuali flussi e depositi al contorno della particella stessa e anche sulla medesima nel malaugurato caso che il trasporto liquido e solido non segua le canoniche traiettorie riportate nello studio dei bacini montani; il che di per se è davvero una mitigazione della pericolosità all'interno del garage tra il basso (**P2**) e addirittura il trascurabile (**P1**).

- e) definizione della vulnerabilità e dell'eventuale incremento del carico insediativo esposto a pericolo, rispetto a quanto si intende realizzare in relazione agli effetti prevedibili causati dal fenomeno/i

Gli interventi, che riguardano il cambio di destinazione d'uso, sono estremamente semplici e sulla proprietà non comportano modifiche sostanziali, in pratica con questo intervento, che non comporta alcun incremento del carico insediativo, si aumenta la sicurezza dei beni di proprietà lasciati attualmente a giorno. Il che non comporta alcuna modifica nell'intercettare i flussi lungo via Castelbarco anche durante gli eventi più rari e remoti nel tempo ma più distruttivi (con tempo di ritorno di 200 anni).

- f) descrizione delle opere difensive di messa in sicurezza di tipo strutturale (opere paramassi, difese di sponda, paravalanghe, ecc.) e/o misure di sicurezza di tipo non strutturale (piani di evacuazione, limitazione utilizzi e accorgimenti d'uso, monitoraggi, ecc.), ivi compresa la verifica degli effetti indiretti, determinati dalle opere e misure sul contesto di riferimento

L'intervento completamente interrato (senza contropendenze che possano portare nel garage ingenti flussi liquidi o solidi, è di per se un'opera di protezione e di messa in sicurezza di beni (in particolare le automobili di proprietà.)

- g) definizione di un cronoprogramma di esecuzione degli interventi di messa in sicurezza preordinati alla realizzazione delle opere

Non esiste la necessità di redigere un crono programma in quanto non ci sono interventi preordinati alla realizzazione delle opere.

- h) conclusioni dello studio in ordine alla compatibilità dell'intervento e dettagliata descrizione di tutti gli elementi ai quali è subordinata tale compatibilità, finalizzata anche alla attestazione di eventuale declassamento.

L'intervento di per se è compatibile in quanto non si va ad interessare aree ad elevata pericolosità (si concorda con lo stralcio delle porzioni P4 del punto 5.5. della 11ª VARIANTE AL P.R.G. che in ogni caso non riguardano le 3 pp. ff. in esame, ma una p.ed. adiacente, la 1152, trattata in un altro studio di compatibilità).

Sotto queste considerazioni è garantita la compatibilità degli interventi previsti col livello di pericolosità ascrivito alle particelle in esame.

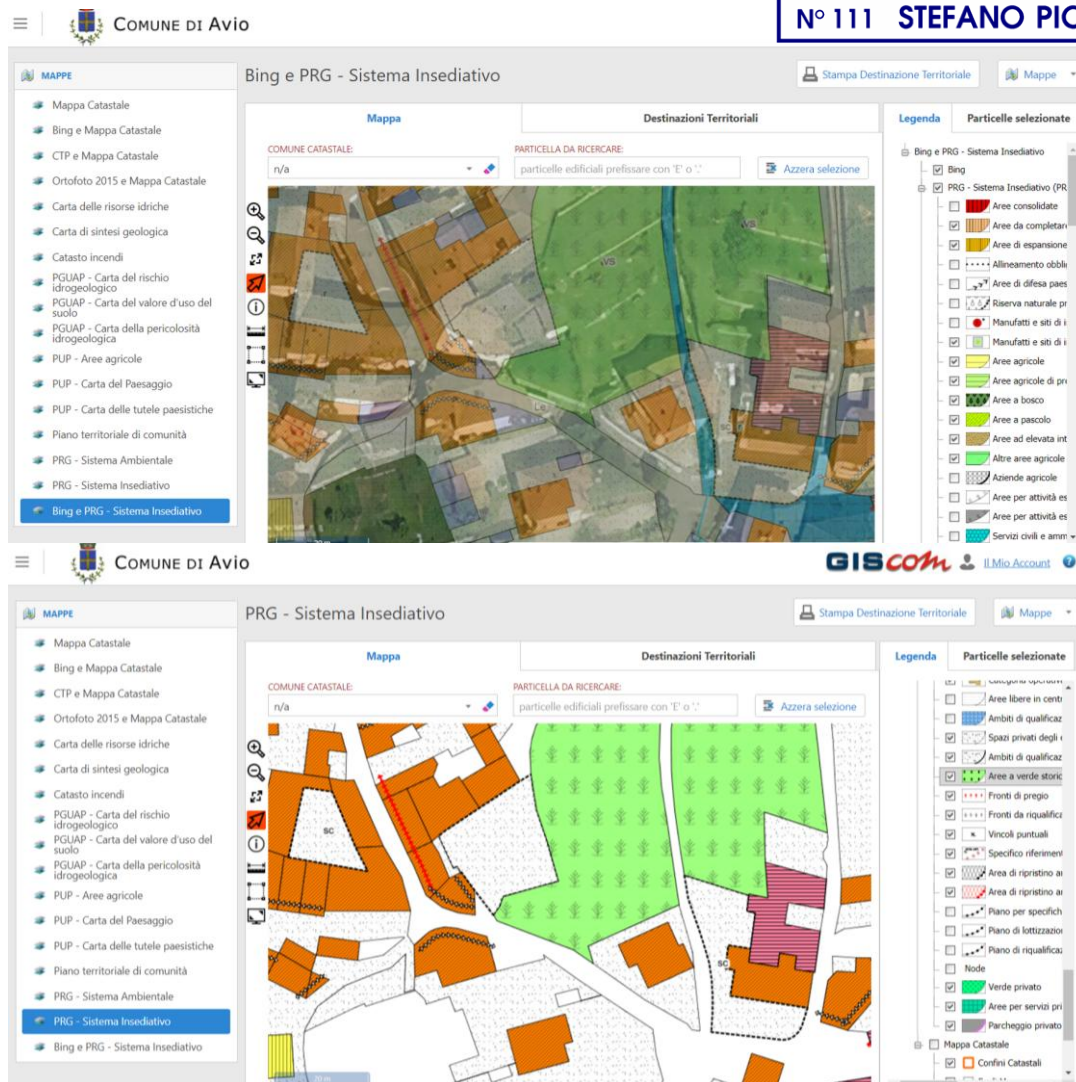
In questo contesto, come ricorda anche lo studio di compatibilità dei bacini montani del 2017, la mitigazione della pericolosità idraulica, oltre ad una serie di interventi integrati tra loro (non certo di competenza e nelle possibilità di un privato) va ricercata anche sulla vulnerabilità dei beni esposti, e questo, con il cambio di destinazione d'uso, sarà possibile.

Trento, giugno 2021

IL RELATORE:

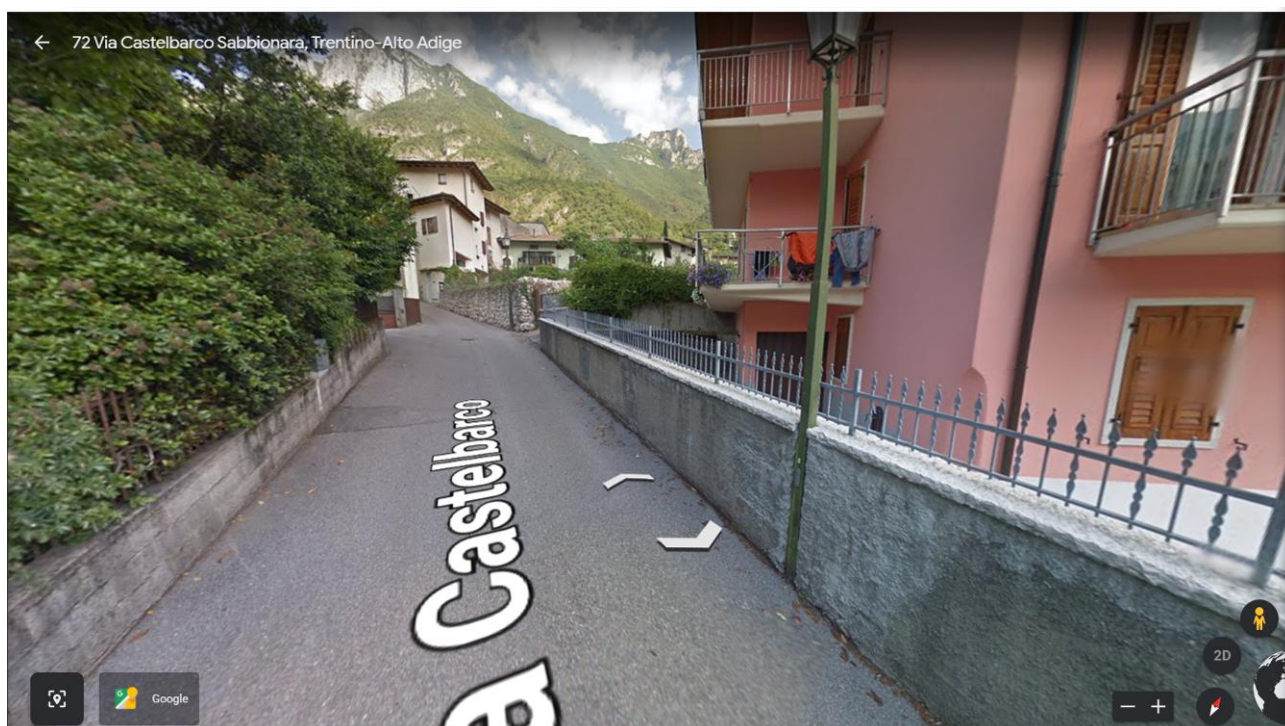


Studio Compatibilità 30/21
Avio73b.doc











SERVIZIO BACINI MONTANI

Analisi pericolosità da fenomeni alluvionali

Rio di Val di Castel / Rio Val di Gaola



Trento,
C.C.

REDATTO DA:	IL DIRETTORE DELL'UFFICIO:
-	--



PREMESSA e ANALISI DI CONTESTO

Le analisi riguardo ai rii in esame sono realizzati nel contesto dell'aggiornamento della Carta del Pericolo idrogeologico della Provincia di Trento. La mappatura del pericolo del conoide del rio di Val di Castel si pone l'obiettivo di analizzare le aree ad ora categorizzate come Pericolo Potenziale del suddetto conoide in osservanza

1.1 Inquadramento ed analisi morfometrica

Il bacino analizzato è il rio di Val di Castel chiuso all'apice del conoide dell'omonima frazione a quota 217 m.s.m. nel comune di Avio. Il bacino idrografico del Rio di Val di Castel comprende la Val di Gaola, la Val del Castel e la Val della Fontana ed è chiuso a monte da alcune cime minori del complesso del Baldo (Corno della Paura, Vignoletto e Colme di Vignola).

Morfologicamente e storicamente le valli più attive e sulle quali si concentreranno le analisi sono la val di Castel con il rio di Val di Castel e la val di Gaola con l'omonimo rio.

Il conoide è stato perimetrato a livello morfologico e si estende dalla sezione di chiusura fino al canale Biffis. Oltre il canale Biffis il rio di Val di Castel attraversa la piana dell'Adige su di un tratto di circa 500 m in canalizzazione artificiale fino ad arrivare all'Adige stesso.

	Rio di Val di Castel	Rio di Val di Castel (sottobacino)	Rio Val di Gaola (sottobacino)	
Superficie planimetrica	4.13	1.92	1.80	km ²
Perimetro	9.93	6.73	7.01	km
Quota massima	1585	1517	1585	m s.m.
Quota minima	217	339	341	m s.m.
Quota media	974	957	1087	m s.m.
Quota sezione chiusura	217	339	341	m s.m.
Rilievo del bacino	1368	1178	1244	m
Pendenza media bacino	0.82	0.85	0.82	m/m
Codice collettore principale	A0A6010000	A0A6010000	A0A6010000	
Lunghezza collettore principale	2867	2250	2202	m
Pendenza media collettore principale	0.38	0.43	0.54	m/m
Lunghezza reticolo	18600	9592	6746	m
Numero di Melton	0.67	0.85	0.93	
Densità di drenaggio	4.50	5.00	3.75	Km/km ²
Coefficiente di forma di Gravelius	1.37	1.36	1.46	
Pendenza conoide	0.16	/	/	m/m
Estensione conoide	0.28	/	/	km ²
Lunghezza reticolo su conoide	650	/	/	m

Tab. 1: Caratteristiche morfometriche dei bacini analizzati



Il bacino del rio di Val di Castel si estende su poco più di 4 km² (Fig. 4), mostrando pendenze elevate in particolare nella parte alta del bacino ed una pendenza media di circa 0.8 m/m. La forma del bacino è equilibrata, e la densità di drenaggio è comparabile con i bacini a geologia simile. La curva ipsometrica (Fig. 1) mostra un bacino molto vicino alla bisettrice indicando una condizione evolutiva intermedia, ed il profilo del collettore conferma la stessa condizione evidenziando tuttavia delle discontinuità morfologiche a circa 600, 450 e 250 metri di quota.

Il numero di Melton è superiore a 0.5, indicando un potenziale bacino soggetto a colate detritiche, tuttavia analizzando il tratto dalla confluenza tra rio di Val di Castel e rio Val di Gaola (Fig. 2 e 3) si riscontra una pendenza media di 0.20 m/m, che considerando le discontinuità (opere e/o soglie morfologiche) si abbassa a 0.16 m/m. I 150 metri a monte del conoide mostrano una pendenza di 0.14 m/m.

I due sottobacini principali invece mostrano una morfologia del tutto compatibile con fenomeni gravitativi di vario tipo, mantenendo pendenze elevate lungo tutto il collettore e su tutto il bacino, con forme equilibrate ma numeri di Melton elevati, in particolare per il rio val di Gaola.

Il conoide ha un'estensione ridotta rispetto al bacino (7 %) ed è caratterizzato da pendenze intermedie, con una genesi plausibilmente associabile a fenomeni di trasporto intenso.

Curva ipsometrica adimensionale

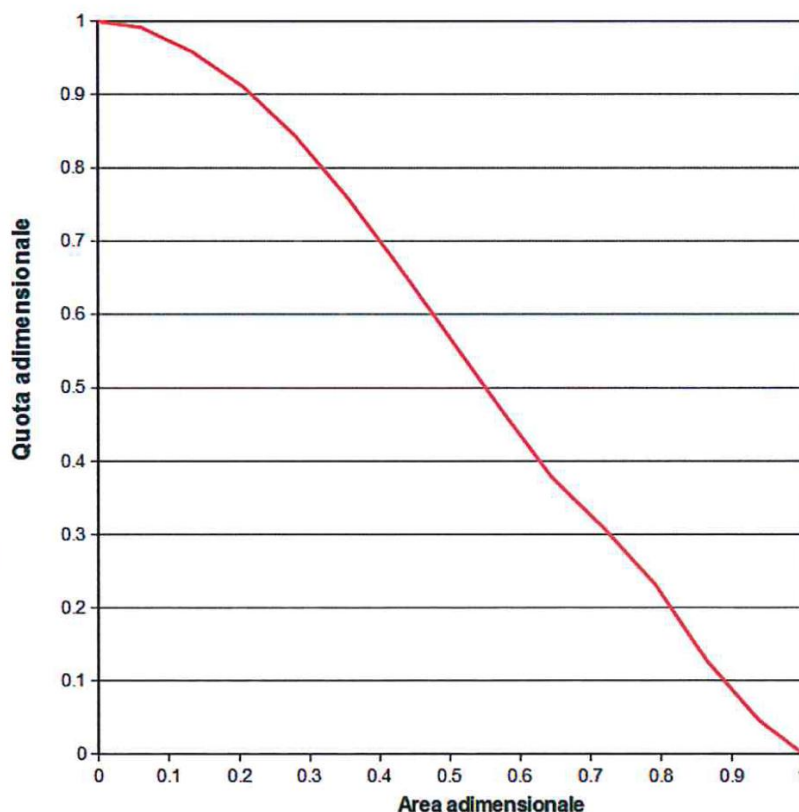


Illustrazione 1: Curva ipsometrica del bacino del rio di Val di Castel;

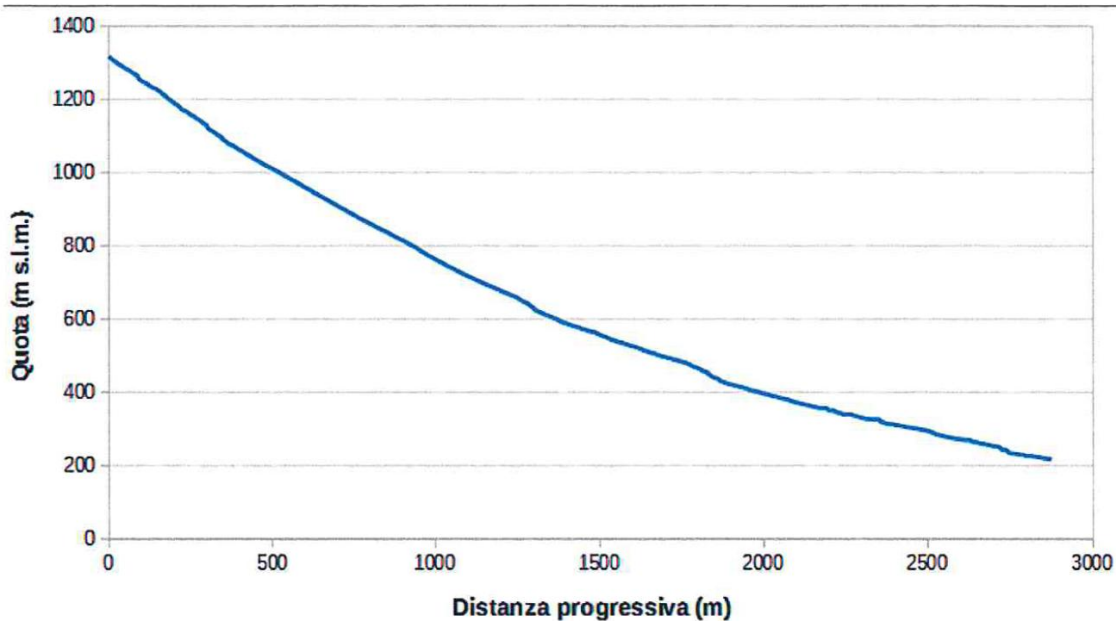


Illustrazione 2: Profilo del del collettore principale del rio di Val di Castel;

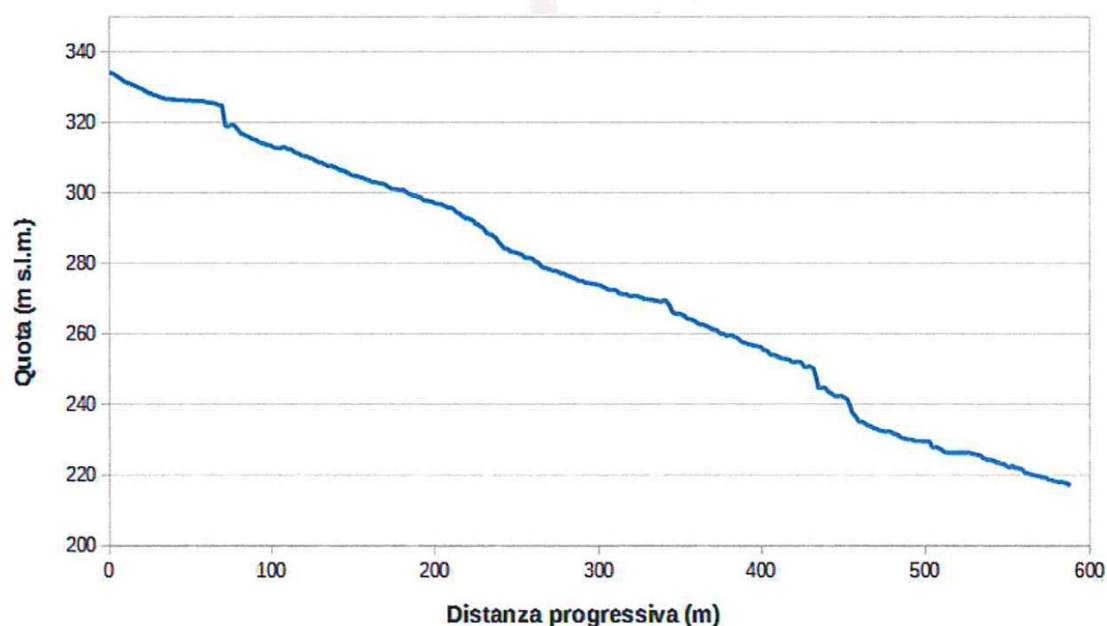


Illustrazione 3: Profilo del del collettore principale del rio di Val di Castel dalla confluenza tra Val Gaola e rio di Val di Castel e l'apice del conoide.

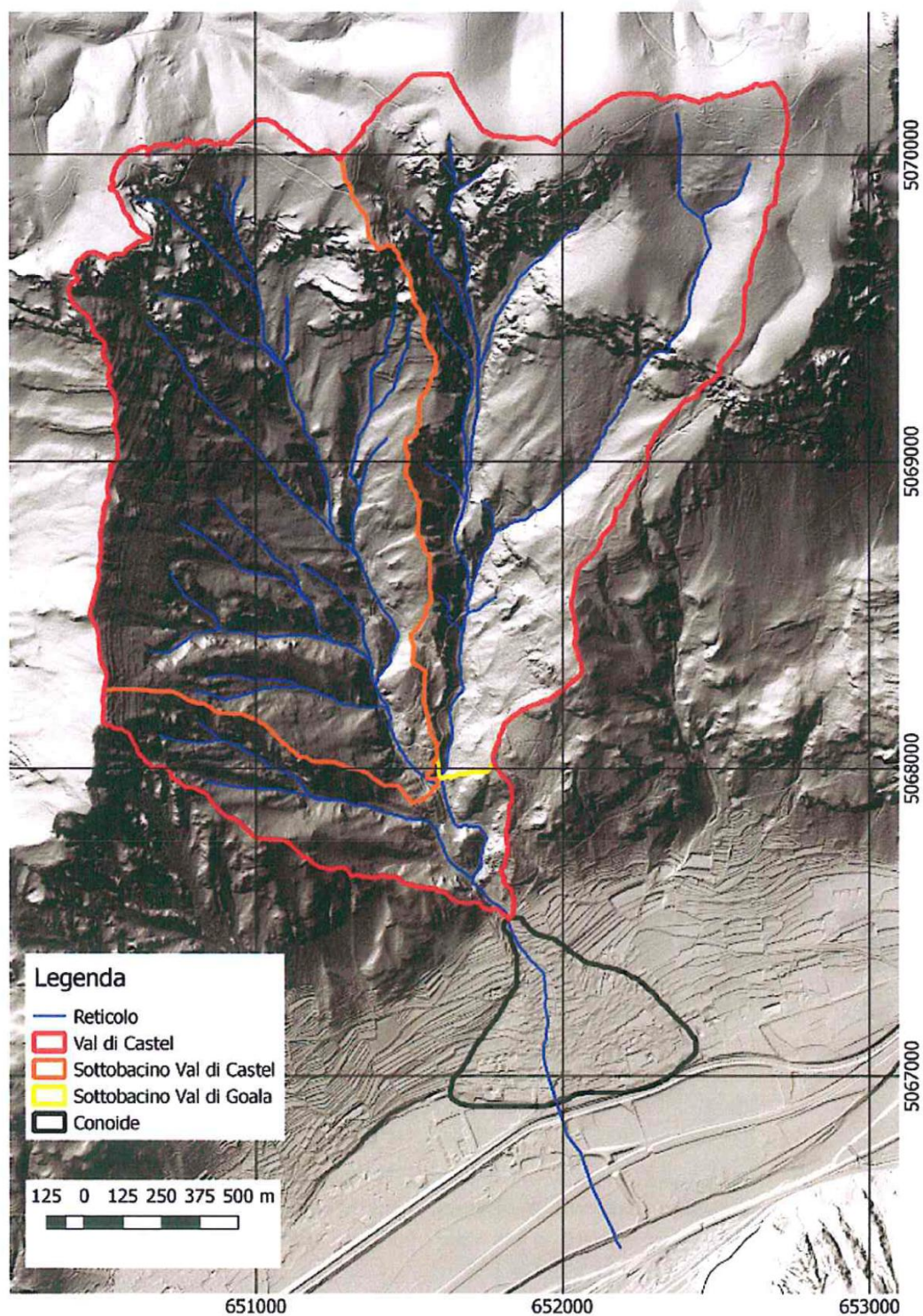


Illustrazione 4: Mappatura dell'estensione del bacino e del conoide del rio di Val di Castel



1.2 Eventi storici e perimetrazione esistente

L'analisi degli eventi storici presenti negli archivi evidenzia un evento nel maggio del 1920 descritto nei progetti di sistemazione di fine anni '20, inizio anni '30. Tale evento pare essere conseguente ad una forte grandinata e ad un forte temporale avvenuto il 30 maggio del 1920, a cui è seguito un evento, probabilmente di trasporto o iperconcentrato, che ha ingrossato i rii Val di Gaola e di Val di Castel trasportando a valle un "enorme alluvione" che ostruendo il normale corso del torrente ne provoca il riversamento entro l'abitato di quella frazione apportando tutto il materiale trasportato e con "rilevantissimi danni."

Nel catasto eventi è presente un evento datato 18 maggio 1926, desunto da un articolo di giornale, che riporta che il torrente "che scende a Sabbionara ha asportato a valle una quantità di ghiaia seppellendo enormi depositi di legna da fuoco". Di tale evento non si ha riscontro nei progetti di sistemazione appena successivi, e potrebbe essere erroneamente datato e coincidere con l'evento del 20 maggio del 1920.

I toponimi val di Gaola e Sabbionara di per sé possono d'altro canto far ipotizzare un collegamento con il trasporto di sedimento, solamente la contrada Maroco, in sinistra idrografica e posta sotto il castello di Barco, fa pensare a possibili fenomeni di crollo dai pendii sovrastanti ma in aree non influenti con il rio Sabbionara.

Identificativo evento/fonte	Tipo di Piena	Data Evento	Descrizione	Danni
Archivio progetti storici 29_106	Trasporto-iperconcentrata	? 1920/05/30	Val di Gaola e il rivo Sabbionara si ingrossarono d'un tratto trasportando a valle un enorme alluvione che ostruendo il normale suo corso e svasando si riversò entro l'abitato di quella frazione apportando tutto rovina con rilevantissimi danni.	Tratto di strada distrutto
A0A6A1_2	Trasporto-iperconcentrata	? 1926/05/18	il torrente che scende da Sabbionara ha asportato a valle una quantità di ghiaia seppellendo enormi depositi di legna	

Tab. 2: Eventi storici dal catasto opere SBM e da cronaca

La cartografia esistente identifica una carenza di indagine approfondita dal punto di vista idraulico ed alcune criticità dal punto di vista geologico (**1_2 – Situazione pianificatoria esistente**). In particolare:

- Solamente il collettore principale del rio di Val di Castel è iscritto all'elenco delle acque pubbliche con il codice 1561.
- Particelle catastali demaniali sono presenti solo sul conoide e strettamente lungo il reticolo con le codifiche 012/_3972, 012/_3973/1, 012/_3973/2, 012/_3973/3.
- La Carta del Pericolo (bozza giugno 2016) mappa con una pericolosità potenziale tutto il conoide ed il reticolo in esame.
- La Carta di Sintesi Geologica evidenzia con un'area ad elevata pericolosità idrogeologica il reticolo del rio di Val di Castel fino alla confluenza con la val di Gaola, tutto il reticolo del



rio val di Gaola e le pareti rocciose che chiudono in alto il bacino. La restante parte del bacino è classificata con penalità gravi o medie ed il conoide con penalità leggere.

- Il PGUAP non segnala alcuna pericolosità di esondazione per i torrenti in esame. Nella pericolosità geologica individua le pareti rocciose, il reticolo della val di Gaola ed il reticolo a valle della confluenza Castel-Gaola con pericolosità elevata e la restante parte del bacino con pericolosità bassa. Il conoide non è classificato con pericolosità. Il rischio derivante dal PGUAP risulta quindi moderato lungo il corso del rio Gaola e sulle pareti sommitali e molto elevato lungo l'alveo su conoide.



Scenari di evento per la modellazione bidimensionale

In seguito alla modellazione monodimensionale sono stati individuati 4 scenari di pericolosità da investigare per la determinazione della mappatura della pericolosità sul conoide anche sulla base delle considerazioni effettuate nel capitolo 1.8 sull'analisi del tipo di fenomeno atteso. Per ottimizzare le successive analisi, vista l'importante infrastrutturazione del conoide ed i pesanti condizionamenti sulle direzioni di deflusso di elementi topografici non rilevabili da remoto (muri di cinta, strade coperte dalle falde dei tetti, volti) è stato realizzato un sopralluogo un cui sono state individuate e mappate le direzioni di deflusso percorribili e non percorribile dalla corrente. Tale sopralluogo ha portato alla definizione di una topografia modificata con l'inserimento dei condizionamenti di cui sopra e con la determinazione in campo di alcune aree di attenzione (Fig. 24). La valutazione dell'intensità dei fenomeni ai fini della mappatura della pericolosità è poi demandata alla modellazione bidimensionale. In particolare sono stati identificati i seguenti scenari, riassunti in tabella 16 e di seguito descritti.

- Scenario 1: Criticità sugli attraversamenti del tratto alto. Gli attraversamenti si considerano verificati con la portata liquida Tr30, mentre si considerano non in grado di sostenere il trasporto solido e gli eventi con tempo di ritorno maggiore. Il sopralluogo ha mostrato come nel caso di ostruzione di uno qualsiasi dei tre attraversamenti la corrente andrebbe ad occupare la arte di via Foss che sale verso il castello, arrivando allo slargo in accorrenza dei civici da 18 a 22 e da qui suddividendosi in parte minima sul ramo sud di via Foss e direttamente al parcheggio e alle campagne sottostanti, ed in larga parte nel passaggio pedonale confinato da due muri di cinta che porta verso San Bernardo lungo la massima pendenza del conoide. Sul lato sud del conoide la corrente può scendere continuando lungo via Castelbarco fino alla strada provinciale destra Adige con alcune possibilità di divagare tra varie vie in direzione sud. Tutta la zona tra Via Massa e la strada Provinciale va a formare un catino naturale che in caso di evento andrebbe probabilmente a raccogliere molte delle acque provenienti da questa direttrice. Una parte della corrente potrebbe attraversare il ponte sul canale Biffis e interessare la zona di Vo destro tramite via al Ponte. Sul lato nord invece la corrente percorrerebbe il tracciato pedonale fino ad imboccare via Sant'Antonio con poche possibilità di altre divagazioni, andando a colpire direttamente piazza Conciliazione. Da qui ogni percorso tra il canale del rio e Via Teatro è plausibile fino alla strada provinciale ed al canale Biffis. Da notare che la via di deflusso centrale lungo il parcheggio e le campagne in sinistra o l'ostruzione del ponte ad arco storico su via Sant'Antonio riporterebbe poi le acque nuovamente sulle direzioni di quest'ultima ipotesi.

- Scenario 2: Criticità sulla copertura del tratto intermedio. Anche in questo caso si considera verificata la copertura con portata liquida Tr30, mentre non si considera verificata per gli eventi con trasporto solido e tempo di ritorno maggiore. In questo caso con ogni probabilità la corrente si indirizzerebbe interamente su via CastelBarco andando poi a colpire in modo pesante la zona depressa tra la provinciale e via Massa e probabilmente a passare il canale Biffis verso Vò destro.

- Scenario 3: Insufficienza idraulica delle coperture del tratto basso. La tombinatura è pesantemente insufficiente con tutti i tempi di ritorno. Sul tempo di ritorno 30 anni si considera l'esondazione di acqua chiara per la parte dell'idrogramma eccedente alla portata transitabile (Q_{picco} 1.6 m³/s, Fig. 26), mentre per i tempi di ritorno maggiori, contraddistinti da trasporto solido, si considera la tombinatura ostruita. La corrente percorre passa quindi dal portico a volto e si divide andando o verso via Castelbarco o verso piazza Conciliazione, andando come sopra ad interessare poi tutta la zona del conoide nord del canale Biffis e plausibilmente Vo Destro.

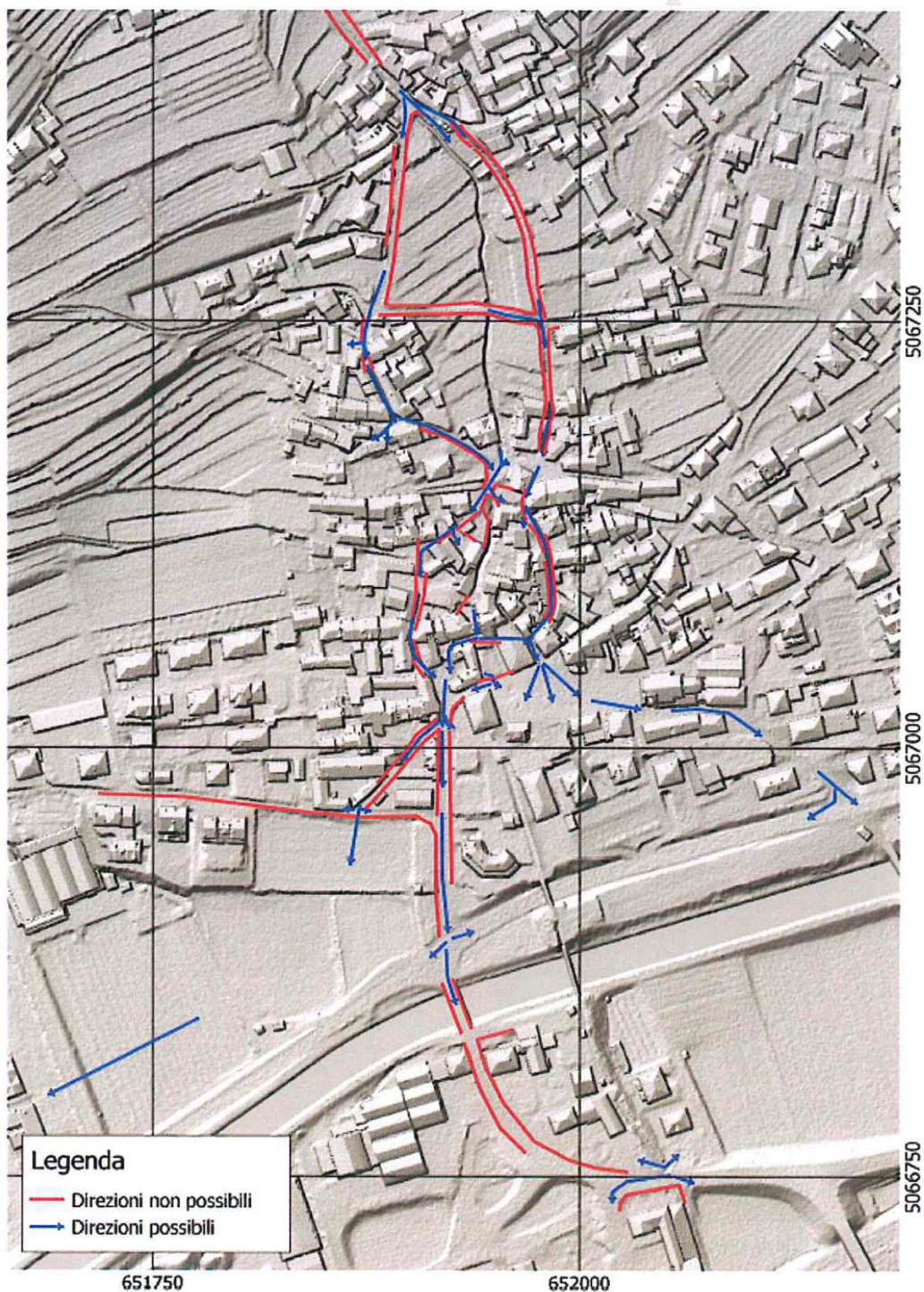


Illustrazione 25: Restituzione grafica dei risultati del sopralluogo per determinare le direzioni di deflusso ammesse e non ammesse a causa degli elementi topografici non rilevabili da remoto.



- Scenario 4: Insufficienza idraulica dell'attraversamento del tratto di piana dell'Adige. Causata dall'abbassamento dell'attraversamento dopo la costruzione di Via del Ponte, è fortemente condizionato dalle problematiche difficilmente sanabili a monte. Inoltre data la pendenza e la situazione la problematica che si verrebbe a creare a causa di questa criticità è dovuta al riempimento delle campagne circostanti comprese tra i terrapieni dell'Autostrada e del canale Biffis, con un fenomeno lento di innalzamento di tiranti con acqua pressoché ferma. Per tali motivi pare opportuno trattare questa criticità come un rischio residuo andando ad individuare le zone ed i tiranti di accumulo tramite la tracimazione dell'attraversamento e la propagazione di una piena con tempo di ritorno 200 anni (Fig. 26).

Tab. 16: Schematizzazione degli scenari verificati con la modellazione bidimensionale

	Tr 30	Tr 100	Tr 200
Scenario 1	/	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 2	/	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 3	Acqua chiara, sforamento	Trasporto solido, attraversamento occluso	Trasporto solido, attraversamento occluso
Scenario 4 (residuo)	/	/	Acqua chiara tracimazione da attraversamento

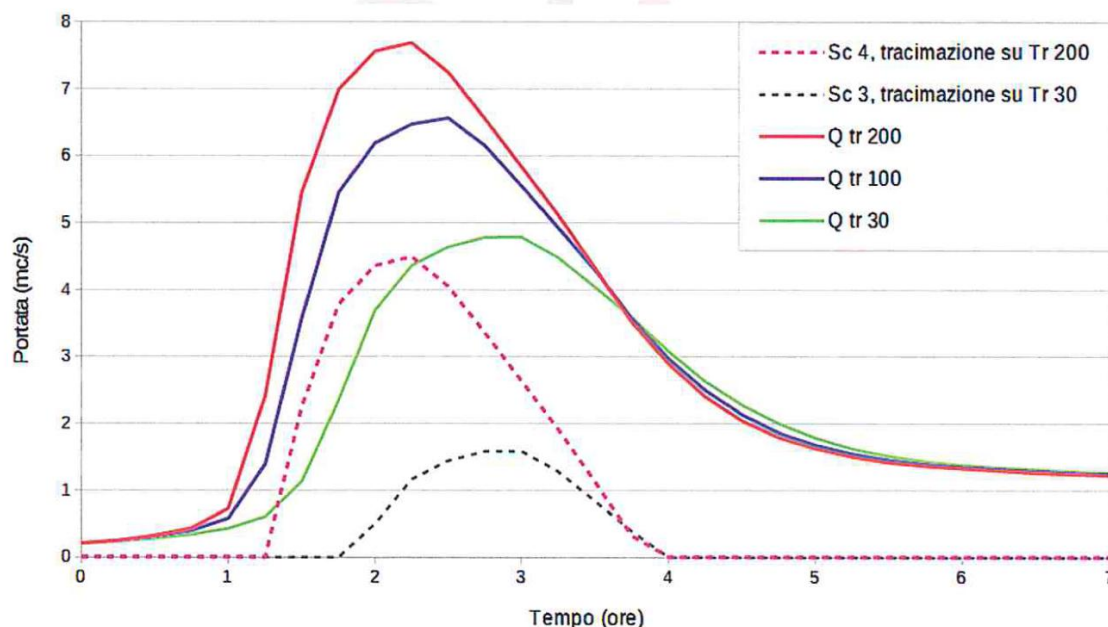


Illustrazione 26: Idrogrammi di progetto utilizzati per le simulazioni bidimensionali. In linea tratteggiate gli idrogrammi di tracimazione per gli scenari 3 (rispetto al Tr 30, in grigio) e 4 (rispetto al Tr 200, in viola).



Risultati della modellazione bidimensionale

La simulazione bidimensionale ripercorre le dinamiche evidenziate in fig. 25, andando a definire in modo più dettagliato le grandezze per eventi di acqua chiara (tavole da 6.2 a 6.10). Dall'andamento dei tiranti e delle velocità è possibile individuare le aree più critiche per la deposizione del sedimento, difficilmente riproducibile dai modelli in queste condizioni di alto dettaglio topografico al di fuori del canale (Fig. 26).

- Scenario 1: Criticità sugli attraversamenti del tratto alto. L'attraversamento e la copertura in contrada San Carlo sono considerate ostruite per scenario, ma deposizioni importanti sono ipotizzabili anche nell'allargamento di via Foss nei punti in cui il tirante a causa dell'allargamento e della topografia vanno a diminuire. Le velocità rimangono comunque sostenute lungo le vie principali di scorrimento, mentre depositi importanti sono prevedibili nel parcheggio e nelle campagne sottostanti, in cui le velocità ed i tiranti diminuiscono in modo consistente. Quantità importanti di sedimento possono comunque scendere da via Foss sia in destra che in sinistra idrografica, con depositi localizzati in corrispondenza dei giardini privati ed in corrispondenza degli allargamenti in corrispondenza degli incroci. In particolare in destra l'allargamento in corrispondenza dell'incrocio tra via Foss, Via Sant'Antonio e via Castelbarco ed i cortili limitrofi con ingressi sfavorevoli possono causare deposizioni notevoli. Ad elevata pericolosità sia per tirante e velocità che per l'effetto del sedimento è il civico di fronte al 52 di via CastelBarco, con l'ingresso posizionato in modo frontale alla corrente in un punto di diversione e allargamento. Parte del sedimento da qui può arrivare fino alla piazza su via Sant'Antonio e nei prati e verso le abitazioni a destra della stessa via e da qui una parte residua può continuare nei percorsi a maggior dinamicità in via CastelBarco fino alla Strada Provinciale Destra Adige con intensità e quantità minori. In sinistra la corrente mantiene tiranti e velocità importanti portando facendo localizzare i punti di deposizione plausibile di sedimento da monte a valle nei due allargamenti di via Sant'Antonio, nei cortili privati con ingressi svantaggiati ed in piazza Conciliazione. A valle di queste aree il trasporto di sedimento dovrebbe avvenire con cinetica e concentrazioni tali da non aumentare la pericolosità rispetto all'acqua chiara. Tiranti sono poi previsti oltre il ponte sul canale Biffis in Vò destro verso le campagne ed i fabbricati a sud, mentre un punto di attenzione durante l'evento deve essere posto alla zona non edificata e topograficamente svantaggiata tra la caserma dei vigili del fuoco e la strada provinciale Destra Adige. Il riempimento di questa vasca potrebbe portare a tracimazione e all'interessamento delle nuove edificazioni poste più a sud e confinate da una strada in terrapieno. I tempi per questa evenienza sono tuttavia di diverse ore e vi è quindi la possibilità di intervenire durante l'emergenza.

- Scenario 2: Criticità sulla copertura del tratto intermedio. Nello scenario 2 la copertura è considerata ostruita per definizione, e la piazza sopra all'attraversamento stessa risulta naturalmente il principale punto di deposizione del sedimento. Da qui la corrente con anche concentrazioni importanti può interessare tutta via CastelBarco e raggiungere via Massa e l'incrocio con la strada provinciale Destra Adige ed il canale Biffis, che vanno ad intercettare e far depositare anche importanti quantità di sedimento. La divagazione verso piazza conciliazione è probabilmente da attribuirsi solo a limitati tiranti di acqua chiara. Anche e ancora di più in questo scenario l'evoluzione dei tiranti nelle campagne a fronte della caserma dei vigili del fuoco va monitorata in modo di mettere in atto eventuali misure di protezione civile a protezione delle abitazioni più a sud.

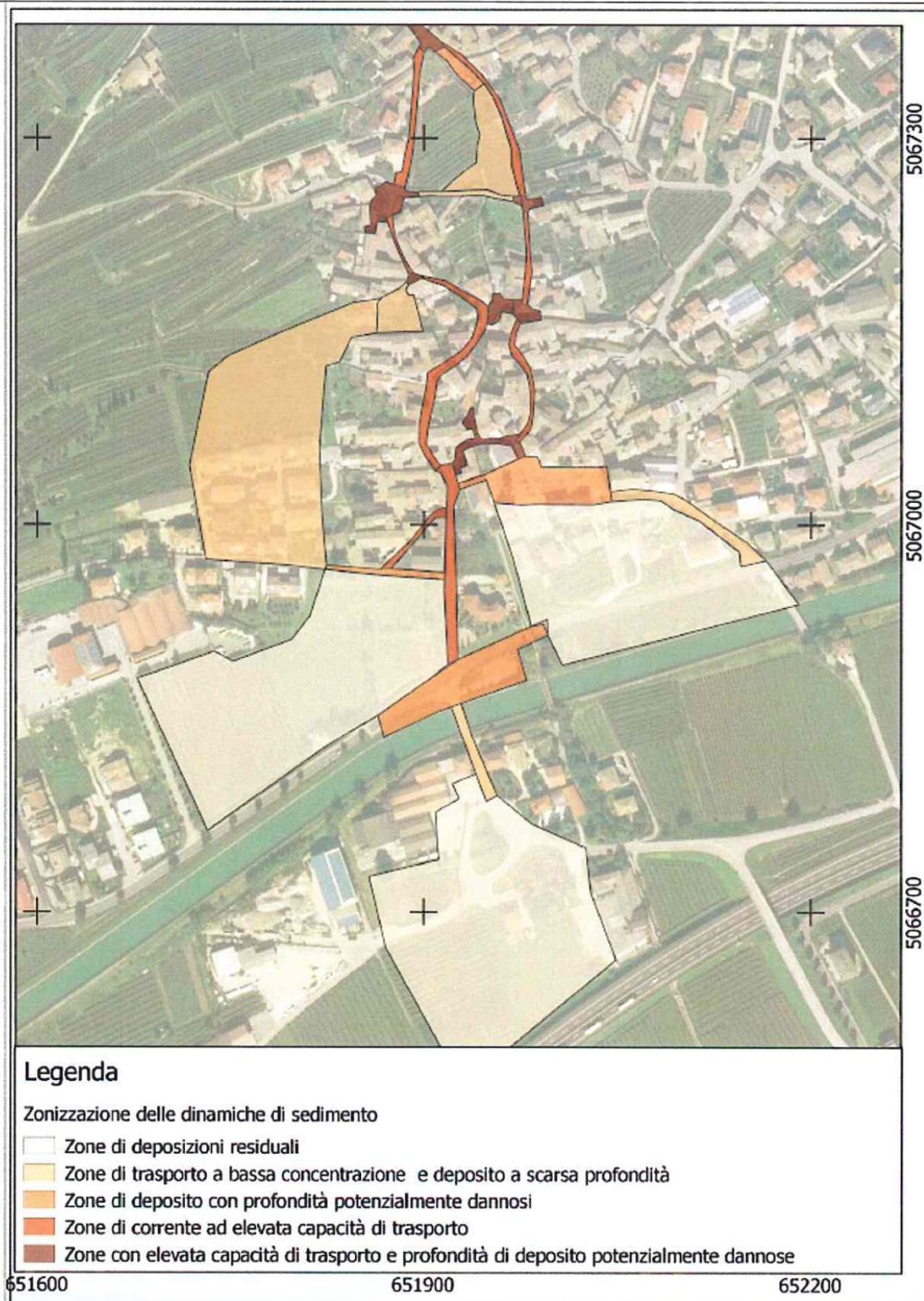


Illustrazione 27: Zonizzazione delle dinamiche di sedimento sulla base dei risultati delle modellazioni bidimensionali



- Scenario 3: Insufficienza idraulica delle coperture del tratto basso. L'ostruzione della tombinatura nel centro di San Bernardo porterebbe a tiranti e velocità importanti sia nel cortile interno che nel portico che nei vicoli che collegano il portico a vai CastelBarco in destra e a piazza Conciliazione in sinistra. La topografia, le ringhiere ed i percorsi tortuosi causerebbero in queste aree depositi di sedimento con profondità anche metriche con conseguenze non prevedibili sulle strutture e sulle abitazioni circostanti. Da qui la corrente ed il sedimento si direzionerebbe in destra verso la strada provinciale ed il canale Biffis andando lì a depositare importanti quantità di sedimento, ed in sinistra a diffondersi su piazza conciliazione per arrivare da più direzioni e con tiranti generalmente bassi ma probabilmente localmente importanti per autoconfinamento fino alla strada provinciale Destra Adige e da qui nuovamente al canale Biffis. Via Massa sarebbe anch'essa interessata da alluvionamento da sedimento, mentre a Vò destro e le aree agricole a sud subirebbero probabilmente solamente alluvionamenti da acqua chiara con bassi tiranti e velocità. Pare rilevante evidenziare che un evento con tempo di ritorno 30 anni, finanche solo in acqua chiara, porterebbe a tiranti e velocità rilevanti nel cortile interno e nel portico, che risultano tra i punti più critici, per poi andare ad interessare con tiranti modesti ma velocità localmente rilevante le medesime aree descritte sopra.

- Scenario 4: Insufficienza idraulica dell'attraversamento del tratto di piana dell'Adige. Lo scenario di tracimazione al ponte stradale di Vò destro vede velocità elevate solo nelle immediate vicinanze del ponte stesso e sulle rampe che portano dal rilevato stradale alle campagne poste a quota minore. Come indicato nel rilievo la corrente assume tre direttrici, ciascuna verso un punto diverso di accumulo e dove la velocità diventa sostanzialmente nulla e la pericolosità è data dalla profondità che il tirante via via assume. Le due "vasche" ad est, ben definite da elementi topografici, assumono profondità tra 1.5 e 1.9 m, mentre la piana dell'Adige verso la località Russie, grazie all'estensione, ha tipicamente valori di tirante al di sotto dei 25 cm ad eccezione di qualche contesto topograficamente svantaggiato in cui la profondità delle acque arriva a 0.6 m. I tempi per il raggiungimento di tali tiranti sono tuttavia dilatati all'ordine delle ore.



7 Proposta di Carta del Pericolo

La mappatura del pericolo è stata realizzata sulla base delle simulazioni, mantenendo per ogni cella il risultato più critico, seguendo le prescrizioni della delibera della Giunta Provinciale n° 1708 del 6/10/2014 "Disposizioni tecniche e organizzative per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità" di cui all'art. 10, comma 5, l.p. 1 luglio 2011, n. 9.

Vista la tipologia di analisi effettuata si ritiene di interpretare il quadrante 6 della matrice di interazione per la determinazione della pericolosità come a pericolosità media ed il quadrante 2 come a pericolosità bassa.

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

Illustrazione 28: Matrice di interazione per la determinazione della pericolosità

Contemperando le modellazioni e la conseguente mappatura della pericolosità con le valutazioni esperte derivanti dalle osservazioni di campo, e considerando i livelli di incertezza intrinseci sia nelle analisi preliminari che nella rappresentazione degli eventi, in particolare in un contesto fortemente antropizzato, è stata redatta la carta del pericolo (Fig. 29).

L'intero alveo a partire dalla forra appena a monte dell'apice del conoide fino alla foce in Adige è stato delimitato con un buffer di 5 metri per lato a partire dal centro dello stesso ed è stato categorizzato come a pericolosità elevata. Le aree di esondazione sono state poi valutate in modo puntuale mediando le informazioni dei modelli in acqua chiara con le valutazioni esperte ricordando il consistente contributo in trasporto solido per gli eventi con tempi di ritorno maggiori di 30 anni. Di seguito e partendo da monte sono descritte e motivate le zonizzazioni della pericolosità sul conoide.

- Le abitazioni in sinistra al corso d'acqua ed a monte dell'allargamento di via Foss in cui vi è la prima copertura sono mappate in zona a pericolosità media in quanto le dinamiche di trasporto di sedimento potrebbero intervenire sugli ingressi e sull'intorno in modo importante e poco prevedibile.

- L'allargamento di via Foss ed il parcheggio sottostante sono mappati in area ad elevata pericolosità in quanto sia la dinamica del flusso sia quella del sedimento portano in queste aree le principali direzioni di deflusso e di deposito per quanto riguarda lo scenario 1. L'allargamento di



via Foss, così come strutturato alla data della presente relazione, orienta inoltre il flusso in via preferenziale lungo il passaggio pedonale che scende verso la contrada di San Bernardo e sul parcheggio, entrambe mappati in pericolosità elevata così come l'incrocio tra il passaggio pedonale e via Sant'Antonio e via Sant'Antonio stessa fino a piazza Conciliazione, allargandosi agli incroci e agli allargamenti e comprendendo le abitazioni con ingressi sfavorevoli.

Il ramo di via Foss in destra al corso d'acqua è da considerarsi solo in via secondaria come direzione di deflusso, quindi con portate e volumi residui. Per questo motivo e considerando comunque la possibilità di ostruzioni o interferenze che modifichino i deflussi nello slargo di via Foss la discesa in destra è considerata in pericolosità ordinaria media ma mappata come pericolosità residua elevata (HR4). Tale categorizzazione continua dopo l'incrocio con via Sant'Antonio su via CastelBarco e fino all'incrocio più a valle in corrispondenza della cooperativa. Da rimarcare in questo contesto la mappatura in HR4 e H3 delle abitazioni sui lati della strada, in particolare della prima abitazione in destra ed a valle del primo incrocio, e dell'abitazione a fronte del civico 52 di via CastelBarco, in posizione critica e con ingresso vulnerabile sia per l'intensità dei flussi che per le dinamiche di sedimento.

- Le aree esterne sia in destra che in sinistra a via Foss sono mappate in pericolosità bassa, ritenendo che siano possibili coinvolgimenti in alluvionamenti di modesta entità e probabilità a seguito degli effetti della deposizione di sedimento e di conseguente variazione delle direzioni di deflusso di acqua chiara.

- Le aree agricole ed abitate poste all'interno di via Foss e fino alla piazza della Cooperativa sono ricomprese in pericolosità media in quanto la conformazione morfologica e gli elementi stabili della topografia, come i muri di cinta, non permettono di escludere completamente l'ingresso dell'evento in queste aree, ma con tiranti e deposizioni non di media entità. Diverso è il caso dell'intorno a monte del ponte storico di via Sant'Antonio, dove il muro di cinta crea uno sbarramento per cui eventuali deflussi e depositi dall'alto raggiungerebbero altezze considerevoli, e la conformazione topografica ne fa casse di espansione naturali per l'evento.

- La piazza su via Sant'Antonio dove risiede la cooperativa è considerata zona a pericolosità elevata sia per i flussi da monte lungo le vie, sia in destra che in sinistra, sia per lo scenario 2 in cui le criticità si rivelano esattamente in questo punto. Tale scenario e lo scenario 3 fanno sì che tutto il centro storico da qui a valle tra via Sant'Antonio e Via CastelBanco sia mappato a pericolosità elevata, ponendo in particolare l'attenzione sul cortile interno e sui vicoli della contrada San Bernardo in cui è prevista l'ostruzione nello scenario 3, contraddistinto da pericolosità elevata sotto tutti i profili, sia dinamici che deposizionali.

- Le zone esterne alle vie di cui sopra sono mappate in pericolosità media, indicando la possibilità di coinvolgimento di flussi e depositi anche importanti da ingressi e vicoli non prevedibili in sede di modellazione.

- Allo stesso modo è stata valutata in pericolosità media Piazza della Conciliazione, ed in bassa tutta la zona a valle della stessa, ritenendo che l'ampiezza della piazza stessa sia sufficiente per attenuare il fenomeno e permettere la dispersione dello stesso in correnti e trasporto di relativa bassa intensità. La scelta di declassare da pericolosità media a bassa l'area a valle della piazza nonostante l'interessamento dell'area per quanto riguarda il TR30 dello scenario 3 deriva dalla valutazione della serie storica degli eventi nel rio e dall'estrema larghezza dell'area che porterebbe a tiranti poco pericolosi per le portate residue nell'area, comunque secondaria rispetto alla direzione di



deflusso principale sulla parte terminale di via CastelBarco verso la strada provinciale “Destra Adige”.

- Proprio da questa direttrice e dal vicolo laterale in destra, prevalenti per gli scenari 2 e 3, si vanno ad alimentare i deflussi che interferiscono in modo importante con la strada provinciale, con Vo Destro e con le campagne topograficamente depresse in destra portando la pericolosità a media sia per l'effetto del tempo di ritorno 30 anni sia per i tiranti che nella zona coltivata vanno lentamente a salire. La nuova zona residenziale a ovest dell'area coltivata e l'area della caserma dei vigili del fuoco sono poste in pericolosità bassa per il pericolo di tracimazione dal catino naturale posto in pericolosità media e con il passaggio di tiranti d'acqua limitati dalla strada che delimita il lato ovest.

- La strada provinciale “Destra Adige” è ricompresa in pericolosità media in quanto per tutto il tratto direttamente a valle delle aree maggiormente prone ai deflussi può fungere da collettore delle portate da un elevato numero di direttrici e rendere impossibile la transitabilità e l'utilizzo della strada stessa come via di comunicazione strategica. Inoltre l'incrocio con via CastelBarco può risentire di importanti apporti di sedimento e di portate idriche sia in termini di velocità che di volume di deposito.

- Date le situazioni di pericolosità medio-bassa nella zona di Vò Destro e vista la tipologia di evento, caratterizzato da tempi lunghi per raggiungere intensità elevate e per cui la pericolosità potrebbe essere ulteriormente contenuta con misure non strutturali e provvisorie, come l'utilizzo di motopompe per allontanare le acque o sistemi di contenimento delle acque (saccate o equivalenti) per impedire l'accesso di tiranti comunque ridotti all'interno degli edifici, la zona soggetta ad eventi ordinari tramite il ponte sul canale Biffis è mappata in pericolosità bassa. Solo localmente e per discontinuità topografiche vantaggiose i tiranti possono raggiungere livelli da pericolosità media. Le aree ad est del rio Cal di Castel invece vengono coinvolte nello scenario da rischio residuo con tiranti anche importanti dovuto alla topografia a “vasca” delle campagne strette tra il canale Biffis, l'autostrada A22 e la viabilità. Per queste aree la pericolosità assegnata è media di rischio residuo. Per lo stesso scenario di rischio residuo le aree ad ovest del rio sono in pericolosità bassa, coerente quindi con quanto assegnato per gli scenari ordinari.



**CARTA DEL PERICOLO,
RIO VAL DI CASTEL - SABBIONARA DI AVIO**

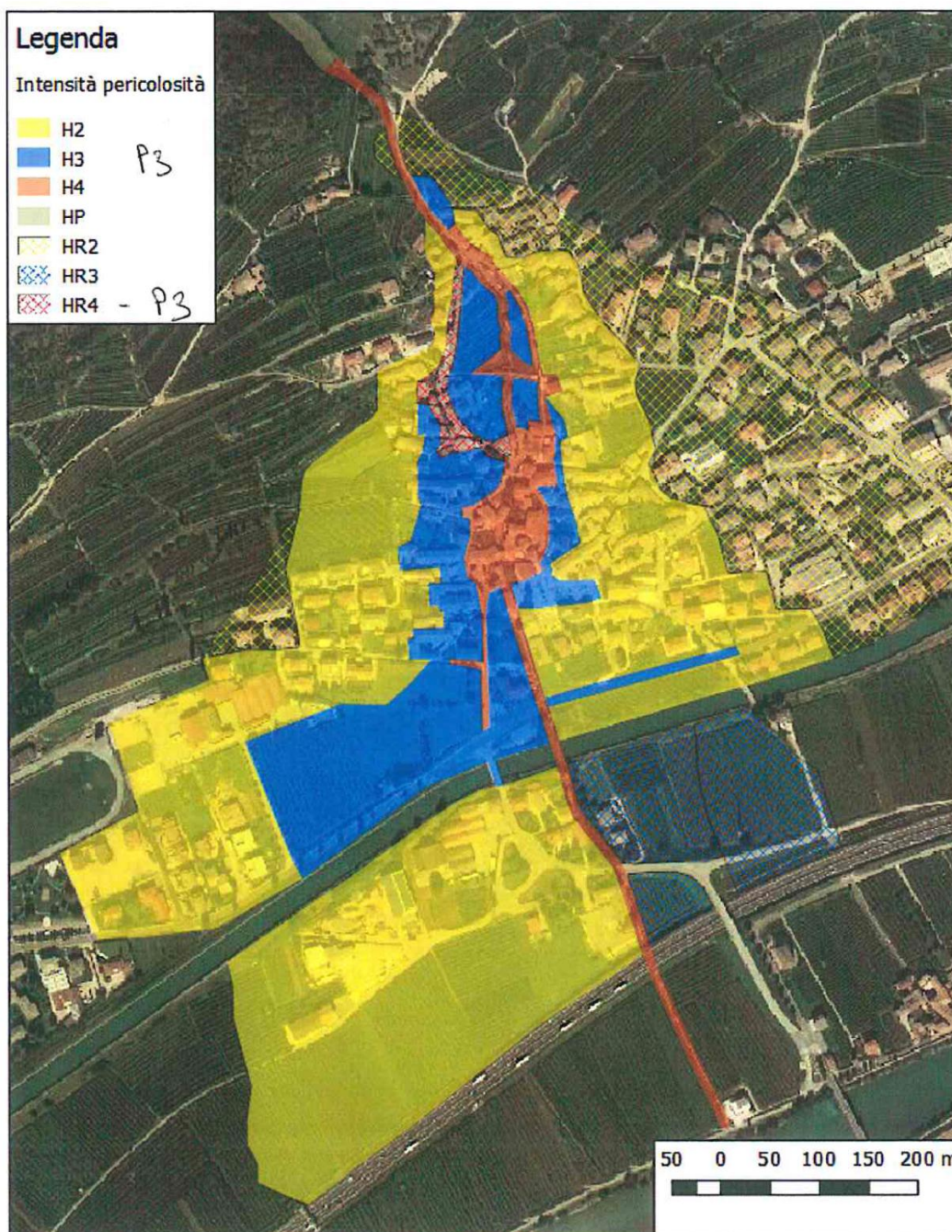


Illustrazione 29: Carta del Pericolo sul conoide di Sabbionara di Avio



8 Conclusioni

Il rio di Val di Castel pare soggetto ad eventi significativi solo con tempi di ritorno (delle precipitazioni) medi o elevati sia grazie al complesso sistematorio esistente sia per merito delle caratteristiche geologiche del bacino che rendono il corso d'acqua relativamente poco reattivo rispetto alle sollecitazioni meteorologiche.

Tali condizioni sono comuni a molti conoidi della bassa Val d'Adige, ed hanno fatto sì che la memoria storica della pericolosità alluvionale sia pressoché nulla portando, in questo caso, ad una progressiva compromissione delle sezioni di smaltimento del canale con interferenze legate a coperture per arredo urbano, viabilità ed usi privati.

In questo contesto la mitigazione della pericolosità idraulica va ricercata attraverso interventi tra loro integrati agendo, per quanto possibile, sull'adeguamento delle sezioni critiche lungo il conoide, sul potenziamento delle opere di gestione del trasporto solido poste a monte dell'abitato e sulla riduzione della vulnerabilità dei beni esposti.