

COMMITTENTE:



UNIONE DI COMUNI MONTANI VALCHIUSELLA

Via Provinciale, 10, 10010 Alice Superiore TO

OGGETTO:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA OPERE PMO URGENTE REALIZZAZIONE DI SCOGLIERA A PROTEZIONE DELL'EROSIONE SPONDALE E RICOSTRUZIONE PISTA IN FRANA

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

COMUNE TRAVERSELLA, LOCALITÀ CHIARA

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

8	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.
2	.	.	.	.	.
1	Ottobre 2021	PROGETTO DEFINITIVO	P.C.	P.C.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E DI CALCOLO

ARCHIVIO:

5340

FILE N°:

TESTALINI

DATA:

Loranzè, Ottobre 2021



HYDROGEOS
STUDIO TECNICO ASSOCIATO

TAVOLA N°

C

SCALA:

Studio Tecnico Associato

ing. GABRIELE
ing. NOASCONO
ing. ODETTO
geol. CAMBULI
ing. VIGNONO
ing. ZAPPALÀ
P.IVA 08462870018

Sede legale

Via Giosuè Gianavello, n. 2
10060 Rorà (TO)
TEL. 0121/93.36.93
FAX 0121/95.03.78

Sede operativa

Strada Provinciale 222, n. 31
10010 Loranzè (TO)
TEL. 0125/19.70.499
FAX 0125/56.40.14

e-mail: info.hydrogeos@ilquadrifoglio.to.it

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:

ALTRA FIGURA:

TIMBRO:

ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



Indice

1	PREMESSA.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	INTERVENTI IN PROGETTO: INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO, GEOMORFOLOGIA, INTERFERENZE COL TERRITORIO	5
3.1	Inquadramento topografico.....	7
3.2	Vincoli geomorfologici.....	11
3.3	SIFRAP – ARCHIVI ARPA	11
3.4	PAI.....	13
3.5	Direttiva alluvioni 2020	15
3.6	Vincolo idrogeologico.....	15
4	LE OPERE IN PROGETTO	17
5	METODO E CODICE DI CALCOLO	20
6	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE.....	24
6.1	Caratteristiche Geologiche	24
6.2	Geomorfologia.....	27
6.2.1	Geomorfologia locale	29
6.3	Caratteristiche Geotecniche.....	31
7	DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO	35
7.1	Analisi delle condizioni di stabilità dei pendii.....	38
7.2	Analisi delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno	40
8	CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI	41
8.1	Massi di cava con massi reperti in alveo intasati con cemento	41
9	COMBINAZIONI DI CARICO E ANALISI DI STABILITÀ.....	41
10	AZIONI.....	43
10.1	Carichi permanenti strutturali	43
10.2	Carichi permanenti non strutturali	44
10.3	Carichi variabili.....	44
10.4	Descrizione combinazioni di carico	44



11	MODELLO DI CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE.....	49
11.1	Geometria di modellazione	49
11.2	Sollecitazioni agenti.....	52
11.3	Risultati delle verifiche	54
12	CONCLUSIONI	56

1 PREMESSA

L'Unione di comuni Montani Valchiusella, con la trattativa MEPA 1792261 del 5.08.2021 – cig Z1832A7594 ha incaricato il sottoscritto Dott.Ing. Gianluca Noascono, in qualità di rappresentante dello Studio HYDROGEOS con sede legale in via Giosuè Gianavello n. 2 – 10060 Rorà (TO), della redazione del progetto per la realizzazione dei “LAVORI DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA OPERE PMO URGENTE. Realizzazione di scogliera a protezione dell'erosione spondale e ricostruzione pista in frana”.

Le opere in progetto a verificare geotecnicamente comprendono e un tratto di scogliera per la messa in sicurezza e protezione della sponda destra del torrente Chiusella nel comune di Traversella (TO), località Chiara.

A seguito di un rapido inquadramento topografico, geologico e vincolistico dell'area in esame e della descrizione della totalità degli interventi in progetto, si riporta la descrizione dettagliata e le verifiche geotecniche di stabilità della scogliera in massi di cava e massi reperiti in alveo intasati con cemento.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- L.G. Cons. Sup. LL.PP. allegato al voto n. 36 del 27/07/2007 – *“Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale”*;
- R.D. n. 3267 del 30/12/1923 – *“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”*;
- D.M. 11/03/1988 – *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni”*.
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24 /09/1988 – *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni. Istruzioni per l'applicazione.”*;
- Legge n. 64 del 02/02/1974 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*;
- D.M. del 24/01/1986 – *“Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche”*;



-
- D.M. del 16/01/1996 – *"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*;
 - Circolare n. 65 del 10/04/1997 – *"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. del 16/01/1996"*;
 - D.M. del 17/01/2018 – *"Norme tecniche per le costruzioni"*;

Circolare n. 7 del 21/01/2019 – *"Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"*.

3 INTERVENTI IN PROGETTO: INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO, GEOMORFOLOGIA, INTERFERENZE COL TERRITORIO

Gli interventi in progetto sono resi necessari dovuto a la presenza di una frana localizzata in sponda destra del Torrente Chiusella nel comune Traversella (TO).

Il coronamento di la frana se trova in una pista veicolare, riducendo la larghezza di la stessa, mentre che il corpo di frana si deposita nella riviera del torrente Chiusella.

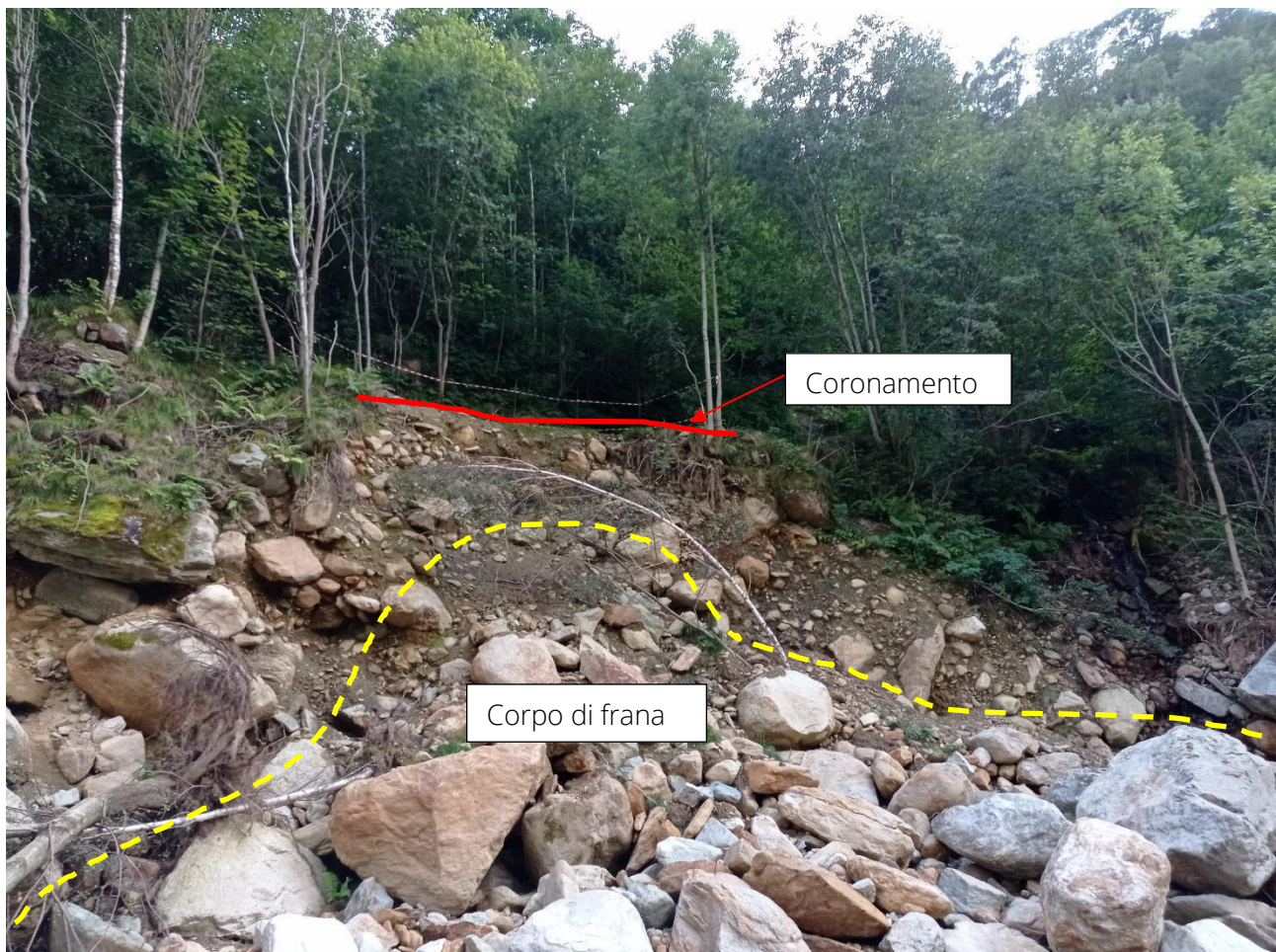




Figura 1 - Inquadramento fotografico dello stato attuale del area d'intervento

3.1 Inquadramento topografico

Il presente progetto interessa gli interventi di sistemazione e messa in sicurezza, di una frana in destra orografica del torrente Chiusella e il ripristino della strada rurale crollata. Gli interventi si trovano nel comune di Traversella (TO), ed hanno il seguente riscontro su Carta Tecnica Regionale CTR: 114050

Le coordinate baricentriche, geografiche e chilometriche UTM WGS 84, del luogo in cui sono previste le opere in progetto sono le seguenti:

Geografiche	
Latitudine	45.460743 N
Longitudine	7.7763374 E

Chilometriche	
Nord	5034863.44 m N
Est	404332.85 m E

L'altezza è di circa 615 m.

Si riportano a seguire degli estratti cartografici con individuazione dell'ubicazione degli interventi.

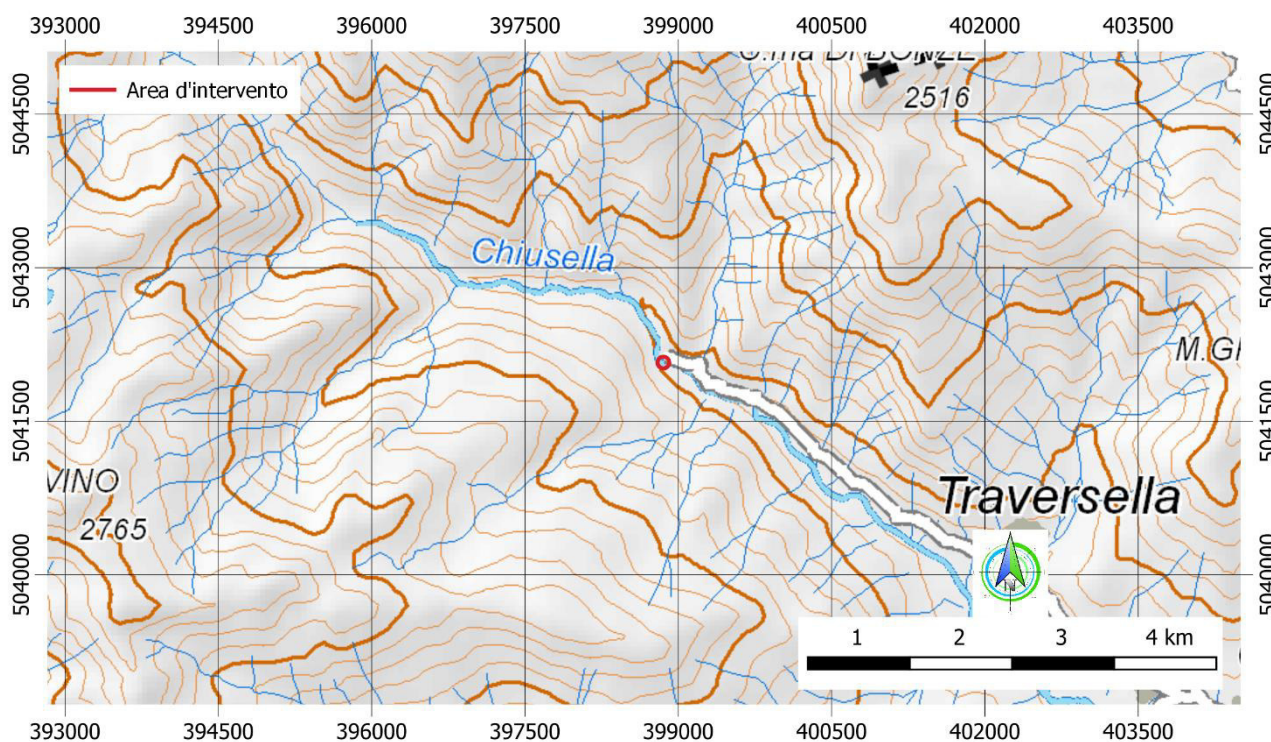
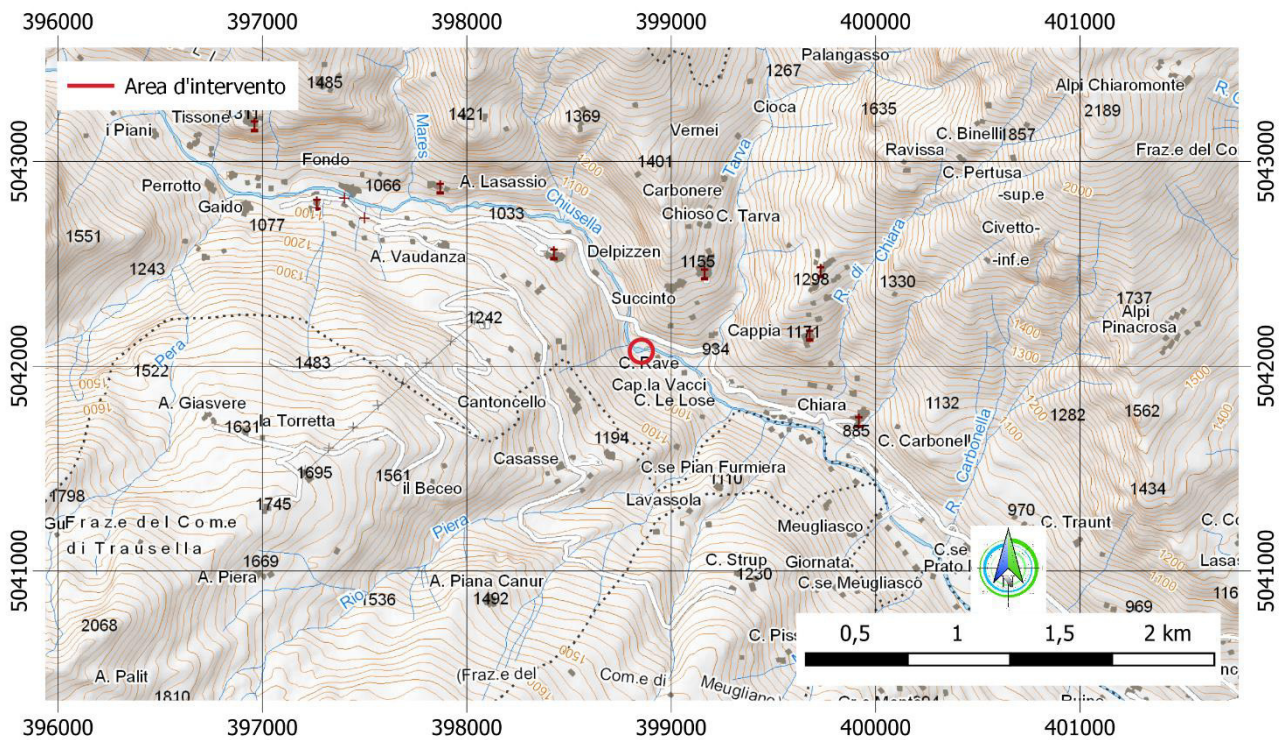


Figura 2 Inquadramento geografico dell'area di intervento su sfondo in scala 1:250'000



The map shows the Succinto area in the Alps, with the intervention area (red line) and the study area (red circle). The map includes contour lines, elevation points, and a scale bar. The intervention area is located in the central part of the map, and the study area is located in the lower right part of the map. The map also shows the R. io di Chiara and the Case Plan Fumiera.

8

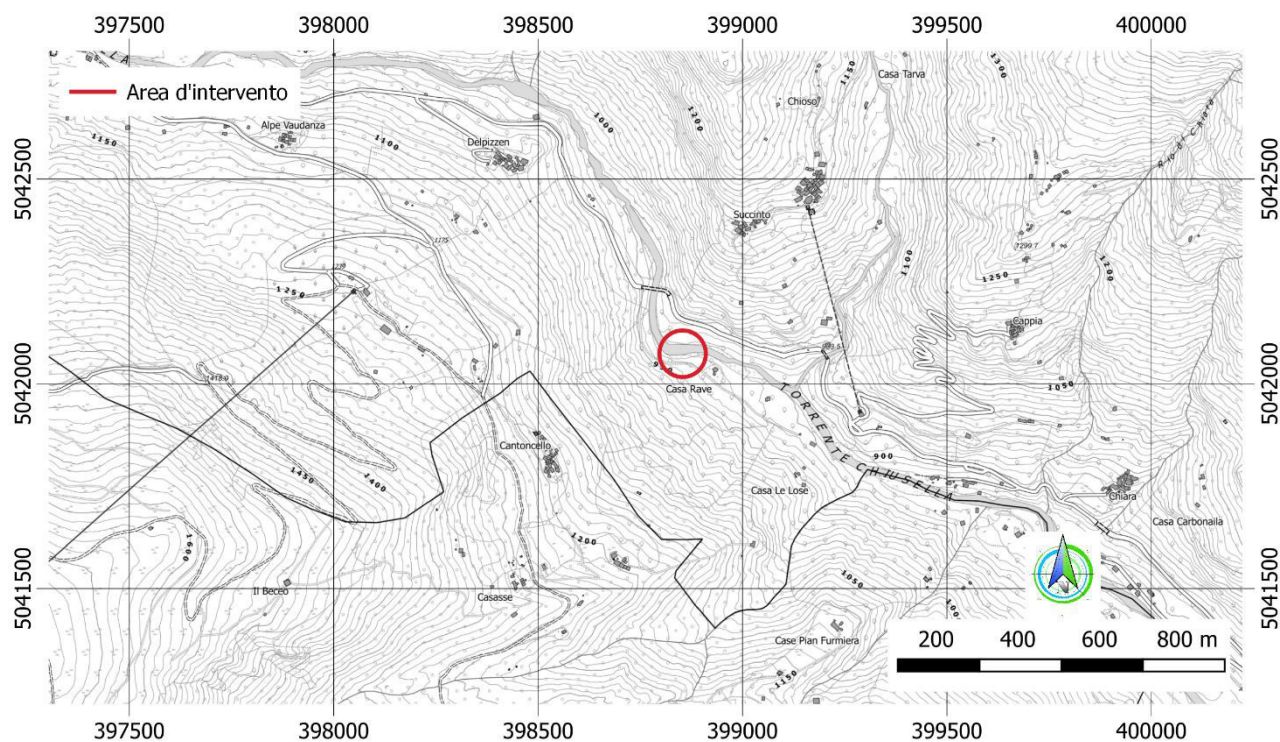


Figura 5 Inquadramento dell'area d'intervento su bdtre 1:10000

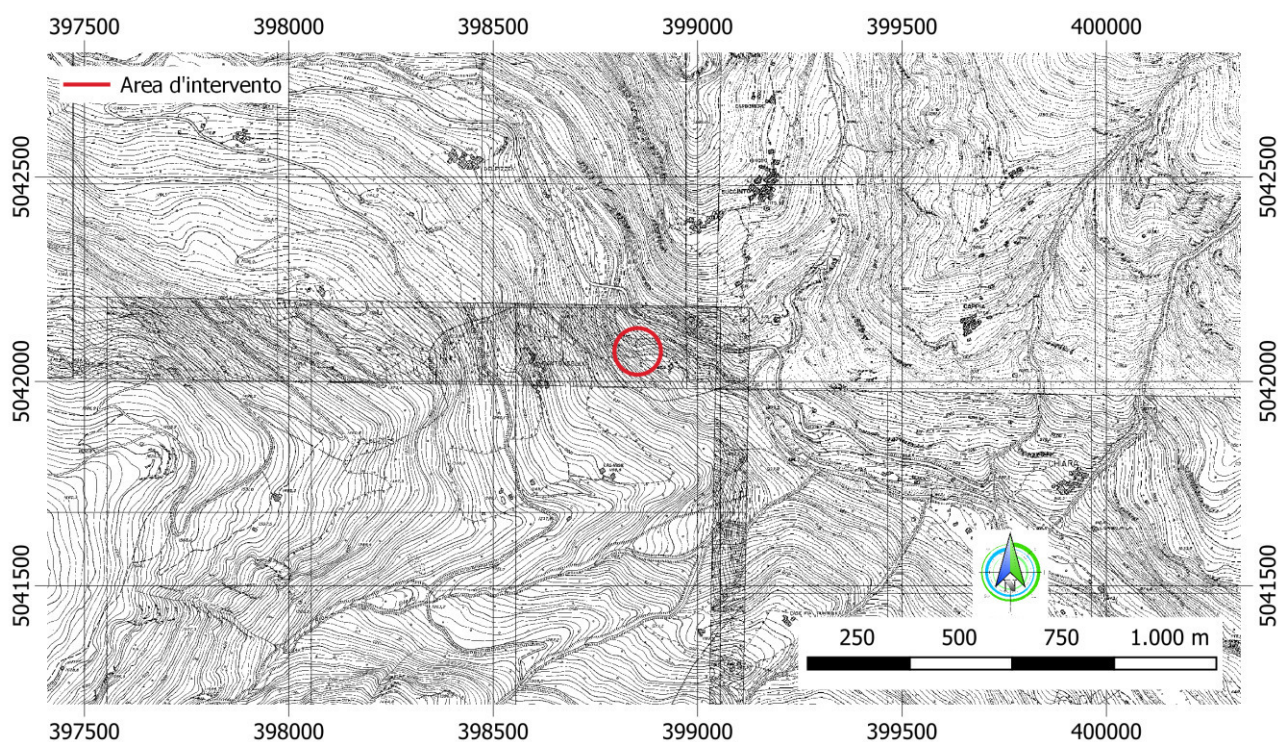


Figura 6 Inquadramento dell'area d'intervento su CTP-114054

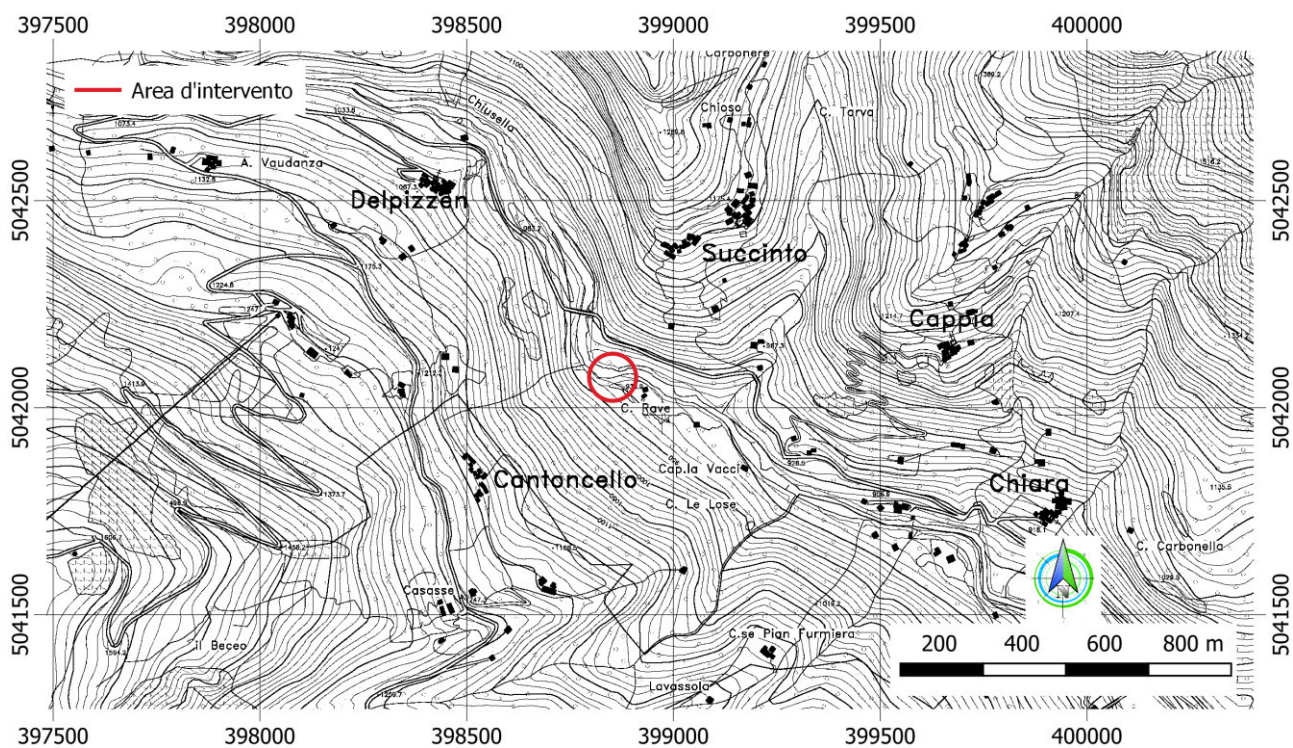


Figura 7 Inquadramento dell'area d'intervento su CTR-114050

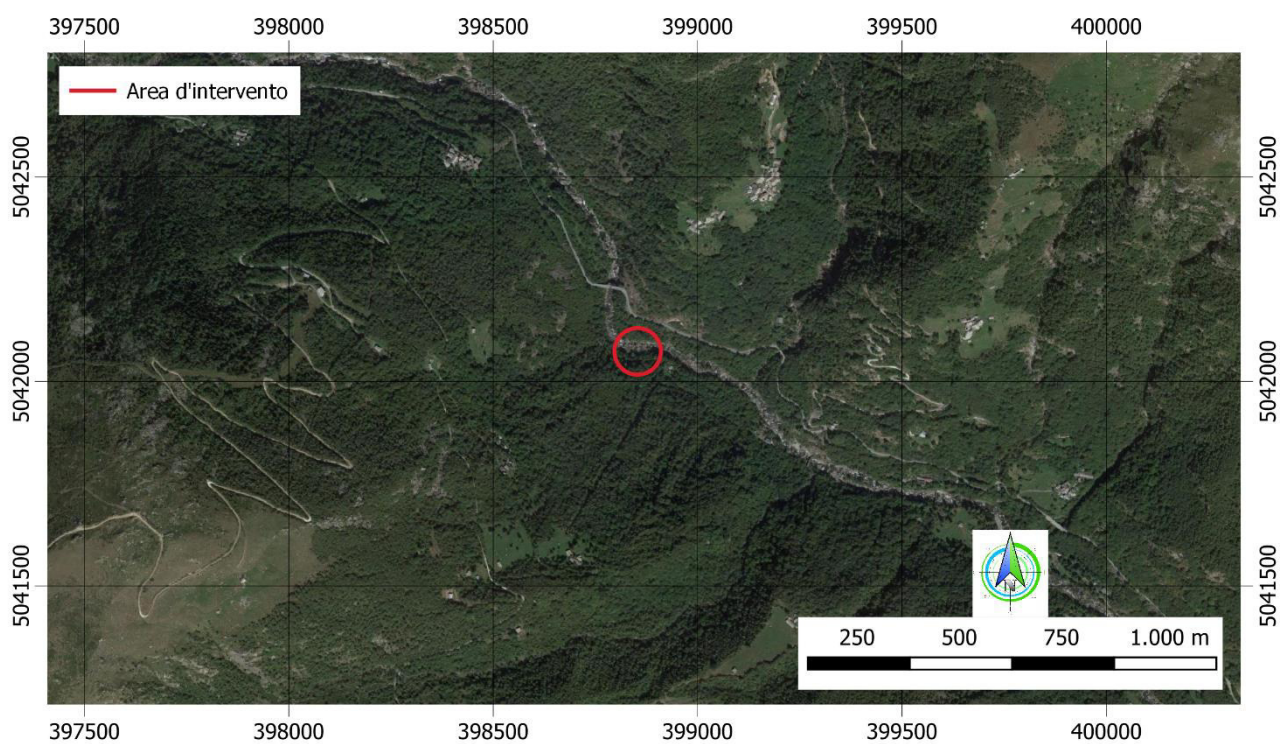


Figura 8 Ubicazione intervento su ortofoto – Google Satellite

3.2 Vincoli geomorfologici

Consultando il piano regolatore comunale, il database del Geoportale dell'Arpa Piemonte e della regione Piemonte è stato possibile reperire la cartografia relativa ai processi geomorfologici che hanno interessato l'area oggetto di studio.

Nell'area, in un intorno significativo, non sono presenti perimetrazioni RME.

Il comune di Traversella non ha il PRGC adatto al PAI.

3.3 SIFRAP – ARCHIVI ARPA

Dalla consultazione degli archivi SIFRAP e degli archivi Frane ARPA¹, in un intorno significativo **sono presenti** segnalazioni di fenomeni franosi del tipo frana areali, di tipo aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi. Tuttavia i fenomeni sono localizzati in sinistra orografica del Torrente Chiusella e non influiscono sulla stabilità del settore in destra.

¹ Carta delle Frane. Il tema, tratto dalla Banca Dati dei Processi Geologici realizzata dalla Regione Piemonte nella seconda metà degli anni '80, espone le diverse tipologie di frana connesse ad instabilità pregressa ed attuale. Le frane riguardanti il substrato vengono distinte tipologicamente in accordo alla classificazione di Varnes (1978). Ad ogni singola tipologia (ad eccezione dei "crolli") sono associate informazioni inerenti la velocità dei movimenti durante le attivazioni sia per la fase preparatoria, sia per la fase di collasso. Vengono inoltre fornite indicazioni sullo stato di evoluzione dei movimenti distinguendo le frane antiche o recenti caratterizzate da attivazioni più o meno ricorrenti negli ultimi 30 anni, da quelle per lo più antiche caratterizzate da diffusa quiescenza. I diversi fenomeni sono stati rilevati sistematicamente tramite studio fotointerpretativo associato a rilievi di terreno spesso integrato e vagliato con informazioni storiche di archivio esaminate a partire da documenti del XIX° secolo. I metadati riportano anche la legenda più dettagliata.

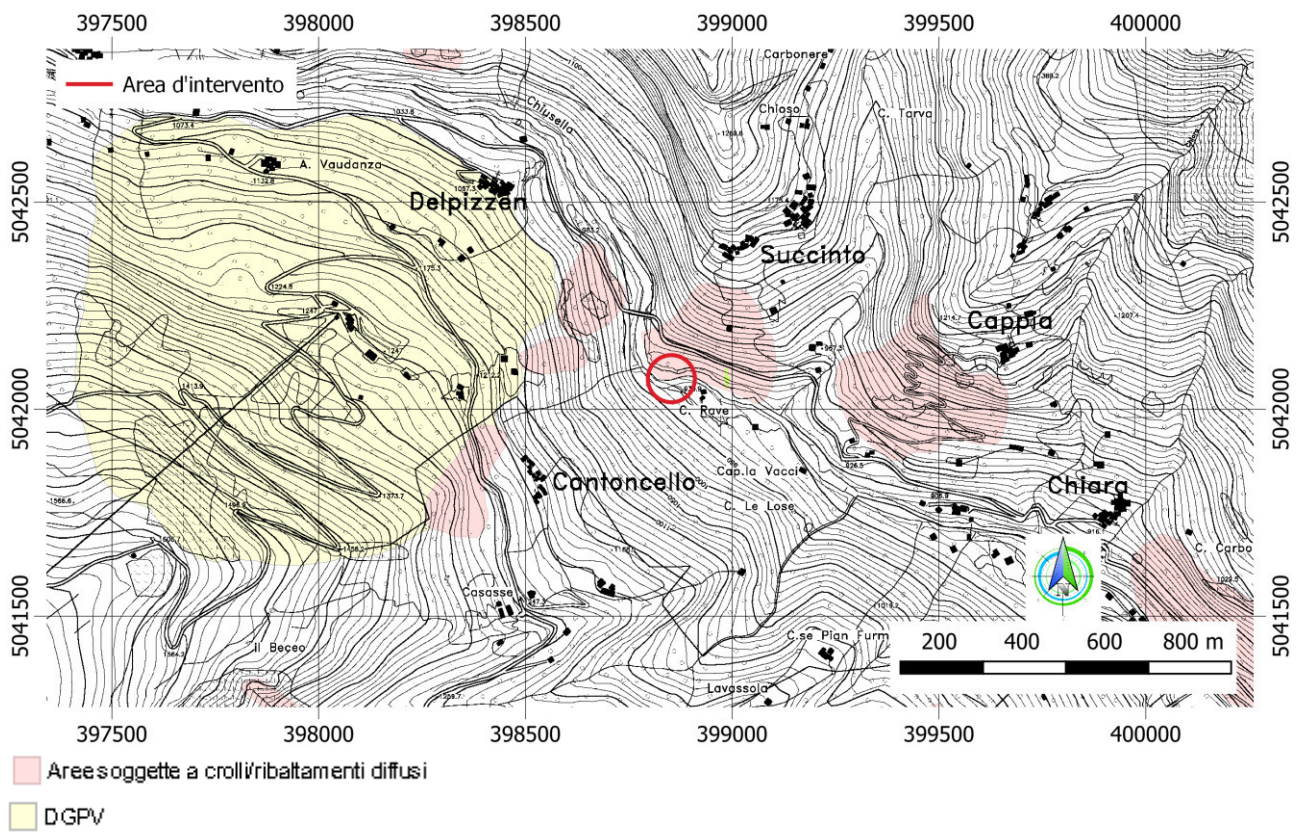


Figura 9: Estratto archivio SIFRAP

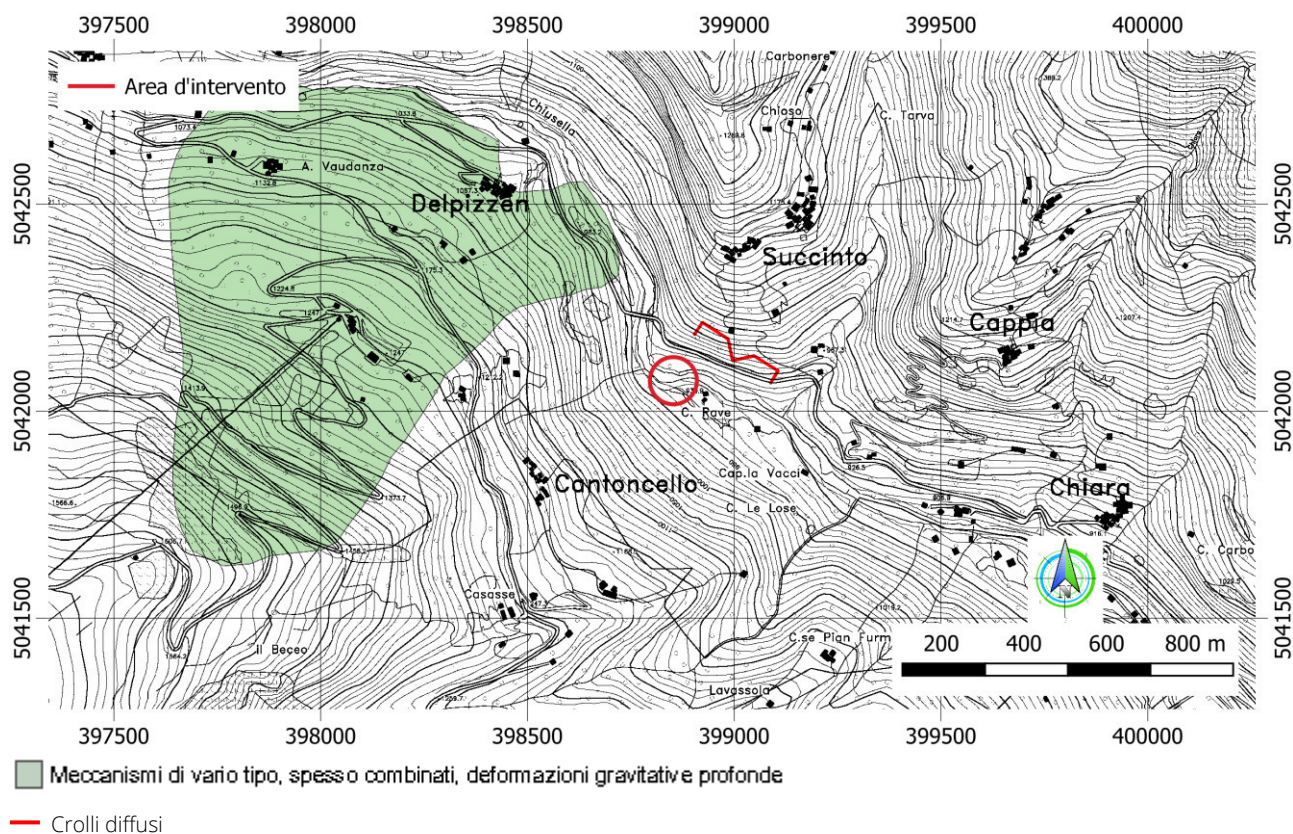


Figura 10: Estratto archivio ARPA

3.4 PAI

Dalla consultazione del PAI originale nel database del Geoportale dell'Arpa Piemonte e della regione Piemonte è stato possibile evidenziare la presenza di un dissesto lineare del tipo Esondazione a pericolosità molto elevata (Ee) localizzato nel torrente Chiusella.

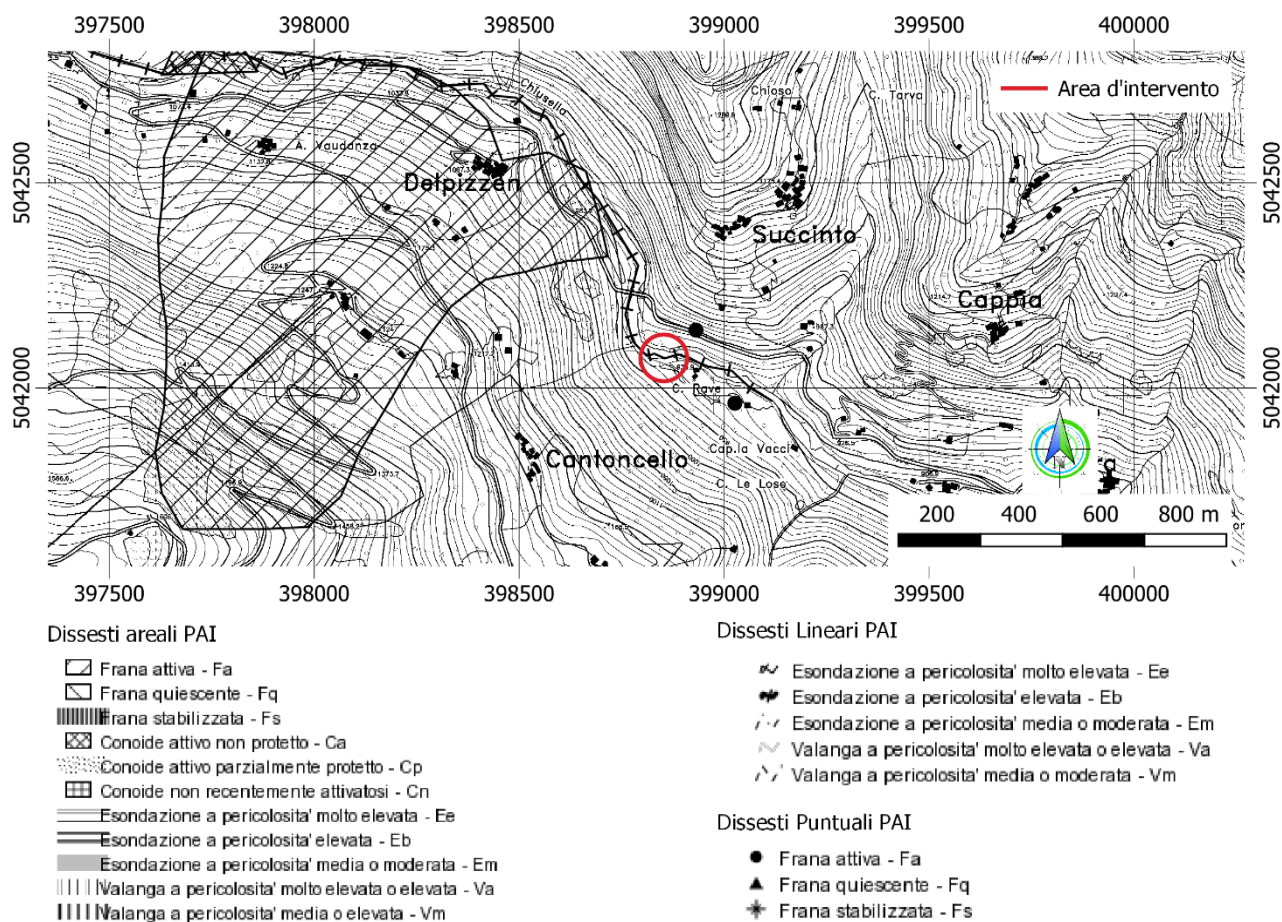


Figura 11: Consultazione Geoportale dell'Arpa Piemonte

3.5 Direttiva alluvioni 2020

L'area di intervento, **ricade** in area con probabilità di alluvioni elevata.

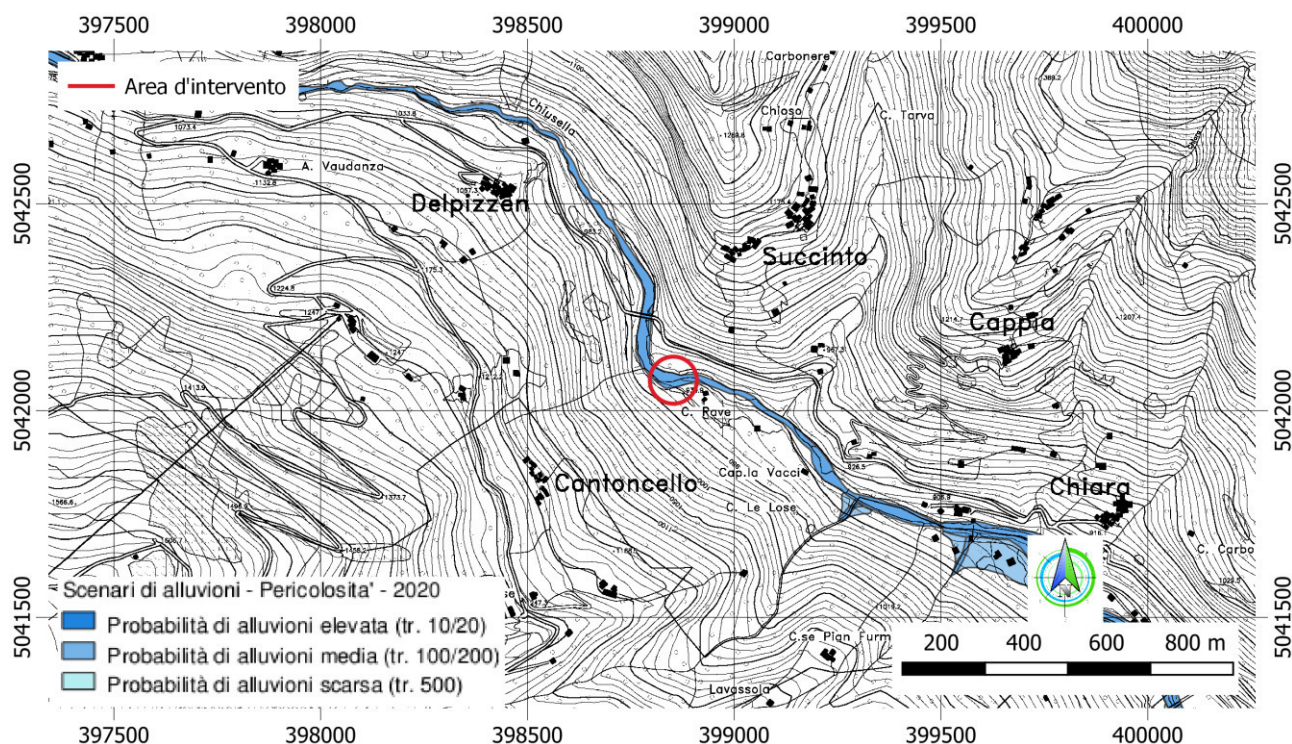


Figura 12: Scenari di alluvioni - pericolosità 2020 su CTR

3.6 Vincolo idrogeologico

Da un punto di vista del vincolo idrogeologico L.R.45/89 le opere in progetto **ricadono** in aree vincolate, sono di fatto escluse da specifica autorizzazione in quanto:

Trattandosi di interventi di sistemazione di frane, difesa alla erosione spondale e ricostruzione della pista sterrata, sono esclusi da specifica autorizzazione ai sensi dell'Art. 11. Della L.R. 45/89 - (Esclusione dalla autorizzazione)

1. Non sono soggetti all'autorizzazione di cui all'articolo 1:

b) i lavori di rimboschimento, la piantagione di alberi, i miglioramenti forestali, i lavori e le opere pubbliche di sistemazione di frane e versanti instabili, di sistemazione idraulica e idraulico-forestale;

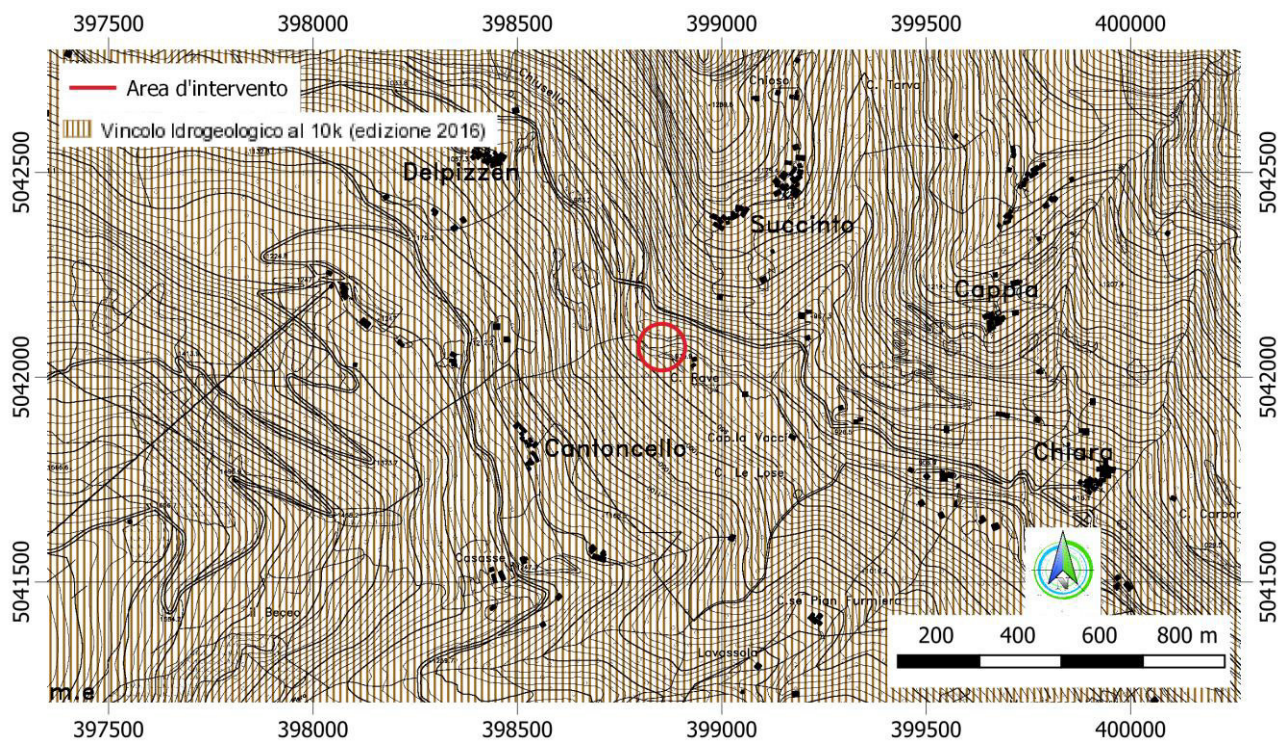


Figura 13: Vincolo idrogeologico su CTR

4 LE OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto riguarda gli interventi necessari per la sistemazione della frana in sponda destra del torrente Chiusella e il ripristino della strada rurale.

L'opera in progetto, scogliera in massi a secco ha solo funzione antierosiva spondale e di sostegno del rilevato per la ricostruzione della pista. La scogliera sarà ricostruita esattamente seguendo il profilo del terreno ante frana (originario), non mutando le preesistenti condizioni di deflusso idraulico.

La frana in studio si localizza in sponda destra del torrente Chiusella, in un settore dove il torrente presenta una curva a sinistra, che ha favorito, in occasione dell'ultimo evento alluvionale, l'erosione al piede della sponda destra ed il suo contestuale franamento.

La frana presenta una scarpata di circa 3.50 m, un coronamento di larghezza circa 9.00 m. il materiale crollato si trova depositato al piede, nell'alveo del torrente Chiusella.

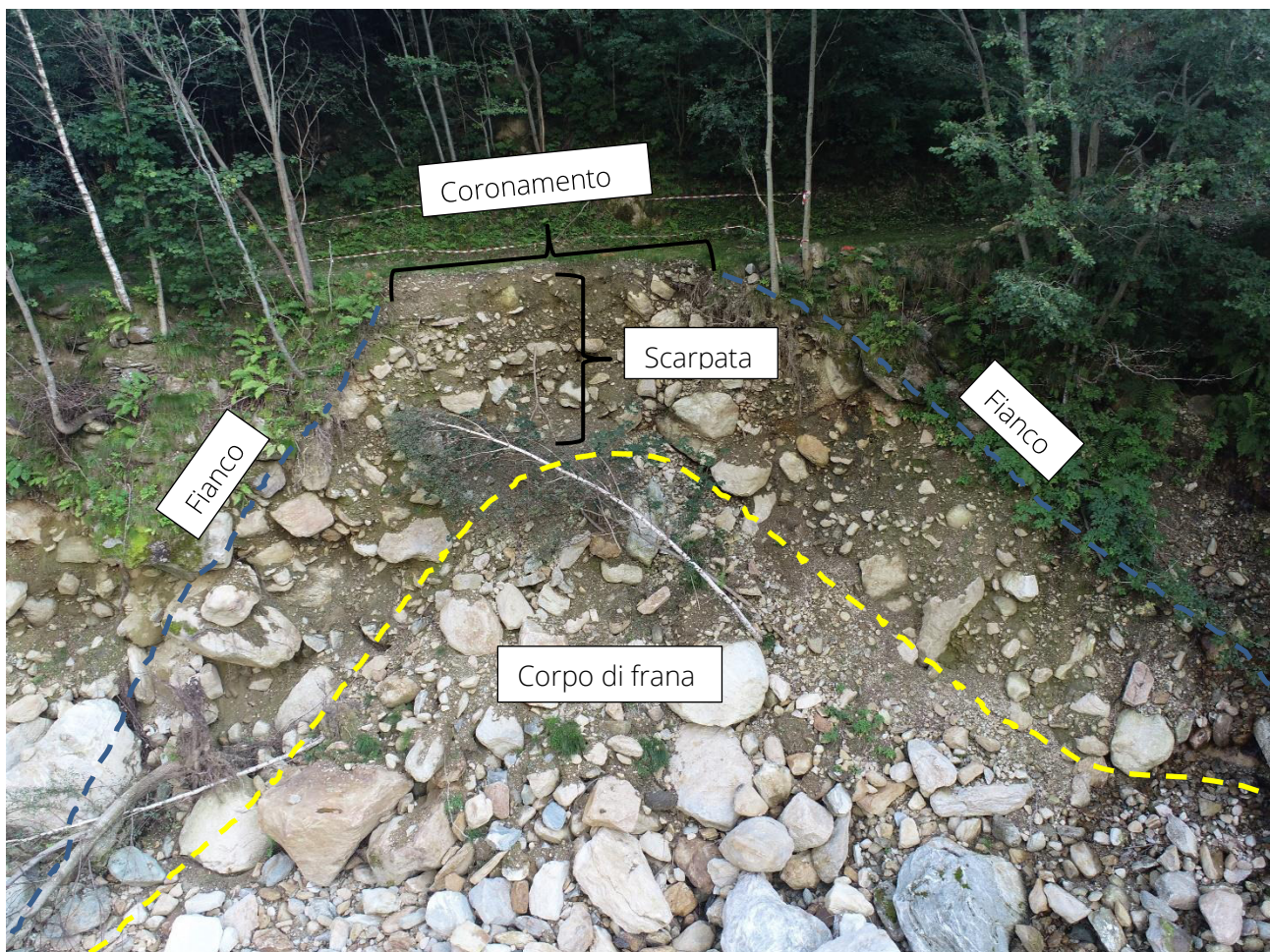


Figura 14: Statto attuale della frana



Con l'obiettivo di mettere in sicurezza la sponda destra del Torrente Chiusella e la strada rurale coinvolti nell'evento franoso, si progettano le seguenti opere:

La scogliera situata in sponda destra del torrente Chiusella dove si trova la frana, avrà una altezza di paramento di 8.50 m, spessore in testa di 1.80 m, inclinazione esterna di 30° e interna di 22°, una fondazione di 2.00 m di altezza e mensola di valle di 1.50 m per una larghezza totale di 4.50 m

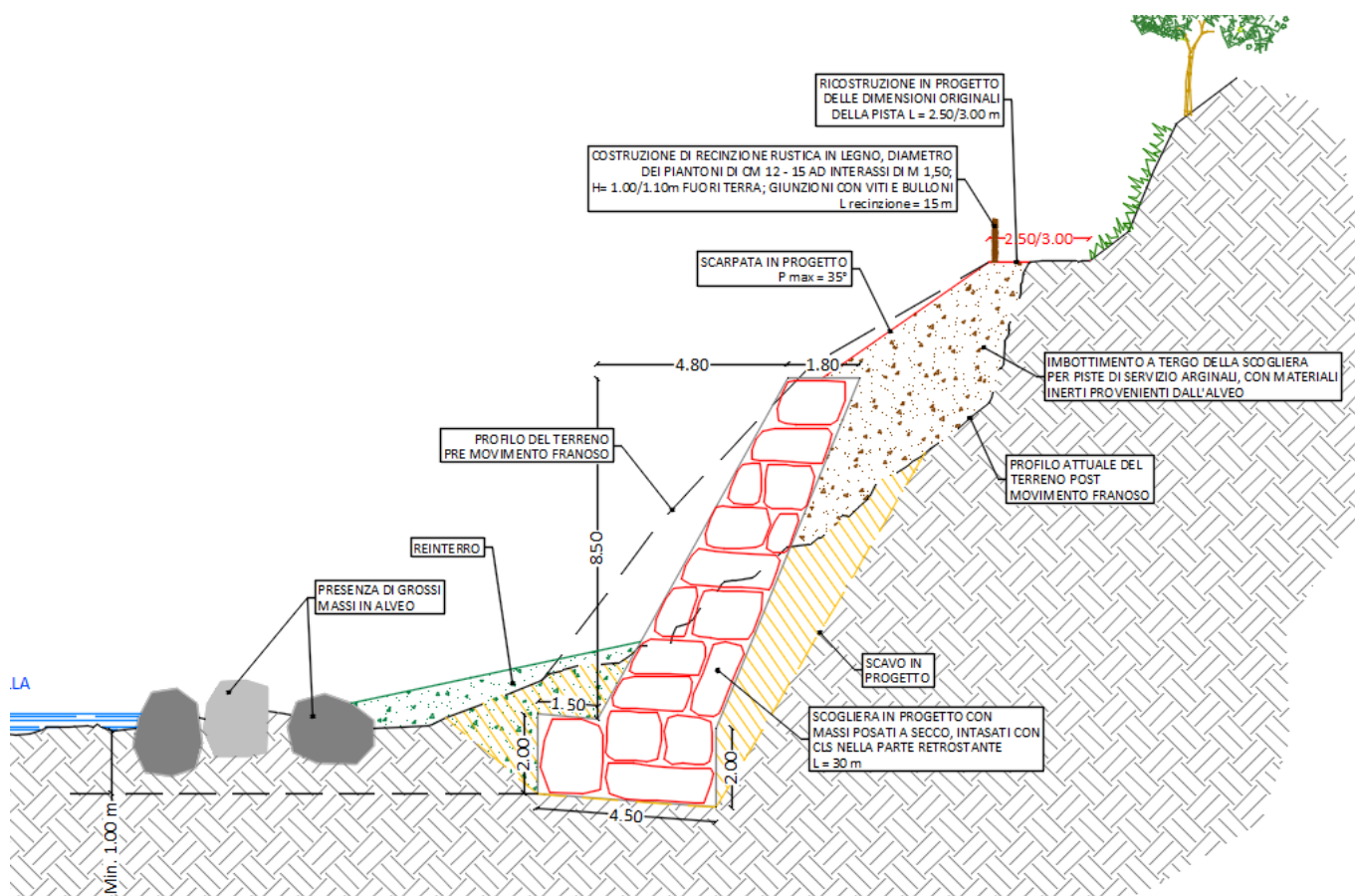


Figura 15: Prospetto intervento in progetto

In particolare si prevede quindi:

- Formazione di una pista di cantiere di lunghezza pari a 90.00 m e larghezza di 4.00 m.
- Scavo per formazione della scogliera di circa 60° con rispetto alla orizzontale a tergo della scogliera e di 40° con rispetto alla orizzontale a valle.
- Formazione di una scogliera in massi intasati con cemento di altezza massima totale di 10.50 m. La fondazione avrà una dimensione in pianta di 30.00 m x 4.50 m per una altezza di 2.00 m, mentre l'elevazione sarà a sezione trapezia con larghezza in testa di 1.80, inclinazione interna di 22° e esterna di 30°, altezza di paramento di 8.50 m di cui circa 7.00 m fuori terra
- Formazione di una scarpata di pendenza max.35° a tergo della scogliera con materiale proveniente dallo scavo.
- Ricostruzione della viabilità sterrata parallela al corso d'acqua per una lunghezza totale di 7.30 m
- Staccionata in legno di 15.00 m di lunghezza .

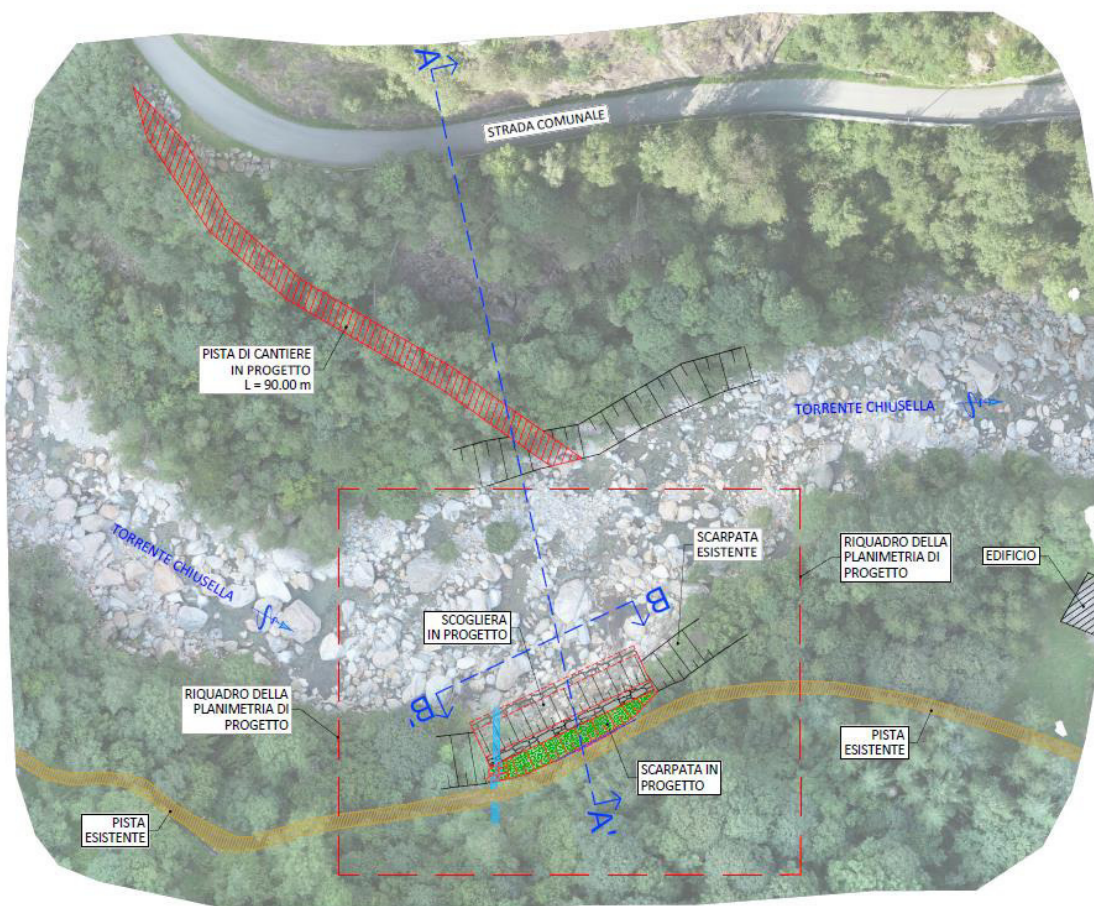


Figura 16: Tav.07_Planimetria progetto

Nelle tavole grafiche di progetto sono esaurientemente rappresentate le caratteristiche progettuali delle opere descritte nella presente relazione.



5 METODO E CODICE DI CALCOLO

I calcoli per il dimensionamento strutturale delle opere sono stati condotti adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite, verificandone i requisiti di sicurezza allo stato limite ultimo (anche sotto l'azione sismica) e allo stato limite di esercizio. L'analisi delle azioni sismiche ha comportato inoltre la valutazione delle relative deformazioni.

La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere sinteticamente così riassunta:

- Individuazione della classe d'uso dell'opera e della sua vita utile;
- Definizione delle azioni agenti in condizioni statiche e dinamiche attraverso l'individuazione delle condizioni di carico;
- Predisposizione delle combinazioni di carico, con i relativi coefficienti di combinazione allo SLU, SLE, SLV, SLD;
- Analisi dell'involuppo delle azioni agenti;
- Dimensionamento degli elementi strutturali e verifica della funzionalità delle strutture progettate.

La sicurezza e le prestazioni sono state garantite verificando gli stati limite sopra definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme.

L'analisi strutturale condotta è stata del tipo: **SISMICA STATICA EQUIVALENTE**.

Ai sensi del par. 6.4.2.1 delle NTC/2018 le verifiche sulle opere di fondazione superficiale vanno effettuate nei confronti dei seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO);
 - o Collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;
 - o Collasso per scorrimento sul piano di posa;
 - o Stabilità globale.
- SLU di tipo strutturale (STR);
 - o Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale è stata effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2 + M2 + R2)

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche vanno effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali previsti all'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I delle NTC/2018.

Ai sensi del par. 6.5.3.1.1 delle NTC/2018, la verifica delle opere di sostegno è stata effettuata con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] della norma sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
 - o scorrimento sul piano di posa;
 - o collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno;
 - o ribaltamento;
 - o stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
 - o raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto al § 6.8, secondo l'Approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e fronti di scavo.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3), tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I.

Nella verifica a ribaltamento i coefficienti R3 della Tab. 6.5.I si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti.

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno	
Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 1 – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno (Tab.6.5.I delle NTC2018)



La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo di verifica di stabilità della scogliera sono stati effettuati con il programma di modellazione Max 16, prodotto da Aztec Utility.

Il software MAX è dedicato all'analisi e al calcolo dei muri di sostegno. I tipi di muro che è possibile analizzare con il programma Max sono:

- Muri a gravità;
- Muri a semigravità;
- Muri in calcestruzzo armato.

Possono essere inoltre considerati, in funzione del tipo di muro e del materiale che lo costituisce, muri con:

- Contrafforti;
- Mensole di contrappeso e di marciapiede;
- Pali di fondazione;
- Tiranti di ancoraggio.

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Ai sensi del par. 6.3.4. delle NTC/2018, "le verifiche di sicurezza per la stabilità di pendii naturali sono state effettuate con metodi che tengono conto del tipo di frana e dei possibili cinematismi, considerando forma e posizione della eventuale superficie di scorrimento, le proprietà meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi e il regime delle pressioni interstiziali.

La verifica di sicurezza di un pendio non in frana deve essere eseguita lungo superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso. Inoltre, le verifiche devono essere eseguite assumendo le condizioni più sfavorevoli che ragionevolmente si possono prevedere.

La valutazione del coefficiente di sicurezza dei pendii naturali, espresso dal rapporto tra la resistenza al taglio disponibile (τ_d) e la tensione di taglio agente (τ) lungo la superficie di scorrimento, deve essere eseguita impiegando sia i parametri geotecnici, congruenti con i caratteri del cinematismo atteso o accertato, sia le azioni presi con il loro valore caratteristico. [...]"

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo di entrambi i software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.



6 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE.

6.1 Caratteristiche Geologiche

A scala generale, l'area oggetto dello studio, ricade all'interno delle litologie afferenti alla serie del massiccio Sesia-Val di Lanzo. L'Intervento, consultando la Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 ricade all'interno della seguente litologia:

- mo : Morene
- gs: Gneiss minuti e micascisti

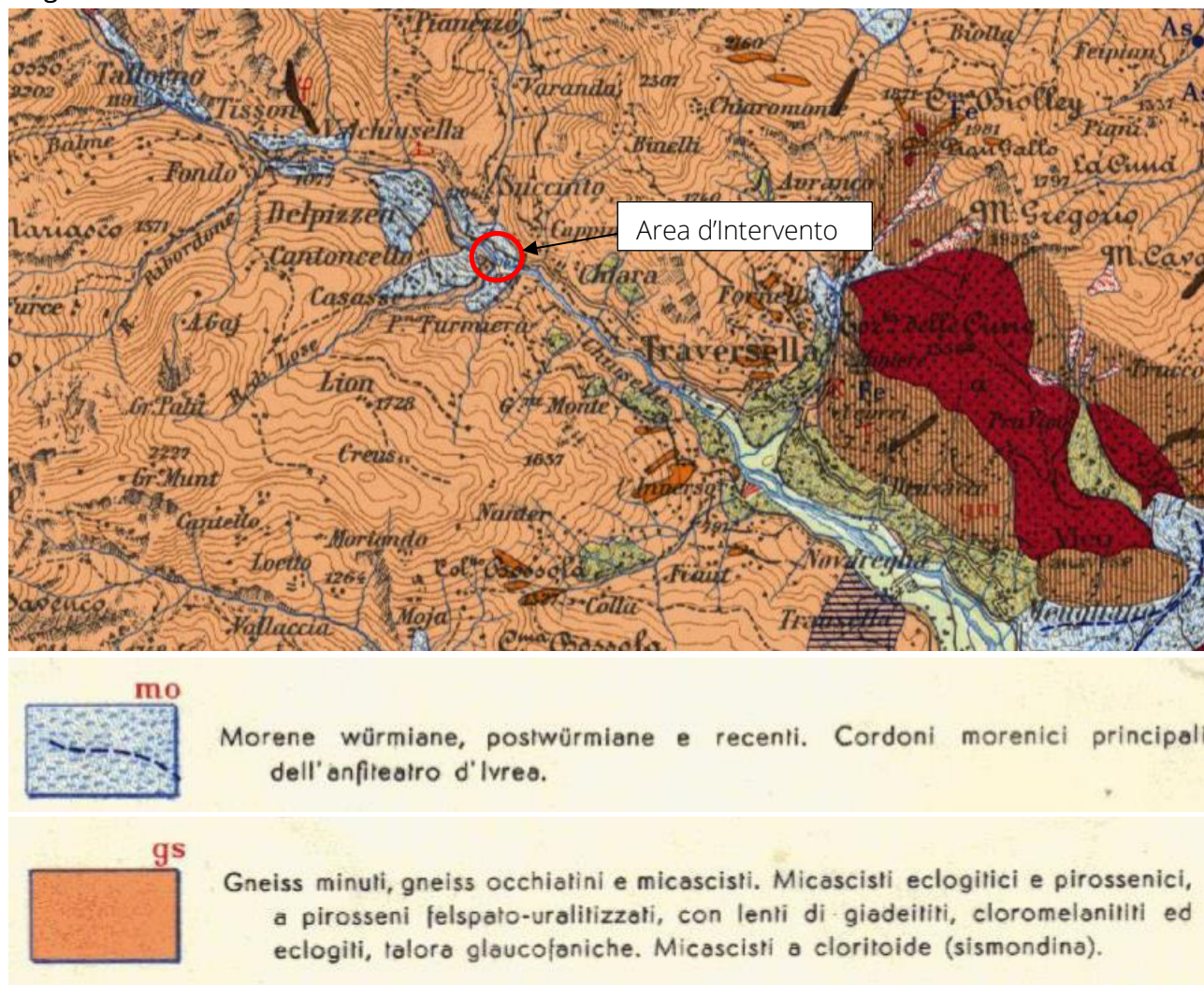


Figura 17 – Estratto della Carta Geologica d'Italia scala 1:100'000 – Foglio 42 – Aree d'intervento in rosso

Il municipio di Traversella trova riscontro nel Foglio 42 Ivrea della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, e si inseriscono nel contesto dei depositi morenici e nel complesso Gneiss minuti e micascisti.

Sulla base delle informazioni reperite in letteratura *Il basamento pre-quadernario è costituito da gneiss micacei minuti caratterizzati dalla presenza di plagioclasio in aggregati con inclusioni di quarzo, talora ricchi di anfibolo ed epidoto, con tessitura a volte marcatamente scistosa. Oltre a tale varietà si riscontrano gneiss con tessitura nettamente ghiandolare, formati da lenticelle allungate di ortoclasio e quarzo, intercalate a quarzo granulare, ortoclasio, muscovite e biotite sovente cloritizzata. I termini micascisti sono di tipo francamente muscovitico, sia filladico, di colore solitamente chiaro, passanti, talora, per diminuzione della mica, a quarziti più o meno micacee. Seguono micascisti pirossenici, glaucofanitici e granatiferi. Entro i micascisti sono diffusi, in concordanza, sia nuclei di varia dimensione di rocce eclogitiche, caratterizzate dalla presenza di pirosseni di tipo giadeitico ed omfacitico, sia lenti più o meno potenti di rocce anfibolitiche, in cui l'anfibolo prevalente è il glaucofane.*

Dalla relazione Geologica – tecnica della variante semplificata al PRGI di Traversella *Il regime idraulico del Torrente Chiusella è fortemente influenzato dall'andamento delle precipitazioni, dove la piccola estensione del bacino idrografico, l'elevata acclività media dei versanti, la bassa permeabilità delle litologie del substrato, favoriscono i deflussi superficiali, diminuendo i tempi di corrivazione ed aumentando considerevolmente le portate dello stesso in corrispondenza degli eventi meteorici più severi. Il reticolo idrografico è di tipo dendritico, tuttavia lo sviluppo dello stesso è ancora allo stato giovanile. La scarsa erodibilità dei litotipi metamorfici, unita alla notevole acclività dei versanti e alla grande energia del rilievo, non ha consentito sui versanti lo sviluppo di suoli di potenza significativa suscettibili di essere coltivati, nel fondovalle invece, la morfologia sub-pianeggiante e la presenza dei depositi alluvionali ha consentito lo sviluppo di suoli aventi buone caratteristiche pedologiche, caratterizzati da una buona permeabilità, e da una tessitura franco sabbiosa.*²

Questi terreni si possono identificare nella Carta Litologica Giacimentologia dal Arpa Piemonte, dove l'area di intervento si trova in settore caratterizzato dalla presenza di *gli gneiss in facies scisti verdi e di tracce di depositi morenici che formano una serie di ripiani terrazzati che ricoprono con modesti spessori il substrato roccioso.*

² Relazione Geologico – Tecnica, variante semplificata al PRGI di Traversella ai sensi dell'art 17 bis comma6, Progettista Sertec Novembre 2019

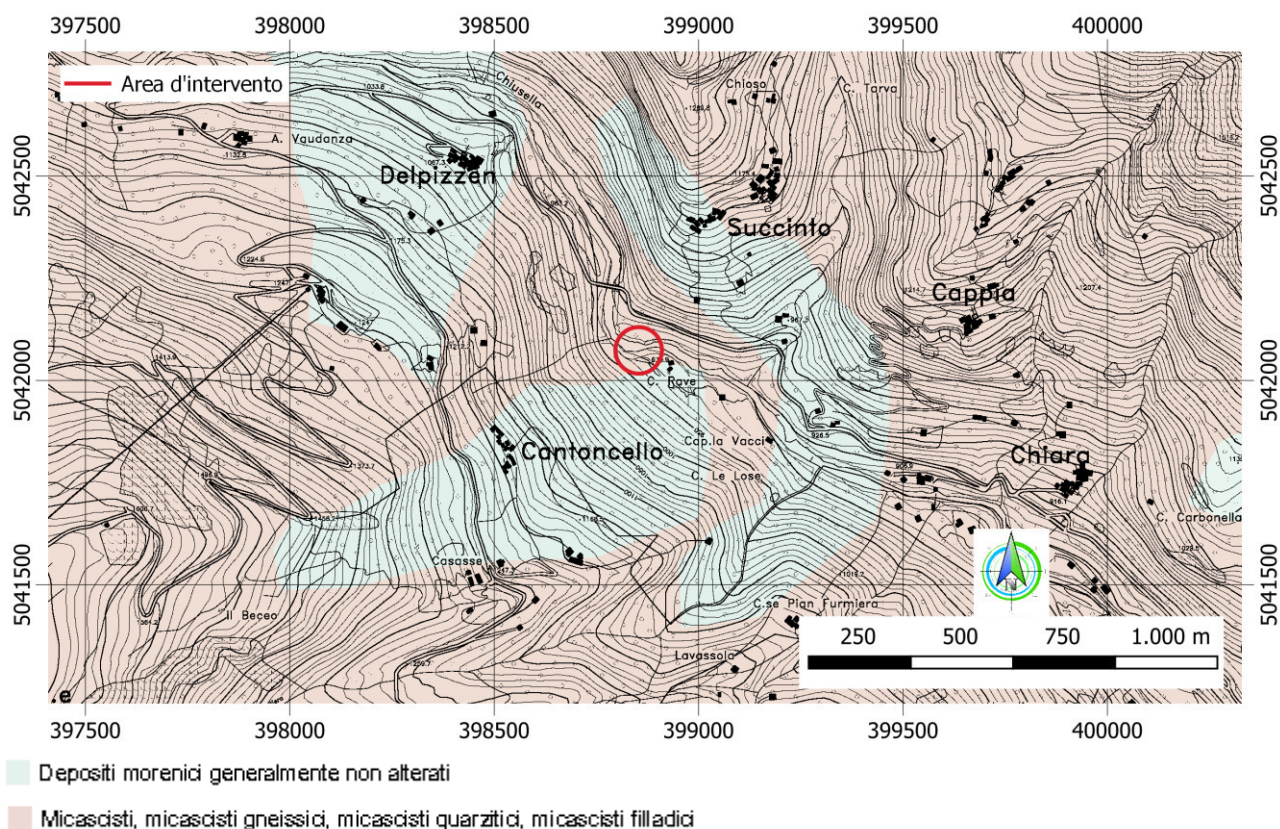


Figura 18: Carta litologico giacimentologica – Arpa Piemonte.

Sulla base del rilievo geologico condotto, tuttavia, non si ha evidenza della presenza di affioramento del basamento roccioso; in sito è presente in sponda destra una copertura detritica, caratterizzata dalla presenza di blocchi di grande dimensione, scarsamente elaborati, in matrice sabbiosa, riconducibili a depositi di versante in eteropia al piede con depositi alluvionali del torrente Torrente Chiusella



Figura 19 – Documentazione fotografica dell'area di intervento

Considerando la localizzazione del lavoro, la sua estensione e la tipologia, nella presente la descrizione delle caratteristiche generali dell'assetto geologico e strutturale generale del territorio del comune di Traversella è tralasciata.

6.2 Geomorfologia

Il territorio presenta nel complesso una morfologia acclive, tipicamente montana. La natura litologica e la giacitura delle successioni presenti hanno influenzato le forme attuali, che tuttavia risultano fortemente condizionate dagli agenti esogeni e dalla storia geomorfologica recente.

Dalla carta altimetrica si evidenzia l'influenza erosivo deposizionale del torrente Chiusella con un fondo alveo discretamente sviluppato. Nello specifico la quota del fondo valle del torrente Chiusella è di circa 925 m.s.n.m.

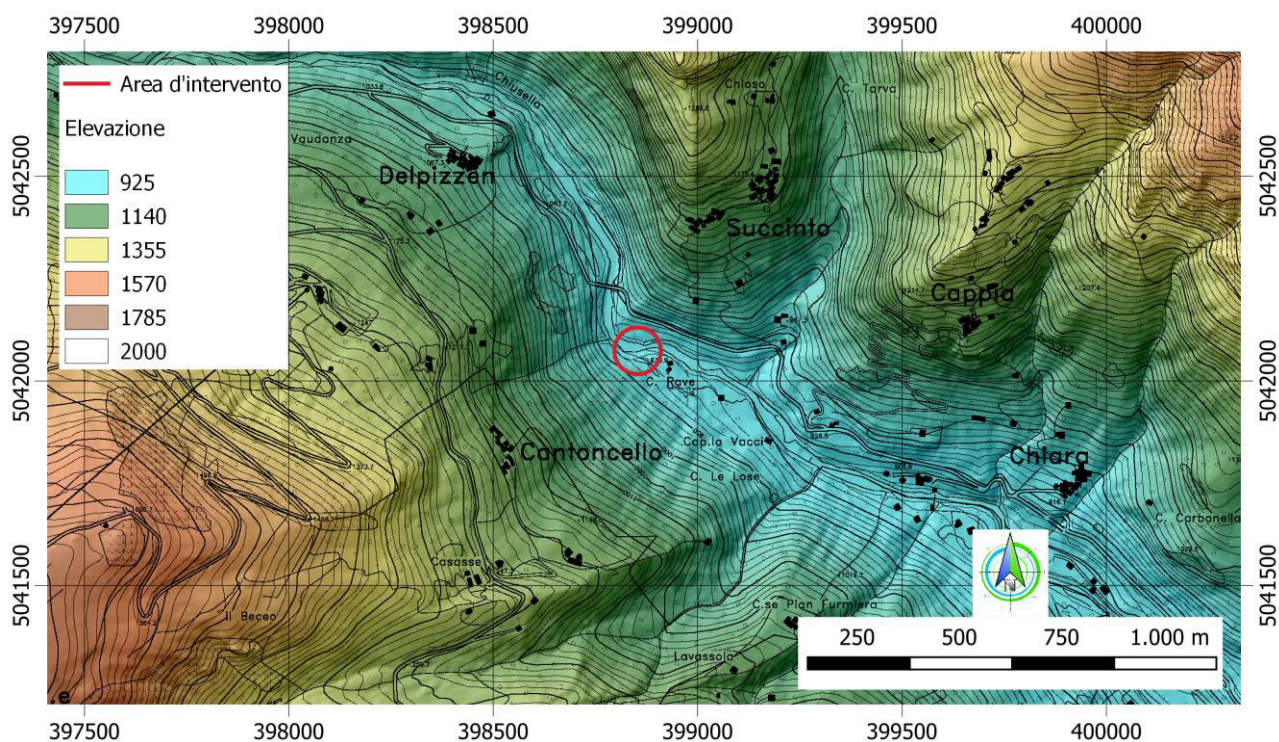
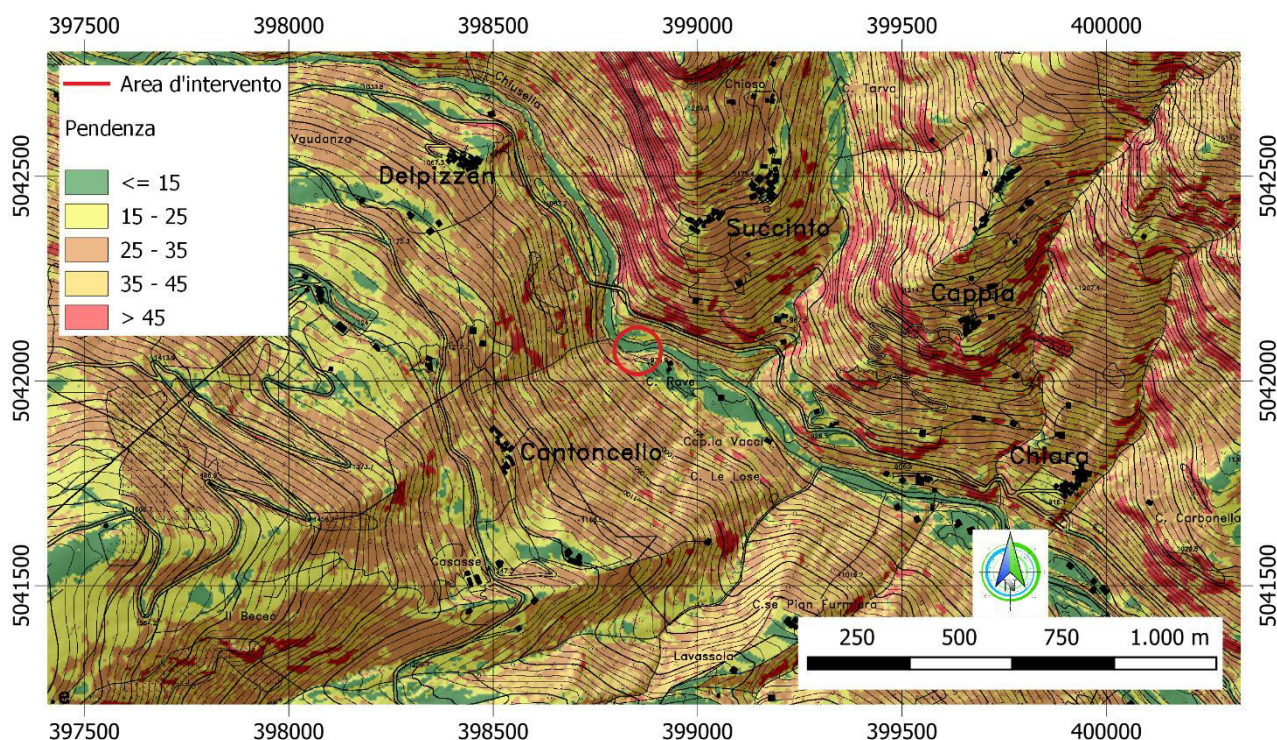


Figura 20: Carta altimetrica

La carta delle pendenze mette in evidenza come il fondovalle del torrente presenta una acclività inferiore a 15° , mentre la pendenza sulle versanti è superiore a 25° corrispondenti alla presenza di affioramenti rocciosi e depositi di origine glaciale.



6.2.1 Geomorfologia locale

In base ai rilievi e i sopralluoghi si evidenzia che la localizzazione della frana in sponda destra si torva a valle del cambio di direzione del torrente. Tale andamento ha favorito una maggiore energia e capacità erosiva e di conseguenza l'erosione al piede del versante, che non più sostenuto è franato. Il corpo della frana è composto da grossi blocchi poco elaborati in matrice di sabbiosa. Dai sopralluoghi in sito e dall'analisi del rilievo topografico, è stato possibile ricostruire il profilo del versante ante fenomeno franoso.



SEZIONE TIPO STATO ATTUALE
scala 1:100

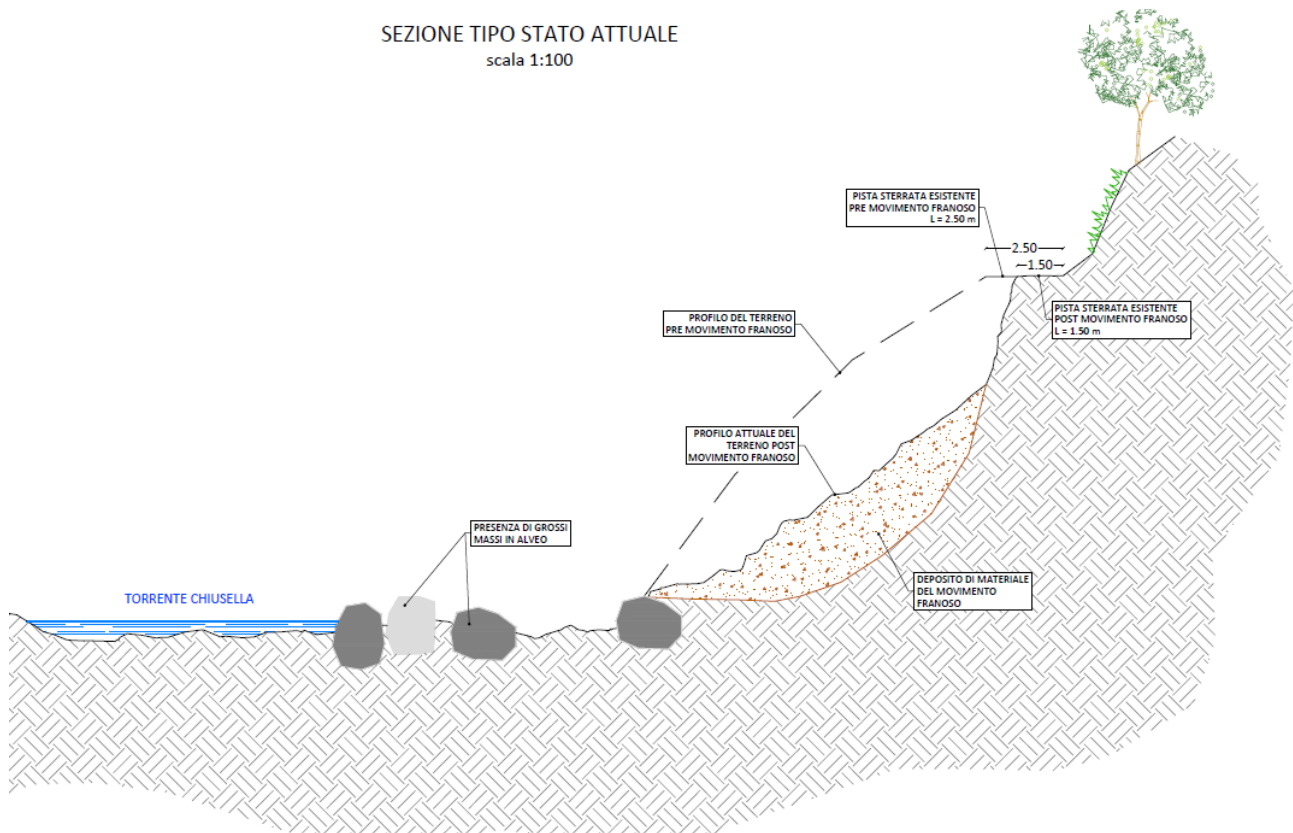


Figura 21. Geomorfologia della frana

6.3 Caratteristiche Geotecniche.

Per la valutazione delle caratteristiche geotecniche del terreno necessaria per l'esecuzione dei calcoli geotecnici di verifica delle opere progettate poiché non sono disponibili caratterizzazioni geotecniche sito specifiche, è poiché la tipologia di depositi costituenti il versante è di natura detritica molto grossolana, si ritiene opportuno effettuare un'analisi a posteriori di stabilità del pendio che è di seguito riportata.

Si è dunque analizzata la scarpata in frana attraverso il metodo della *analisi a posteriori*: ricercando i parametri di coesione e angolo di attrito minimo tali da comportare la stabilità della scarpata nelle condizioni attuali e per la sezione più critica.

La *back analysis* è stata eseguita tramite l'utilizzo del software STAP FULL 16.

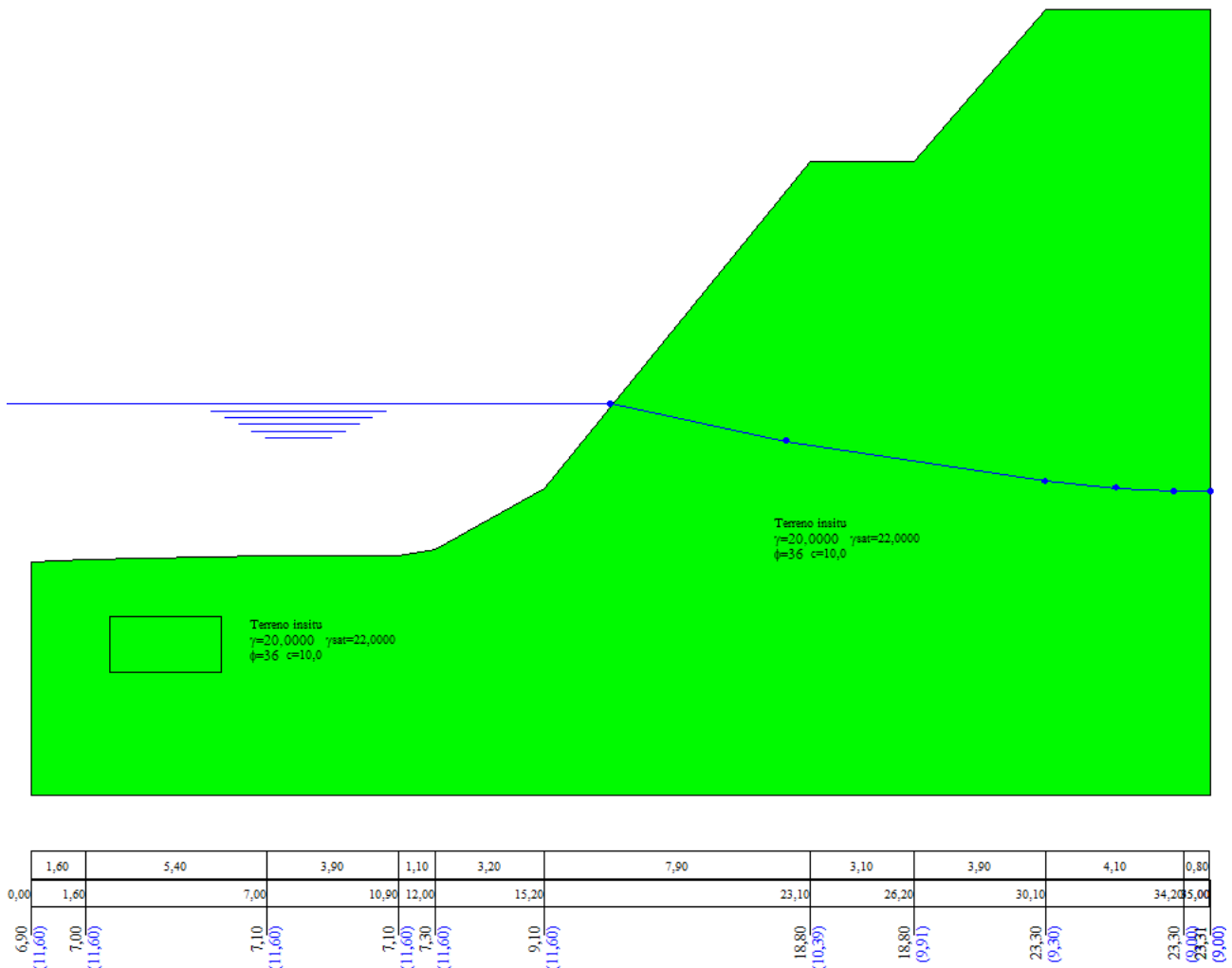


Figura 22. Sezione 3-3, lunghezza circa 35.00 m, altezza totale circa 25.00 m

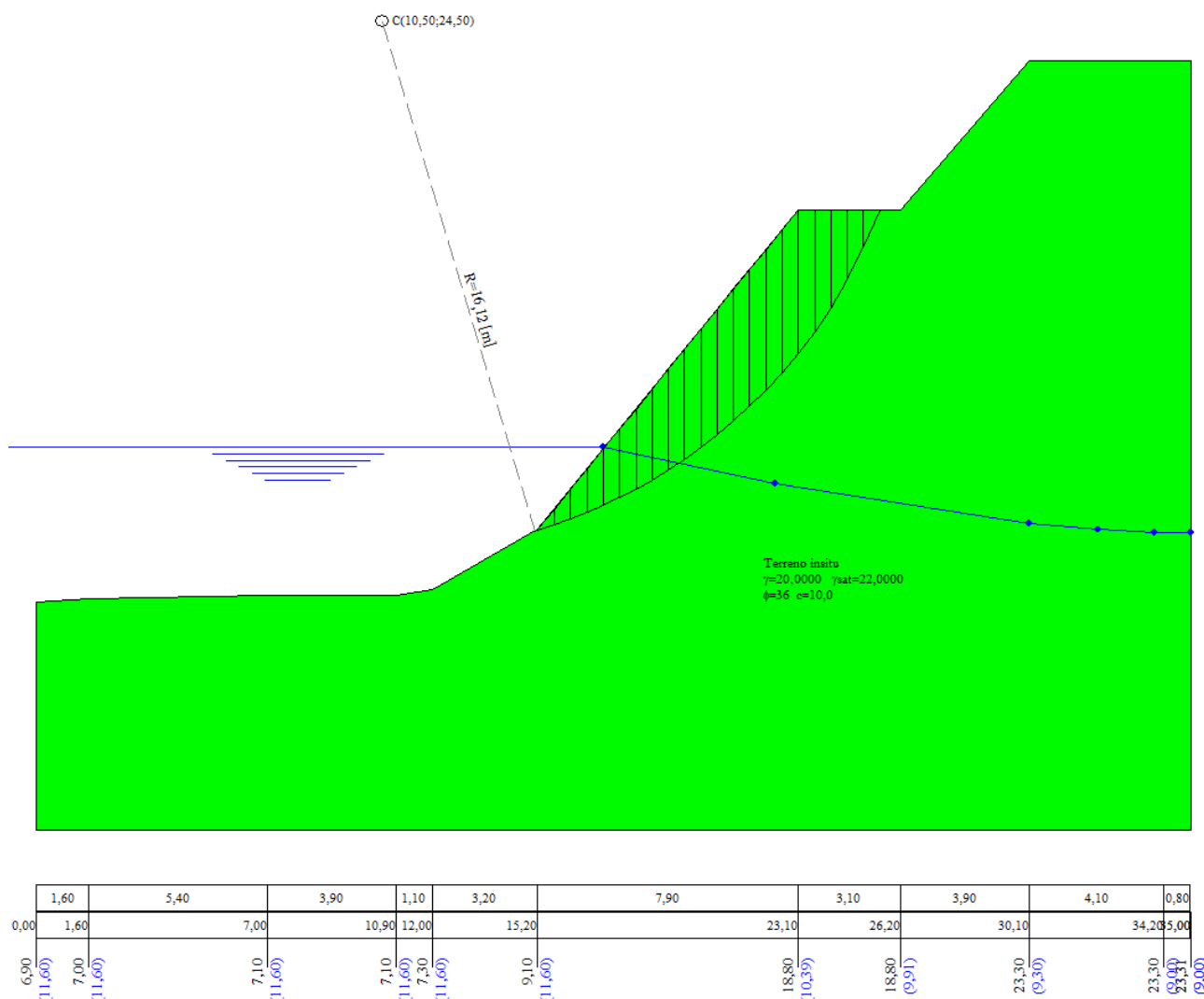


Figura 23. Superficie di rottura con $F_s=1.01$ stato attuale.

I risultati ottenuti dall'applicazione del metodo della *back analysis* eseguita tramite l'utilizzo del software STAP FULL 16 e sulla base dell'analisi dei dati di bibliografia, delle conoscenze pregresse su depositi alluvionali, prevalentemente costituite da clasti di dimensioni decimetriche con blocchi, in matrice sabbiosa, aventi caratteristiche simili a quelli del sito in esame, si possono ipotizzare cautelativamente i seguenti valori dei principali parametri geotecnici da assegnare ai terreni per le analisi di stabilità delle opere di sostegno:



Descrizione	Peso unità di volume secco [kg/m³]	Peso unità di volume saturo [kg/m³]	Angolo d'Attrito [°]	Coesione [kPa]
Depositi alluvionali (insitu)	2000	2200	36	10
Terreno di riporto	2000	2200	36	0

Tabella 2 – Parametri geotecnici

7 DATI DELLA STRUTTURA, ZONIZZAZIONE SISMICA, VITA NOMINALE, CLASSE D'USO

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

Si riporta di seguito la mappatura del Piemonte che riporta la classificazione sismica del territorio regionale, redatta ai sensi dell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 ed in seguito modificate con la D.G.R. n. 65-7656 del 21 maggio 2014 ed in seguito aggiornata nuovamente con l'entrata in vigore della Deliberazione della Giunta Regionale 30 dicembre 2019, n. 6-887 OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656.

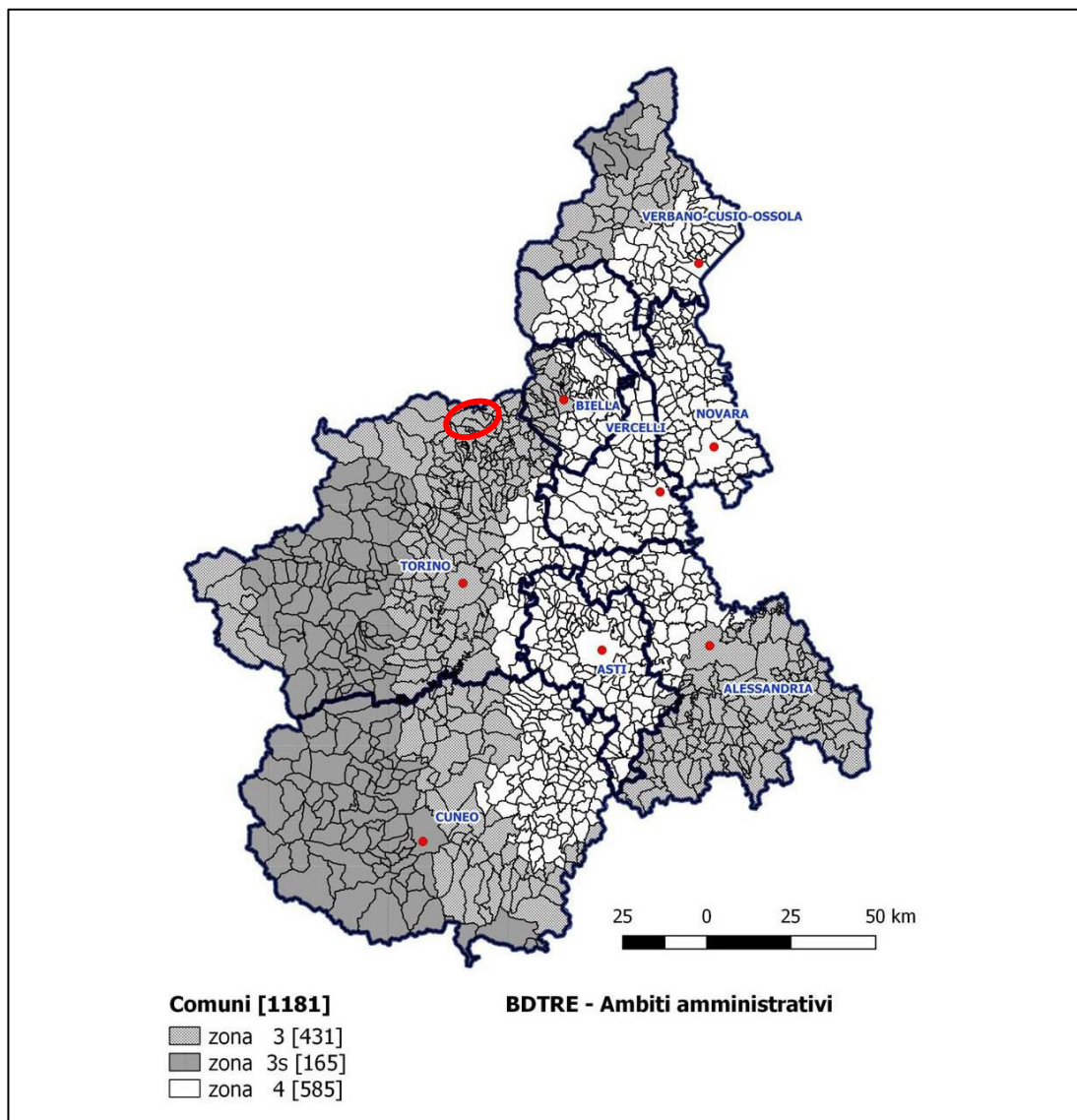


Figura 24 - Mappatura delle aree sismiche in Piemonte.

Il Comune di Traversella (TO) rientra tra le aree classificate in Zona 3: Zona con pericolosità sismica bassa.

Regione			PIEMONTE
Provincia			TORINO
Comune			Traversella
Coordinate Geografiche del cantiere	Intervento A	Latitudine	45°31'29.47" N
		Longitudine	7°42'17.20 E
Altitudine			930 m s.l.m.
Zona sismica			ZONA 3
Tipo di opera	TAB. 2.4.I D.M. 17/01/2018		ORDINARIA
Vita nominale V_N	P.to 2.4.1 D.M. 17/01/2018		50 ANNI
Classe d'uso	P.to 2.4.2 D.M. 17/01/2018		II
Coefficiente d'uso C_U	P.to 2.4.3 D.M. 17/01/2018		1
Periodo di riferimento per azione sismica V_R	P.to 2.4.3 D.M. 17/01/2018		50 ANNI

Tabella 3 – Dati della struttura e zona sismica

Le Norme Tecniche per le Costruzioni individuano le azioni sismiche di progetto a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Le NTC2018 definiscono al par. 3.2 la pericolosità sismica in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_c : valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il calcolo delle opere in oggetto è stato realizzato facendo riferimento ai seguenti parametri:

	T_R [anni]	a_g [m/s ²]	F_0 [-]	T_c [s]
SLO	30	0.198	2.597	0.161
SLD	50	0.245	2.599	0.191
SLV	475	0.469	2.727	0.281
SLC	975	0.554	2.790	0.298

Tabella 4 - Parametri sismici di progettazione



7.1 Analisi delle condizioni di stabilità dei pendii

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche, come anche il comportamento dei fronti di scavo, può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nelle analisi si deve tenere conto dei comportamenti di tipo fragile che si manifestano nei terreni a grana fine sovraconsolidati e nei terreni a grana grossa addensati con una riduzione della resistenza al taglio al crescere delle deformazioni. Inoltre si deve tener conto dei possibili incrementi di pressione interstiziale indotti in condizioni sismiche nei terreni saturi. Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile.

Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h \cdot W$ ed $F_v = k_v \cdot W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot S_T \cdot S_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$
$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale è necessario individuare il valore del coefficiente topografico S_T , dipendente dalle categorie topografiche illustrate nella seguente tabella:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 5 - Categorie topografiche - Tabella 3.2.III D.M. 17/01/2018

Il caso in studio appartiene alla categoria topografica T2, alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica S_T pari a 1.2 (tabella 3.2.V D.M. 17/01/2018)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario inoltre valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento illustrate nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 6 - Categorie di sottosuolo da Tabella 3.2.II D.M. 17/01/2018

Non avendo effettuato indagini specifiche in sito, nel caso in progetto si assume che la categoria di sottosuolo sia la D, alla quale corrisponde il valore massimo del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s pari a 1.8.

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Tabella 7 - Espressioni di S_s Tabella 3.2.IV D.M. 17/01/2018

Si valuta infine il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_s , funzione dell'accelerazione massima e del tipo di sottosuolo, che varia nel caso in cui si faccia riferimento ad un pendio naturale o ad un fronte di scavo.

Nel caso dell'analisi di stabilità di un fronte di scavo coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito assume i seguenti valori:

- $\beta_s = 0.38$ nella verifiche dello stato limite ultimo (SLV)
- $\beta_s = 0.47$ nella verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).



7.2 Analisi delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno

L'analisi delle condizioni di stabilità dei muri di sostegno, a meno di specifiche analisi dinamiche, in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici e metodi degli spostamenti. Se la struttura può spostarsi, l'analisi pseudo-statica si esegue mediante i metodi dell'equilibrio limite. Il modello di calcolo deve comprendere l'opera di sostegno, il volume di terreno a tergo dell'opera, che si suppone in stato di equilibrio limite attivo, e gli eventuali sovraccarichi agenti sul volume suddetto.

Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$
$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

Il valore del coefficiente di amplificazione topografico S_T e il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s sono uguali a quelli appena riportati per l'analisi di stabilità dei pendii.

Si valuta infine il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito β_m , che risulta quantificato come segue:

$\beta_m=0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m=0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (7.11.1 del D.M. 17/01/2018) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Nel caso in questione i valori di β_m sono stati calcolati mediante l'utilizzo del software MAX 16 durante il calcolo delle verifiche di stabilità delle opere di sostegno.

Calcolo Bm secondo Circolare 21/01/2019 n° 7 C.S.LL.PP. (par C7.11.6.2)				
AgCrit = 1,091 [m/s^2]		Amax = 0,469 [m/s^2]		$\beta_{m,critico} = 2,326$
	Verifica SLV	Bm	Kh [%]	Kv [%]
◆	Scorrimento	0,380	1,817	0,908
	Carico limite, stabilità globale e verifiche strutturali	1,000	4,781	2,390
	Ribaltamento	1,000	4,781	2,390

Tabella 8 – Calcolo di β_m secondo Circolare 21/01/2019 n. 7

8 CARATTERISTICHE E RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI UTILIZZATI

8.1 Massi di cava con massi reperti in alveo intasati con cemento

Massi di cava e con massi reperti in Alveo intasati con cemento: materiale litoide proveniente da disalveo o da cava, non friabile né gelivo, ad elevato peso specifico. Le caratteristiche meccaniche vengono riportate nella seguente tabella:

Resistenza a compressione	(kPa)	30000
Angolo di attrito interno	(°)	45
Resistenza a taglio	(kg/cm ²)	5
Peso di volume	(kg/m ³)	2300

Tabella 9 – Parametri pietrame

9 COMBINAZIONI DI CARICO E ANALISI DI STABILITÀ

Le combinazioni di carico utilizzate sono quelle previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni. Si elencano in seguito i coefficienti di combinazione, con riferimento alla tabella 2.6.1. del DM, e le relative combinazioni delle azioni:

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G1,fav}$	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.30	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favolevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.30	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favolevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.50	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favolevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Sfavolevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.50	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Tabella 10– Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche.

Ai fini delle verifiche agli stati limite, con riferimento al par. 2.5.3 si sono definite le seguenti combinazioni delle azioni:

- SLU – Combinazione di carico fondamentale;

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione caratteristica rara;



$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione frequente;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i=2}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- SLE – Combinazione quasi permanente;

$$G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

- Combinazione sismica;

$$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{i=1}^n (\psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabella 11 – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

I coefficienti parziali per le verifiche agli stati limite ultimi per le fondazioni superficiali sono riassunti nella seguente tabella:

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Tabella 12 – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Si riportano di seguito tutte le combinazioni di carico delle azioni sollecitanti, generate automaticamente dal codice di calcolo, in conformità con le disposizioni della Normativa Tecnica.

10 AZIONI

In accordo con la normativa citata al capitolo 2 della presente relazione, in linea generale vanno considerati nei calcoli le seguenti azioni:

- Carichi permanenti strutturali;
- Carichi permanenti non strutturali;
- Carichi variabili.

10.1 Carichi permanenti strutturali

I carichi permanenti strutturali sono dati dai pesi propri delle strutture e vengono calcolati automaticamente dal software di calcolo. Si considera la massa volumica dei massi di cava e massi reperiti in alveo intasati con cemento, pari a 2300 kg/m³.



10.2 Carichi permanenti non strutturali

Sulle scogliere in progetto non insistono carichi permanenti non strutturali, se non la spinta attiva del terreno stesso di cui sono stati riportati i parametri geotecnici al capitolo 6.

10.3 Carichi variabili

Si considera nelle verifiche un carico variabile veicolare di 1000 kg/m² imposto a 4.20 m dalla testa della scogliera.

10.4 Descrizione combinazioni di carico

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - A1-M1-R3 SCOR H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole



Combinazione n° 19 - A1-M1-R3 SCOR H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

11 MODELLO DI CALCOLO E RISULTATI DELLE VERIFICHE

Considerando che la geometria della scogliera è costante in tutto lo sviluppo, si considera per le verifiche la sezione più critica. Le verifiche sono state eseguite con il software di calcolo MAX 16.0. A seguire si riportano i risultati ottenuti.

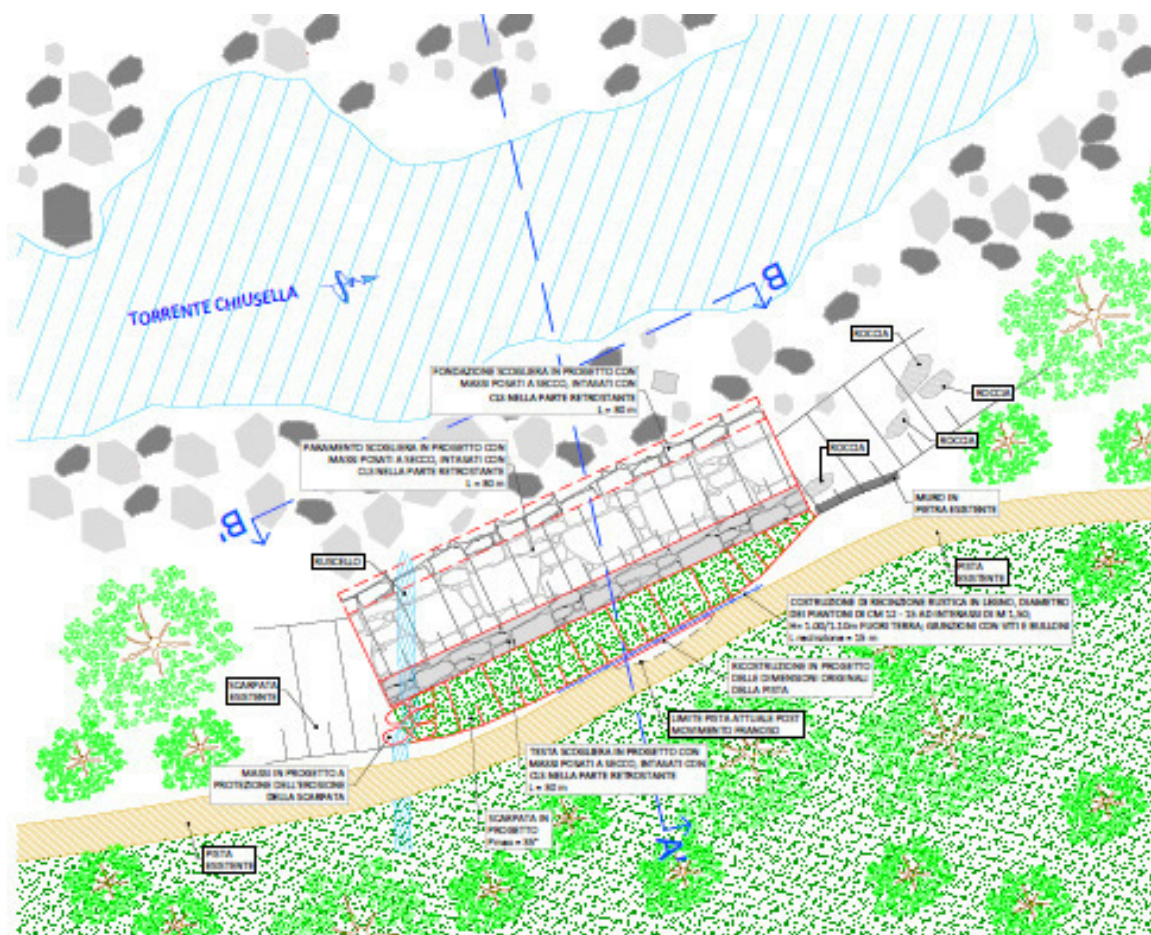


Figura 25 – Estratto Tav.04_Planimetria_progetto.

11.1 Geometria di modellazione

La scogliera in massi di intasati con cemento ha sezione costante per tutta l'estensione, con altezza del paramento di 8.50 m, inclinazione interna di approssimativamente 30.0° ed esterna di 22.0° e spessore in testa di 1.80 m, mensola di valle di 1.50 m. La fondazione ha una altezza di 2.00 m, inclinazione di 5°, e larghezza totale di 4.50 m

Si riportano di seguito degli estratti dal software di calcolo, esemplificativi della geometria della sezione verificata e delle condizioni geologico-stratigrafiche e idrogeologiche in cui si inserisce.

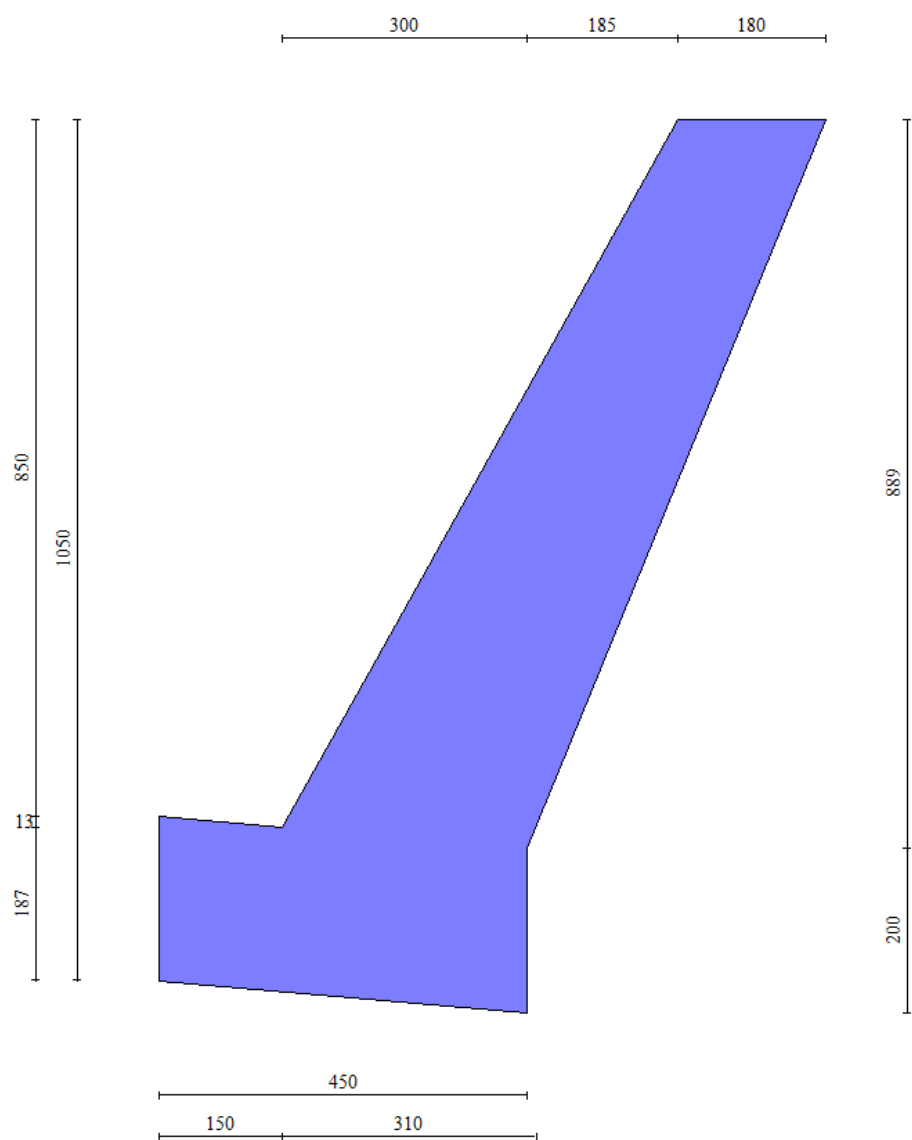


Figura 26 – Estratto dal software di calcolo MAX 16.0 – Sezione di verifica

ONE TIPO DI PROGETTO

scala 1:100

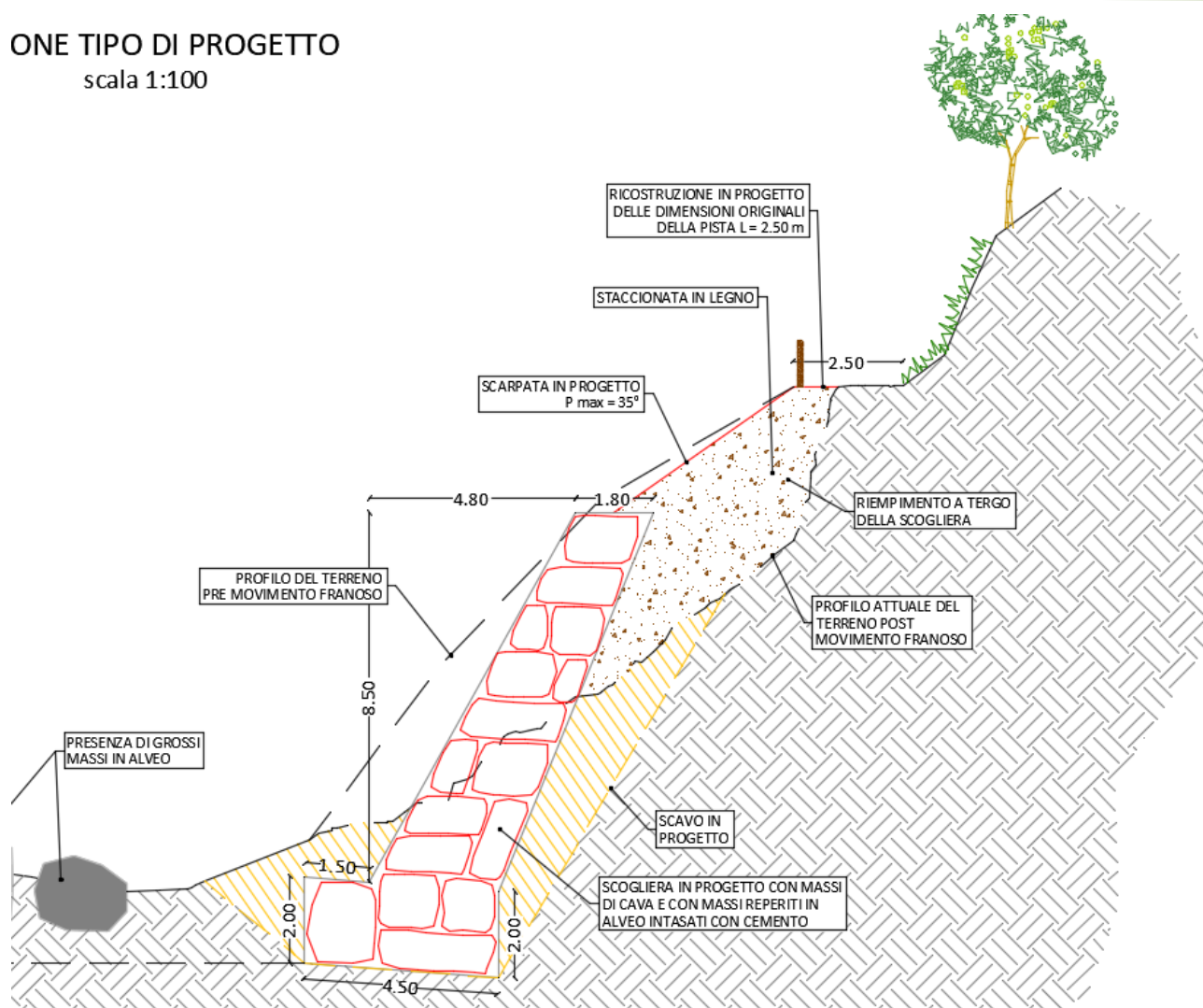


Figura 27 – Estratto della Tav.05_Sezioni_Progetto

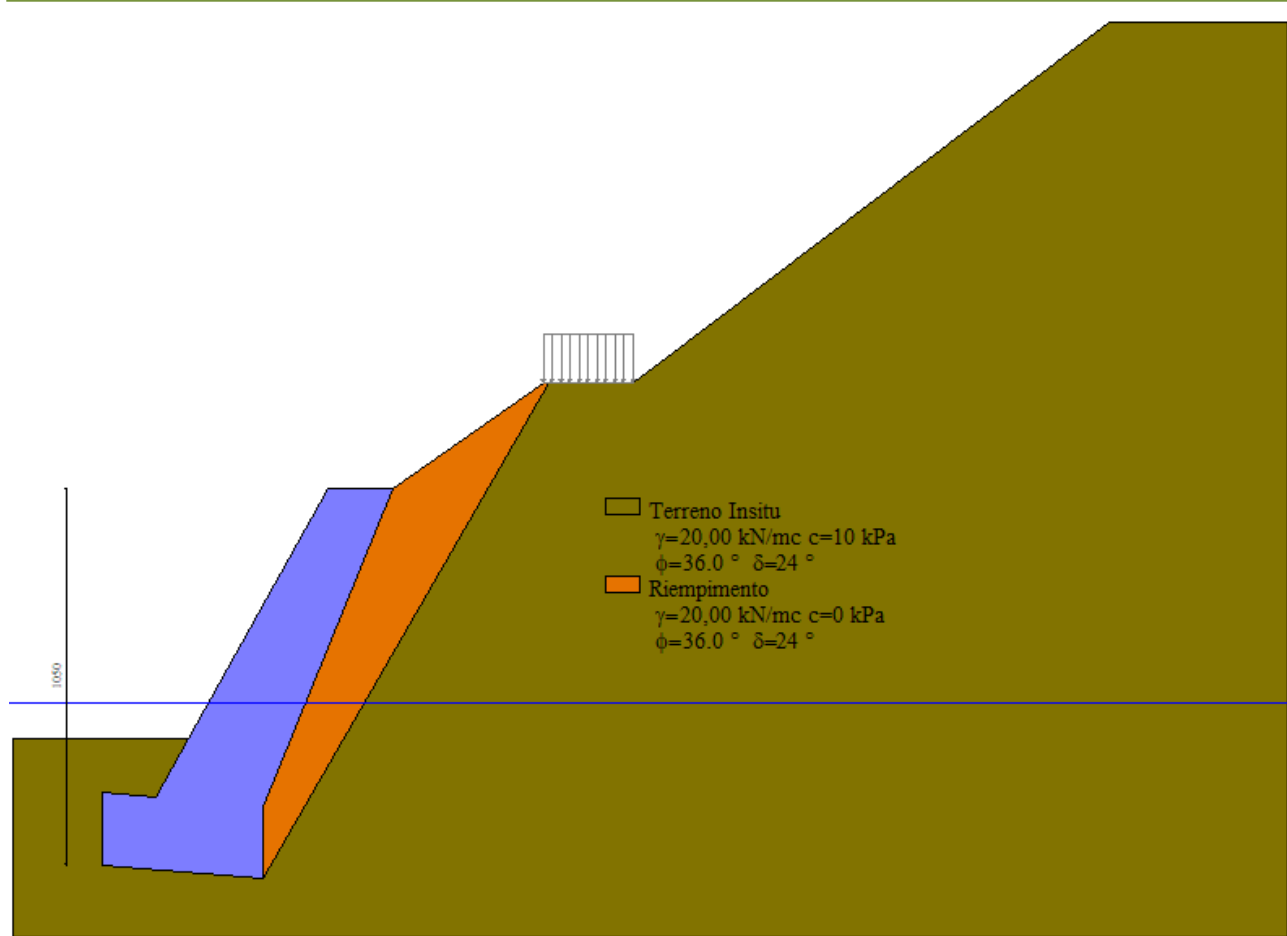


Figura 28 - Estratto dal software di calcolo MAX 16.0

11.2 Sollecitazioni agenti

Si riporta di seguito l'involuppo delle sollecitazioni agenti sull'opera di sostegno e sul terreno di sedime.

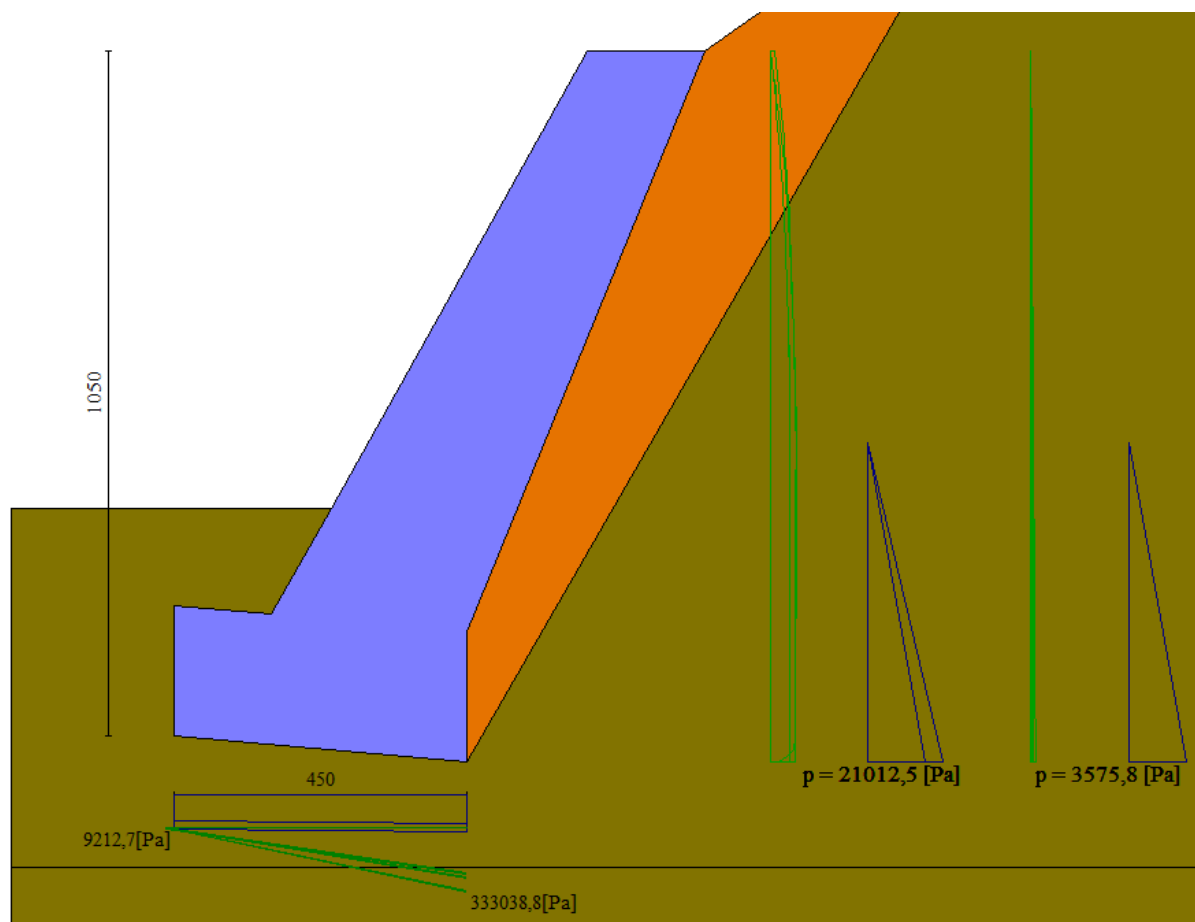


Figura 29 – Involuppo pressione e cunei

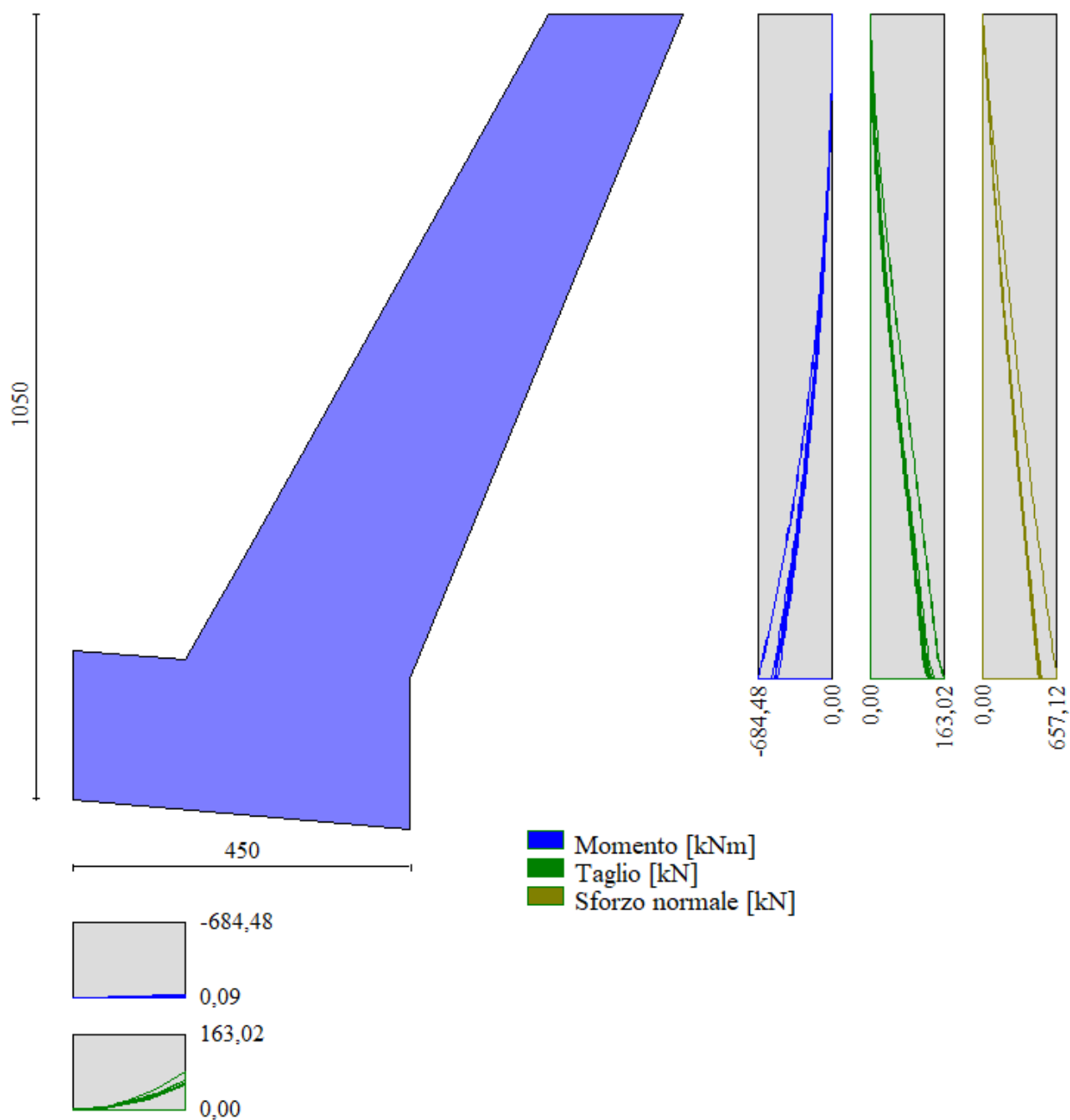


Figura 30 – Involuppo delle sollecitazioni agenti

11.3 Risultati delle verifiche

Nella tabella seguente si riportano i minimi coefficienti di sicurezza delle verifiche geotecniche tenendo conto di tutte le combinazioni risultanti dal calcolo.

Tipo di verifica	Fattori di sicurezza minimi
Verifica al ribaltamento	2.04 (10)
Verifica allo scorrimento	1.11 (1)
Verifica al carico limite	10.67 (6)
Verifica alla stabilità globale	1.72 (7)

Tabella 13 - Risultati delle verifiche geotecniche

I valori minimi dei fattori di sicurezza risultano maggiori di quelli consigliati da normativa per muri di sostegno (NTC 2018).

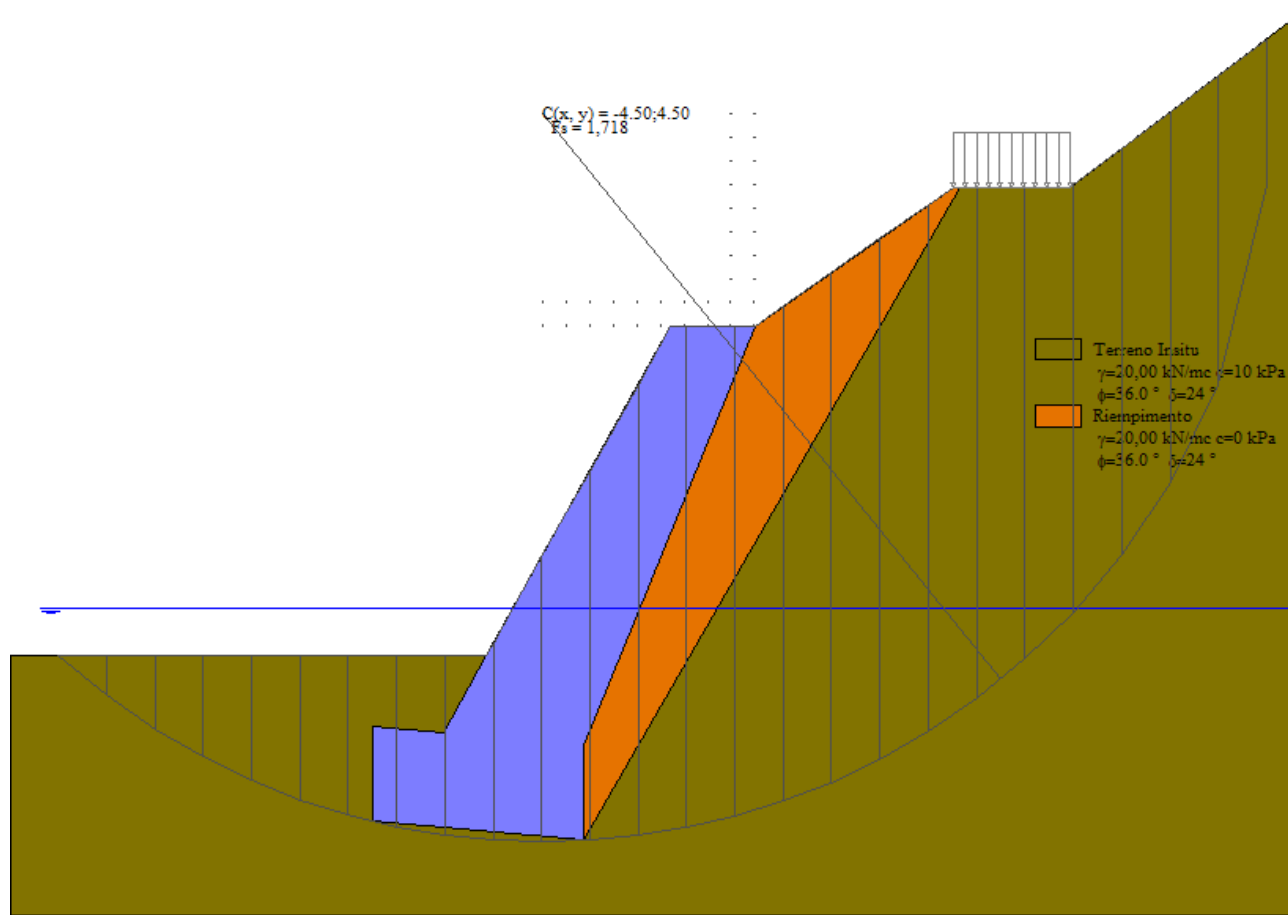


Figura 31 – Cerchio critico con FS=1.72 - Bishop



12 CONCLUSIONI

Nel presente elaborato è stato fornito un inquadramento topografico, geologico, e vincolistico dell'area interessata dalle opere relative al progetto denominato "LAVORI DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA OPERE PMO URGENTE. Realizzazione di scogliera a protezione dell'erosione spondale e ricostruzione pista in frana" - Cod. CIG: Z1832A7594

Vengono inoltre riportati i risultati delle verifiche geotecniche di stabilità della sezione della scogliera in progetto, nonché i risultati dell'analisi di stabilità del pendio sul quale si andrà ad intervenire.

In base a quanto esposto in questa relazione si può concludere allo stato attuale che:
Il comune di Traversella non ha un PRG adattato al PAI .

L'area di intervento **ricade** tra le aree perimetrate dalla Direttiva Alluvioni.

Da un punto di vista del vincolo idrogeologico L.R.45/89 l'opera in progetto ricade tra le aree vincolate, sono di fatto escluse da specifica autorizzazione in quanto:

Trattandosi di interventi di sistemazione di frane, difesa alla erosione spondale e ricostruzione della pista sterrata, sono esclusi da specifica autorizzazione ai sensi dell'Art. 11. Della L.R. 45/89 - (Esclusione dalla autorizzazione)

1. Non sono soggetti all'autorizzazione di cui all'articolo 1:

b) i lavori di rimboschimento, la piantagione di alberi, i miglioramenti forestali, i lavori e le opere pubbliche di sistemazione di frane e versanti instabili, di sistemazione idraulica e idraulico-forestale;

Si prescrive per il rinterro a tergo della scogliera, di utilizzare il materiale proveniente dagli scavi, opportunamente vagliato con benna vagliante al fine di eliminare la frazione fine, sabbioso limosa.

Per quanto concerne le verifiche geotecniche, effettuate sulla scogliera tutte le verifiche hanno dato esito positivo, confermando che la corretta esecuzione dell'opera garantirà la stabilità delle stesse.

Le verifiche hanno fatto riferimento all'attuale normativa vigente, il DM 17/01/2018.

Dai risultati ottenuti risulta che tutte le verifiche effettuate risultano **soddisfatte**.