COMUNE DI VARESE LIGURE

PROVINCIA DELLA SPEZIA

Committente:
Comune di Varese L.

Livello di Progetto:
ESECUTIVO

Titolo:

OPERE VOLTE AL CONTENIMENTO DELL'APPORTO DI MATERIALE SOLIDO PROVENIENTE DALLA FRANA DI NOCI (RIF.FIN MESSA IN SICUREZZA FRANA DI NOCI)

Oggetto:

- RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Codice Progetto:
P029-21

Nome File:
P029-21-E-RE-GEN-001-B

Firme:

Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	RS	09/03/2021	RS/DG	09/03/2021
B	SECONDA EMISSIONE	BR	03/12/2021	RS/DG	03/12/2021

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690
www.itec-engineering.it

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca FIDIC
apave certification ISO 9001 N° SC 10-2588/IAF 34 ISO 14001 N° SCA 19-3491/IAF

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 2

2 DESCRIZIONE DEL FENOMENO FRANOSO E INTERVENTI DI PROGETTO 4

3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA 14

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO 14

4.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE. 14
4.2 VITA NOMINALE 15
4.3 CLASSE D'USO. 16
4.4 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA 16
4.5 AZIONE SISMICA 17

5 CENNI GEOTECNICI 20

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEI SITI 20
5.1.1 Stratigrafia 21
5.2 MODELLI DI CALCOLO 21

6 AREE ESPROPRIATE 24

1 PREMESSA

La presente relazione illustrativa fa parte degli elaborati del progetto esecutivo *"opere volte al contenimento dell'apporto di materiale solido proveniente dalla frana di noci (rif.fin messa in sicurezza frana di noci)"*, in località Noci nel comune di Varese Ligure; il dissesto coinvolge una cospicua porzione di versante ove sono ubicati i nuclei abitati di Noci Finoli e Noci di Sotto.

Il versante interessato dal movimento franoso è indicato nell'estratto della CTR riportata di seguito.

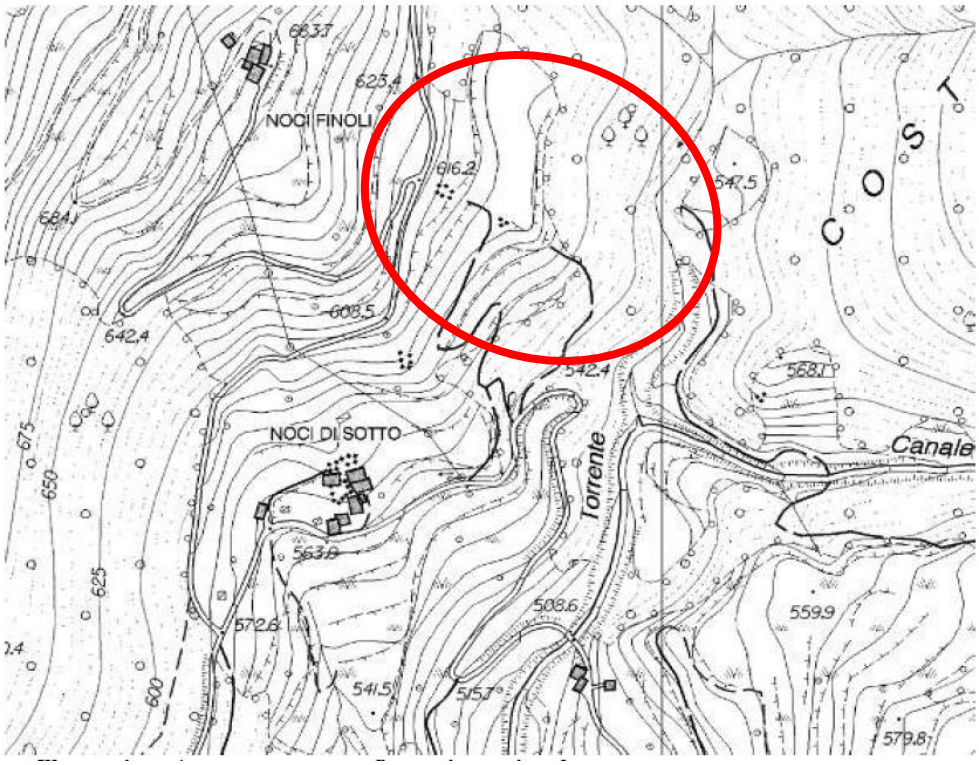


Figura 1.1 – Estratto della CTR relativa all'area interessata dal movimento franoso.

In seguito agli sviluppi temporali del dissesto che coinvolge la località Noci in frazione di Taglieto, si è resa necessaria la progettazione di tutti gli interventi funzionali alla mitigazione del rischio in corrispondenza del versante interessato dal movimento franoso, ed in corrispondenza del Torrente Crovana e del Canale Cento Croci che scorrono in corrispondenza del piede del versante considerato.

Gli interventi di progetto sono volti principalmente ad aumentare la protezione del piede di frana, con l'obiettivo di interrompere la veloce erosione da parte del torrente, dovuta alla quasi totale occlusione dell'alveo.

In secondo luogo, sono stati previsti anche degli interventi in corrispondenza del versante atti a migliorare la stabilità dello stesso, canalizzando le acque superficiali mediante la realizzazione di cunette superficiali e intercettando le acque profonde di falda mediante la posa di tubi drenanti sub-orizzontali, disposti lungo il versante.

L'area di versante interessata dal movimento franoso è indicata nell'immagine satellitare riportata di seguito.

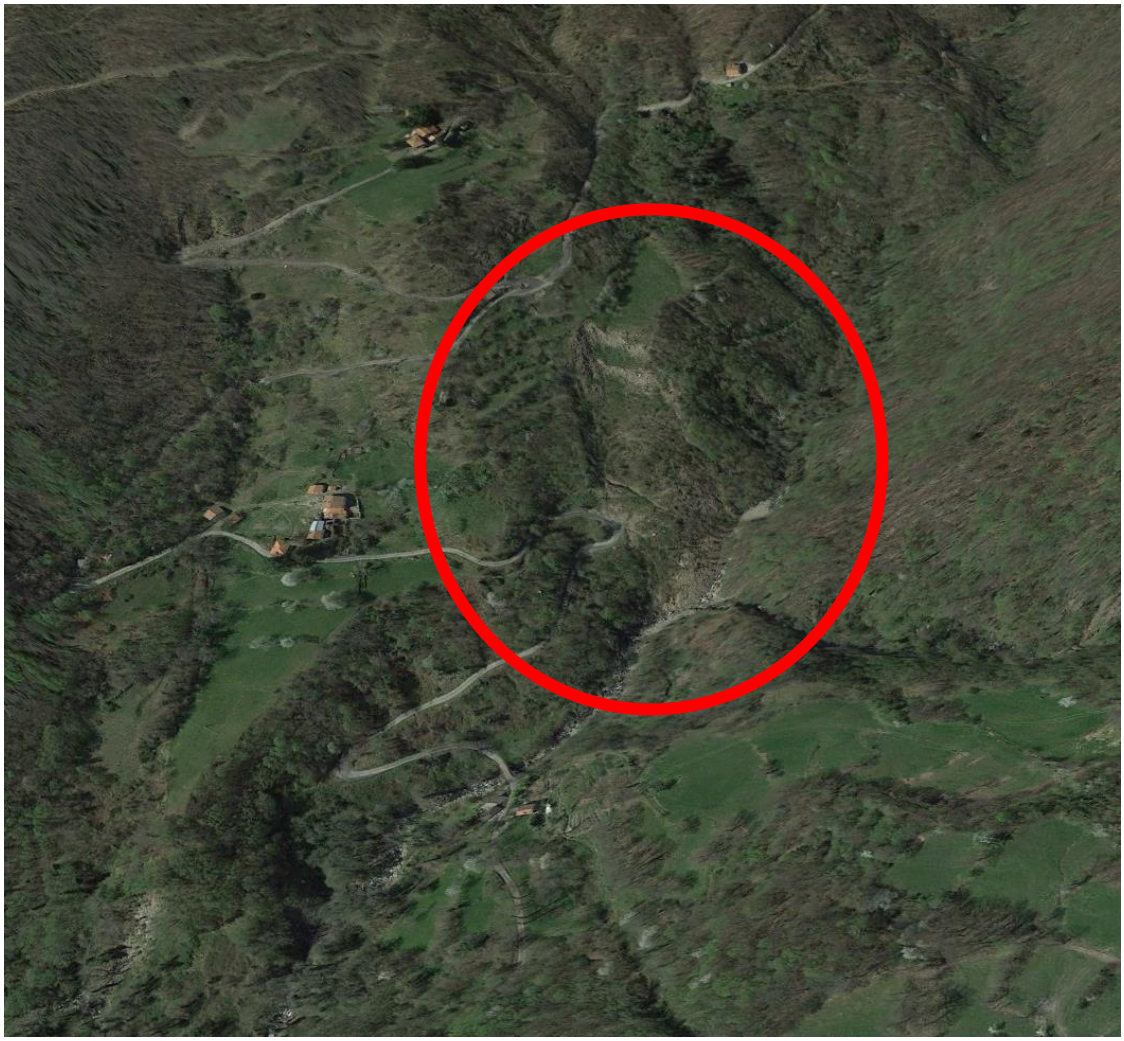


Figura 1.2 – Immagine satellitare con indicazione della frana.

Il disseto verificatisi, ha generato diverse criticità, nello specifico:

- Inagibilità al transito veicolare e pedonale della strada Comunale Prate di Qua - Laverto;
- Cedimento per un tratto pari a circa 80 m della strada Comunale Noci di Sotto – Noci Finoli – Taramastro;
- Totale occlusione, a causa dello scivolamento a valle della massa detritica, dell'alveo del Torrente Crovana e la conseguente formazione di due laghi di sbarramento in corrispondenza della confluenza torrente Crovana e Canale Cento Croci.

Alcune delle criticità descritte, sono state risolte mediante la rimozione dei detriti che impedivano la circolazione veicolare sulle strade Comunali citate; di particolare importanza resta la risagomatura dell'alveo del torrente Crovana, la sistemazione in corrispondenza della confluenza dei due rivi e la protezione del piede della frana contro la corrosione da parte dei due corsi d'acqua.

2 DESCRIZIONE DEL FENOMENO FRANOSO E INTERVENTI DI PROGETTO

Come anticipato in premessa, la presente relazione fa parte degli elaborati progettuali relativi alla progettazione esecutiva per la mitigazione del rischio a seguito del movimento franoso dell'aprile 2015, che ha interessato il versante ove sono ubicati i nuclei abitati di Noci Finoli e Noci di Sotto.
Nell'immagine riportata di seguito si può notare il dissesto in corrispondenza della sommità del versante.



Figura 2.1 – Sommità del versante interessato dal dissesto.

Il fenomeno franoso si inserisce nel contesto di un versante in sponda destra del torrente Crovana classificato come frana quiescente dal Piano di Bacino Stralcio del Fiume Magra; l'area in esame si estende per alcuni ettari tra le quote di 700 e 500 m s.l.m. e comprende come già accennato le frazioni di Noci di Sotto e Noci Finoli.
L'accumulo detritico risulta caratterizzato da diversi spianamenti morfologici destinati prevalentemente a pascolo, impostati a quote diverse; in corrispondenza di quello più a valle, a circa 560 m s.l.m. sorge il nucleo abitato di Noci di Sotto, mentre in corrispondenza del pianoro di monte a quota 650 m s.l.m., sorge l'abitato di Noci Finoli.
Sul pianoro intermedio ubicato alla quota di circa 600 m s.l.m., ha avuto luogo il collasso gravitativo nel corso del mese di Marzo - Aprile 2015, che ha generato le maggiori

problematiche soprattutto per quanto riguarda il deflusso del torrente Crovana ubicato in prossimità del piede del versante.
La porzione di versante interessata dal movimento presenta una superficie dell'ordine di circa 10000 m^2, con larghezza del ciglio di frana pari a circa 60 m.
Il cinematismo della frana risulta complesso, rappresentato dalla contestuale presenza di una componente rotazionale principale di basso angolo e da componenti secondarie rotazionali e traslative.
La causa – effetto che ha innescato il fenomeno gravitativo risulta l'azione di scalzamento esercitata in corrispondenza del piede del versante da parte del Torrente Crovana e del canale Cento Croci, che si innesta sul torrente Crovana in corrispondenza della frana.
L'evento franoso ha prodotto lo sbarramento dei due rii, con conseguente creazione di due bacini, i quali nel corso degli ultimi due anni, a seguito di alcuni modesti eventi di piena sono stati inizialmente colmati di detrito e successivamente erosi e svuotati da parte dei due rii, che riescono a movimentare elevate quantità di materiale ad ogni seppur minimo evento di piena.
Nell'immagine seguente è possibile notare il piede della frana in corrispondenza della confluenza dei due rii citati.



Figura 2.2 – Piede della frana, eroso dal torrente Crovana.

L'erosione in corrispondenza del piede della frana esercitata dal torrente Crovana, comporta il peggioramento delle fratture di trazione presenti a monte del ciglio di frana ed interferenti per circa 80 m con la strada di collegamento tra le località noci di Sotto – Noci Finoli – Taramastro, lungo la quale si colloca un'importante linea di approvvigionamento idrico per l'abitato di Varese Ligure.
A circa 70 m a monte del ciglio principale, è presente un'abitazione e diversi manufatti afferenti alla località Noci Finoli, che allo stato attuale pur essendo compresi all'interno del non sono interessati dalla presenza di indicatori cinematici compatibili con un movimento gravitativo significativo.
Pur non facendo parte della porzione di versante maggiormente interessata dai movimenti, nel quadro del complesso detritico in fase di riattivazione si inserisce il nucleo abitativo di Noci di Sotto. Le abitazioni presenti, sono interessate da fratture compatibili, associabili ad un movimento gravitativo a cinematica lenta.
In particolare, a monte dell'abitato è stato rilevato il cedimento di alcuni tralicci dell'Enel, con evidenti fuori piombo degli elementi verticali di sostegno.
Lo sbarramento dei due rii, ha prodotto una modifica dell'equilibrio morfologico. Nella zona interessata da fenomeno, infatti, attualmente si rileva una forte erosione, conseguenza di ciò, il tratto di valle è passato ad una fase di trasporto ed infine il tratto di minor pendenza, poco a monte dell'immissione nel Vara, in corrispondenza dell'abitato di Varese Ligure è interessato da consistente deposito di materiale.
La modifica del piede della frana, fa ritenere probabili significative riattivazioni del fenomeno gravitativo, considerato in una situazione di stabilità relativa, data dall'effetto stabilizzante dell'accumulo di materiale al piede.
Al fine di monitorare l'evoluzione temporale del fenomeno, nel dicembre del 2017, sono stati installati dei capisaldi topografici.

Per la mitigazione del rischio, gli interventi previsti a progetto riguardano sostanzialmente la regimazione delle acque superficiali e di quelle sub superficiali; per mezzo di cunette e mediante l'installazione di dreni sub-orizzontali che andranno ad intercettare le acque di falda, scaricando all'interno delle canalizzazioni superficiali previste.
Per quanto riguarda gli interventi da realizzarsi all'interno dell'alveo, sarà necessario riprofilare la sezione idraulica del torrente Crovana nel tratto interessato dalla frana, sistemando il fondo in maniera tale da non avere eccessive erosioni; a tal proposito sarà realizzata una gradonatura per mezzo di briglie in gabbioni a distanza pari a circa 10-20, mantenendo la pendenza del fondo alveo intorno al valore dell'1.5%.
Per la protezione del piede della frana, invece, sarà prevista la realizzazione di una scogliera in massi ciclopici di terza categoria ancorati al versante per mezzo di una doppia fila di tiranti passivi costituti da barre dywidag aventi diametro pari a ϕ 26.5 mm e lunghezza pari a 15 m per la prima fila, mentre pari a 20.00 m per la fila inferiore.
Detti tiranti saranno realizzati ad interasse pari a 5.00 m e posati all'interno di una perforazione avente diametro pari a 160 mm.

L'ancoraggio della scogliera ai tiranti passivi, sarà realizzato tramite la predisposizione di apposite funi di acciaio, opportunamente disposte intorno alle barre.
Nella parte posteriore dell'opera di protezione ed in corrispondenza del piede, saranno posati dei materassi tipo Reno per limitare fenomeni di erosione/scalzamento.
Le scogliere in massi ciclopici saranno realizzate laddove le sponde risultassero prive di protezione contro l'erosione; in questo caso però non sarà prevista la realizzazione di ancoraggi per mezzo di tiranti.
Occorrerà prestare estrema attenzione in corrispondenza della confluenza dei due rii, predisponendo dei raccordi adeguati in corrispondenza delle sponde mediante la posa di massi, al fine di favorire l'immissione delle acque del canale Cento Croci all'interno del torrente Crovana, preservando l'integrità di un antico ponticello pedonale presente nei pressi della confluenza.
Oltre agli interventi citati sarà prevista la realizzazione di una cunetta alla francese in corrispondenza della strada presente, avente la funzione di garantire la regimazione delle acque di piattaforma e la successiva raccolta all'interno di cunette realizzate lungo il versante che consentono lo scarico a valle delle predette acque all'interno del Torrente Crovana.
Estrema importanza riveste la realizzazione della cunetta posta ad est dell'abitato di Noci di Sotto, necessaria per la regimazione delle acque della zona limitrofa al centro abitato.

A tali interventi sarà associata la riprofilatura del versante in frana tramite la movimentazione del materiale franato, avente lo scopo di regolarizzare l'andamento del versante consentendo la realizzazione delle cunette trasversali che andranno a scaricare le acque nel canale principale realizzato in corrispondenza del lato ovest del corpo di frana attiva.

Di seguito si riporta il dettaglio degli interventi previsti:

- <u>Regimazione delle acque sul corpo di frana quiescente:</u>

    - Canaletta in legname lungo il colatore che delimita il margine sud del corpo di frana ; la canaletta avrà forma trapezia (altezza pari a 0.60 m, base minore pari a 1.30 m e base maggiore pari a 2.40 m) avrà il fondo e le pareti rivestite mediante Trenchmat, ossia biostuoia anti erosione;

    - Canalette trapezioidali con pareti rivestite mediante geocomposito antierosione (altezza pari a 0.60 m, base minore pari a 0.60 m, con inclinazione delle sponde pari a 45°), dette canalette saranno realizzate in corrispondenza di zone che hanno manifestato presenza di ristagni idrici, venute idriche in occasione di eventi piovosi significativi e serviranno a ridurre il ruscellamento incontrollato sul corpo di frana quiescente;

- Realizzazione di cunette alla francese lungo la viabilità presente, con lieve allargamento della sede stradale; tali cunette saranno collegate alla rete di scolo delle acque di nuova realizzazione.

- Interventi in alveo e sul corpo di frana attiva:

  - Sistemazione del fondo del torrente Crovana a gradoni, mediante la realizzazione di briglie in gabbioni metallici posti a distanza pari a 10-20 m, con pendenza del fondo pari all'1.5% e riprofilatura dell'alveo in corrispondenza dell'area interessata dalla frana;

  - Protezione del piede di frana mediante la realizzazione di una scogliera in massi ciclopici di terza categoria; l'opera di protezione sarà ancorata al versante mediane la realizzazione di una doppia fila di tiranti passivi, costituiti da barre dywidag e collegati all'opera di sostegno tramite l'impiego di funi di acciaio;

  - Sistemazione delle sponde mediante l'utilizzo di massi ciclopici, laddove il versante risulti vulnerabile dal punto di vista dell'erosione esercitata dal torrente;

  - Sistemazione della confluenza tra il Torrente Crovana ed il Rio Cento Croci, con sistemazione delle sponde mediante l'impiego di massi e sagomatura delle stesse per facilitare l'immissione del Rio Cento Croci all'interno del Torrente Crovana;

  - Canaletta in legname lungo il colatore che delimita il margine ovest del corpo di frana attiva; la canaletta avrà forma trapezia (altezza pari a 0.60 m, base minore pari a 1.30 m e base maggiore pari a 2.40 m) avrà il fondo e le pareti rivestite mediante Trenchmat, ossia biostuoia anti erosione;

  - Realizzazione di dreni sub-orizzontali disposti lungo lo sviluppo longitudinale del versante in frana aventi la funzione di intercettare le acque di falda ed impedire che il livello freatico raggiunga valori troppo elevati;

  - Riprofilatura del corpo di frana tramite scavo, compattamento e pareggiamento del terreno, associato alla realizzazione di canalette trapezoidali con pareti rivestite mediante geocomposito antierosione, realizzate in direzione trasversale e saranno collegate al canale colatore principale, aventi la funzione di ridurre il ruscellamento incontrollato superficiale.

Si riporta di seguito la planimetria dello stato di fatto e dello stato di progetto.

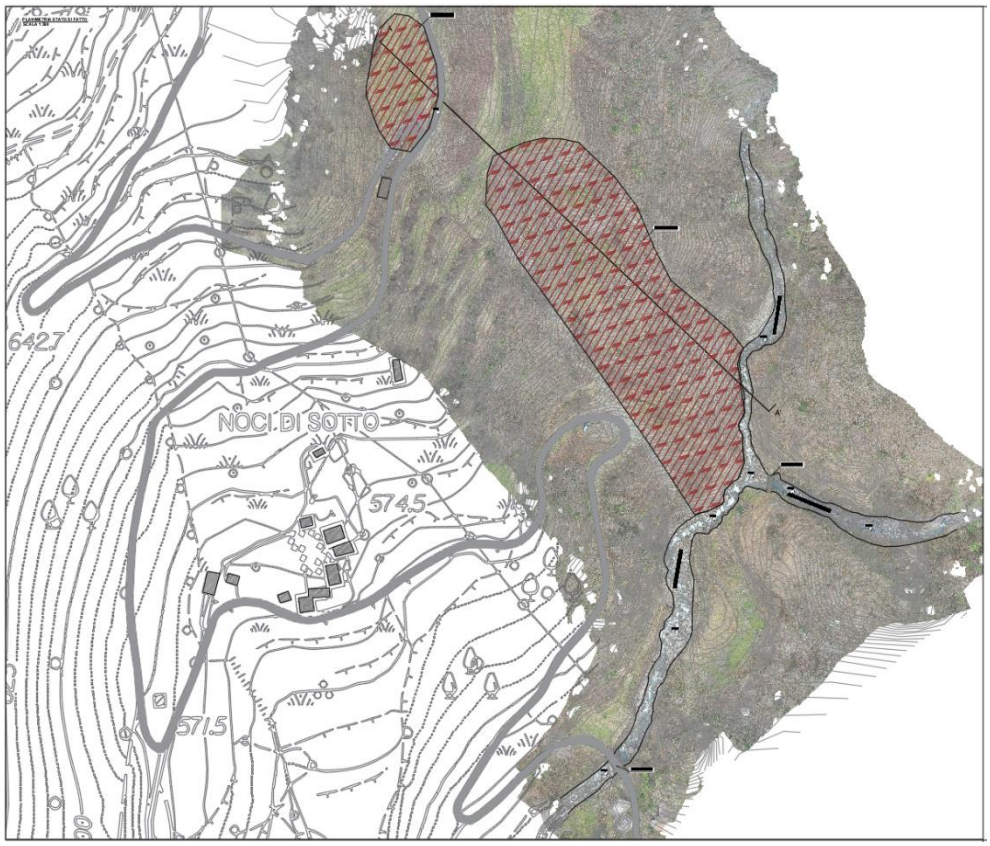


Figura 2.3 – Planimetria relativa allo stato di fatto.

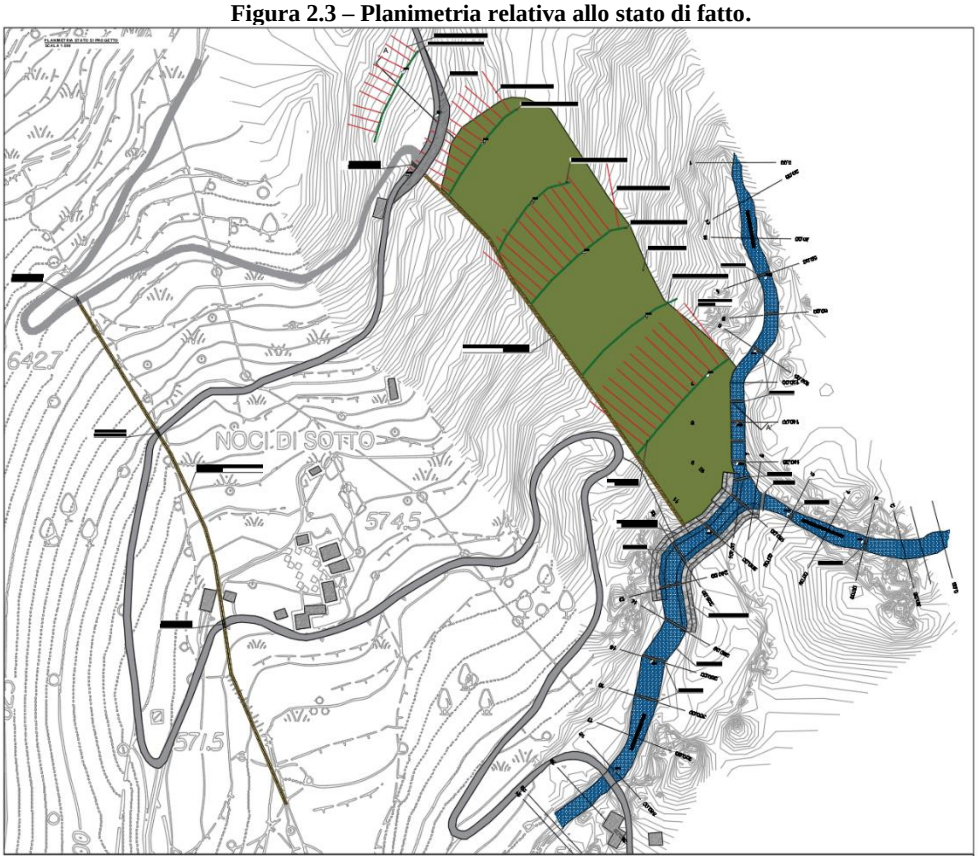


Figura 2.4 – Planimetria di progetto.

Relativamente alla sistemazione del fondo del torrente Crovana, si riporta di seguito il profilo longitudinale che riporta la sistemazioni a gradoni mediante l'impiego di gabbinalte metalliche.

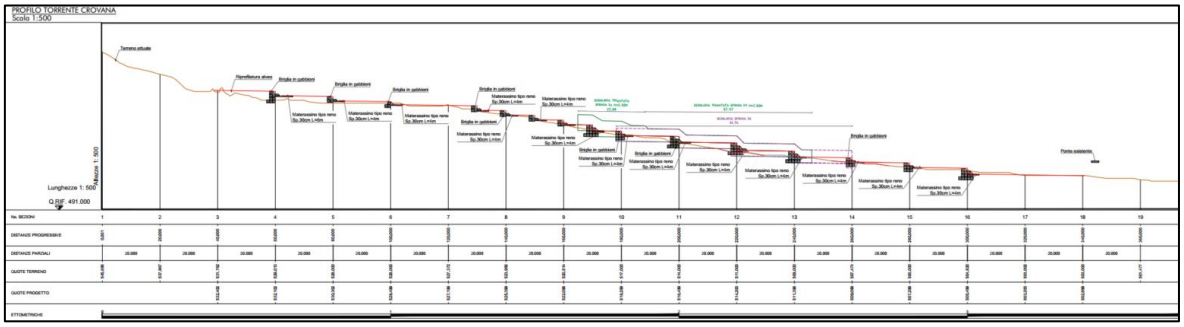


Figura 2.5 – Profilo longitudinale con la sistemazione del fondo del torrente Crovana.

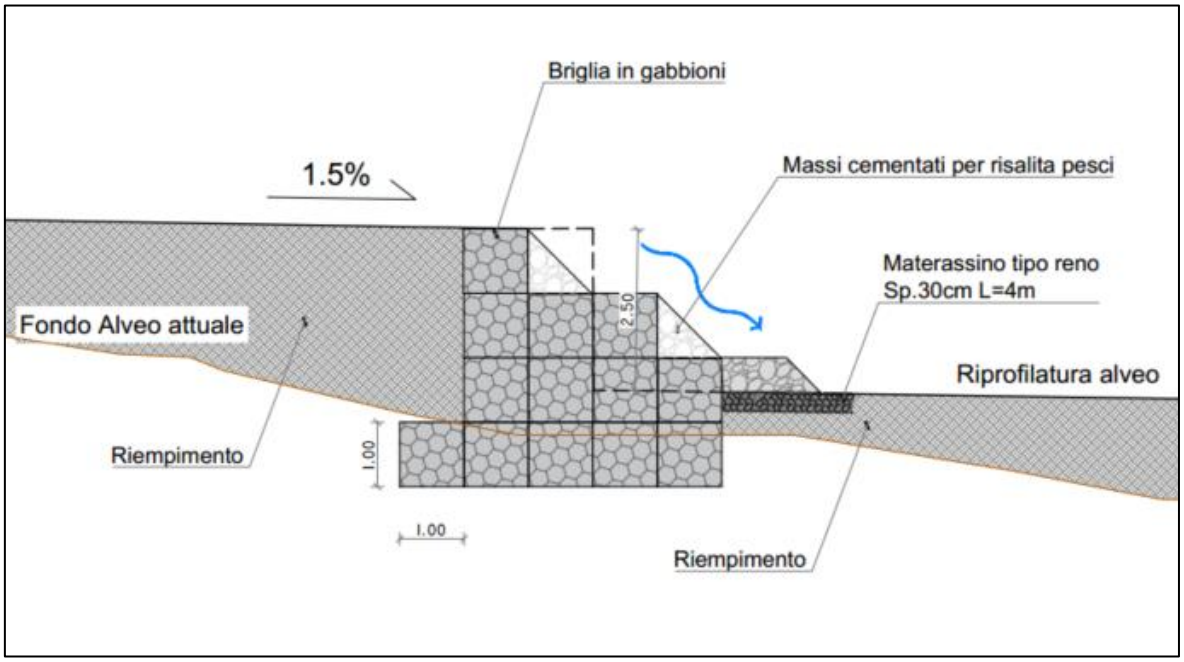


Figura 2.6 – Particolare della sistemazione del fondo del torrente Crovana.

Relativamente alla sistemazione del fondo del rio Cento Croci, si riporta di seguito il profilo longitudinale che riporta la sistemazioni a gradoni mediante l'impiego di gabbinate metalliche con la previsione di risalite per l'ittiofauna.

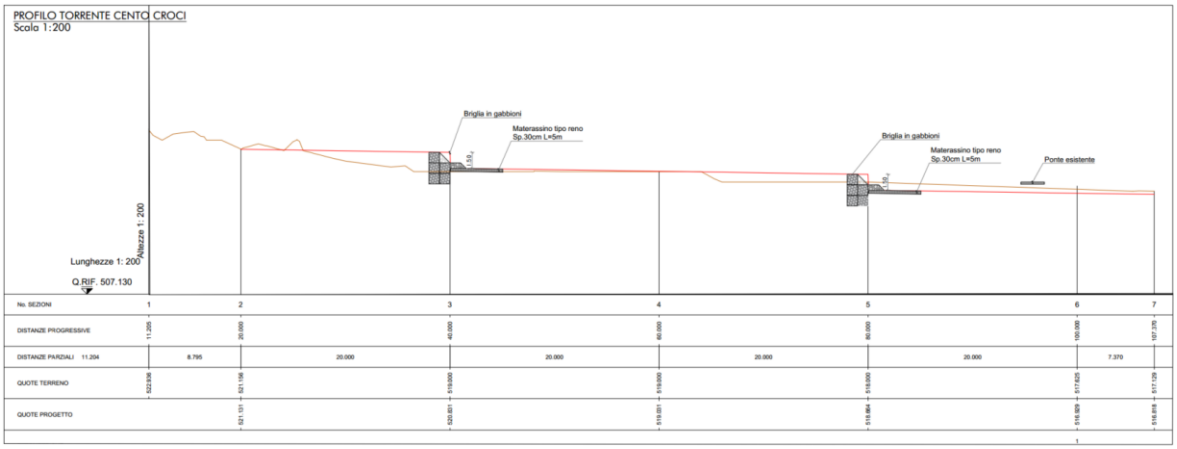


Figura 2.7 – Profilo longitudinale con la sistemazione del fondo del rio Cento Croci.

Relativamente alla sistemazione delle sponde ed alle canalette per il drenaggio delle acque superficiali, si riportano a titolo esplicativo alcuni particolari relativi alle opere descritte in precedenza.

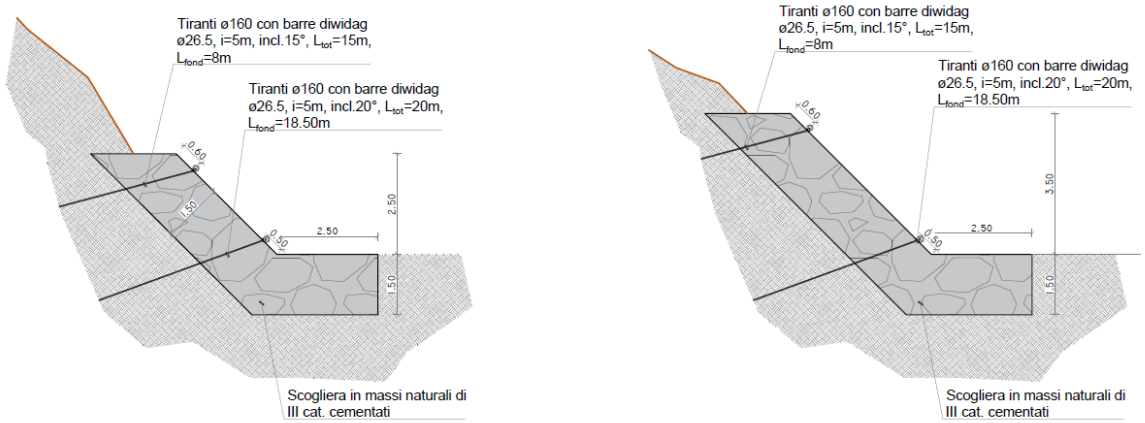


Figura 2.8 – Particolare della scogliera in massi per la protezione del piede di frana dall'erosione.

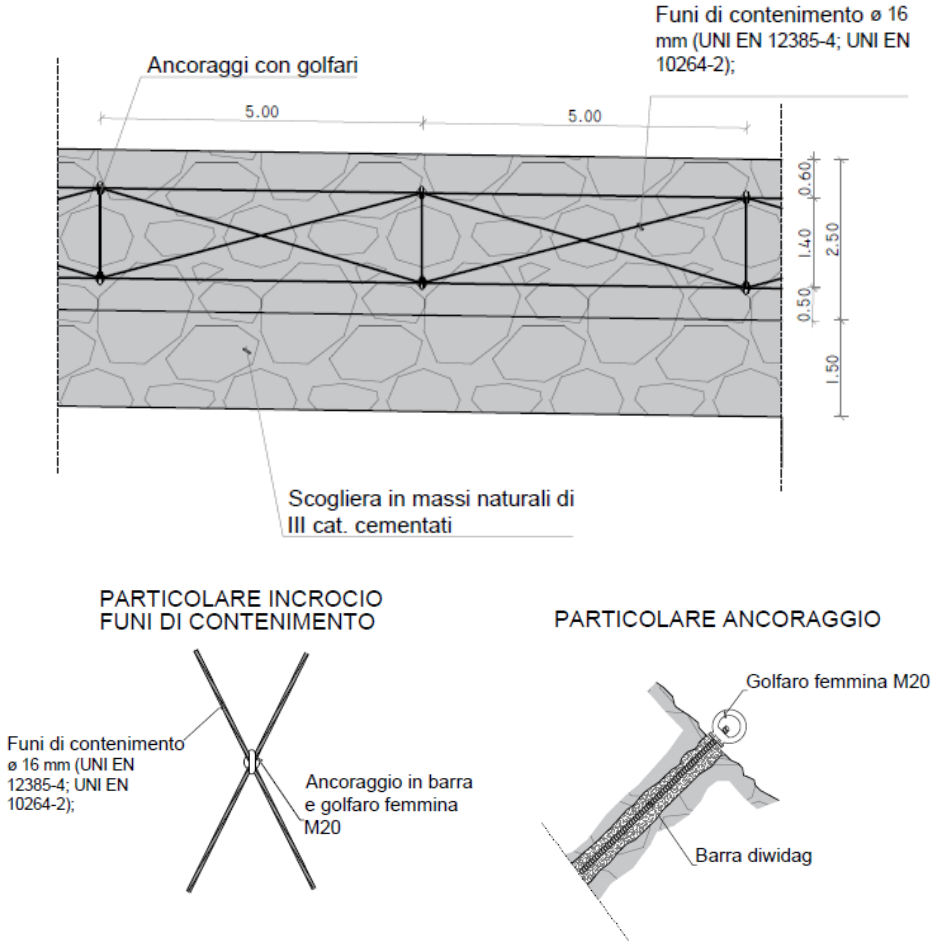
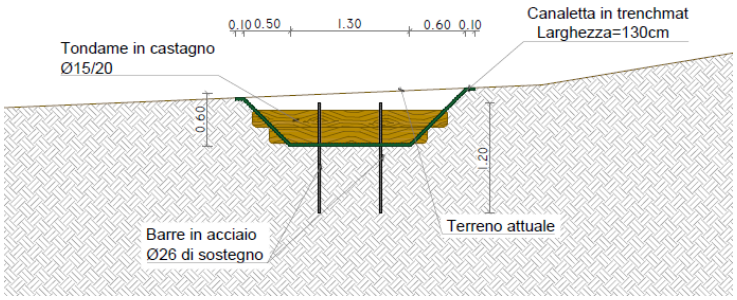


Figura 2.9 – Particolare degli ancoraggi ai tiranti passivi.

Di seguito il particolare delle canalette per la raccolta delle acque superficiali.



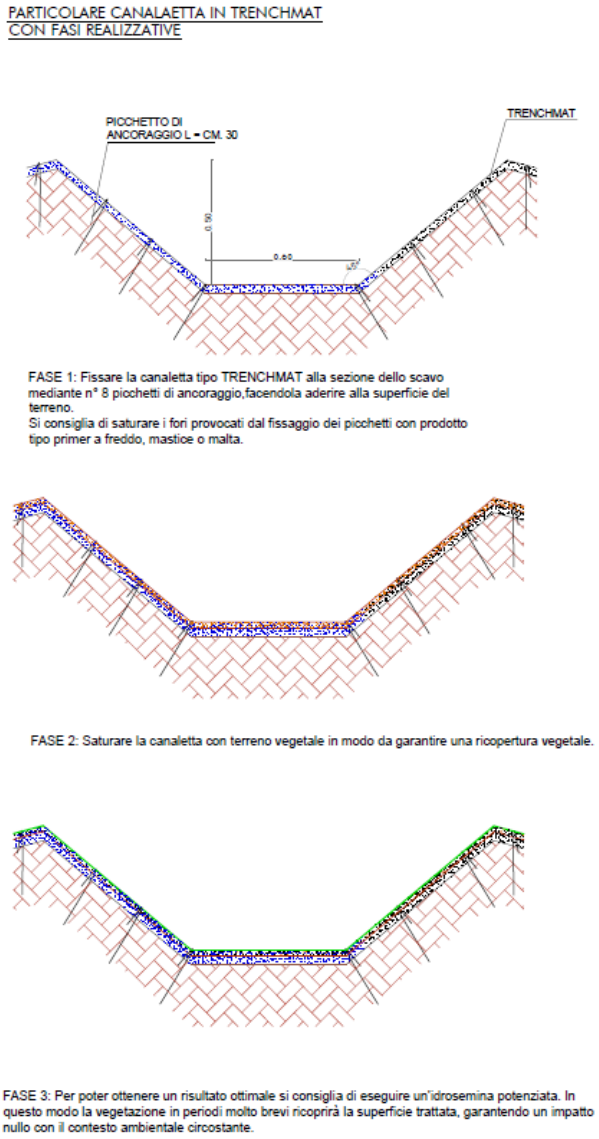


Figura 2.10 – Particolare degli ancoraggi ai tiranti passivi.

Per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati grafici facenti parte del presente progetto esecutivo.

3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

La valutazione della sicurezza delle opere in oggetto, è stata svolta ai sensi di quanto previsto dal DM Infrastrutture 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" e della Circolare Esplicativa 21 gennaio 2019 n° 7/C.S.LL.PP.
Per quanto non specificato nel D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018 è stato fatto riferimento ad altre normative di comprovata affidabilità ed in particolare:

- UNI EN 1992-1-1 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici";
- UNI EN 1997-1-1:2005 "Progettazione geotecnica. Parte 1-1: Regole generali".

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Secondo quanto riportato nel D.M. 17 gennaio 2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al sito di costruzione.
Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo "periodo di riferimento" $\mathbf{V_R}$ (espresso in anni), in uno specifico sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" **PVR**.
La pericolosità sismica è definita in termini di:

- $\mathbf{a_g}$ accelerazione orizzontale massima al sito;
- $\mathbf{F_o}$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $\mathbf{T_C^*}$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nelle N.T.C. la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori $\mathbf{a_g}$, $\mathbf{F_o}$ e $\mathbf{T_C^*}$ per nove distinti periodi; tale calcolo viene determinato via software, conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

4.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.

È necessario tenere conto delle condizioni topografiche e delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.
Si definiscono:

Effetti stratigrafici: Legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
Effetti topografici: Legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Sulla base della relazione geologica redatta a margine dell'intervento di progetto, dall'elaborazione delle indagini condotte, il sottosuolo presente risulta di Categoria B.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*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.
B	*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.
C	*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.
D	*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.
E	*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.

"B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti"

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°

Relativamente al coefficiente legato alla topografia, tenuto conto dell'orografia dei luoghi, si assume il coefficiente T2.

"Pendii con inclinazione media i > 15°"

4.2 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale **VN** è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.
La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I delle N.T.C.
Sulla base dei dati di progetto le tipologie delle opere definiscono la **Vn ≥ 50 anni**.

Tab. 2.4.I – *Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni*

	TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

"Vn ≥ 50 anni – Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie".

4.3 CLASSE D'USO.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso.
Sulla base dei dati di progetto l'intervento ricade in **classe d'uso II**.

Classe d'uso II – "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti".

4.4 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni simiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento Vr che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale Vn per il coefficiente d'uso Cu.

Il valore del coefficiente d'uso Cu è definito, al variare della classe d'uso, secondo quanto riportato nella Tab. 2.4.II delle N.T.C.

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso C_U*

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Sulla base dei dati di progetto l'intervento ricade in classe d'uso II a cui corrisponde **Cu=1.0**.
Ne consegue che **Vr ≥ 50 anni**.

Secondo quanto riportato nel paragrafo 2.4.1 del D.M. 17/01/2018, relativamente alle costruzioni temporanee e provvisorie, il valore della vita nominale di progetto da considerare, sarà pari a 10 anni; inoltre le verifiche sismiche di opere del tipo 1 (Costruzioni temporanee e provvisorie) possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di due anni. Tale considerazione può ritenersi valida per tutte le strutture

provvisorie che vengono utilizzate durante le varie fasi di cantierizzazione per la realizzazione delle opere previste in progetto.

4.5 AZIONE SISMICA

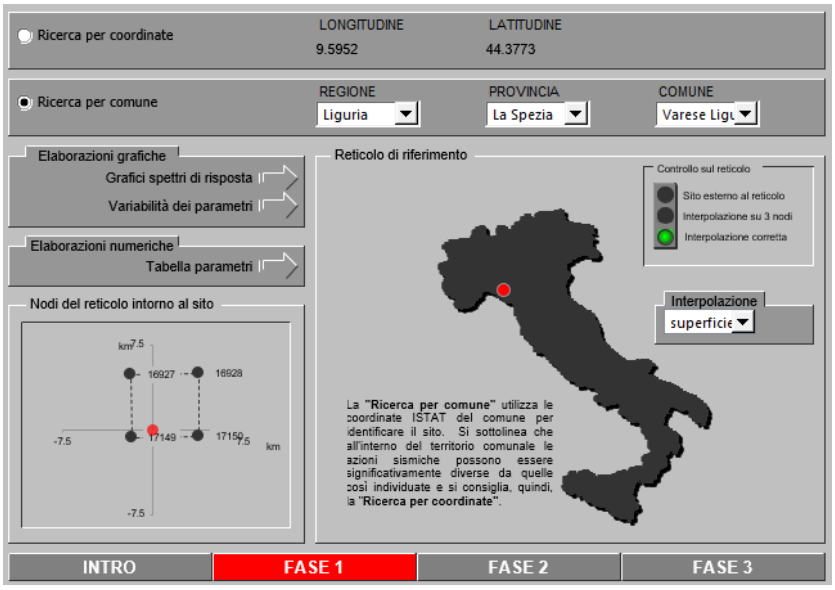
Nell'ottica della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese, le opere in oggetto rientrano nella categoria delle opere di importanza ordinaria (vita nominale **V_N = 50 anni**) ed una classe d'uso II (**c_u = 1.0**), da cui in definitiva un periodo di riferimento dell'opera **V_R = 50 anni**. Ai fini della caratterizzazione dell'azione sismica di progetto, si fa riferimento alle indicazioni fornite dal D.M. 17/01/2018.

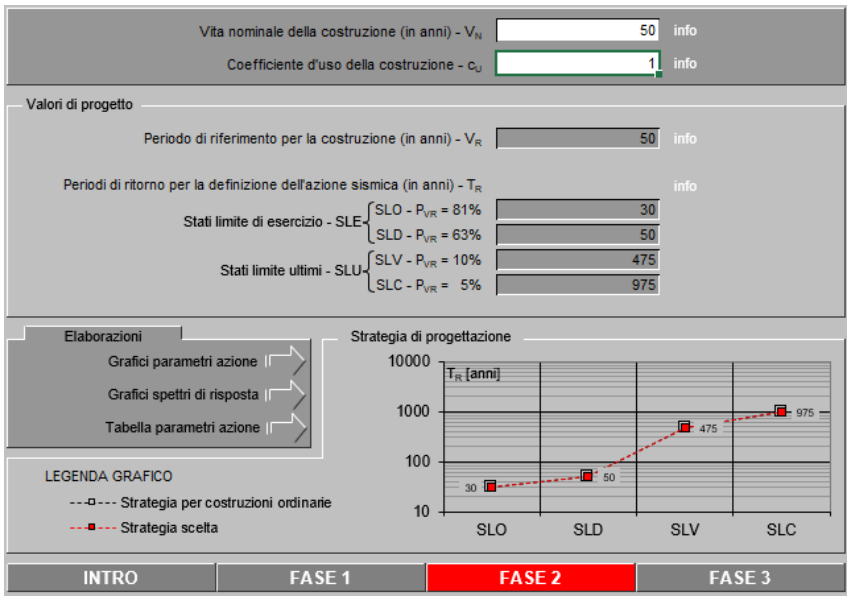
Con riferimento alle caratteristiche del sottosuolo, secondo quanto indicato nella relazione geologica, le **Categorie del sottosuolo** risultano pari a **B** "*Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o di terreni a grana fina molto consistenti*", relativamente alla topografia, sarà assunta una **Categoria topografica T2** "Pendii e rilievi con inclinazione media i > 15°" (coefficiente **S_T = 1.200**).
Le azioni sismiche si valutano in base alle accelerazioni massime attese in superficie sul sito di riferimento:

- <u>Per gli interventi di progetto si ha:</u>

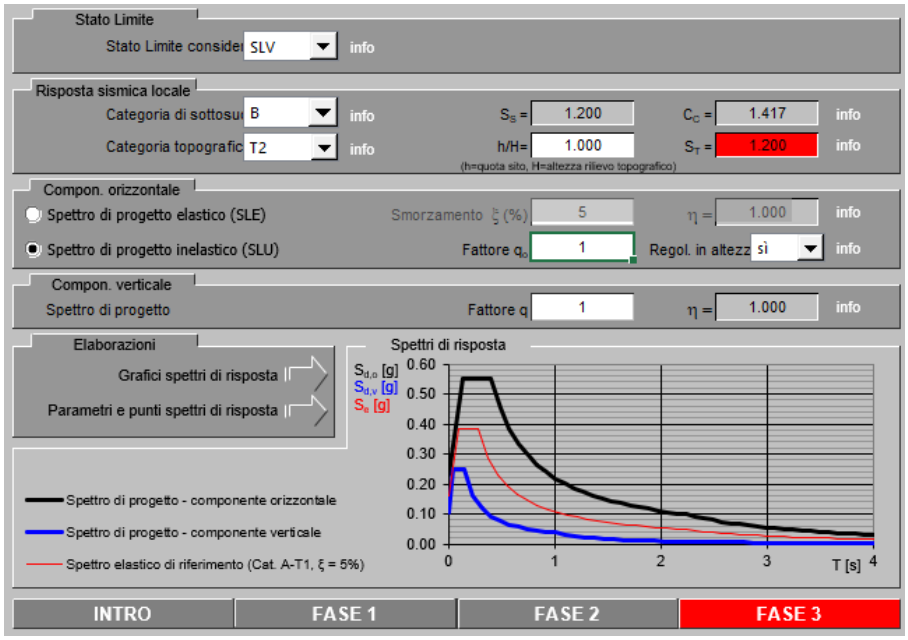
Comune in cui ricede l'opera:	Varese Ligure (SP)
Vita nominale opera	V_N = 50 anni
Classe d'uso opera	C_U = 1 (II)
Vita di riferimento	$V_R = V_N$ x Cu = 50 anni
Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

I parametri della pericolosità sismica ricavati sulla base della caratterizzazione sismica del sito, sono riportati di seguito per entrambe le categorie di terreno:

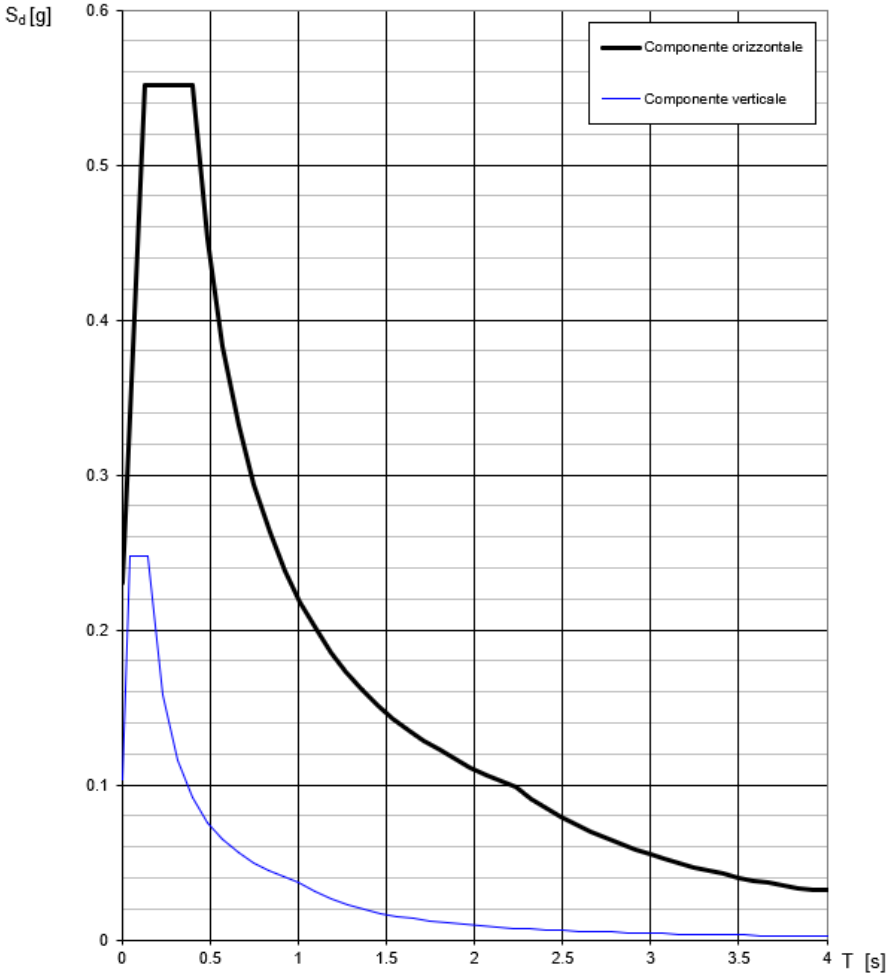




SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.048	2.417	0.230
SLD	50	0.061	2.438	0.248
SLV	475	0.160	2.395	0.282
SLC	975	0.206	2.378	0.289



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



5 CENNI GEOTECNICI

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEI SITI

I dati geotecnici utilizzati nel progetto sono stati desunti dai seguenti elaborati:

- Relazione geologica redatta dal dott. Geol. Denjs Tassisto, nel mese di marzo 2020;

Nello specifico sono stati riconosciuti quattro livelli stratigrafici, che vengono di seguito descritti:

- LIVELLO A1: Coltri detritico-colluviali, mobilitate, con discreta componente fine; si sviluppa da piano campagna fino a profondità, dallo stesso comprese tra 8.00 e 16.00 m circa; risulta ubicato in corrispondenza della parte alta del versante, per una lunghezza pari a 75.00 m circa, misurata dalla sommità della frana;

- LIVELLO A2: Coltri detritiche granulari grossolane prevalenti con blocchi; si sviluppa da piano campagna fino a profondità, dallo stesso, comprese tra 5.00 e 20.00 m circa; tale strato risulta ubicato in corrispondenza subito a valle rispetto allo strato precedente e si estende fino al piede della frana;

- LIVELLO B: segue i livelli A1 e A2, e rappresenta il bedrock; è costituito da argille e calcari di Canetolo moderatamente alterate e fratturate.

I parametri fisico – meccanici caratteristici, assunti in sede di progetto e desunti sulla base delle indagini eseguite, possono essere quindi così riassunti di seguito per ogni strato:

- Livello A1 – Coltri detritico-colluviali, mobilitate, con discreta componente fine:
  - Peso di volume naturale: 17.00 kN/m^3;
  - Peso di volume saturo: 18.00 kN/m^3;
  - Angolo di attrito interno: 25°;
  - Coesione drenata: 0 - 10 kPa;

- Livello A2 – Coltri detritiche granulari grossolane prevalenti con blocchi:
  - Peso di volume naturale: 19.00 kN/m^3;
  - Peso di volume saturo: 20.00 kN/m^3;
  - Angolo di attrito interno: 30 °;
  - Coesione drenata: 0 - 5 kPa;

- Livello B – Substrato roccioso costituto da Argille e calcari di Canetolo, moderatamente alterate e fratturate:
  - Peso di volume naturale: 25.00 kN/m^3;

- Peso di volume saturo: 25.00 kN/m^3;
- Angolo di attrito interno: 32 °;
- Coesione drenata: 80.00 kPa;

Per maggiori delucidazioni in merito, si rimanda all'elaborato geologico.

5.1.1 Stratigrafia

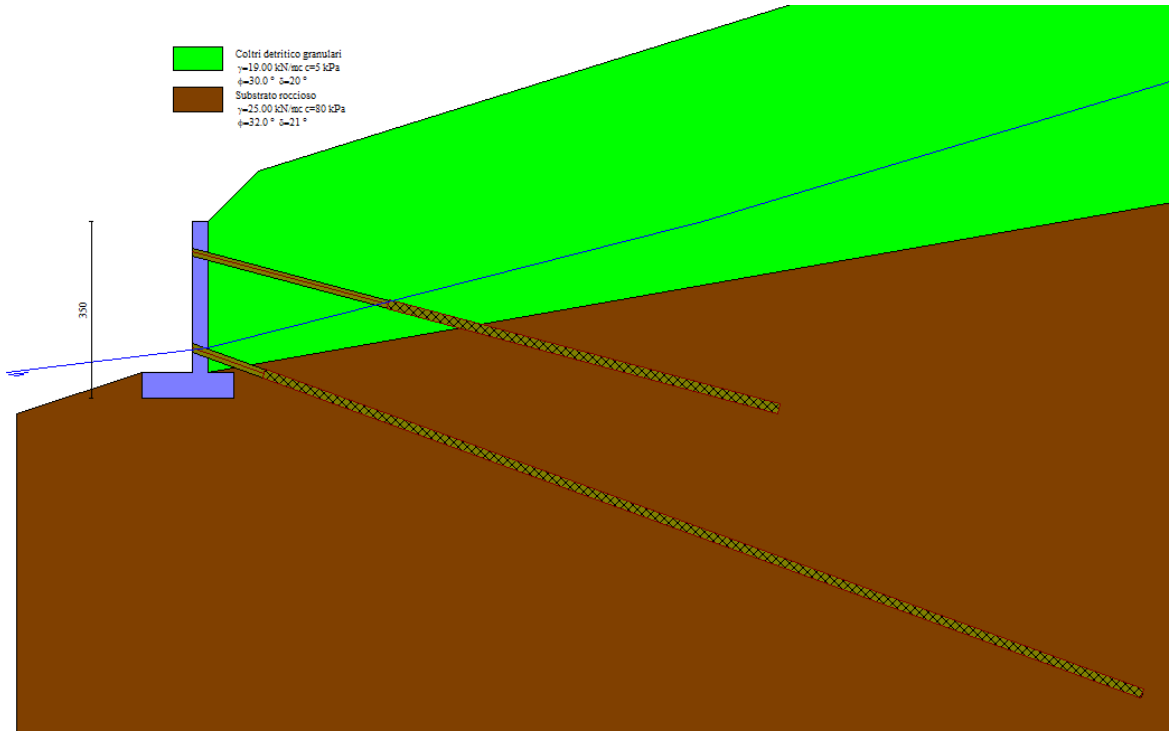
Ai fini delle verifiche svolte sulle opere in progetto, è stato considerato il profilo stratigrafico estrapolato dalle indicazioni contenute nella relazione geologica del dott. Geol. Denjs Tassisto, redatta sulla base della campagna geognostica svolta. Sulla base delle indicazioni ricavate la stratigrafia assunta per l'esecuzione delle verifiche è riassunta di seguito:

- Strato n° 1 - Livello A1:spessore dello strato compreso tra 8.00 m e 16.00 m circa;
- Strato n° 2 - Livello A2:spessore dello strato compreso tra 5.00 m e 20.00 m circa;
- Strato n° 3 – Livello B: spessore dello strato all'intero volume significativo al di sotto degli strati precedenti.

Per quanto riguarda l'ubicazione della falda, è stata rinvenuta ad una quota compresa tra – 12.00 e - 2.00 m circa dal piano campagna.
Il livello misurato è conseguente ad un periodo di piogge piuttosto intense, pertanto può ritenersi rappresentativo delle peggiori condizioni, assumendolo come riferimento per l'espletamento delle verifiche sulla stabilità globale del versante.

5.2 MODELLI DI CALCOLO

Per il dimensionamento dei tiranti passivi per l'ancoraggio della scogliera, il modello considerato è riportato di seguito.



Ai fini della verifica e della definizione geometriche dei gabbioni metallici da utilizzare per la sistemazione del fondo del torrente Crovana , sono stati considerati due modelli di calcolo, all'interno dei quali sono state studiate le configurazioni maggiormente rappresentative della geometria dei gradoni; dai risultati delle verifiche, sono stati determinati il numero di gabbioni necessari per garantire la sicurezza strutturale dei manufatti previsti.

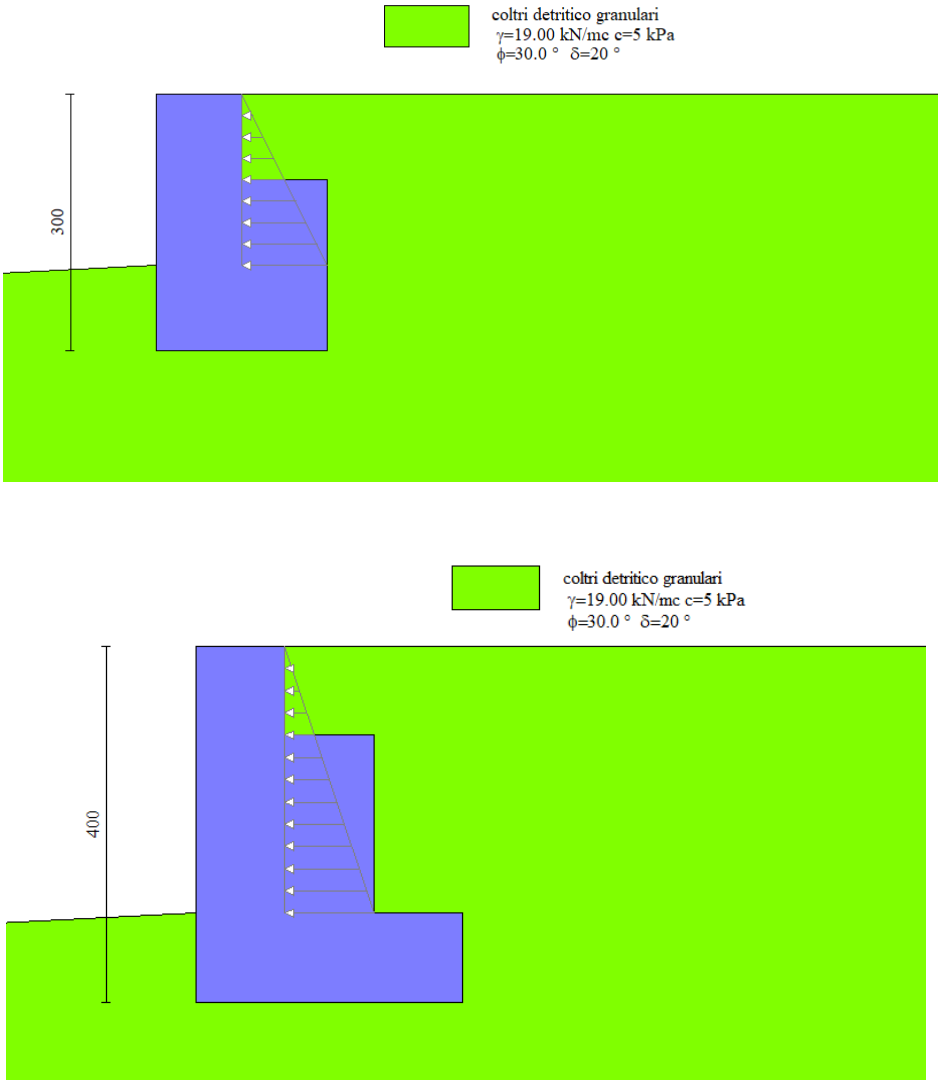


Figura 5.1 – Modelli di calcolo per il dimensionamento delle briglie in gabbioni

Per l'espletamento delle verifiche previste in ambito geotecnico del versante nella configurazione attuale e di progetto, sono stati messi a punto vari modelli, ognuno rappresentativo della verifica considerata.
Per l'espletamento delle verifiche è stata considerata una sezione longitudinale rappresentativa della configurazione più gravosa ai fini del calcolo, in quanto estratta in corrispondenza della retta di massima pendenza del versante.
Le verifiche sono state condotte analizzando due configurazioni distinte, la prima rappresentativa della stabilità globale nelle condizioni attuali, mentre la seconda rappresentativa della verifica della stabilità globale del versante nella configurazione di progetto, nella quale il versante sarà profilato e sarà inserita la protezione al piede della frana.
Per le due configurazioni considerate, sono state svolte le verifiche della stabilità globale considerando la condizione statica e sismica:

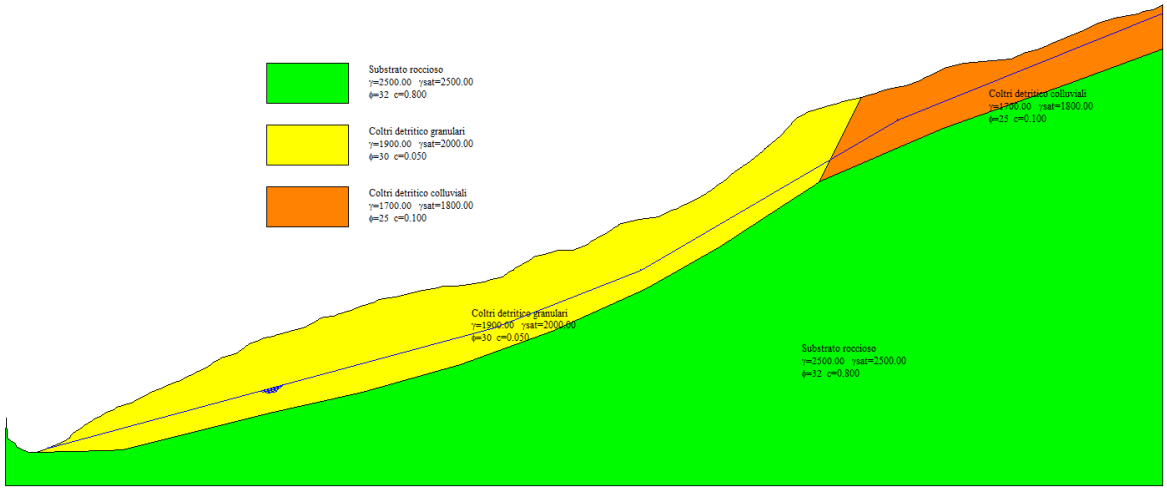


Figura 5-2 – Modello utilizzato per le verifiche di stabilità globale del versante nella configurazione attuale.

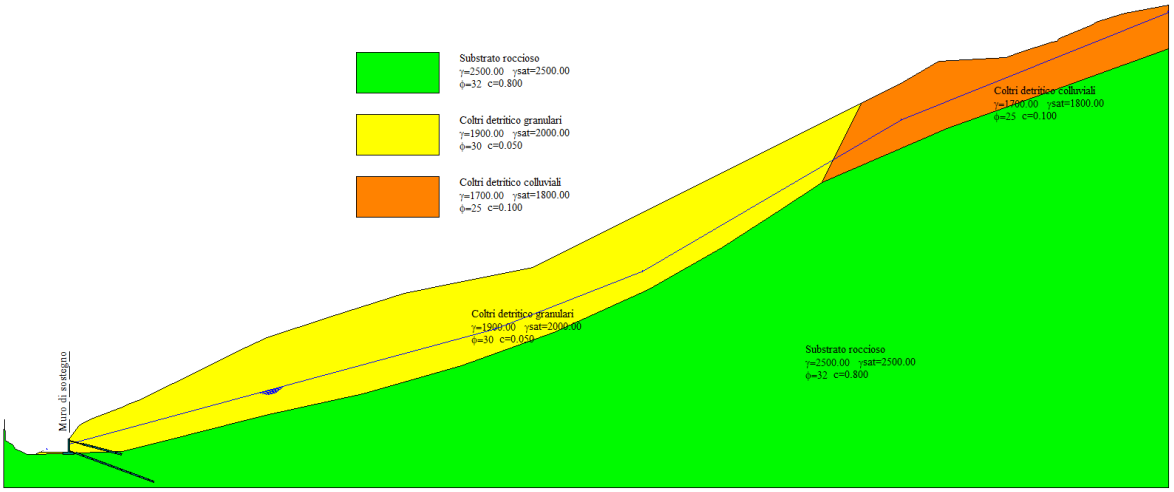


Figura 5-3 – Modello utilizzato per le verifiche di stabilità globale del versante nella configurazione di progetto.

6 AREE ESPROPRIATE

Ai fini della valutazione in oggetto vengono utilizzati i criteri di cui all'art. 38-40 del Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità, D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 e s.m. e i. .

- **Indennità di esproprio**

I terreni in oggetto sono, perlopiù, interessati dal corpo di frana. Ragion per cui si ritiene che il valore degli stessi possa essere definito NULLO.

Per gli altri terreni interessati dal passaggio di condotte (servitù) e/o occupazione, il valore dei terreni ha un valore limitato che può essere fissato in €.7,00/mq.

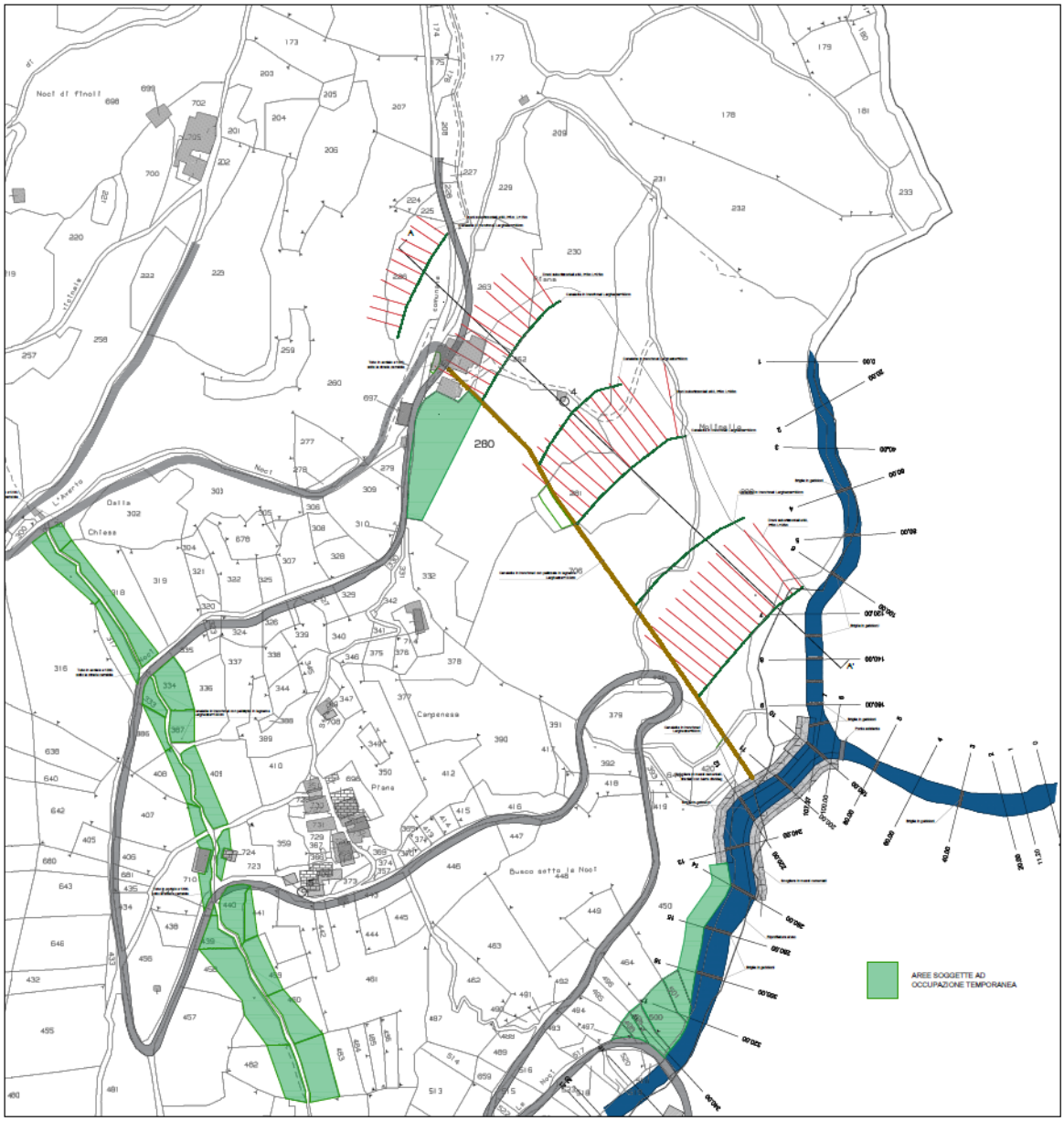
- **Indennità di occupazione per esigenze di cantiere**

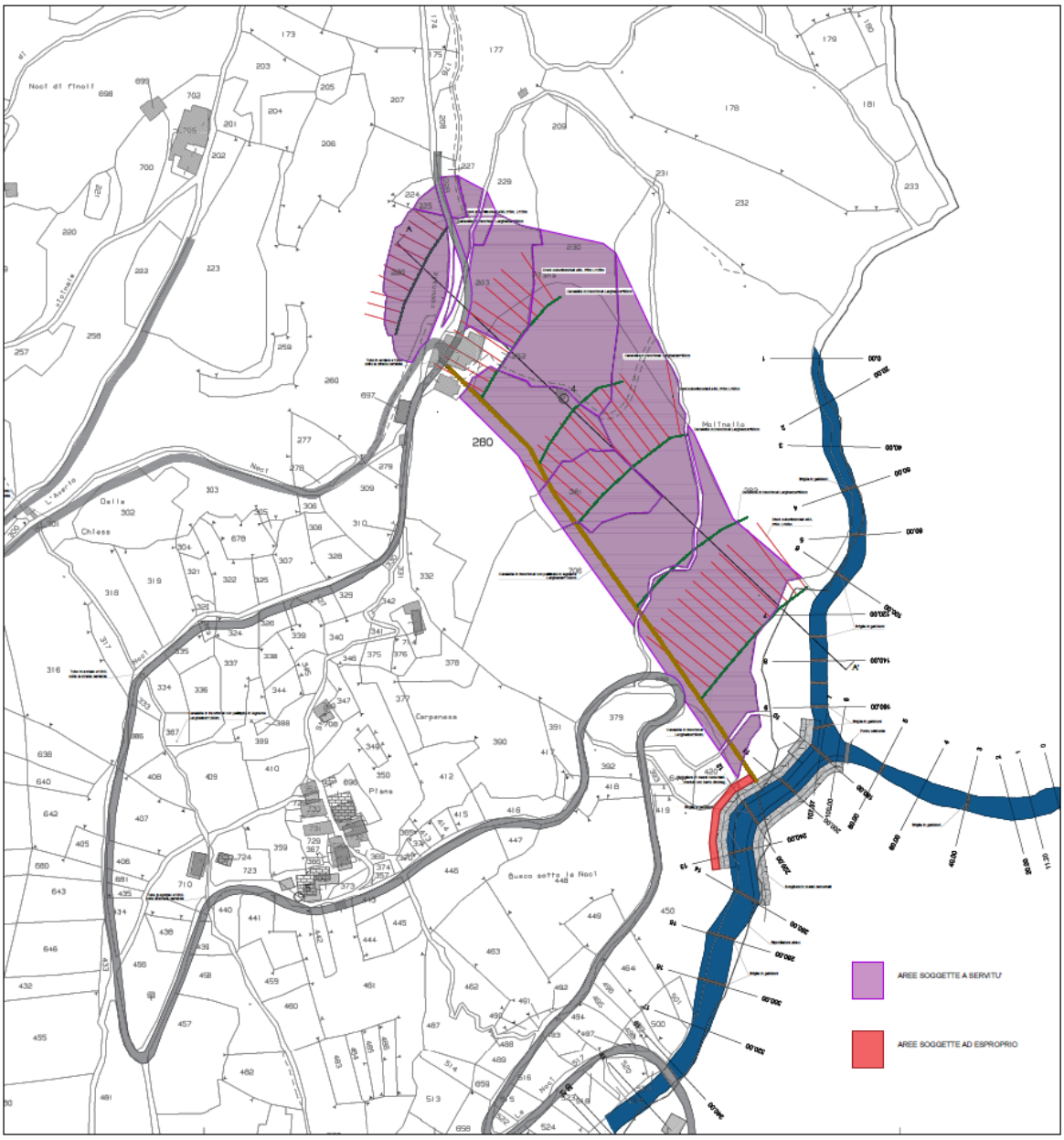
Nel caso di occupazione per esigenze di cantiere, è dovuta al proprietario una indennità per ogni anno pari ad un dodicesimo di quanto sarebbe dovuto nel caso di esproprio dell'area e, per ogni mese o frazione di mese, una indennità pari ad un dodicesimo di quella annua. (Art. 50 1° comma, Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità, D.P.R. 8 giugno 2001, n. 327 e s.m. e i..)

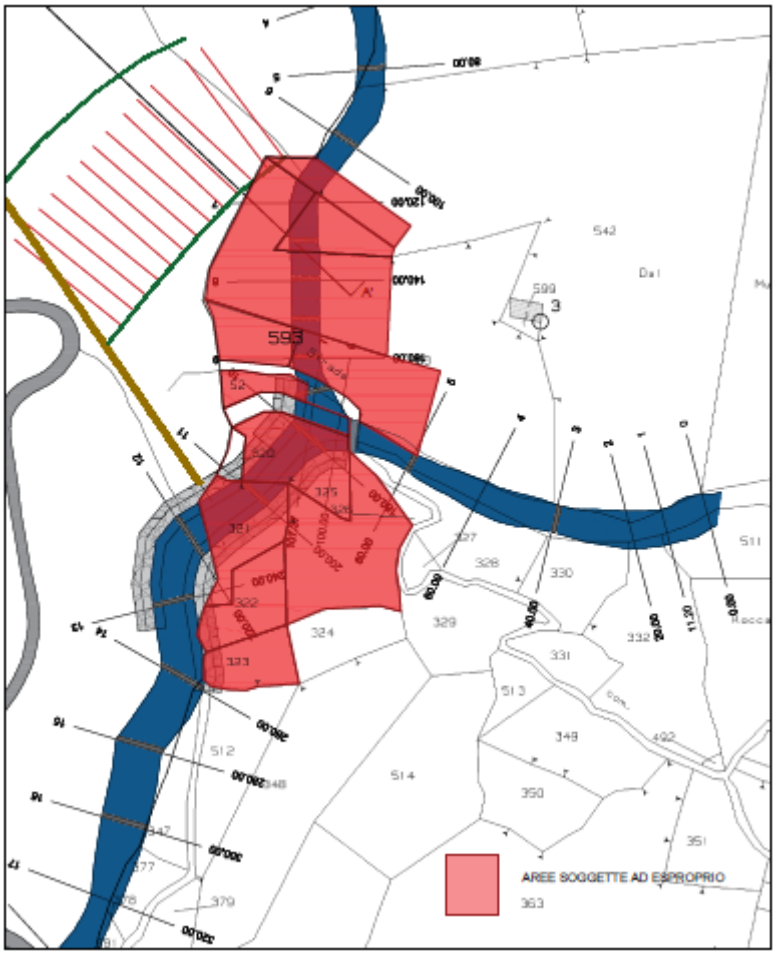
Il valore virtuale dell'area in questione è ottenuto moltiplicando il valore unitario dell'area stessa per l'effettiva superficie occupata.

- **Indennità di servitù**

Per la valutazione della servitù viene deprezzato percentualmente il valore venale dell'area per metro quadrato. Tale valore viene stimano in €.0,00/m per quello insistente sul corpo di frana e €.7.00/mq per quello relativo alla posa delle canalette scolmatrici. Nel caso in esame, l'imposizione su alcune aree private di un vincolo di pubblico passaggio, comporterà per i proprietari una minor sfruttabilità delle stesse. Si ritiene congruo che a fronte di tale imposizione venga corrisposta un'indennità pari al 30% del valore di esproprio.


AREE SOGGETTE AD
OCCUPAZIONE TEMPORANEA


AREE SOGGETTE A SERVITU
AREE SOGGETTE AD ESPROPRIO


593
542
599
3
511
513
514
512
348
350
351
492
363
AREE SOGGETTE AD ESPROPRIO