



**INTERVENTO DI RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO IN LOCALITÀ  
COLLE DELLE ROCCE NEL COMUNE DI ANTRODOCO (RI)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE GENERALE

**UFFICIO SPECIALE RICOSTRUZIONE LAZIO**

**Direttore: Ing. Wanda D'Ercole**

**RUP: Arch. Fiorella Giunta**

**PROT:**

**PROGETTISTI:**

**Capogruppo Mandataria:**



**Ing. Paolo Discetti**



C.to Direzionale Is. G1, 80143 - Napoli (NA)  
Tel: 081.7879778 Fax: 081.7870763  
e-mail info@studiodiscetti.com

**Mandante:**

**Geol. Anna Maria Patelli**

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta dello STUDIO DISCETTI che ne detiene la proprietà.

COMMESSA		COMMITTENTE		TIPO		FASE		LOTTO		ELABORATO		SCALA	
5 0 8 2 0 2 0		1 5 3		P B		P D		- -		T A V G 0 1			
REVISIONE	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	AUTORIZZATO	DATA					
A		S.C.	NOVEMBRE 2020	P.D.	NOVEMBRE 2020	P.D.	E.D.	NOVEMBRE 2020					
		A.S.											
		F.P.											
		M.T.											
		S.S.											
B	Nota Prot. 1025553.24 del 24/11/2020	S.C.	NOVEMBRE 2020	P.D.	NOVEMBRE 2020	P.D.	E.D.	NOVEMBRE 2020					
		A.S.											
		F.P.											
		M.T.											
		S.S.											

PREMESSA .....	2
METODICA DI PRODUZIONE.....	4
INQUADRAMENTO GENERALE .....	5
GEOLOGIA DELL'AREA .....	10
IL SISTEMA DEI VINCOLI E PROCEDURE ATTUATIVE .....	13
CARATTERISTICHE GENERALI DELL'AFFIORAMENTO .....	19
IMPOSTAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI .....	28
MATERIALI .....	36
CANTIERIZZAZIONE DELL'AREA .....	37
IMPORTO LAVORI.....	38
TEMPISTICHE ATTUATIVE.....	38
CONCLUSIONI .....	39

## PREMESSA

L'Ufficio Speciale Ricostruzione Lazio - Settore Gare e Contratti per la ricostruzione pubblica ha previsto, nell'ambito della propria attività, l'attuazione dell'intervento di riduzione del rischio idrogeologico in località Colle delle Rocce nel comune di Antrodoco (RI).

A seguito di procedura di gara, con Determinazione n. A00567 del 05.05.2020 del Direttore dell'Ufficio Speciale Ricostruzione Post Sisma 2016 della Regione Lazio, è stata approvata la proposta di aggiudicazione a favore degli scriventi, successivamente è stato stipulato il contratto di affidamento l'11.07.2020 e, con verbale del 13.07.2020 prot. 0620559 è stato dato avvio al servizio di progettazione definitiva nelle more dell'acquisizione delle indagini geologiche all'uopo necessarie.

Dunque, a seguito di specifica richiesta agli atti dell'Ufficio Ricostruzione è stata trasmessa con nota prot.20.00329/U del 04.11.2020 la verifica catastale delle particelle interessate dall'intervento nondimeno, di quelle oggetto di occupazione temporanea per consentire l'esecuzione delle prove geologiche, utili a caratterizzare l'ammasso e, quindi, elaborato un piano delle indagini. Tale piano, la cui esecuzione è stata affidata alla società Geovit e Sondaggi Srl, ha subito rispetto le previsioni iniziali una variazione, per effetto della dinamica morfoevolutiva del degrado presente nell'area. Invero, a seguito del decespugliamento, si è rilevata per i caratteri impervi dell'area, ulteriormente aggravati dalle precipitazioni meteorologiche verificatesi, l'impossibilità di eseguire correttamente alcune prove, condizionando la qualità dei risultati delle stesse e, quindi, si è ravvisata la necessità di rimodulare limitatamente il piano, poi regolarmente eseguito dalla società incaricata.

Al riguardo occorre evidenziare, che l'elevato livello di degrado con i relativi livelli di pericolosità connessi, attribuiti ai blocchi detensionati ed in precario equilibrio, nonché alla presenza di cavità molto degradate, non hanno consentito, unitamente alle caratteristiche impervie dell'area ed alla ridotta e difficile accessibilità una ricognizione puntuale dell'affioramento ed invero, le misure con gli stendimenti sono state realizzate nei soli luoghi accessibili, mentre l'utilizzo del drone, per la presenza della folta vegetazione, è stato ricondotto alle sole parti affioranti ed emergenti.

Orbene, la presente relazione illustra le soluzioni progettuali introdotte nella redazione del progetto definitivo dell'intervento di riduzione del rischio crolli in località Colle delle Rocce, nel rispetto delle previsioni progettuali preliminari, delle indicazioni della Stazione Appaltante e delle specifiche tecniche prestazionali nonché, descrive, per chiarezza di informazione, le scelte operate rimandando, per gli ulteriori approfondimenti alle relazioni specialistiche allegate.

Pertanto, l'approccio progettuale prescelto, quale metodica di produzione della prestazione intellettuale, nel rispetto dei fabbisogni ed esigenze rappresentate dalla Stazione Appaltante nondimeno, di quelle dall'Amministrazione di Antrodoco ed in ragione delle criticità di carattere idrogeologico rilevate, sintetizza, le soluzioni progettuali proposte, al fine di garantire:

- un miglioramento delle condizioni di stabilità dell'affioramento;
- una maggiore durabilità delle opere;
- una minore manutenzione delle opere.

Nondimeno, definisce le verifiche e gli approfondimenti eseguiti, resisi necessarie in ragione del livello di degrado riscontrato, descrivendo, pertanto, gli stessi negli elaborati grafici e descrittivi allegati al presente progetto.

## METODICA DI PRODUZIONE

La progettazione proposta, commisurata al livello di dettaglio richiesto, quale quello di un progetto definitivo, è stata sviluppata senza soluzione di continuità, recependo le previsioni preliminari e le indicazioni della Stazione Appaltante e le indicazioni di costo previste dai documenti a base di gara.

Orbene, gli scriventi hanno redatto ed elaborato gli schemi grafici e relazioni di calcolo e specialistiche previste dall'ex art.24 del DPR 207/010 integrando, in ragione di un approfondimento dedicato derivante dai rilievi ad hoc eseguiti nondimeno, delle specifiche richieste, le quantità e gli elementi di progetto.

Invero, l'elenco elaborati proposto e di seguito riportato, rappresenta la sintesi delle scelte progettuali realizzate, la cui definizione, al di là dei minimi normativi, consente una lettura globale e di dettaglio delle previsioni operate in ragione dello scenario rilevato e, quindi, garantisce il perseguimento delle finalità generali del progetto.

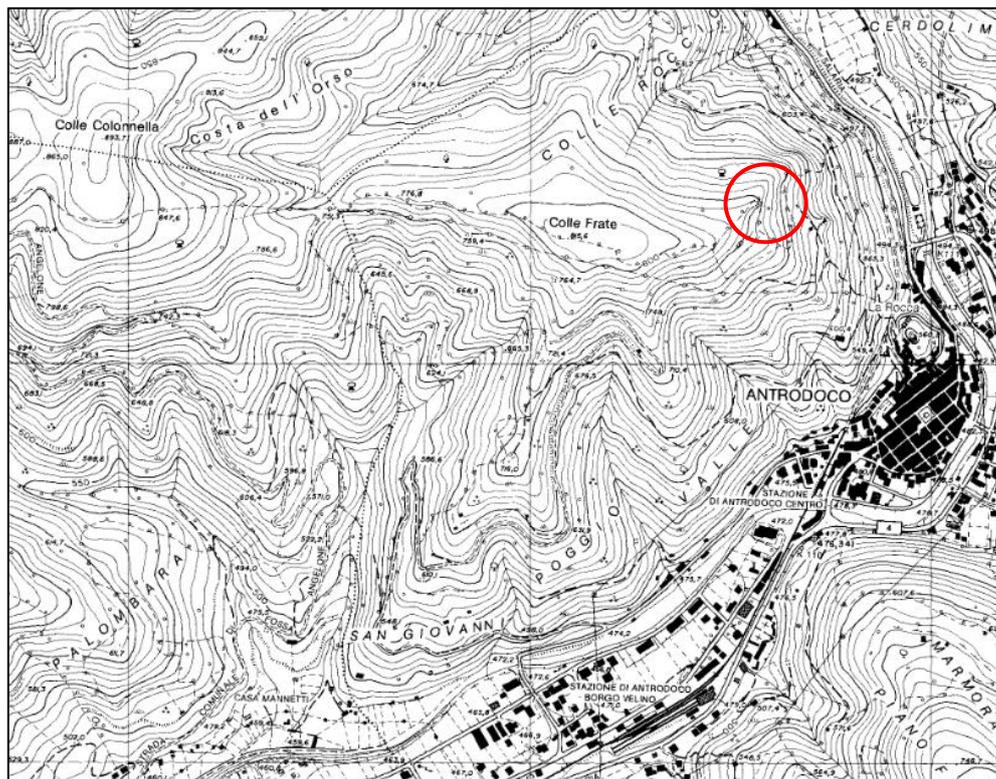
<b>SEZIONE DESCRITTIVA</b>			
<b>Tav.G0</b>	Elenco Elaborati		
<b>Tav. G1</b>	Relazione Generale		
<b>Tav. G2</b>	Studio di fattibilità Ambientale		
<b>Tav. G3</b>	Relazione Paesaggistica		
<b>Tav. G4</b>	Relazione Geologica Geomeccanica e Geostrutturale		
<b>Tav. G5</b>	Relazione di calcolo delle opere di progetto		
<b>Tav. G6</b>	Relazione sulla gestione delle materie		
<b>Tav. G7</b>	Relazione sulla risoluzione delle interferenze		
<b>Tav. G8</b>	Aggiornamento sulle Prime Indicazioni per la Stesura dei Piani di Sicurezza		
<b>Tav. G9</b>	Quadro Economico		
<b>Tav.G10</b>	Computo Metrico Estimativo		
<b>Tav. G11</b>	Elenco dei Prezzi Unitari e Analisi Nuovi Prezzi		
<b>Tav. G12</b>	Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici		
<b>SEZIONE GRAFICA</b>			
<b>Tav. A1</b>	Inquadramento Territoriale con Indicazione dell'Area di Intervento	scala	1/10000 -1/5000
<b>Tav. A2</b>	Analisi dei vincoli	scala	1/10000
<b>Tav. A3</b>	Analisi dello stato di fatto e delle criticità	scala	-
<b>Tav. A4</b>	Interventi di progetto e particolari	scala	1/100 – 1/20

### ALLEGATI:

- Modello di istanza di valutazione di incidenza con allegato.
- Report di indagini Società Geovit e Sondaggi Srl

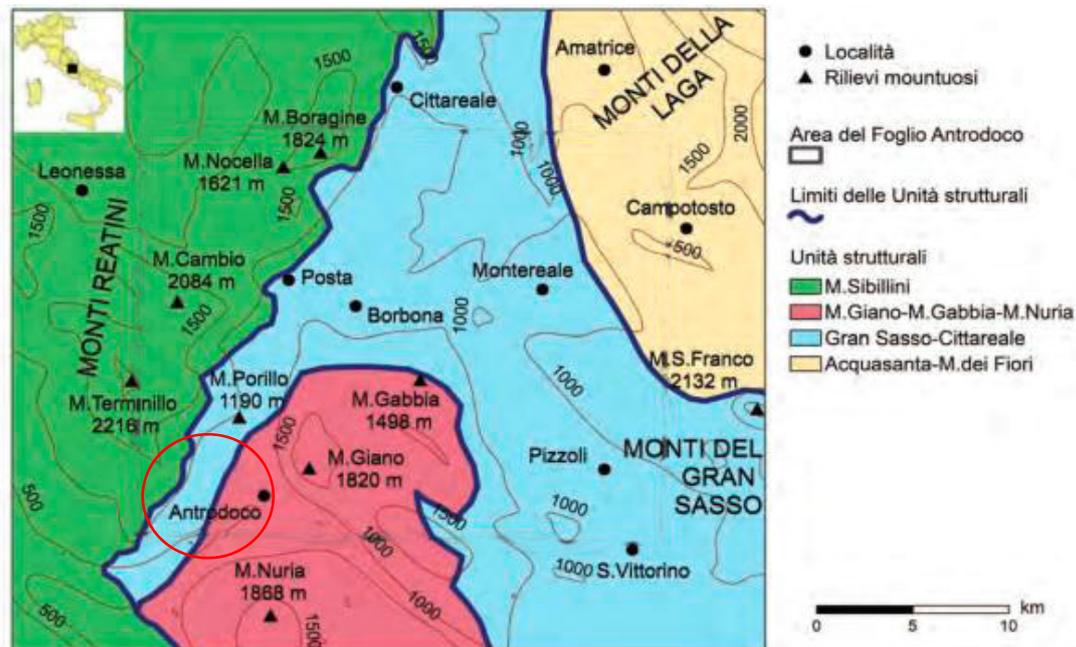
## INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di indagine ricade nel territorio comunale di Antrodoco in provincia di Rieti, è collocata in prossimità del Toppo collinare di Colle Frate (815.6 m slm), una delle propaggini sud orientali del Massiccio del Terminillo. L'area in studio è ubicata lungo la Valle del Fiume Velino in corrispondenza della sua sponda destra e a nord del centro storico di Antrodoco in località Colle delle Rocce.



**Figura n. 1 - Stralcio cartografico con ubicazione dell'area in esame**

Il territorio in cui ricade il comune di Antrodoco è situato al margine occidentale della dorsale appenninica tra il Monte Terminillo e il Gran Sasso d'Italia. L'orografia dell'area, dominata dalla valle del Fiume Velino, è caratterizzata ad ovest e nord ovest dalla dorsale dei Monti Reatini che, allungata in direzione meridiana, raggiunge le quote più elevate con il Monte Elefante (2015 m slm), il Monte Terminillo (2181 m), il Monte Cambio (2081 m) e il Monte Boragine (1824 m). A nord e nord est dai Monti della Laga, a sud, sud est la dorsale dei Monti Nuria (1888 m), Giano (1820 m) e Gabbia (1497 m).



**Figura n. 2 - Stralcio cartografico con ubicazione dell'area in esame**

L'orografia nei suoi tratti essenziali è caratterizzata da un paesaggio articolato per la presenza di dorsali e aree collinari che si alternano a conche e valli fluviali.

L'area in studio appartiene ad un settore della catena appenninica caratterizzato da distinte unità tettoniche sovrapposte secondo una principale vergenza adriatica. È ubicata nella zona d'incontro tra l'Appennino carbonatico laziale-abruzzese, rappresentato dalla dorsale M. Nuria-M. Giano e il dominio umbro-marchigiano-sabino, rappresentato dal gruppo montuoso del Terminillo (Fig. 2).

I due diversi ambienti geologici sono posti a contatto dalla linea tettonica nota come Olevano-Antrodoto (Ancona-Anzio auct.; ACCORDI & CARBONE, 1988; PAROTTO & PRATURLON, 1975), connessa alla tettonica compressiva tarso-miocenica. Lungo questa direttrice l'attività tettonica si sarebbe sviluppata anche in epoche precedenti, durante il processo di separazione del dominio neritico carbonatico dal dominio pelagico (CASTELLARIN et alii, 1978). Nel settore di Antrodoto (Fig. 2), alla base del M. Giano, l'incisione delle Gole del Fiume Velino interessa il basamento affiorante della serie carbonatica di piattaforma, costituito dalle dolomie triassiche e dai calcari dolomitici liassici. Tra Antrodoto e Canetra affiorano i flysch miocenici, depositatisi in una paleodepressione inglobata tra le dorsali in emersione durante la fase orogenetica. All'altezza di Canetra la valle si stringe nuovamente e il corso del fiume incide nuovamente per un breve tratto la successione carbonatica. L'orogenesi ha prodotto una struttura ad unità tettoniche sovrapposte, che caratterizzano lo sviluppo dell'elemento tettonico Olevano-Antrodoto sopra citato; questa struttura risulta evidente procedendo dal M. Terminillo sul versante sudorientale verso il M. Paterno, fino al contatto con la piana di S. Vittorino.

Lungo il versante del M. Paterno si rinvencono infatti, separate da elementi tettonici compressivi e dislocati da elementi tettonici distensivi, diverse unità tettoniche (CAPOTORTI et alii, 1995; CENTAMORE et alii, 2009; CIOTOLI et alii, 2001) come evidenziato nelle figure sottostanti.

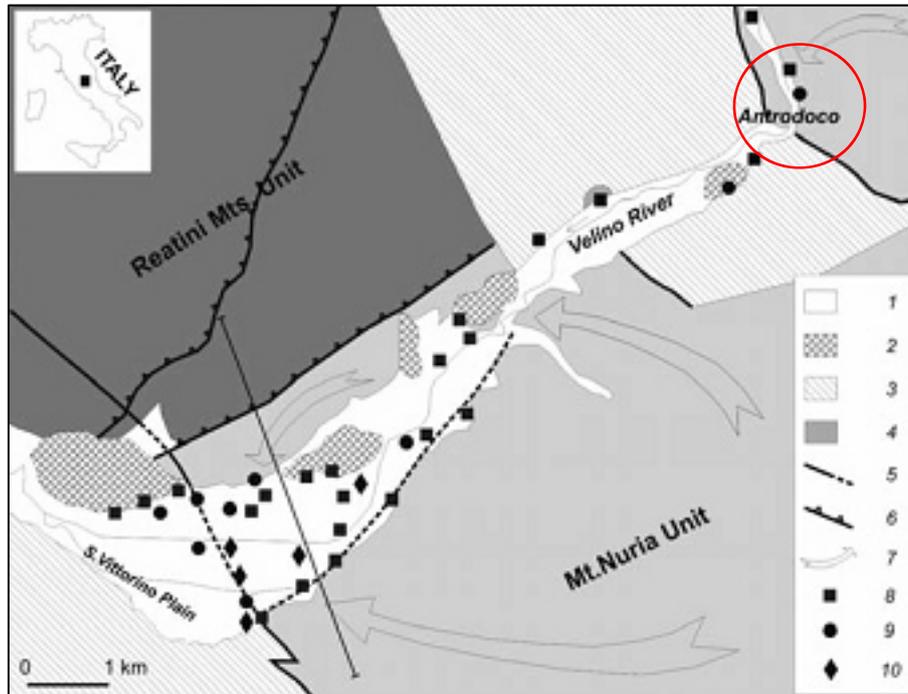


Figura n. 3 - Assetto geologico e idrogeologico della zona di studio. 1) Depositi quaternari della Valle del Velino e della Piana di S.Vittorino; 2) Travertini; 3) Depositi sinorogenici a bassa permeabilità; 4) Substrato carbonatico, suddiviso tra l'Unità Idrogeologica dei Monti Reatini (più scuro) e quella del M.Nuria (più chiaro), che include il settore di Canetra-M.Paterno; 5) Principali faglie, sepolti ove tratteggiate; 6) Principali sovrascorrimenti; 7) Principali direttrici di deflusso idrico sotterraneo; 8) Principali sorgenti alimentate dall'acquifero carbonatico; 9) Principali sorgenti mineralizzate; 10) Principali sinkholes. La traccia della sezione si riferisce a alla figura successiva

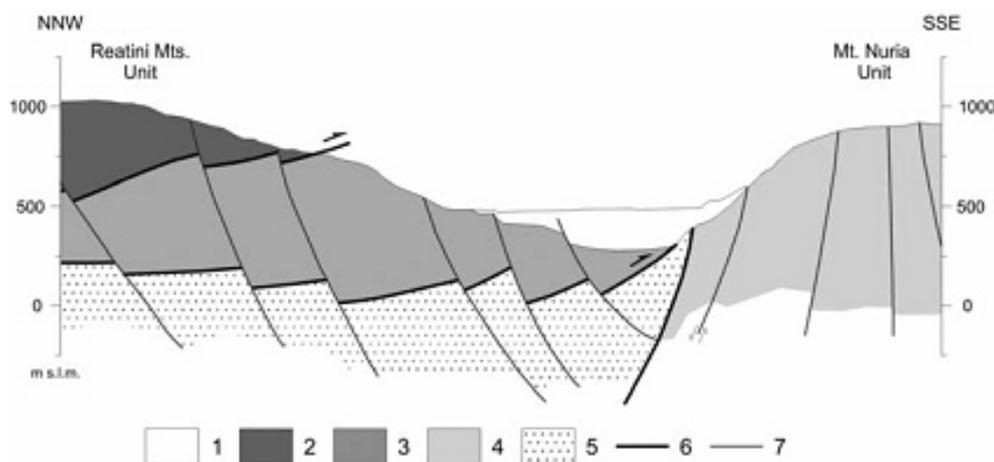
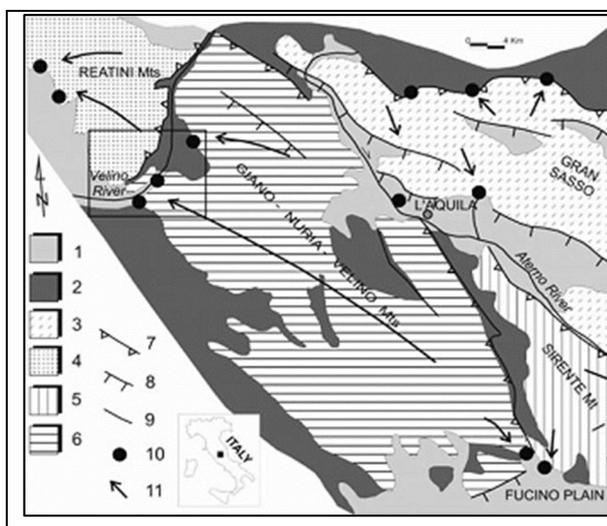


Figura n. 4 - Sezione geologica-idrogeologica (modificata da CENTAMORE et alii, 2009) attraverso la Piana di S.Vittorino. La traccia della sezione è in Fig.4) 1) Depositi della Piana di S.Vittorino; 2) Unità tettonica dei M.Reatini-M.Terminillo; 3) Unità tettonica di Canetra-M.Paterno; 4) Unità del M.Nuria; 5) Unità tettonica dei depositi sin- e pre-orogenici; 6) Sovrascorrimenti principali; 7) Faglie principali.

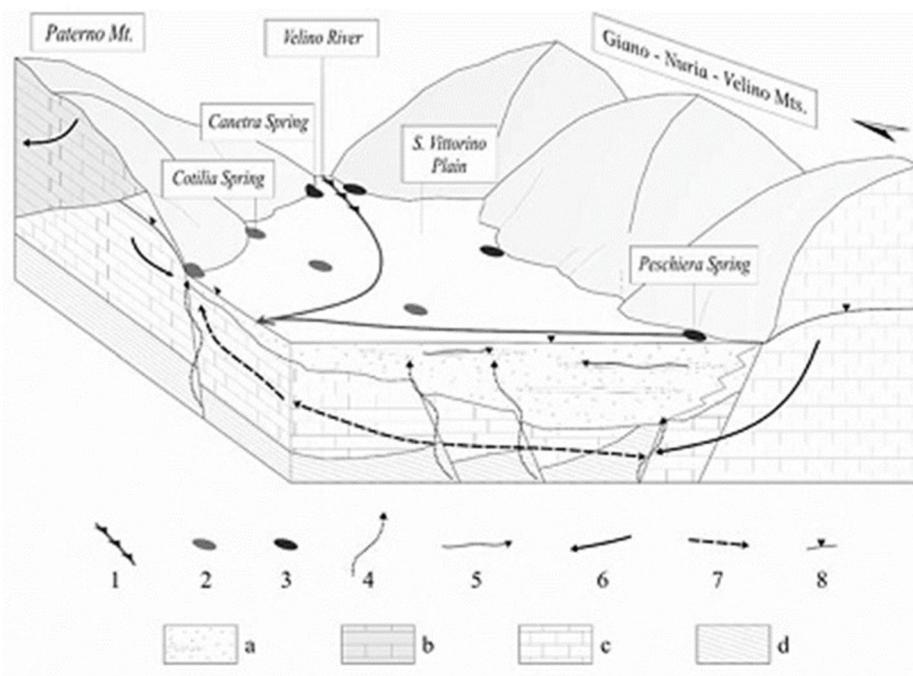
Alle fasi compressive fanno seguito più recenti fasi distensive. L'evoluzione pleistocenica dell'area ha determinato il ribassamento dei carbonati meso-cenozoici nell'area di S.Vittorino, attraverso fasi tettoniche a componente prevalentemente distensiva (FACCENNA et alii, 1993), con conseguente riempimento del settore depresso da parte di sedimenti alluvionali, fluvio-lacustri e provenienti dai versanti in rapida erosione. Gli stessi versanti vengono interessati da detensionamenti e deformazioni gravitative profonde (MARTINO et alii, 2004). La coltre di sedimenti recenti scarsamente o affatto cementata, cui si sovrappongono i depositi attuali del fiume Velino, presenta uno spessore variabile, minimo lungo i margini settentrionale e sud-orientale della piana e più elevato verso il centro della depressione. Da prospezioni geofisiche lo spessore massimo dei sedimenti è stato valutato nell'ordine dei 200 m (FACCENNA et alii, 1993). Il bedrock è costituito, presumibilmente, da carbonati del dominio di piattaforma (Fig. 4), anche se nessun sondaggio diretto ha mai raggiunto il tetto dei carbonati al centro della piana.

L'area, oltre a presentare un elevato grado di sismicità, testimoniato anche da recentissimi terremoti di medio grado, presenta una tettonica attiva molto evidente, i cui caratteri principali evidenziano il pro- seguito di linee tettoniche regionali anche all'interno della piana, secondo direzioni tipiche dell'evoluzione appenninica (FACCENNA et alii, 1993). Queste discontinuità, evidenziate da varie metodologie di prospezione, assumono direzioni prevalenti NW-SE e E-W e rappresentano spesso le linee lungo le quali risalgono i fluidi gassosi profondi le cui manifestazioni sono evidenti nella piana. Per quanto attiene al quadro idrogeologico, la media valle del Velino e la Piana di S.Vittorino rappresentano il recapito di importanti acquiferi carbonatici fratturati, comprendenti le dorsali M.Giano-M.Nuria- M.Velino del dominio carbonatico di piattaforma. Altre importanti sorgenti pedemontane sono presenti lungo la valle (anche tramite drenaggio diretto in alveo) e lungo il margine destro, in corrispondenza del limite settentrionale della piana (Fig. 5). La portata totale delle emergenze presenti nella sola piana supera i 20 m<sup>3</sup>/s, che sommati ai contributi presenti nel settore immediatamente a monte, possono raggiungere i 30 m<sup>3</sup>/s.



**Figura n. 5 -Schema idrogeologico regionale. 1) Depositi quaternari; 2) Depositi sinorogenici; 3) Idrostruttura del Gran Sasso; 4) Idrostruttura del M.Sirente; 5) Idrostruttura dei Montigiano-Nuria-Velino; 6) Idrostruttura dei Monti Reatini (M.Terminillo); 7) Sovrascorrimenti; 8) Faglie dirette; 9) Faglie; 10) Principali sorgenti; 11) Direttrici di deflusso idrico sotterraneo**

Le principali sorgenti, ubicate sul versante meridionale e sul margine settentrionale della piana di S.Vittorino, sono rappresentate innanzitutto dalle note sorgenti del Peschiera (18 m<sup>3</sup>/s), parzialmente captate per l'approvvigionamento idrico di Roma. Le altre principali emergenze dell'area sono le sorgenti lineari di Antrodoco (circa 2 m<sup>3</sup>/s), la sorgente di Canetra (2 m<sup>3</sup>/s), il gruppo di Canetra (4.5 m<sup>3</sup>/s), quello di Vasche (1.5 m<sup>3</sup>/s), di S. Vittorino (0.5 m<sup>3</sup>/s) e da altre sorgenti minori del Peschiera (0.5 m<sup>3</sup>/s) cui si affiancano anche sorgenti ad elevata mineralizzazione, anche di portata elevata (Terme di Cotilia, 0.25 m<sup>3</sup>/s). L'area di alimentazione a scala regionale è rappresentata dall'idrostruttura dei Monti Giano-Nuria-Velino, avente una superficie di circa 1016 km<sup>2</sup>.

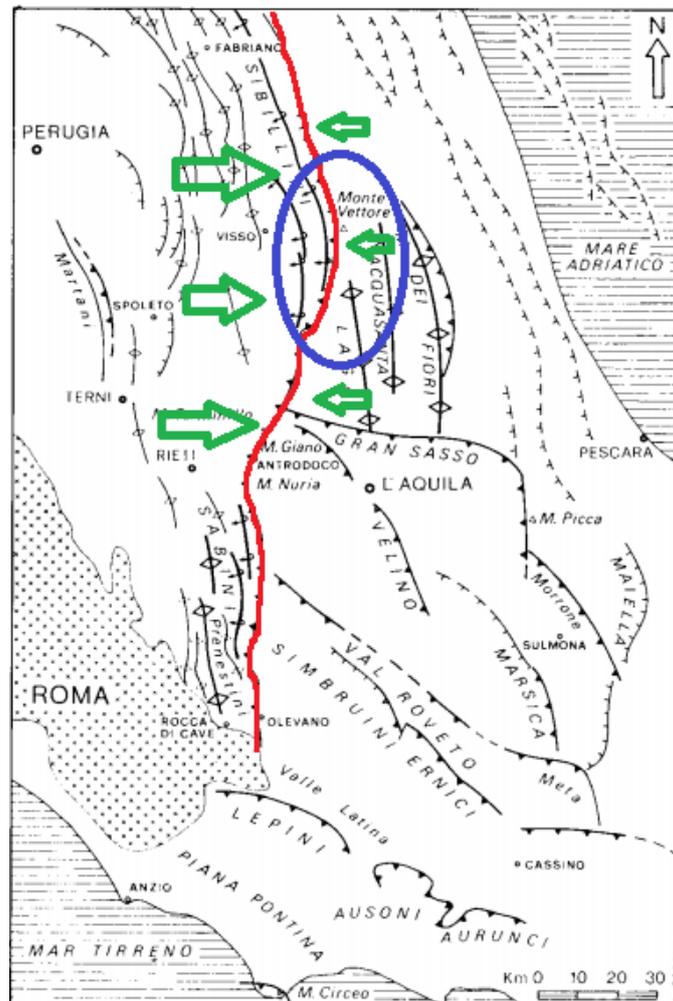


**Figura n. 6 - Schema della circolazione idrica sotterranea nella Piana di S.Vittorino (non in scala). 1) Corsi d'acqua (le frecce identificano la sorgente lineare); 2) Principali sorgenti mineralizzate; 3) Principali sorgenti alimentate dall'acquifero carbonatico; 4) Risalita di fluidi gassosi profondi; 5) Circolazione idrica sotterranea nei sedimenti a maggiore permeabilità della Piana; 6) Principali linee di deflusso sotterraneo dall'acquifero carbonatico; 7) Deflusso idrico profondo nel substrato carbonatico della Piana; 8) Traccia della superficie piezometrica) acquifero della Piana di S.Vittorino; b) acquifero carbonatico dei Monti Reatini; c) acquifero carbonatico regionale del M.Nuria, che include l'unità idrogeologica Canetra-M. Paterno; d) Depositi sinorogenici a bassa permeabilità**

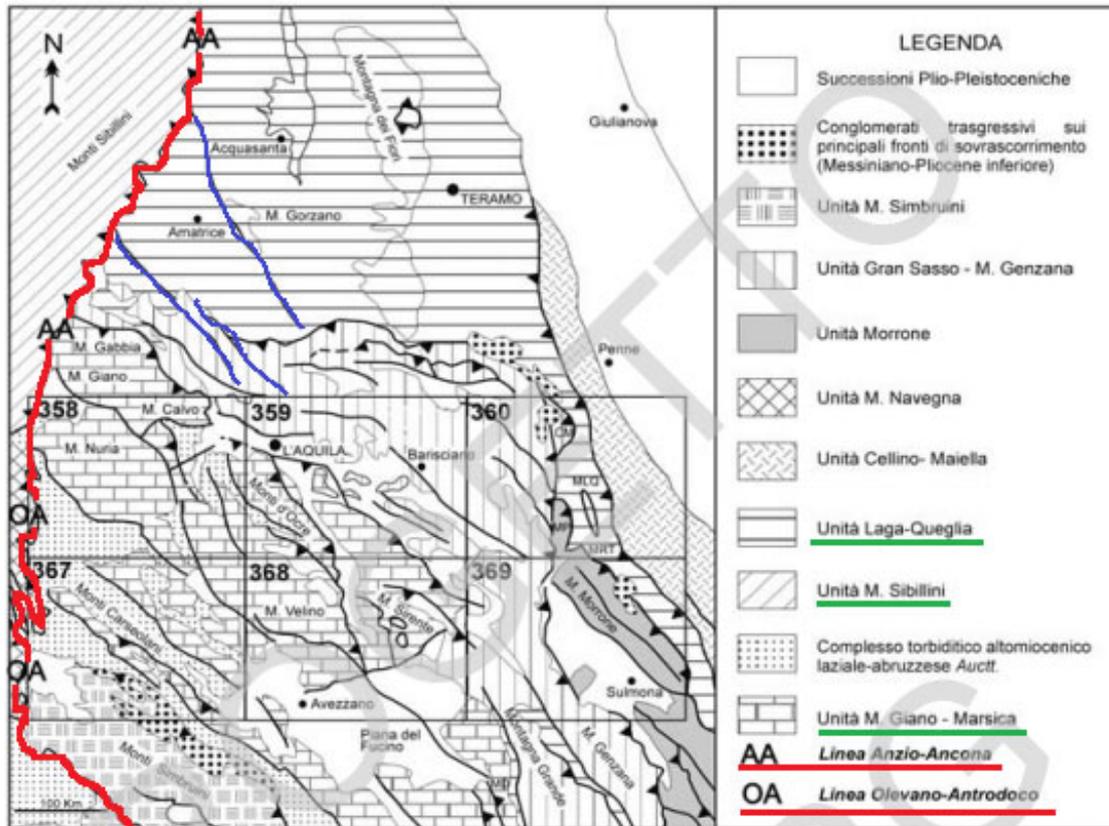
## GEOLOGIA DELL'AREA

L'area investigata è situata lungo la Valle del Fiume Velino, in prossimità della sua sponda destra, a nord del centro abitato di Antrodoco. Essa è ubicata sul versante orientale di Colle Frate ad una quota di circa 755 m slm, è esposta ad est e immerge verso il fondovalle. Come già esposto nel paragrafo precedente la geologia dell'area è dominata dal contatto tettonico Olevano-Antrodoco che coinvolge i terreni in una serie di deformazioni tettoniche intense che si manifestano sotto forma di pieghe, sovrascorrimenti faglie e fratture. L'assetto tettonico generale è quindi caratterizzato dalla prossimità del fronte di accavallamento a direzione nord-sud che rappresenta il tratto più orientale di quella fascia di deformazioni orientate in senso meridiano definita Linea Olevano Antrodoco che si rinviene proprio ad ovest dell'abitato di Antrodoco.

Tale contesto controllerebbe anche la sismicità dell'area come recentemente accaduto.



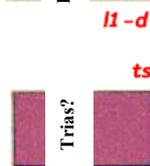
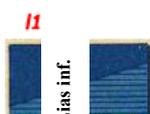
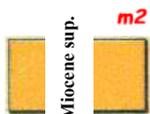
**Figura n. 7 - Linea Ancona Anzio**



**Figura n. 8 - Linea Ancona Anzio e Olevano Antrodoto**

Nel settore est del contatto tettonico, dove è ubicata l'area oggetto del presente lavoro, si rinviene la successione carbonatica di piattaforma costituita da dolomie brune, grigie o giallastre talora straterellate di probabile età triassica; queste sono seguite da calcari bianchi del Lias inferiore, talvolta dolomitici, subcristallini, travertinoidi o pisolitici o brecciati, stratificati in banchi con frequenti fossili e una serie di lacune di emersione con depositi continentali riferibili ai periodi Cenomaniano e Paleogene. Nel settore ovest del contatto tettonico si rinvencono, invece, i terreni della serie calcareo-silico-marnosa della serie umbro-marchigiana di età miocenica (cfr. Fig. 9 Carta geologica F. 139 Antrodoto).

Dal punto di vista idrogeologico i calcari dolomitici affioranti nell'area di interesse presentano una permeabilità per fratturazione e carsismo. Sono sede di una falda acquifera sotterranea ubicata a profondità notevoli e, quindi, non interferente con l'area in esame. Ad ogni modo non si esclude la presenza di falde più superficiali, anche di lieve entità e a carattere discontinuo, legate a contatti tettonici o a locali variazioni litologiche.



**"Molasse"** : Molasse e arenarie; nella parte superiore in banchi e strati relativamente più sottili, talvolta scistosi, e con più frequenti e spesse intercalazioni di marne arenacee; nella parte inferiore in banchi e strati più spessi, con impronte vegetali, frustoli carboniosi e, a luoghi, con sottili letti di lignite picea. Banchi basali con sferoidi concrezionati (Pontico-Tortoniano Sup.)

**I** Calcari bianchi, talvolta dolomitici, subcristallini, travertinoidi, o pisolitici o brecciatati, stratificati in banchi, con frequenti modelli di gasteropodi (*Chemnitzia*, ed altre turruculate), con qualche ammonite (*Arietites*) nella parte superiore (I1)  
Calcari compatti, ceroidi, giallastri. Calcari dolomitici e dolomie bianche o grigie o brune, spesso farinose (Hettangiano) (I1)

**II** Dolomie e calcari dolomitici bianchi, in strati o in banchi, sovente farinosi o brecciatati per cause tettoniche (I1-d)

**III** Dolomia bianca, ben stratificata, ma più spesso brecciatata o farinosa, comprensiva di più piani del Lias e dell'infralias (I1-d) (base serie compressiva (cr1-I2)

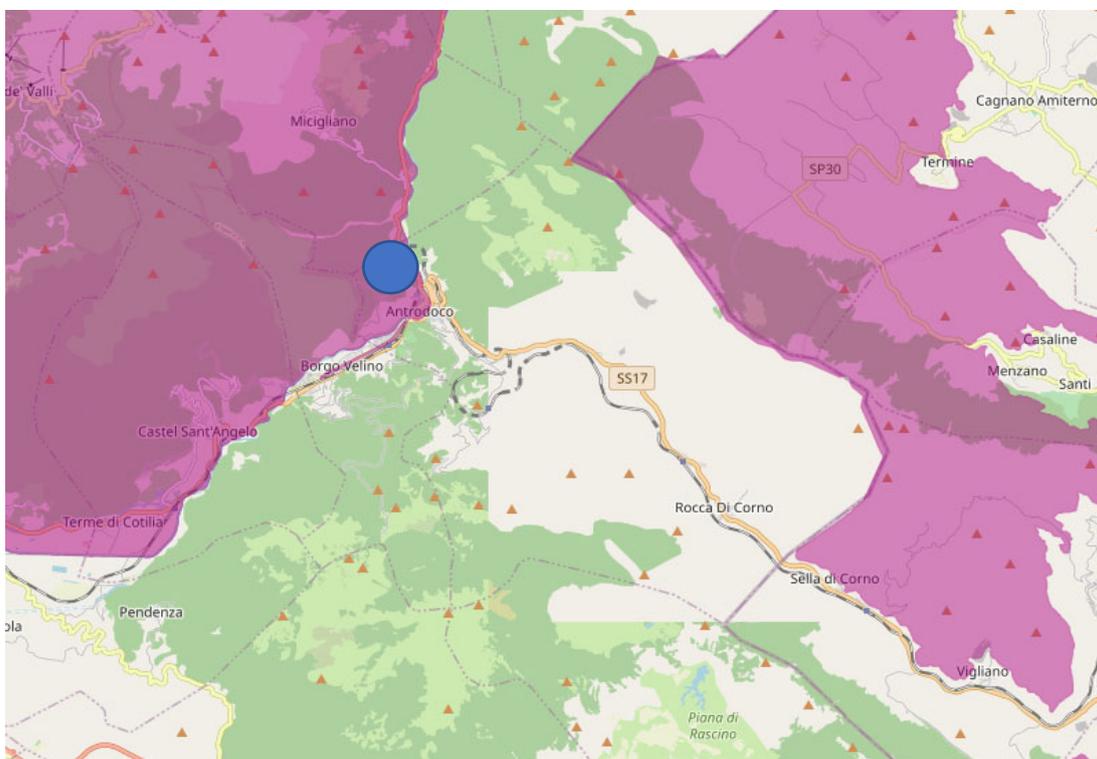
**III** Dolomia bruna o grigia o giallastra, stratificata e talvolta straterellata con *Megalodon Gumbeli*, di Antrodoco.

Figura n. 9 -Carta geologica d'Italia 1:100.000 - 139 Antrodoco

## IL SISTEMA DEI VINCOLI E PROCEDURE ATTUATIVE

L'area di intervento è stata analizzata in dettaglio attraverso la consultazione della cartografia tematica relativa ai livelli di tutela paesaggistici, ambientali, di rischio e pericolosità idrogeologica, valutando rispetto al corpo normativo degli strumenti di pianificazione e di tutela, la compatibilità degli interventi.

**Vincolo Paesaggistico.** Dalla cartografia tematica relativa ai vincoli di carattere paesaggistico si rileva, così come riportato nello stralcio successivo, che l'intera area del versante ricade in una zona di valenza paesaggistica di cui agli ex artt. 136 - 142 e 157 del Dlgs 42/2004 ed s.m.i, e pertanto, è risultato necessario redigere la relazione paesaggistica al fine di consentire, alla S.A. l'acquisizione del relativo parere da parte della Soprintendenza.

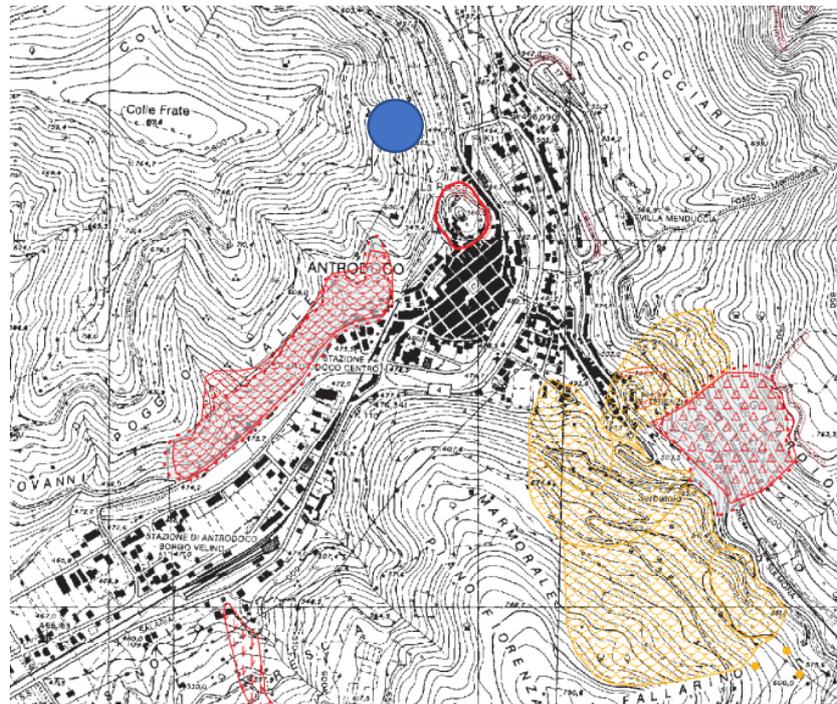


Area di intervento

**Figura n. 10 - Stralcio inquadramento generale con perimetrazione delle aree sottoposte a vincolo di cui al Dlgs 42/2004 ed s.m.i**

Dall'esame della cartografia non si rilevano, dal punto di vista paesaggistico e/o archeologico la presenza di elementi e/o emergenze oggetto di tutela e quindi, non risulta necessario acquisire per l'attuazione dell'intervento il parere archeologico sulla base di una verifica preventiva di cui all'art. 25 del Dlgs 50/2016.

**Vincolo di carattere idrogeologico.** Il territorio comunale di Antrodoco, dal punto di vista idrogeologico, è disciplinato dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tevere ad oggi attuato dall'Autorità di Distretto dell'Appennino Centrale e, dalla consultazione della cartografia tematica relativa alle zone a rischio R4, si riscontrano anche le diverse tipologie di frane attraverso il relativo inventario.



Area di intervento

**Inventario delle frane**

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento
				frana per scivolamento
				frana per colamento
				frana complessa
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soffiamento
				falda e/o cono di detrito
				debris flow (colata di detrito)

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				area a calanchi o in erosione
				frana presunta
				orlo di scarpata di frana
				frana non cartografabile

**Situazioni di rischio da frana**

**PAI - Progetto di primo aggiornamento**

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

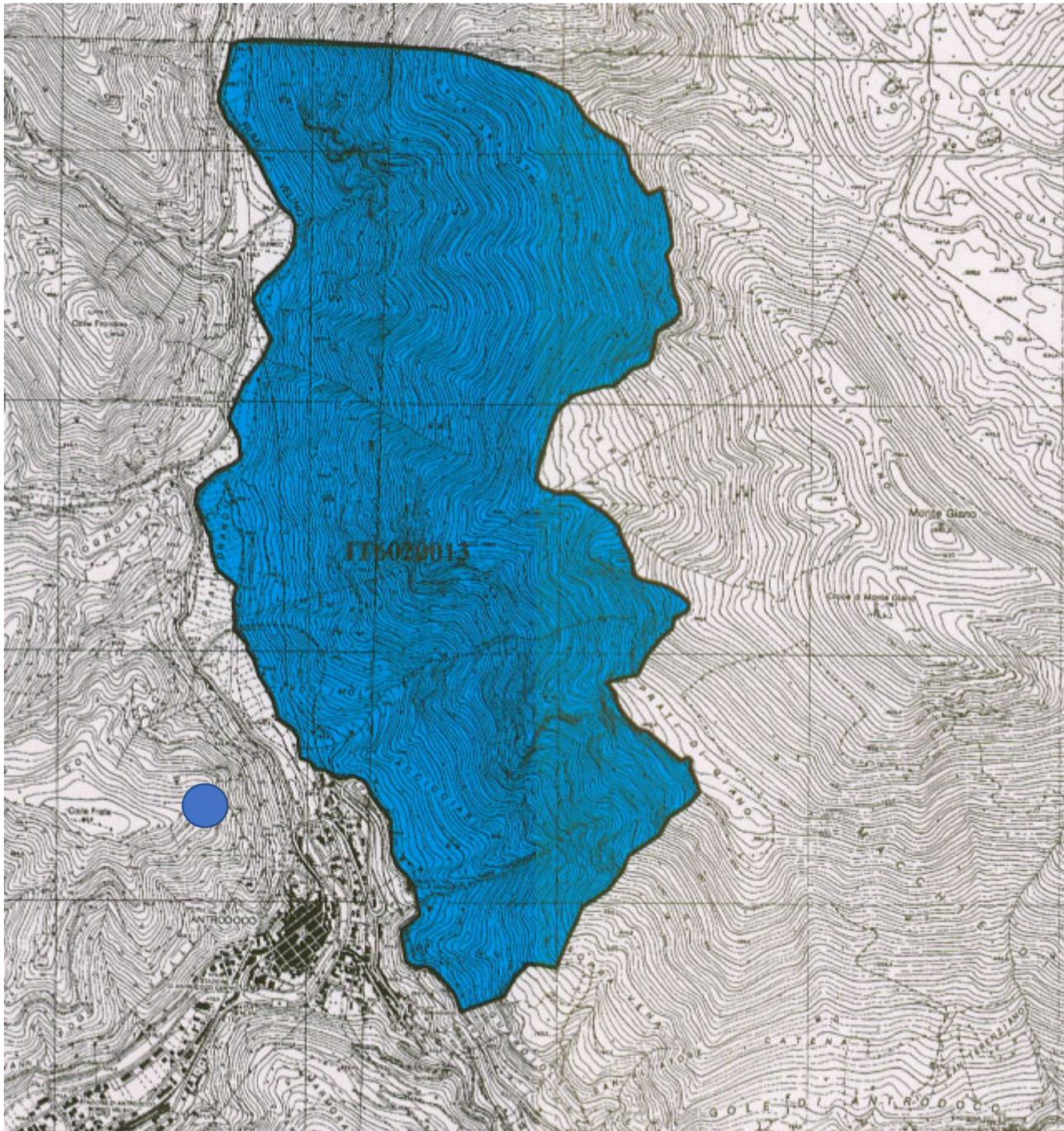
**Piano vigente**

	R4 - 'molto elevato'
	R3 - 'elevato'

**Figura n.11 - Stralcio Cartografico Inventario dei fenomeni franosi e situazione a rischio frana (cfr. 111 - Tav AD BC - Tevere )**

L'intervento le cui specifiche sono di seguito sintetizzate e per i cui dettagli si rimanda alle tavole ed alle relazioni dedicate, persegue le finalità del miglioramento delle condizioni di stabilità dell'area e di mitigazione del pericolo da rischio crolli, così come previsto dalle NTA del Piano Stralcio, fermo restando che, intervenendo puntualmente su di cui singolo affioramento e non sul complesso esistente, si ritiene che l'estensione dei degradi e dei fenomeni presenti sull'intero versante richiedono un approfondimento significativo, supportato da ulteriori indagini e studi specialistici.

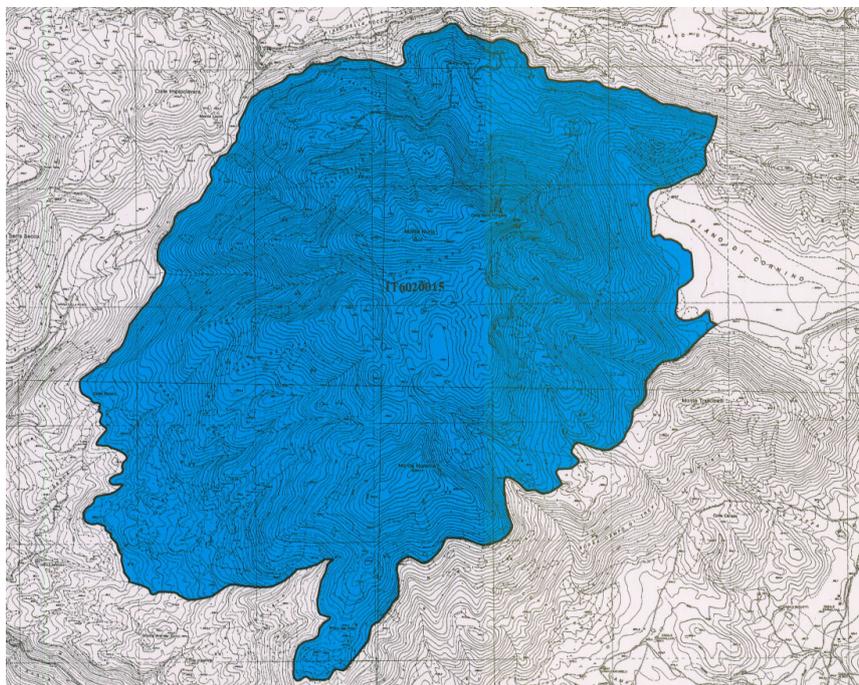
Vincolo area ZPS - SIC. Il comprensorio del Velino è caratterizzato da un elevato pregio ambientale ed invero sono presenti al suo interno aree SIC e ZPS. In particolare dalla Cartografia tematica degli Enti di tutela ambientali, si rileva che l'area oggetto di intervento non rientra nella ZPS identificata come IT 6020013 - Gole del Velino.



● Area di intervento

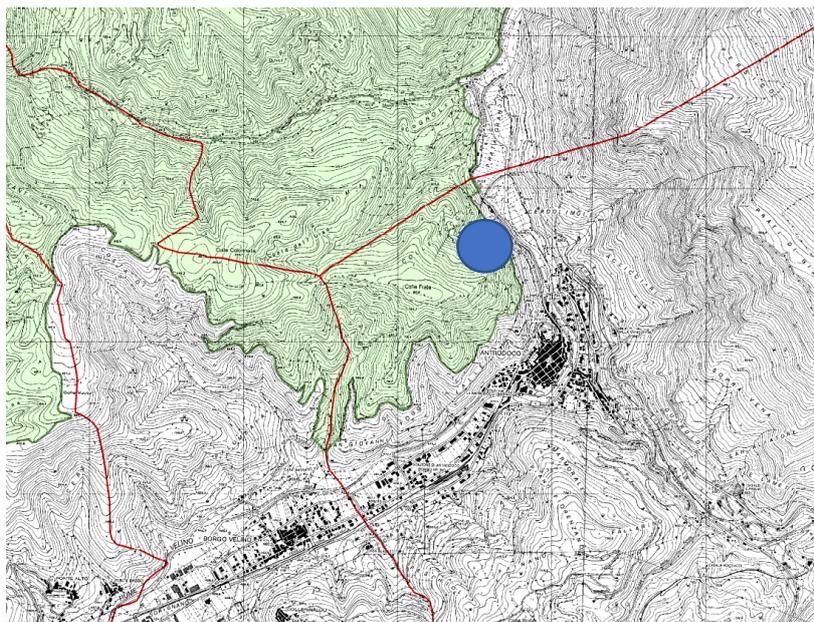
**Figura n.12 - Stralcio Cartografico Inventario dei fenomeni franosi e situazione a rischio frana (cfr . 111 - Tav ADBC - Tevere )**

Nondimeno, non rientra nel sito ZPS identificato come Complesso del Monte Nuria - IT 6020015, il cui stralcio è di seguito rappresentato.



**Figura n. 13 - Stralcio Cartografico Monte ZPS Monte Nuria**

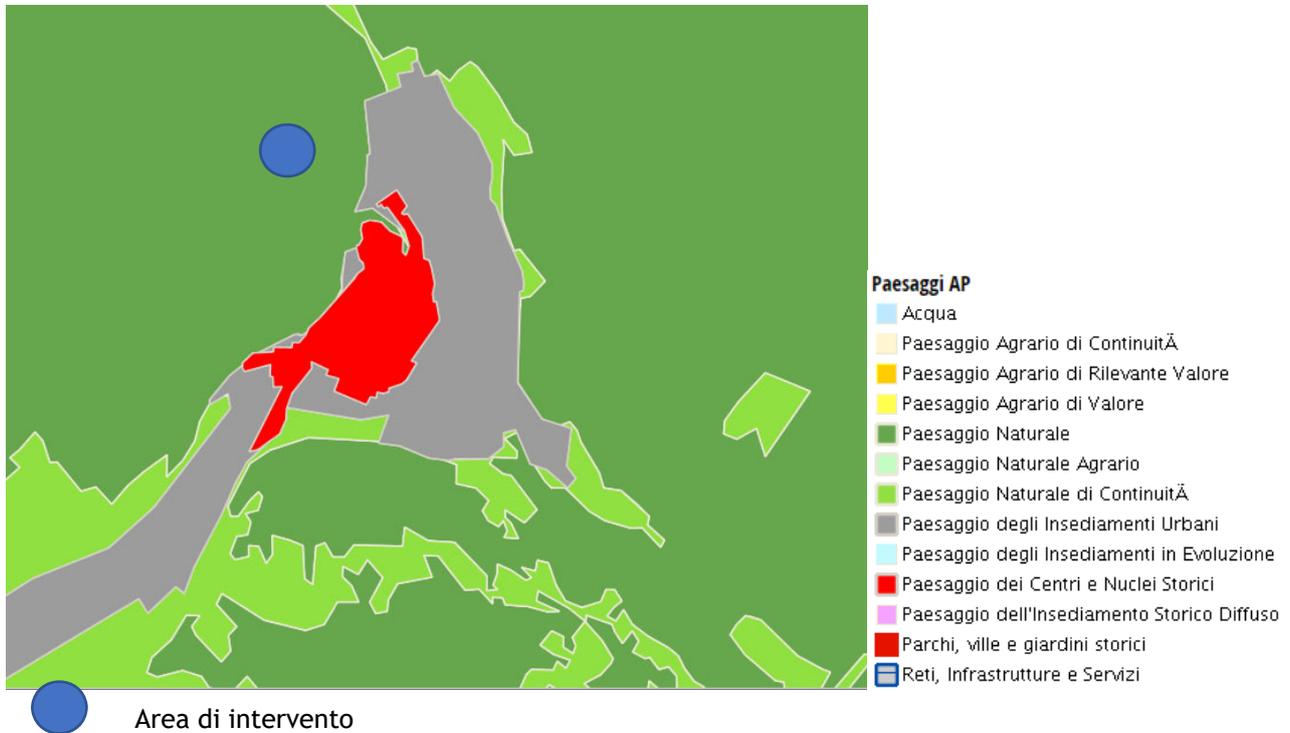
L'area di intervento, ricade invece nella ZPS dei Monti Reatini identificata come IT060025 e dunque, attesa la finalità dell'intervento di riduzione del rischio crolli e di mitigazione del rischio, è stata predisposto uno studio di incidenza con la relativa scheda di screening, affinché la stazione appaltante possa acquisire il parere sulla base della conferenza dei servizi.



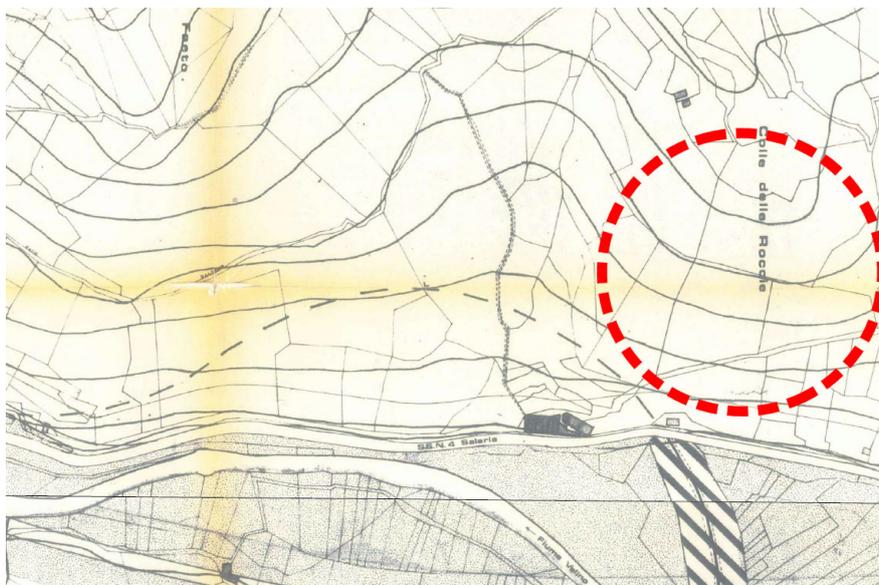
Area di intervento

**Figura n. 14 - Stralcio Cartografico Monti Reatini**

**Compatibilità Urbanistica.** L'area di intervento, così come riportato nella tavola relativa ai vincoli sovraordinati ovvero, nello stralcio del PTPR come area boscata AP (rif. TAV A del PTPR) nondimeno è classificata come Paesaggio Naturale facendo riferimento alla tavola A del PTPR.



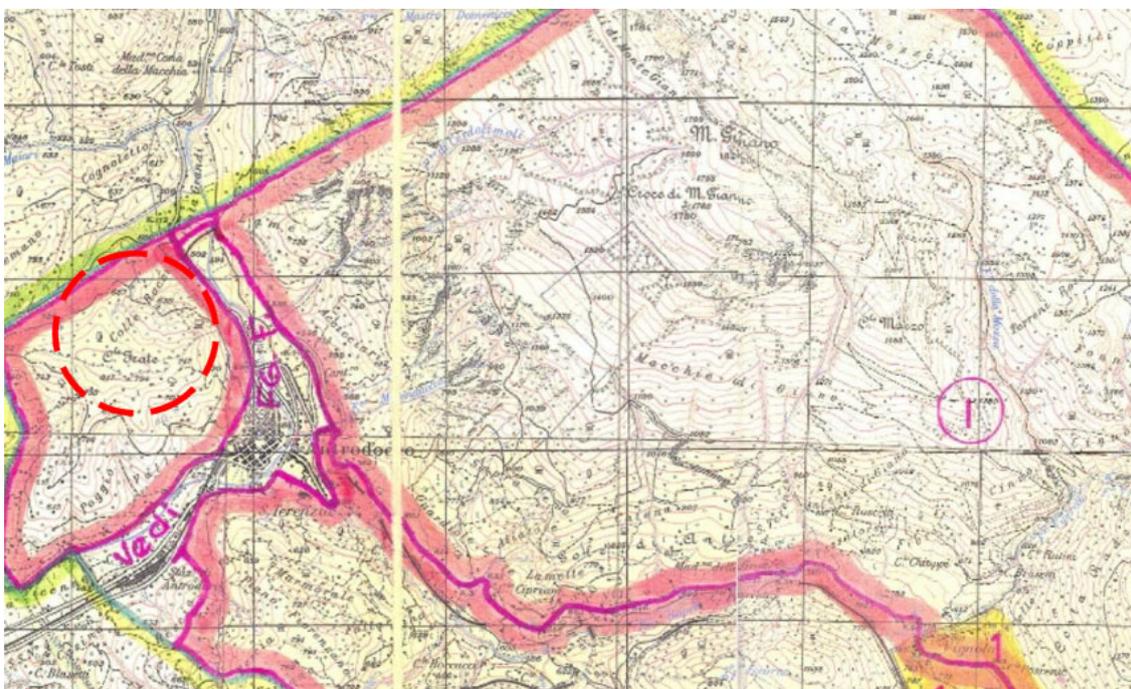
**Figura n.15 - Stralcio tavola B PTPR - Unità Paesaggio Naturale**



**Figura n.16 - Stralcio PRG - Comune di Antrodoto**

Orbene l'intervento risulta essere compatibile con le previsioni di piano e con le leggi che regolano l'attuazione urbanistica del comune, in quanto dedicato ad un'opera di difesa del suolo propedeutica alla riduzione del rischio crolli nella località di Colle delle Rocce. Dunque, salvo diverso avviso da parte della S.A., non risulta necessario attuare alcuna variante e/o conseguire variazioni ambito funzionale e/o di unità di paesaggio, invero, al termine dell'intervento, l'area continuerà a conservare la propria destinazione urbanistica nonché, la propria destinazione funzionale.

Inoltre, si evidenzia che l'area di intervento è sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267 del 1923 e R.D. 1126/1926- DGR 6215/1996 e D.G.R. 3888/1998 ed s.m.i e, dunque occorre procedere ad acquisire il relativo parere autorizzativo.



**Figura n. 17 - Stralcio Cartografico dei terreni che si sottopongono a vincolo idrogeologico**

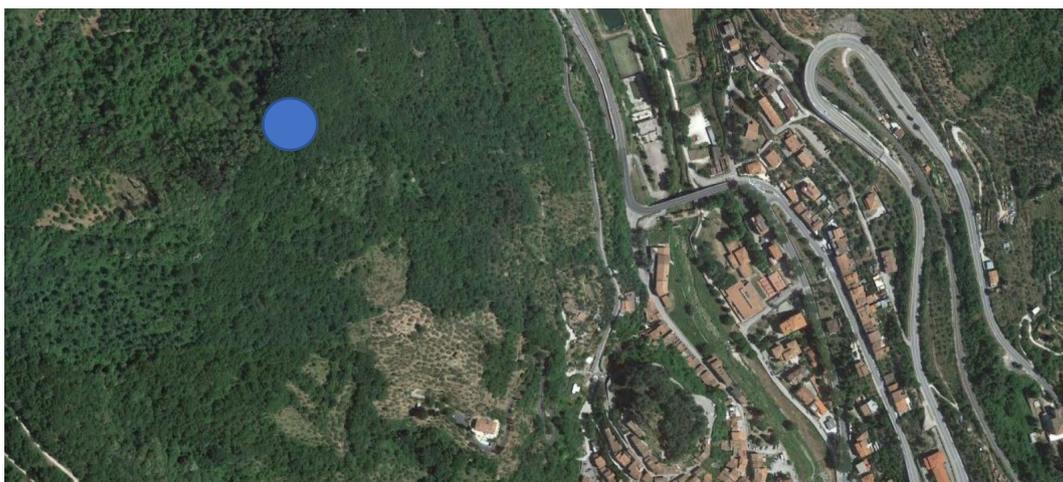
Per quanto riguarda invece la proprietà dei suoli, si evidenzia, che la stessa risulta essere privata ed invero, gli scriventi hanno eseguito un'indagine catastale estrapolando le relative visure, da cui è stato possibile rilevare le proprietà delle particelle interessate, consentendo, all'ufficio tecnico comunale di licenziare un'ordinanza specifica per l'esecuzione delle indagini programmate. Per la realizzazione delle opere, occorrerà procedere con una nuova ordinanza per il tempo necessario all'esecuzione, per la quale il comune di Antrodoco si è già impegnato ovvero, in alternativa provvedere ad attuare le procedure espropriative secondo quanto previsto dal DPR 327/2001 ed s.m.i., prevedendo nel caso, all'interno del quadro economico, le somme dedicate.

L'intervento di mitigazione del rischio crolli risulta quindi compatibile con le previsioni degli strumenti urbanistici comunali e sovracomunali ovvero, con quelli che disciplinano i vincoli di tutela paesaggistica, ambientale e di difesa idrogeologica del territorio, in ragione dei quali sono stati predisposti degli elaborati specialistici ai fini dell'acquisizione da parte degli Enti interessati del relativo parere di compatibilità, a cui si rimanda per gli ulteriori approfondimenti.

### **CARATTERISTICHE GENERALI DELL’AFFIORAMENTO**

Le caratteristiche dell'area sono fortemente condizionate dall'elevato grado di fratturazione del versante, ancorché sia presente un'importante e significativa copertura vegetale ed invero, la balza in oggetto, sormontando la vegetazione, risulta fortemente lesionata con fessurazioni beanti sub verticali e sub orizzontali che di fatto evidenziano un pericolo di crollo.

L'orlatura del masso è infatti lesionata e, in ragione dei volumi afferenti alle diverse forme presenti, si rilevano lungo il perimetro, detensionamenti, mensole e massi aggettanti in precarie condizioni.



**Figura n. 18 - Inquadramento su ortofoto con indicazione area di intervento**

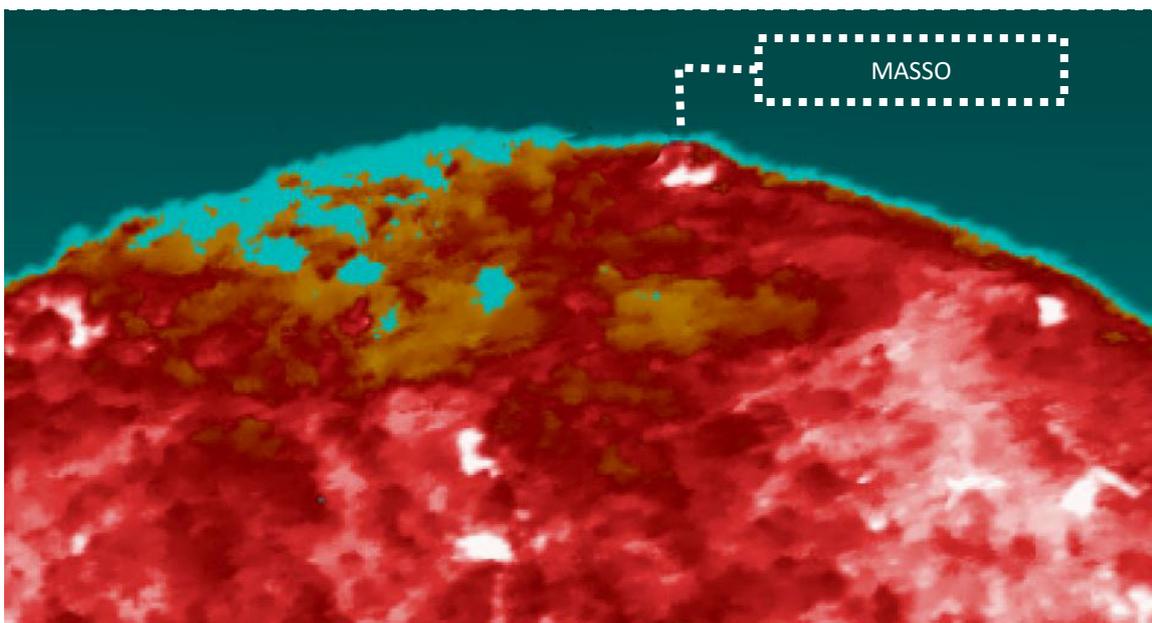


**Figura n.19 - Vista aerea del masso**



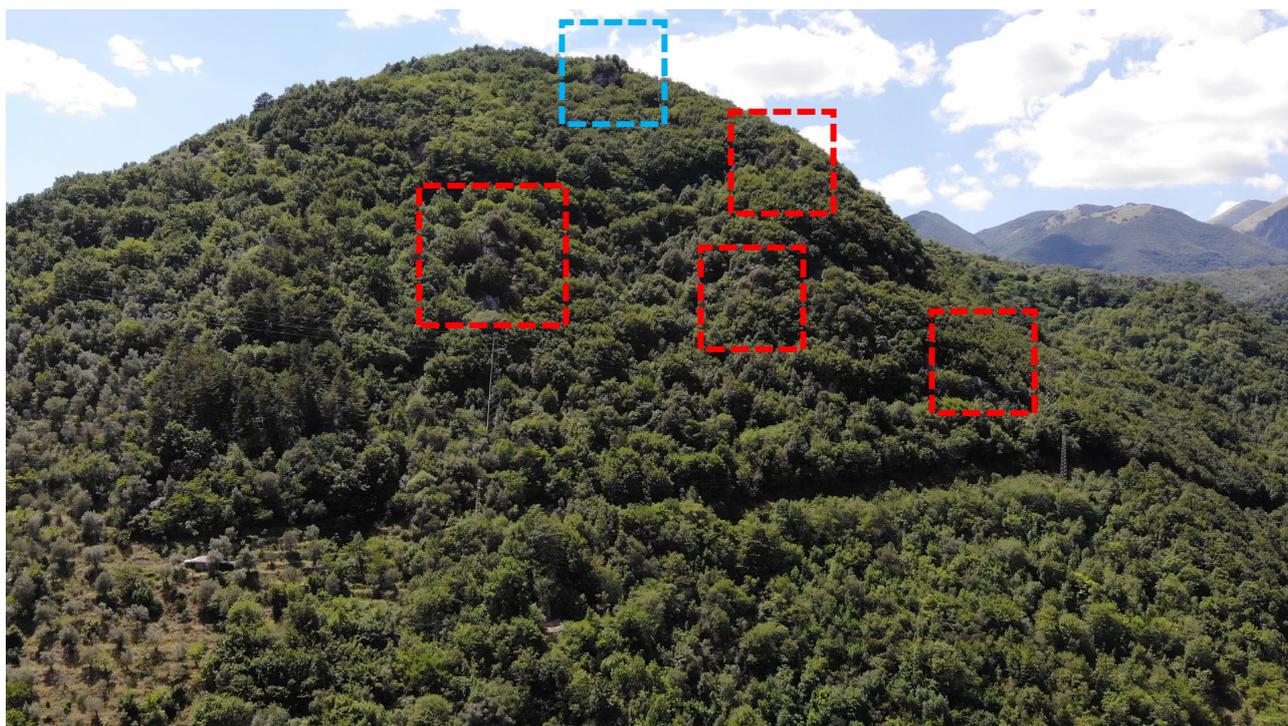
**Figura n.20 - Vista del masso con evidenza dell'orlo instabile**

L'orlatura con la relativa vegetazione è poi ulteriormente condizionata dalla fessurazione presente in parete dove, la commistione tra vegetazione e ruscellamento non regolato delle acque, ha esaltato i fenomeni crioclastici, con conseguente aumento del degrado. Invero, le escursioni termiche unite all'esposizione ed alle caratteristiche climatiche dell'area con i relativi andamenti delle precipitazioni ha inciso fortemente sulle porzioni maggiormente vulnerabili realizzando all'interno delle zone detensionate ulteriori degradi.



**Figura n.21 - Analisi termografica del masso**

L'intero versante, ancorché fortemente vegetato si rileva essere fortemente fessurato e fratturato e, lo scenario attuale è ulteriormente aggravato dai caratteri impervi che ne condizionano l'accessibilità, nondimeno le linee di ruscellamento delle acque meteoriche che dilavano verso valle, amplificano i degradi portando con sé il materiale morfoselettivo ovvero, denudando ulteriormente i fronti degli affioramenti e le zone maggiormente esposte. Al riguardo gli scriventi hanno voluto eseguire, sulla base dei risultati di un volo aereo, incrociato con la cartografia tecnico regionale alcune elaborazioni volte a comprendere, visto l'elevato stato di degrado presente sul versante, la significatività delle possibili concause e, quindi delle zone maggiormente vulnerabili presenti. In particolare, sono stati analizzati, su scala maggiore, rispetto a quella ascrivibile al masso oggetto di intervento, i bacini di accumulo ed i ruscellamenti con cui correlare pendenze ed il grado di copertura vegetale, al fine di individuare le potenziali zone di crisi, fermo restando che sul versante sono presenti altri blocchi (affioramenti) e zone di potenziale distacco, che dovranno essere necessariamente indagate e valutate per la stima del livello di rischio crollo presente.



**Figura n.22- Vista del versante con individuazione delle ulteriori criticità**

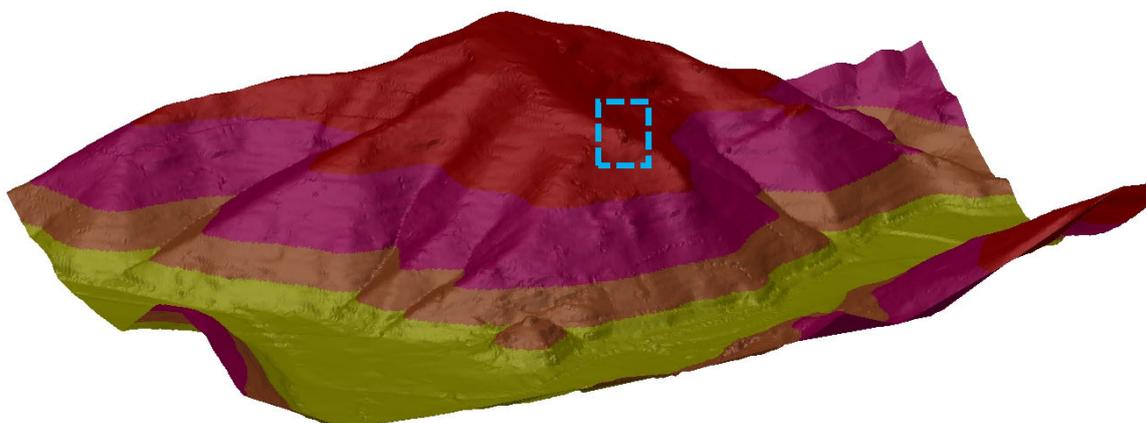
----- Masso/affioramento oggetto di intervento

----- Ulteriori affioramenti presenti



**Figura n. 23 - Viste dell'affioramento e dei crolli relitti**

L'attività di campo ha previsto delle misurazioni puntuali con realizzazione di stendimenti nelle zone accessibili ovvero, alcuni voli aerei con cui integrare la cartografia tecnica regionale ricostruendo, l'andamento generale del versante. Dunque attraverso un'azione di filtraggio ed mesh di dati è stato possibile ricostruire il DTM del versante, rappresentato nell'immagine seguente. Le elaborazioni sono state poi riferite ad una scala più grande, al fine di determinare le principali concause di degrado, elaborando delle cartografie tematiche con esplicitazione di alcuni parametri attraverso cui individuare le criticità e le vulnerabilità del sito.



**Figura n.24 - Modello DTM - con classi di pendenza**

Per i dettagli delle cartografie tematiche si rimanda allo studio di fattibilità ambientale in cui le stesse risultano riportate ed argomentate in merito ai parametri ivi rappresentati.

Ai fini operativi, l'affioramento è stato investigato, attese anche le caratteristiche impervie dell'area e la difficile accessibilità mediante indagini dedicate ed attraverso un rilievo geostrutturale eseguito nelle zone accessibili e maggiormente stabili, valutando ed analizzando le caratteristiche litologiche, le vulnerabilità e, quindi i possibili interventi.

Le indagini sono state realizzate dalla società Geovit e Sondaggi srl ed hanno previsto, viste i forti caratteri impervi dell'area e la dinamica evolutiva del degrado le seguenti prove:

- N. 1 sondaggio geognostico spinto alla profondità di 2.50 m;
- N. 1 prelievo di campione di roccia;
- N. 1 prova geotecnica di laboratorio;
- N. 4 prove penetrometriche dinamiche tipo DPM;
- N. 2 prove sismiche Masw;
- N. 10 misure sismiche di microtremori HVSR.



**Figura n.25 - Planimetria con indicazione delle prove**

Le prove eseguite hanno rilevato un substrato fortemente fratturato ed invero, lo stesso per i valori di velocità Vs30 rilevati è ascrivibile ad una categoria di suolo di tipo B.



**Figura n.26 - Esecuzione delle prove (cfr - Relaizone Geovit e Sondaggi Srl)**

A corredo delle indagini geologiche sono stati eseguiti degli stendimenti propedeutici alla caratterizzazione dell'ammasso secondo il metodo ISRM e la Romana.

In particolare, in corrispondenza di ogni stendimento è stato rilevato:

- la giacitura del fronte, espressa attraverso i valori angolari di immersione ed inclinazione, acquisiti con bussola specifica per rilievi geostrutturali;
- il numero progressivo della discontinuità;
- la progressiva misurata in cm lungo la direzione di svolgimento dello stendimento (orizzontale e verticale), misura che, con le idonee correzioni dovute al diverso orientamento tra la discontinuità e il fronte, determina la spaziatura definita come la distanza tra discontinuità appartenenti alla stessa famiglia misurata in direzione ortogonale alle discontinuità stesse;

questo parametro condiziona le dimensioni teoriche del blocco roccioso che può essere isolato (Volume Roccioso Unitario - VRU) fondamentale per la definizione del blocco di progetto; discontinuità molto ravvicinate determinano modeste proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso ma anche dimensioni ridotte del Volume Roccioso Unitario;

- il tipo di discontinuità da individuare tra strati, joint (fratture) e faglie;
- giacitura della discontinuità espressa attraverso i valori angolari di immersione ed inclinazione, acquisiti con bussola specifica per rilievi geostrutturali; l'orientazione delle discontinuità rispetto al fronte roccioso può determinare condizioni di instabilità, in particolare se associato ad altri fattori predisponenti; inoltre l'orientazione relativa delle famiglie individuate determina la forma dei singoli blocchi che possono essere isolati ed il cinematismo di rottura;
- la lunghezza della discontinuità, espressa in metri, determina la significatività della discontinuità ed è fondamentale per la classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso;
- la persistenza definita come la terminazione della discontinuità che può avvenire contro la roccia, contro un'altra discontinuità o non essere visibile; è un parametro fondamentale per la significatività della discontinuità stessa;
- la scabrezza rappresenta la rugosità delle superfici di una discontinuità e l'ondulazione rispetto al piano medio delle discontinuità, misurata mediante il "pettine di Barton"; il parametro scabrezza influenza notevolmente la resistenza al taglio;
- l'apertura è la distanza perpendicolare che separa le pareti di una discontinuità; in stretta connessione con il riempimento è un parametro fondamentale per la significatività della discontinuità stessa;
- la forma della discontinuità ha peso in osservazioni a grande scala del fronte roccioso, e viene generalmente fatto tramite un'osservazione visiva;
- il riempimento indica se presente il tipo di materiale che separa i labbri adiacenti delle discontinuità; la natura del riempimento determina diversi comportamenti per quanto riguarda la resistenza al taglio, deformabilità e permeabilità;
- l'eventuale presenza d'acqua nei giunti, che condiziona fortemente la stabilità dell'ammasso roccioso.

Dunque, sono stati analizzate e valutate i possibili cinematismi connessi alle varie parti dell'affioramento. Di seguito si riportano uno stralcio delle valutazioni operate per i blocchi più significativi con le relative proiezioni ciclografiche e, si rimanda, per gli ulteriori approfondimenti allo studio geologico e geomeccanico allegato al presente progetto definitivo.



Figura n.27 - Vista fronte EST

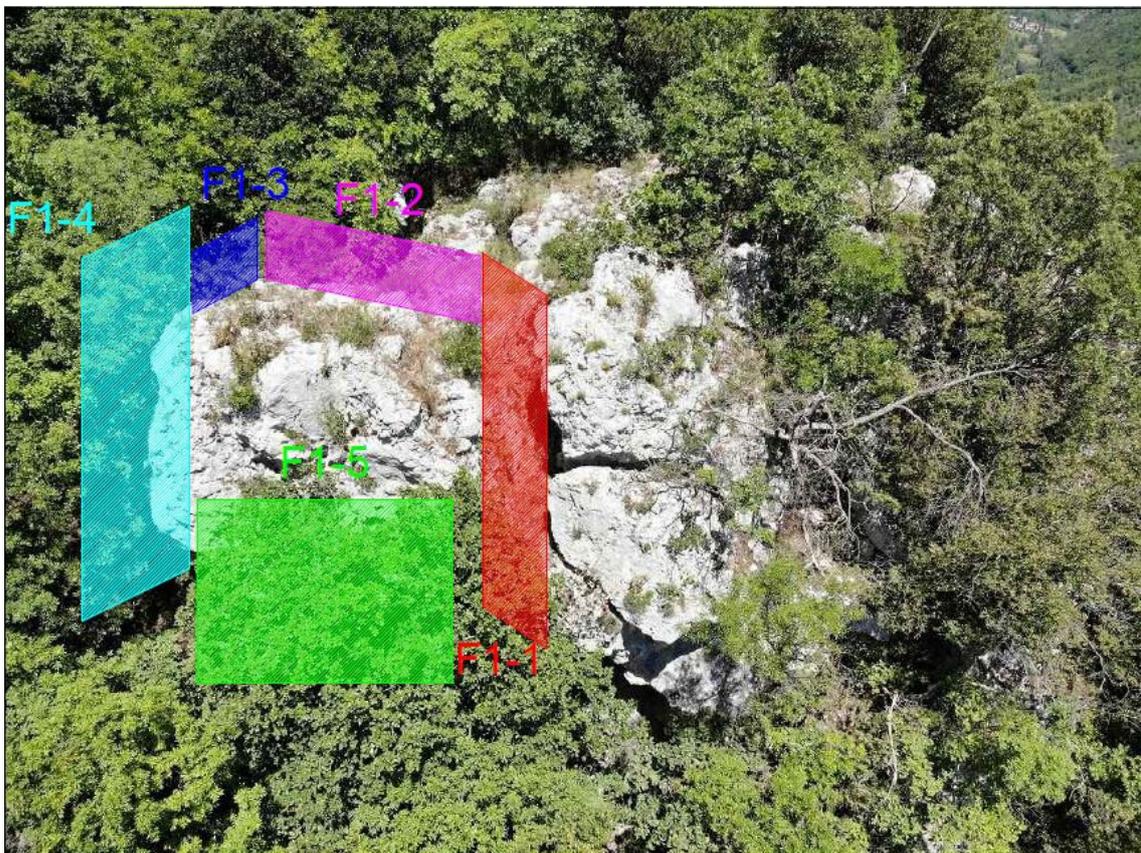
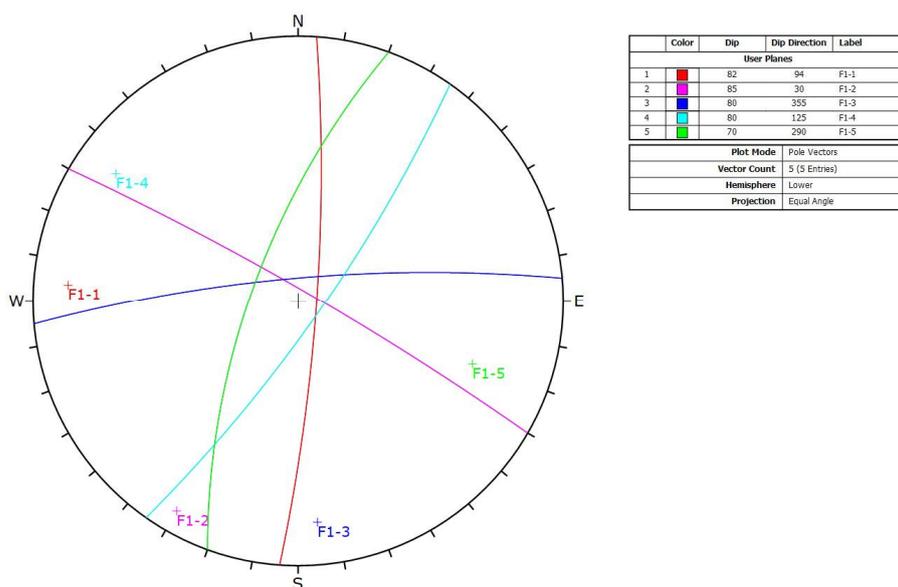


Figura n.28 - Vista sistemi di frattura

I sistemi di frattura principali rilevati, per il blocco B1 sono quelli che determinano la forma del blocco in quanto lo isolano su tutti i lati, alcuni sono le facce di esposizione a SE ed Est, altre rappresentano fratture profonde che isolano il blocco dal substrato retrostante.

Sono state rilevate le seguenti fratture la cui orientazione rispetto al blocco e la proiezione ciclografica sono riportate nella figura successiva:

Frattura	Immersione °N	Inclinazione °
F1-1	94	82
F1-2	30	85
F1-3	355	80
F1-4	125	80
F1-5	290	70



**Figura n. 29 - Proiezione ciclografica delle fratture rilevate**

Per quanto riguarda i cinematismi potenziali che interessano il blocco, considerando la giacitura del fronte prevalente quella Est, risulta una elevata instabilità dovuta al cinematismo di scivolamento a cuneo dovuto principalmente alle fratture F1-1, F1-2 e F1-4 che determinano una condizione di criticità del 50%, ovvero che di tutti gli incroci possibili tra le fratture presenti, il 50% di essi determina condizione di instabilità

## IMPOSTAZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

Ridurre il rischio idrogeologico, necessità di valutazioni dedicate sia in riferimento alle tradizionali competenze proprie dell'ingegneria geotecnica, sia relativamente alla conoscenza degli aspetti ambientali, dei problemi di sicurezza, dei metodi costruttivi, dei costi e delle procedure tecnico amministrative connesse all'appalto dei lavori. I moderni metodi di stabilizzazione dei pendii in roccia sono stati definiti nel tempo da studi scientifici ed applicazioni sperimentali<sup>1</sup>, che possono essere utilizzati con confidenza in un vasto campo di differenti condizioni geologiche. Tuttavia è essenziale che tali metodi siano utilizzati in modo appropriato, in funzione delle condizioni che caratterizzano il sito e in generale, tali metodi possono essere suddivisi in tre categorie, quali: rinforzo, disgaggio e protezione.

Orbene nel caso in esame, il dissesto è diversificato e, quindi, occorre realizzare secondo una fasizzazione dedicata, gli interventi, di pulizia delle pareti instabili, di messa in sicurezza temporanea al fine di realizzare un disgaggio controllato ed in ultimo di rinforzo corticale avendo predisposto a valle degli elementi di protezione. Dunque, si dovranno realizzare delle sottomurazioni e delle opere di messa in sicurezza temporanea per poter poi intervenire sulle criticità evidenti e su quelle derivanti dalla pulizia, avendo posto prima delle barriere temporanee a valle, per evitare che il materiale anche di piccole dimensioni potesse rovinare verso valle.

Negli interventi di difesa del suolo con riguardo alla dinamica dei corpi rocciosi di grande dimensioni occorre, in generale, esaminare l'analisi di stabilità nelle condizioni attuali applicando un approccio probabilistico, al fine di computare, secondo intervalli di incertezza la probabilità di rottura. Nel caso in esame, l'affioramento risulta molto fratturato e alcuni blocchi ad esso appartenenti risultano detensionati: i caratteri impervi della zona con una difficile accessibilità combinati alle precarie condizioni di tali blocchi, hanno reso necessario attuare una procedura di interventi per fasi, ovvero realizzando in via prioritaria delle opere necessarie alla messa in sicurezza temporanea per poi eliminare le parti instabili e consolidare quelli degradati.

La soluzione proposta descritta ed illustrata negli elaborati specifici, può essere suddivisa, previa pulizia dell'area e del suo intorno, nelle seguenti fasi:

**Fase 1:** ancorare i blocchi di grande dimensioni con una fasciatura, al fine di mettere immediatamente in sicurezza le aree ed infrastrutture sensibili e, consentire agli operai di poter realizzare l'intervento;

**Fase 2:** realizzazione di un sistema di protezione passiva posto a valle dell'affioramento, al fine di contenere eventuali scarriolature di materiale durante le operazioni di disgaggio e pulizia;

---

<sup>1</sup> Brawner e Wyllie 1975 - Fookes e Sweeney 1976 - Piteru e Peckover 1978 - Hoek e Bray 1991 - Scuster 1992 - Federal Highway administration 1989.

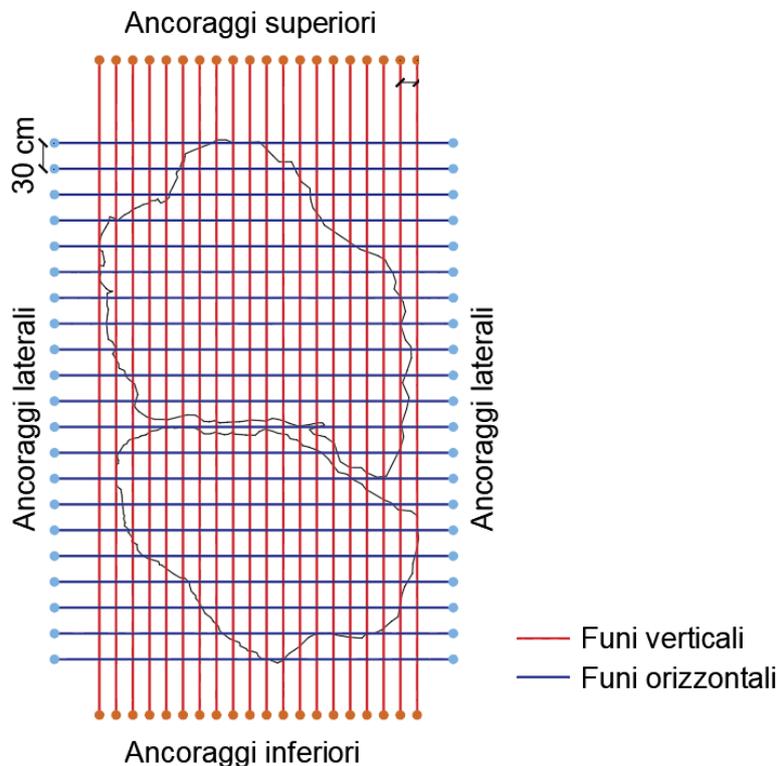
**Fase 3:** realizzazione delle sottomurazioni nelle zone prive di appoggio al piede predisponendo migliorando ulteriormente la stabilità dei blocchi;

**Fase 4:** disaggio controllato e progressivo dei blocchi detensionati.

**Fase 5:** realizzazione del rinforzo corticale dell'affioramento.

La complicata accessibilità dell'area dall'elevata pericolosità, combinata alla significativa acclività nonché, alla folta vegetazione, hanno impedito di determinare in modo preciso tutte le parti instabili dell'affioramento e quindi, attraverso riprese aeree si sono stimate le dimensioni delle stesse ovvero i volumi da placcare e/o consolidare. La cresta della balza è stabile nella parte sud ovest, ma è completamente frattura e degradata lungo l'orlatura con continue cavità al piede ed inoltre, è interessata da una vegetazione di arbusti e rovi che ne rendono impossibile un'ispezione visiva dedicata e/o misurazioni specifiche delle giaciture e delle lesioni.

Di seguito si riportano gli interventi previsti ed associati ad ogni fase, invero per i blocchi instabili si eseguiranno delle fasciature preliminari così come di seguito rappresentato: il blocco sarà fasciato per poi essere imbracato con un pannello di rete ed infine disgiato attraverso un sistema controllato.



**Figura n. 30 - Imbracatura del masso**

Le funi in acciaio, per la loro capacità di flettere riescono a seguire le irregolarità del masso consentendo una fasciatura delle parti instabili, il loro funzionamento nella configurazione proposta è analogo a quello di un pannello in fune, infatti, nei punti di sovrapposizione sono impiegati dei morsetti formando una maglia variamente quadrangolare.

Il risultato che si ottiene con una fasciatura ottenuta con numerose funi installate orizzontalmente e verticalmente, è analogo ad un “pannello” in fune poiché infatti i punti di sovrapposizione delle funi utilizzate vengono bloccati da morsetti per funi andando a formare una maglia di forma variamente quadrangolare.

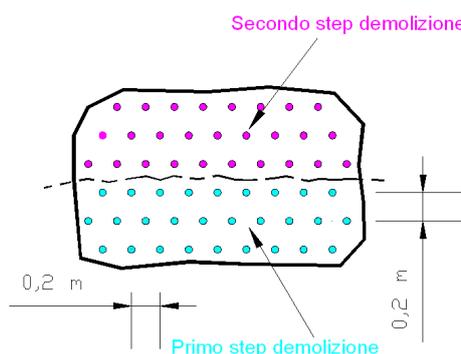


**Figura n. 31 - Sezionamento per demolizione controllata**

In particolare, dopo la messa in sicurezza del blocco mediante le funi, si provvederà a demolire secondo due step il blocco, con malte espansive di tipo Bristar, consentendo un miglior controllo del lavoro ed evitando le proiezioni dei frammenti a la riduzione di vibrazioni.

Inoltre, viste le precarie condizioni del blocco si procederà per l'inserimento della malta espansiva ad un carotaggio continuo e non a rotopercolazione secondo i due step sopra individuati e, pertanto, saranno realizzati delle perforazioni dal diametro di 30 mm con interasse di circa 150/200 mm, per una lunghezza di 1.5m partendo con la demolizione del I livello.

Ai fini operativi si deve procedere con la demolizione di mezzo livello del blocco per volta ("Primo step di demolizione"- Secondo step di demolizione") in modo tale da non andare a sollecitare la porzione ancora intatta con importanti crolli di materiale.



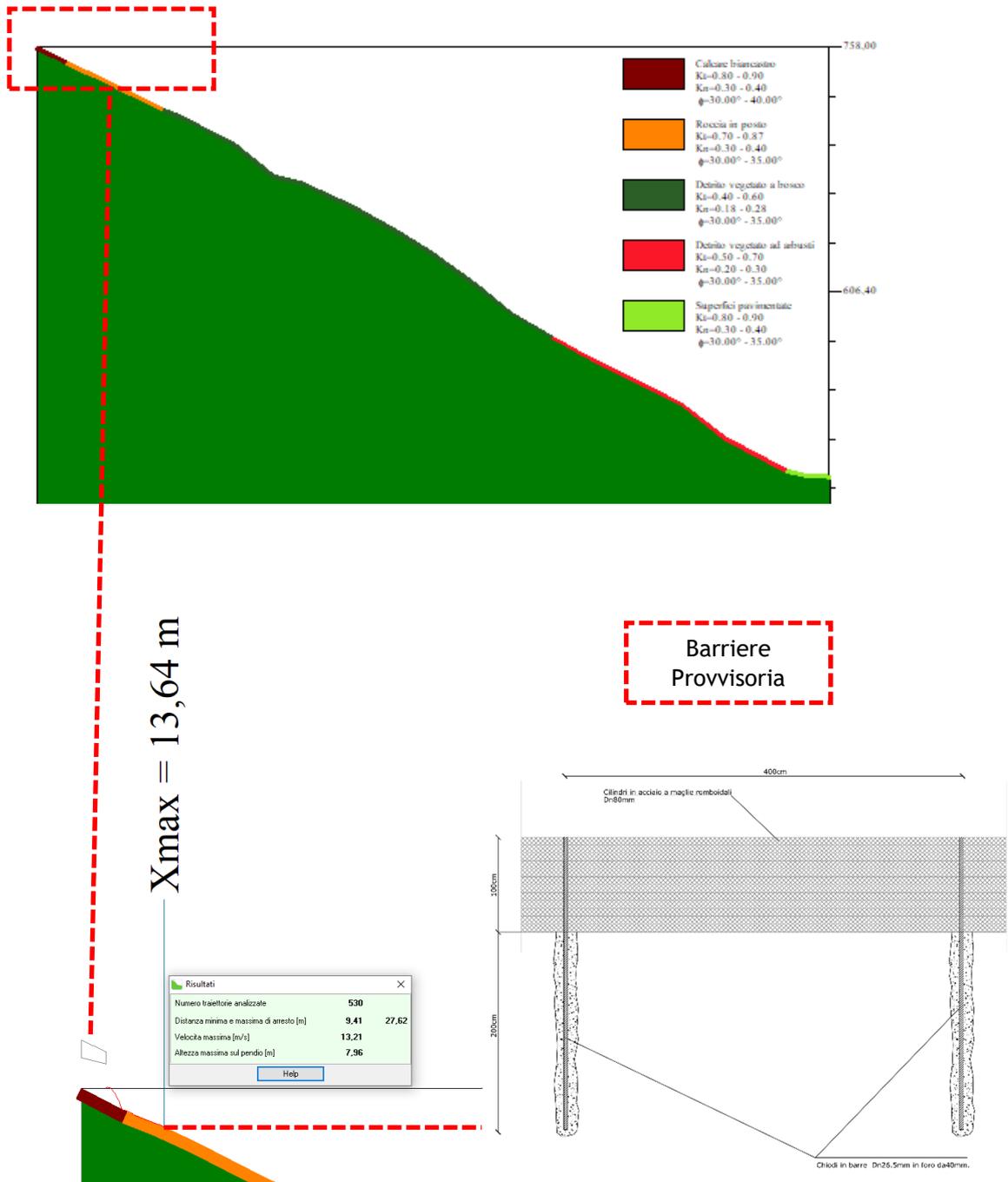
**Figura n. 32 - Perforazioni per demolizione controllata**

Dopo ogni fase di demolizione occorrerà procedere all'apertura di un varco all'interno della struttura di contenimento (allentando alcune funi e spostando parte del pannello ad anelli) per procedere alla rimozione manuale ed al successivo allontanamento del materiale disaggiato.

Il materiale rimosso manualmente potrà essere allontanato mediante convogliatori di macerie quali gli scivoli scarica detriti a tubo o a mezzo tubo utilizzati nell'edilizia (se la pezzatura lo permette), oppure utilizzando dei pannelli in fune di dimensione 3 x 3 m, fune diametro 8 mm, maglia 300x300 mm a cui sia stata sovrapposta della rete DT, che verranno attrezzati con funi e di volta in volta riempiti di detrito come un fagotto e quindi allontanati.

Finita la fase di rimozione di tutto il materiale disaggiato occorrerà procedere alla chiusura del varco aperto in precedenza ed alla ritesatura delle funi lasche, quindi si potrà riprendere con la perforazione della successiva porzione di livello da rimuovere, caricamento della malta espansiva e così via fino alla totale distruzione del masso. Si prevede che il lavoro possa essere esaurito per ogni blocco individuato, in 8 fasi totali di perforazione-demolizione-allontanamento materiale.

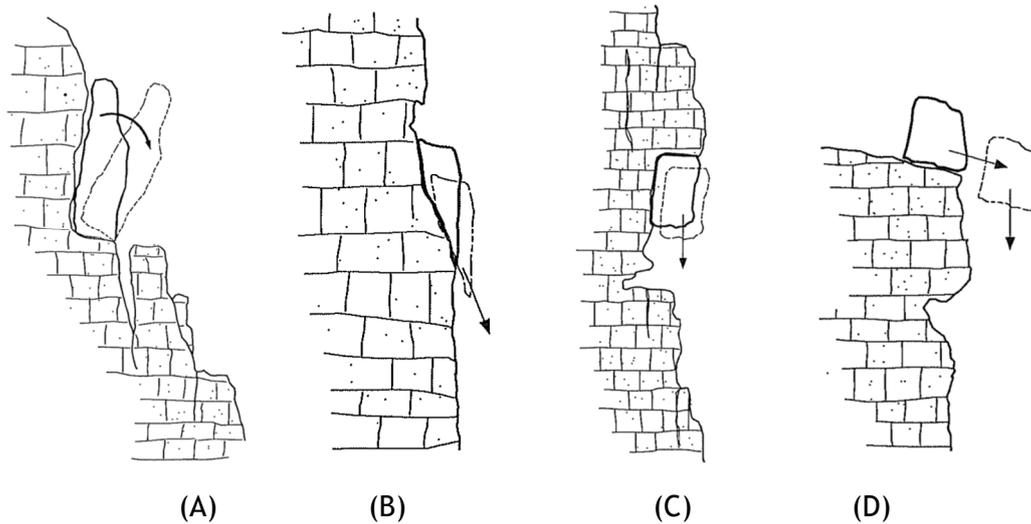
Le fasi n. 3 e 4 sono relative ad operazioni puntuali sul masso e direttamente nel suo intorno ed in particolare, sono relative alla ricostruzione del piede mediante la realizzazione di una sottomurazione ovvero, alla realizzazione di una barriera di protezione provvisoria a valle per contenere le eventuali proiezioni dei massi. Di seguito si riporta lo schema di barriera provvisoria che sarà realizzata ed ubicata a circa 20.0m dal masso in ragione dell'analisi traiettografiche di caduta.



**Figura n. 33 - Vista analisi traietto grafiche e Barriera provvisoria**

Le sottomurazioni risultano necessarie per ristabilire la stabilità di alcuni blocchi lapidei in condizioni di stabilità precaria dovuta essenzialmente a scalzamenti al piede e a collassi delle parti sottostanti. In generale la tecnologia prevede di realizzare elementi in calcestruzzo ancorati mediante barre in acciaio in modo da bloccare gli elementi e garantire un ancoraggio sia del sistema sia della roccia, ripristinando il piede della parte ammalorata.

Nel caso in esame, i fenomeni di crollo sono dovuti al grado di fratturazione dell'ammasso correlata alla commissione tra pendenza, esposizione e carenza di un sistema regolato di deflusso delle acque meteoriche. L'evoluzione di tali concause è schematizzata nelle seguenti categorie.



**Figura n.34 -Tipologie di crollo**

Dalla schematizzazione dei degradi si possono riscontrare lungo l'affioramento le seguenti instabilità:

- A ribaltamento intorno allo spigolo di valle;
- B Scivolamento lungo una discontinuità piana;
- C Crollo per la presenza di cavità o di vuoti sottostanti;
- D Crollo di blocchi non radicati dal ciglio della parete rocciosa.

La sottomurazione deve quindi eliminare tali fenomeni e ristabilire la continuità del blocco e, dal punto di vista computazionale tuttavia, è prassi far riferimento al dimensionamento delle chiodature necessarie, studiando poi la tecnologia costruttiva necessaria a garantire la continuità del blocco. Dunque la chiodatura deve operare prima una cucitura del masso instabile rispetto alla superficie di scivolamento, contrastando l'azione gravitazionale mediante la forza  $F$  da trasmettere e poi garantire la continuità con la sottomurazione.

Per il dimensionamento, si è scelto di considerare, a vantaggio di sicurezza, il solo contributo delle chiodature, verificando che in funzione delle dimensioni del blocco di roccia da sostenere, tali masse non superino con il loro peso la resistenza a taglio del chiodo (verifica a taglio) ed inoltre, che il tratto di chiodo ancorato sia tale da impedire lo sfilamento del chiodo stesso (verifica allo sfilamento).

solidarizzare il blocco alle parti più resistenti predisponendo delle imbracature temporanee. Le chiodature quindi, sono state ubicate in ragione dei degradi riscontrati e della relativa severità. Orbene, il posizionamento è stato operato al fine di limitare al massimo la variazione morfologica con disgaggi e sono stati posizionati con l'obiettivo di " cucire" ovvero evitare il distacco e la caduta dei blocchi di maggiori dimensioni e di frammenti più piccoli compresi fra quelli più grandi, ricostruendo la sottomurazione necessaria. Di seguito si riporta la verifica della chiodatura più sollecitata e lo schema di sottomurazione prevista per la ricostruzione del piede del masso nella parte retrostante.



**Figura n.35 - schema sottomurazioni**

Per gli ulteriori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo ed alle tavole allegate specialistiche dell'intervento descritto

L'ultima fase è relativa al risanamento corticale da eseguire lungo tutto l'affioramento, in particolare, si prevede la messa in opera di reti ad alta resistenza e chiodature ad hoc dimensionate ed invero, sono state eseguite le seguenti verifiche:

Per la rete:

- prova di stabilizzazione dello strato instabile;
- prova di resistenza della rete contro lo scorrimento;
- prova di resistenza della rete alla trasmissione del pre-carico;
- prova della rete rispetto al punzonamento;
- prova della resistenza dell'ancoraggio sotto l'azione combinata di taglio

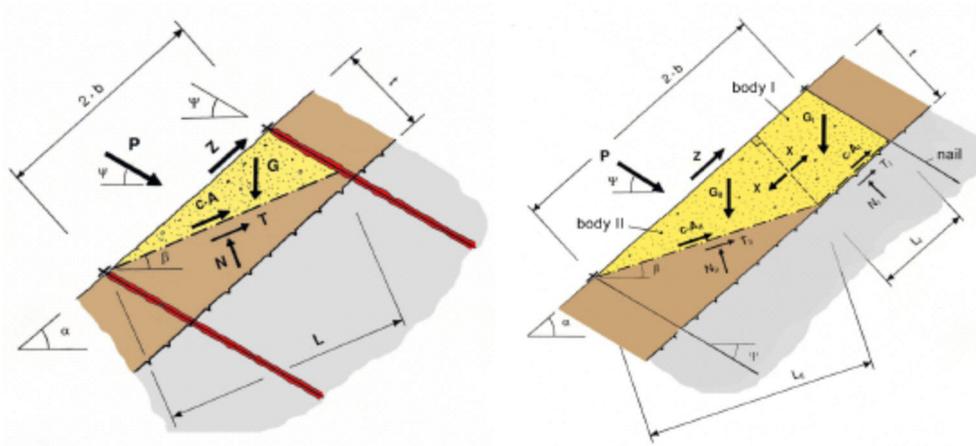


Figura n.36 - Meccanismi di rottura locale

Per gli ancoraggi:

- Verifica della sezione d'acciaio dell'ancoraggio;
- Verifica sfilamento malta - acciaio;
- Verifica sfilamento malta - terreno.

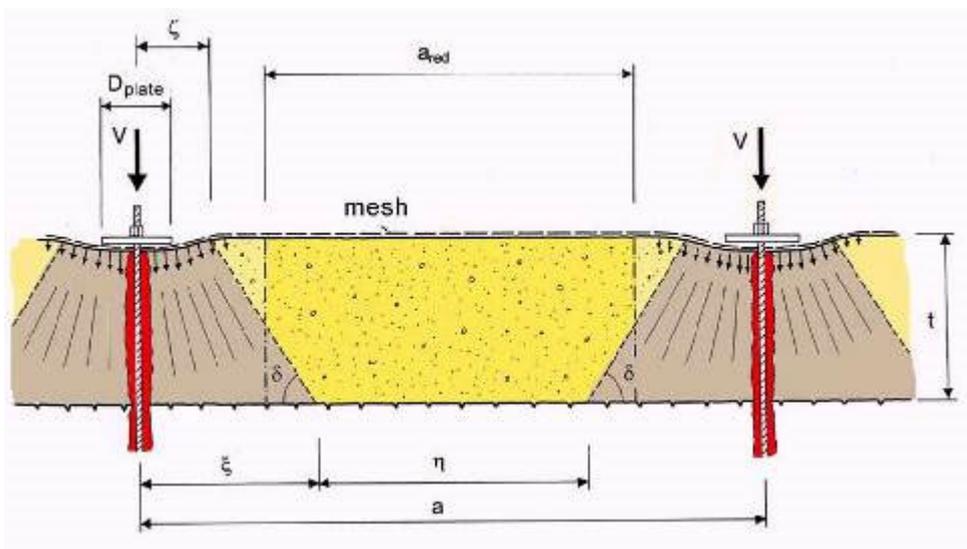
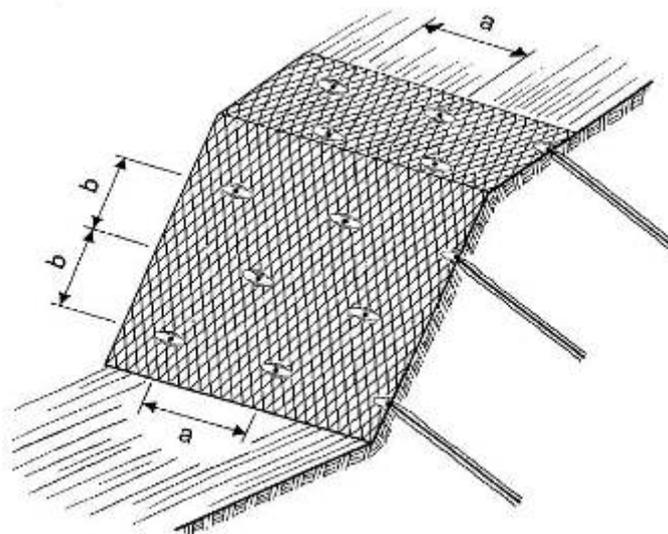


Figura n.36 - Sezione del corpo instabile tra gli ancoraggi; cono di pressione attivo



**Figura n.37 - Rappresentazione schematica per l'interpretazione dei risultati**

## **MATERIALI**

I materiali previsti derivano da valutazioni ed analisi dedicate proprie degli interventi di difesa del suolo ad hoc calibrate per il sito di intervento e per il livello di vulnerabilità presente nel sito; nondimeno derivano dalle caratteristiche ambientali e dagli esiti delle indagini eseguite dalla società Geovit e Sondaggi Srl.

Ogni materiale, per i cui dettagli specifici si rimanda al disciplinare tecnico prestazionale degli elementi tecnici nonché al computo metrico allegato al seguente progetto, dovrà essere approvato al Direttore dei Lavori prima della relativa posa in opera ai fini dell'accettazione e, quindi, corredato della relativa scheda tecnica con cui si dà evidenza della relativa certificazione CE e della D.O.P. (*Declaration of Performance*). Ogni materiale dovrà essere posato secondo gli opportuni e accurati magisteri per fornire a regola d'arte l'opera da personale specializzato sulla base di un piano di lavoro che dovrà essere approvato tra l'altro dal CSE.

I materiali dovranno quindi essere accompagnati dai certificati di prova nonché per quanto riguarda gli ancoraggi dai valori del coefficiente di efficienza dell'ancoraggio.

Dunque, le funi, gli ancoraggi ed i sistemi previsti, dovranno essere conformi alle seguenti norme:

- Norma Europea di Prodotto con marchiatura CE;
- Certificato di idoneità tecnica rilasciato dal CSLLP relativamente agli ancoraggi in fune impiegati per le opere di fondazione a difesa dei versanti”.
- UNI EN 12385 -10 “funi spirroidali per usi strutturali generali”.

- UNI EN 13411 - 1 e UNI 12385 - 4 “funi a trefoli per usi generali nel sollevamento”.
- NTC 2018 - Cap. 11 - “Materiali e prodotti per uso strutturale”.
- UNI EN ISO 1461 - “Sistemi di zincatura a caldo secondo la norma EN 1090” .
- EN 10025 -2 “Acciai laminati a caldo per impieghi strutturali”.
- EAD 230025-00-0106 “Flexible facing systems for slope stabilization and rock protection”.
- EN 10218-1 “Fili di acciaio e relativi prodotti - Generalità Parte 1 : Metodi di prova”.
- EN 10218-2 “Requisiti di sicurezza”.
- EN 10244- 1 /2 “ Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio”.
- EN 10264-1/2 “ Filo di acciaio per funi”.

### **CANTIERIZZAZIONE DELL'AREA**

Il cantiere con le relative opere presenterà due aree dedicate rispettivamente ubicate a valle e nella zona di sommità del versante, in cui sarà allestito previa occupazione temporanea operata dal comune con i privati, il campo base. Nella zona di monte sarà organizzato il cantiere con l'area di stoccaggio delle reti e di lavorazioni ovvero, con l'installazione di tutte le strumentazioni necessarie per consentire ai rocciatori di organizzare le calate lungo il masso ed operare la pulizia ed il disaggio. Nella zona di valle invece, prevista in corrispondenza della viabilità minore, sarà predisposta la zona di deposito materiale per le attività logistiche organizzative connesse ad esempio al trasporto con elicottero. Per l'attività di pulizia ed il disaggio del materiale in corrispondenza delle diverse forme degradate si dovranno prevedere a corredo delle lavorazioni alcuni sistemi di sicurezza passivi, ad esempio anche delle barriere provvisorie dove, in funzione dell'analisi di caduta potrebbe arrestarsi il materiale. In ogni caso, visto le specifiche caratteristiche della zona ovvero, il significativo livello di degrado presente che potrebbe avere un 'evoluzione nel tempo che intercorrerà tra la progettazione esecutiva e la realizzazione dell'opera, occorrerà verificare anche in modo speditivo l'area di interventi pianificando in dettaglio le attività e le fasi necessarie per l'esecuzione delle opere.

Ai fini operativi, il progetto è stato elaborato con l'obiettivo di minimizzare le interazioni con il sistema delle interferenze presenti e, nel rispetto delle caratteristiche morfologiche del suolo sono stati individuati un set di interventi dedicati che, una volta definiti gli accessi e le verticali di intervento con le relative misure di sicurezza da garantire. In ogni caso, fermo restando le fasi da eseguire per l'esecuzione dei lavori, si dovrà operare quanto di seguito descritto al fine di consentire una più armonica attuazione dei lavori, evidenziando che visti i caratteri impervi della zona e la difficile accessibilità si è previsto che il trasporto delle attrezzature più pesanti, quali: reti, chiodi, slitte di perforazioni, saranno trasportate mediante elicottero posizionando le stesse nella parte posteriore dell'affioramento.

Durante la fase di progettazione sono stati individuati sulla base della cooperazione avuta con il Comune di Antrodoco, individuati gli Enti Gestori dei servizi a rete potenzialmente interferenti, per i cui dettagli si rimanda alla relazione specifica, mentre si evidenzia che in ogni caso, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, si interpelleranno gli uffici tecnici comunali per reperire ulteriori ed eventuali informazioni sul sistema delle interferenze presente nell'area, verificando, altresì, se nel corso del tempo trascorso dalla progettazione alla realizzazione delle opere, siano state realizzate altre infrastrutture con gestione diretta da parte del comune, ovvero da parte di terzi operanti a scala comunale (consorzi, municipalizzate, gestori privati o semi privati) o regionale e nazionale (per esempio Enel, telecom, Italgas ecc).

Dunque, prima dell'inizio dei lavori, si inoltrerà una specifica richiesta agli uffici tecnici per la verifica dell'esistenza a meno di situazioni ed impianti particolari realizzati sul territorio di pertinenza, al fine di armonizzare il processo realizzativo dell'opera ed evitare, sia eventuali contenziosi con l'appaltatore, sia sospensioni lavori che possano pregiudicare l'avanzamento dei lavori. Al riguardo, si rappresenta che vista la proprietà dei suoli, così come è accaduto per la realizzazione delle indagini occorrerà che l'Ente comunale licenzi la relativa ordinanza di occupazione temporanea per il tempo necessario all'esecuzione delle opere.

### **IMPORTO LAVORI**

I lavori, contabilizzati, secondo quanto disciplinato dalla Tariffa (Prezzario Unico del Cratere del Centro Italia, ai sensi dell'art. 6 comma 7 del D.L. n. 189/2016, approvato con Ordinanza n. 58 del 04/07/2018 del Commissario Straordinario), prevedono un importo di € 552.648,14 per lavori e € 32.351,14 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso. Gli elaborati contabili quali: computo metrico estimativo, elenco prezzi ed analisi nuovi prezzi (redatti in ragione di preventivi acquisiti ed analisi di mercato ovvero, da consultazione di tariffari ufficiali quali ad esempio ANAS - DEI che sono stati utilizzati per la composizione dei nuovi prezzi nel rispetto della norma), sono allegati al presente progetto e definiscono, in uno alle tavole grafiche ed alle relazioni di progetto, le opere e le attività da compiere per realizzare le opere di riduzione del rischio crolli.

### **TEMPISTICHE ATTUATIVE**

Per l'attuazione dell'intervento, sono state stimate le relative tempistiche attuative, salvo diversa determinazione da parte della Stazione Appaltante, e quindi, sono state computate in ragione di quanto riportato nel disciplinare e delle caratteristiche dell'intervento, ricomprendendo altresì anche l'incidenza del mal tempo, prevedendo una tempistica di 90 giorni.

## CONCLUSIONI

Per quanto fin qui detto, la scelta degli interventi e la loro diversificazione, sono frutto di un'analisi valutativa che tiene conto dell'impatto sul paesaggio e sulle sue componenti, al fine di migliorare le condizioni di stabilità del versante e dell'affioramento in esame, mediante l'impiego delle tecniche più congeniali, garantendo, inoltre, l'inserimento armonico delle opere progettate nel contesto ambientale di riferimento.