GEOL.COSTANTINI DARIO
Studio geologia tecnica
Via Bellotto16d/10 Quiliano (SV)
cosdar@gmail.com
Cell. 349/4006823

REGIONE LIGURIA

COMUNE DI QUILIANO

PROVINCIA DI SAVONA

"ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL RIO SANTO - REDAZIONE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA".

****

RELAZIONE GEOLOGICA DI INQUADRAMENTO GENERALE

ANNO 2017

IL TECNICO:

Dott. Geol. Dario Costantini

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. DARIO COSTANTINI
A.P. n. 466
data iscr. 01-08-2002

GEOL.COSTANTINI DARIO
Studio geologia tecnica
Via Bellotto16d/10 Quiliano (SV)
cosdar@gmail.com
Cell. 349/4006823

SOMMARIO

1 PREMESSA 3

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 5

4 ASSETTO GEOLOGICO 6

4.1 ASSETTO GEOLOGICO GENERALE 6
4.2 LITOLOGIE PRESENTI PRESSO L'AREA DI SEDIME 6
4.2.1 Gneiss di Albissola 7
4.2.2 Filladi di Murialdo 7
4.2.3 Coltri eluvio –colluviali 7

5 ASSETTO GEOMORFOLOGICO 10

5.1 ANALISI IDROGEOMORFOLOGICA DEL BACINO 11

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 17

6.1 ACQUE SUPERFICIALI 17
6.2 ACQUE SOTTERRANEE 17

7 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI 19

7.1 TERRENI ALLUVIONALI RECENTI 19
7.1.1 Coltri eluvio –colluviali 20
7.2 SUBSTRATO ROCCIOSO SCISTOSO 20
7.3 REGOLITE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO 22

9 CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA 24

8 TERRE E ROCCE DA SCAVO 25

9 PRESCRIZIONI GEOLOGICHE IN FASE REALIZZATIVA 26

10 CONCLUSIONI 27

1 PREMESSA

La presente relazione *geologica di inquadramento generale* è stata eseguita nell'ambito dello studio di fattibilità riguardante l'adeguamento e messa in sicurezza idraulica del tratto focivo del rio Santo, sito in loc. Tecci. Il progetto ricade interamente entro il territorio comunale di Quiliano.

La presente indagine fa riferimento alle nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Circolare 2 febbraio 2009, n. 617". Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 1362/2010. Ricadendo marginalmente l'area entro i limiti del vincolo idrogeologico ci si è attenuti ai dettami della L.R. 4/99 (legge forestale regionale).

La relazione è finalizzata alla caratterizzazione e alla costruzione del modello geologico del sito in relazione alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera. Ottenuta la documentazione tecnica necessaria sono stati eseguiti i sopralluoghi e le indagini in sito ritenuti maggiormente opportuni, in modo da delineare adeguatamente il contesto geologico, in relazione al tipo di intervento previsto.
I sopralluoghi e le indagini sono volti alla trattazione degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici della area di sedime allargata ad un intorno dimensionale sufficientemente significativo, analisi che ha compreso un esame della stratigrafia locale e delle caratteristiche fisico meccaniche delle litologie presenti in loco e una valutazione dello stato di conservazione idro-geomorfologica dell'intero bacino idrografico. Si rimanda per le note geotecniche di fattibilità generale al livello di progettazione preliminare successivo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2008

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per |'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.I. 14 gennaio 2008" - Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali perla resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002).

Legge regionale 4/99

Legge forestale regionale – vincolo idrogeologico

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area insediativa oggetto di indagine è localizzata nei pressi della località Tecci-Rive e consta in un tratto di viabilità privata che collega alcune case isolate a via Tecci. Il sito si sviluppa lungo le quote comprese tra 20 e 50 m sul livello medio del mare.

L'assetto morfologico generale è caratterizzato da linee morbide, tipiche degli ambiti terrazzati di transizione tra il versante e il fondovalle con coperture detritiche mediamente potenti e pendenze che variano da nulle presso gli ambiti di fondovalle a medie lungo i versanti, i quali sono localmente modificati dagli insediamenti antropici residenziali e rurali e modellati con brevi terrazzamenti e muri di sostegno in pietrame a secco.

Vista area del sedime



Area del sedime

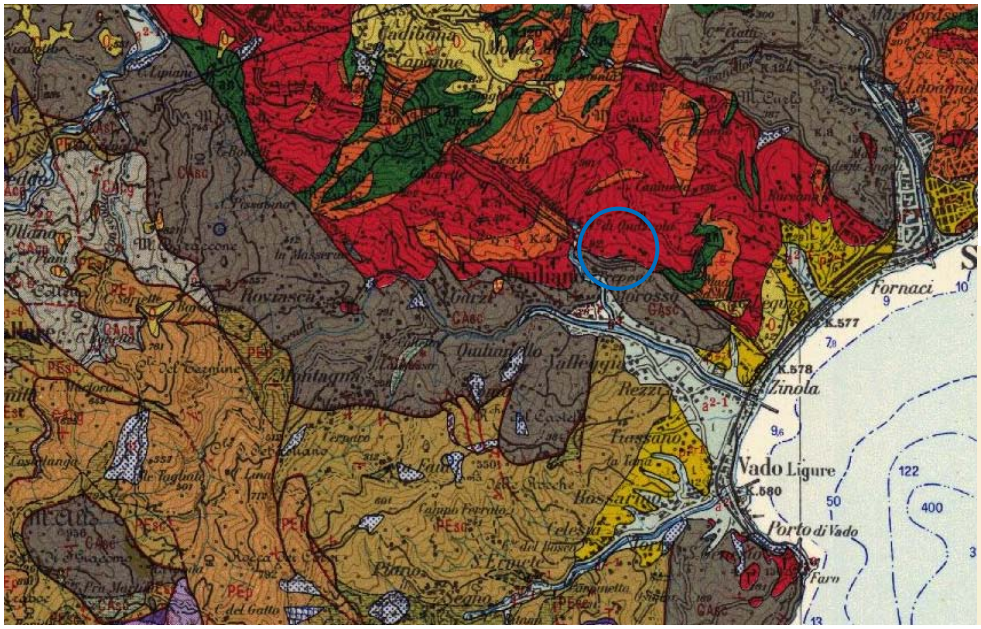
4 ASSETTO GEOLOGICO

4.1 Assetto geologico generale

L'area insediativa ricade nel comune di Quiliano, il cui territorio comunale è interessato nella sua ossatura montuosa da vasti affioramenti rocciosi posti in una zona tettonicamente complessa delle alpi Liguri. Le formazioni affioranti appartengono pressoché esclusivamente al Settore Orientale del Dominio Brianzonese Ligure. Sotto il profilo puramente geologico-strutturale e paleogeografico il Brianzonese Ligure, il cui dominio inizia a differenziarsi da quello Piemontese nel Trias superiore, costituisce il prolungamento verso SE, dal Colle di Tenda fino al mare, del Brianzonese classico e, come quest'ultimo, rappresenta al tempo stesso parte di un dominio paleogeografico e di un complesso di Unità Tettoniche che si ritiene provengano dalla porzione del paleocontinente europeo più prossima al margine del paleocontinente stesso. La serie stratigrafica Brianzonese è distinta in tre parti: basamento cristallino (interessato da una o più orogenesi prealpine), tegumento permo-carbonifero e copertura meso-cenozoica.

4.2 Litologie presenti presso l'area di sedime

Il sito in esame, esteso ad un intorno geografico sufficientemente ampio, vede un diffuso affioramento di litologie appartenenti al tegumento permo-carbonifero, di origine in parte vulcanica e in parte sedimentaria continentale, che vede successioni litologiche con grande variabilità di facies e spessori mediamente compresi nell'ordine delle centinaia di metri.



4.2.1 Gneiss di Albissola

Il substrato roccioso ascrivibile alla formazione degli “Gneiss di Albisola”, si presenta come ortogneiss caratterizzati da una colorazione chiara sulle facce di taglio fresche, con tessitura macro cristallina. Sul terreno la roccia si presenta di colore tendente al verde-marroncino in relazione all’alterazione. Si evidenzia un complesso sistema di fratturazione che suddivide l’ammasso in blocchi di dimensioni centimetriche L’orientazione delle varie lineazioni di discontinuità risulta di difficile interpretazione a causa della dispersione delle stesse (evidente scistosità e clivaggio).

In relazione all’andamento delle discontinuità si può comunque osservare come l’ammasso roccioso possa essere assimilato ad un sistema a blocchi parzialmente – totalmente definiti.

4.2.2 Filladi di Murialdo

Sono rappresentati essenzialmente da filladi provenienti da metamorfismo di sedimenti fini. Il substrato roccioso si può ascrivere alla “Formazione di Murialdo”.

Questa si presenta come filladi sericitiche e micascisti carboniosi caratterizzati da una colorazione scura grigio-verdastra per la presenza di grafite e di clorite. Sul terreno la roccia si presenta di colore tendente al marroncino in relazione all’alterazione e si presentano di aspetto francamente scistoso. L'andamento generale denota giaciture variabili in un range relativamente ampio e con orientazioni piuttosto disperse; é ben manifesta nell'ammasso una fratturazione ben evidente; le varie fratture e discontinuità sono tra loro ortogonali e tali da suddividere l'ammasso roccioso in blocchi decimetrici fino a centimentrici di forma irregolare che nelle zone corticali denotano bassi rapporti di coazione. In relazione all’andamento delle discontinuità si può comunque osservare come l’ammasso roccioso possa essere assimilato ad un sistema a blocchi parzialmente definiti e solo localmente prevale l’aspetto massivo.

4.2.3 Coltri eluvio –colluviali

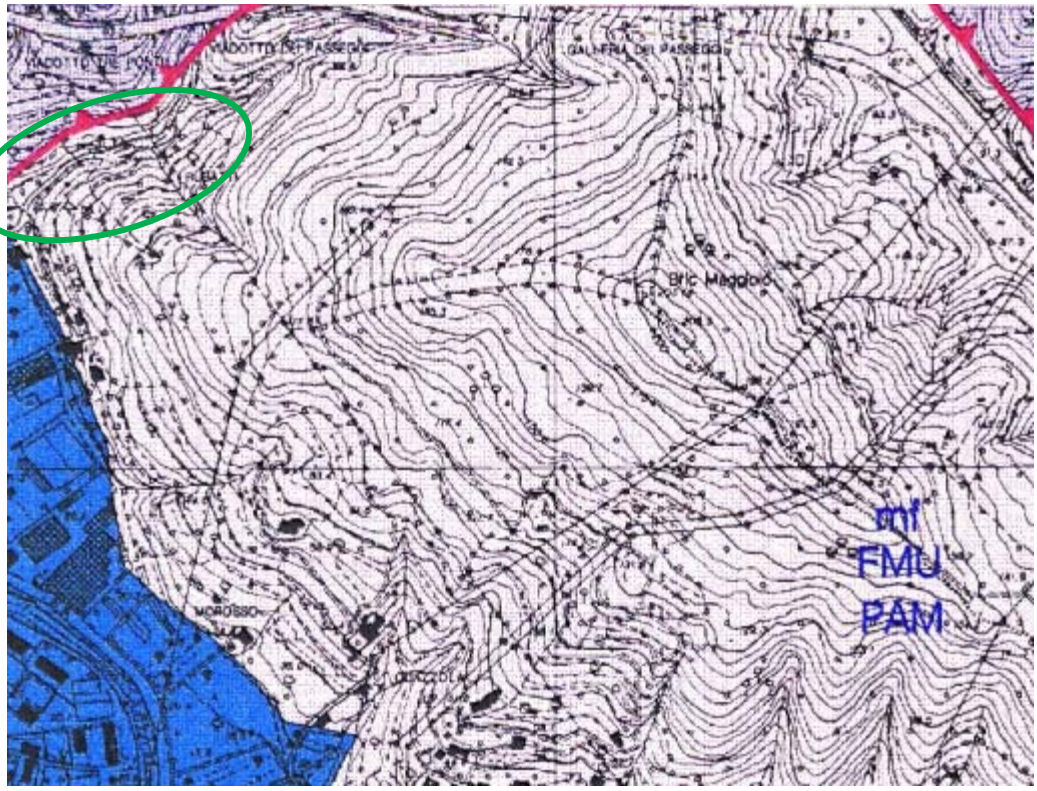
A tetto delle rocce metamorfiche è presente una coltre detritica di copertura costituita da materiali alterati di colore dal bruno-rossastro al grigio cenere costituita da elementi lapidei propri del substrato scistoso (ghiaie e ciottoli a spigoli vivi) immersi in matrice limo argillosa.

Il passaggio con il bed-rock sottostante è abbastanza graduale e passa attraverso un livello

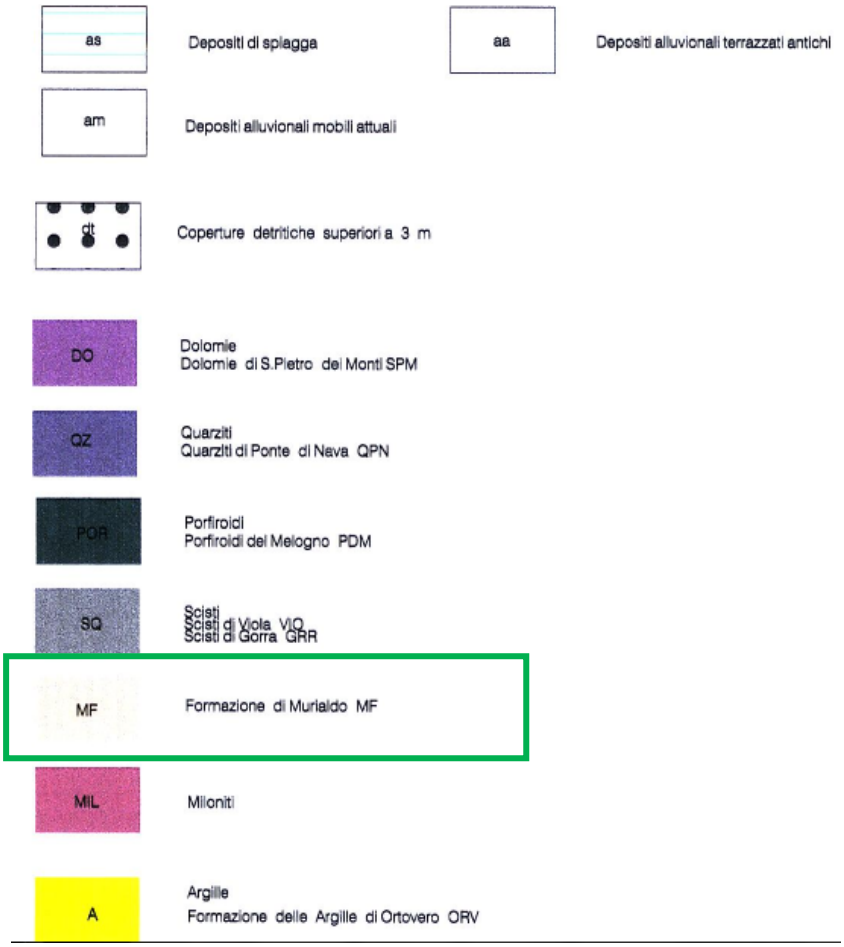
di roccia particolarmente alterata e fratturata (regolite).

L'andamento e gli spessori della coltre superficiale sono condizionati dall'andamento del substrato roccioso, dalla pendenza del versante e dalla sistemazione antropica del versante che, a seguito della realizzazione di edifici, strade di accesso e di fasce di coltura mediante terrazzamenti, ha chiaramente modificato l'originario andamento della coltre detritica superficiale. Nell'area di sedime i suoli presentano nella generalità spessori variabili ma comunque di potenza compresa tra 2 e 4 m, con puntuali inspessimenti in concomitanza con avvallamenti del substrato. Lo spessore rilevante dello strato di coltre è testimoniato dalla presenza di radi e discontinui affioramenti diretti del bed-rock negli immediati dintorni della zona di intervento.

Inquadramento geologico schematico



Area del sedime



5 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

La località si colloca in una zona di basso morfologico, lungo lo sviluppo del tratto focivo del rio Santo, affluente minoritario del Torrente Quazzola.

L'ambito perimetrato nel progetto in esame si pone nei pressi della strada privata di accesso alle abitazioni poste lungo il corso del rio, che nel tratto terminale condivide il suo alveo con la succitata sede stradale, in una zona posizionata ai margini esterni della breve pianura alluvionale identificata dal corso del T. Quazzola, ovvero in ambito transizionale tra il margine esterno della succitata piana alluvionale e l'ambito di versante terrazzato rurale su cui si pongono le rade abitazioni presenti in sito.

Le pendenze appaiono comprese entro un grado da molto basso a basso, che tende comunque a salire risalendo lungo il versante. L'acclività risulta comunque mitigata dalla sistemazione morfologica del sito, in relazione alla marcata presenza dell'intervento antropico. L'uso rurale dei luoghi appare evidente come si evince dal generale stato di conservazione e stabilità del tratto di versante, il quale si presenta in discrete condizioni di conservazione relazionabili ad una presenza antropica in grado di eseguire adeguate opere di manutenzione e mantenimento.

La morfologia locale vede la presenza di ampie fasce di terreno pianeggiante sistemate in maniera differente in relazione all'acclività. Le zone a pendenza nulla o molto bassa, vedono la presenza di elementi antropici quali abitazioni e manufatti ad uso rurale. Le zone di monte a maggiore pendenza denotano viceversa la presenza di fasce terrazzate di minore ampiezza (2- 4 mt), sostenute da muri in pietrame a secco, secondo il classico schema dell'agricoltura ligure.

Il rilievo geomorfologico eseguito in sito ha rilevato le caratteristiche salienti del sito, al fine di delinearne il grado di stabilità a livello puntuale e di versante. Tali caratteristiche sono di seguito elencate:

- Ambito di interposizione tra il fondovalle e il versante sistemato e antropizzato con grado di pendenza crescente dal basso verso le quote maggiori, (pendenze da nulle a medie);
- Profilo modificato dall'uso antropico (agricolo) con realizzazione di terrazzamenti di varia ampiezza;
- Presenza di scarpate naturali in discreto grado di conservazione e stabilità collegabili

ad una sufficiente manutenzione dei luoghi, che evidenziano solo puntualmente la presenza dei terreni che costituiscono il substrato geologico locale in relazione ad un elevato spessore delle coltri detritiche;

- fabbricati al contorno che non denotano gravi schemi fessurativi imputabili a fenomeni di instabilità del versante;
- assenza di evidenti indicatori di ampi movimenti franosi attivi o quiescenti coinvolgenti grosse masse di terreno o di substrato;

L'analisi geomorfologica indica come il sedime di progetto si posiziona in una porzione di versante geomorfologicamente complesso con energia di rilevo di grado mediamente elevato, in relazione sia al fatto di ricadere in una zona di transizione tra la pianura e il versante, sia per la presenza di una importante impronta antropica al suo contorno.
E' noto che gli ambiti perimetrali alle zone di pianura alluvionali mostrino una propria fragilità geomorfologica intrinseca, amplificata in questo caso dalla presenza di un elevato spessore di coltri detritiche e da un substrato roccioso con scadenti proprietà strutturali.
Allo stato attuale, l'assenza di indicatori geomorfologici che indichino uno stato di dissesto in atto o quiescente, consentono tuttavia di asserire che il sedime denota una soddisfacente condizione di stabilità geomorfologica. Tale condizione dovrà tuttavia essere attentamente preservata in relazione agli scopi di progetto, predisponendo tutti gli accorgimenti tecnico-esecutivi necessari affinché le procedure di movimento terra non vadano a condizionare in senso geostaticamente negativo gli insediamenti antropici presenti al contorno dell'area di intervento.

5.1 Analisi idro-geomorfologica del bacino del rio Santo

Analisi della topografia e della morfologia

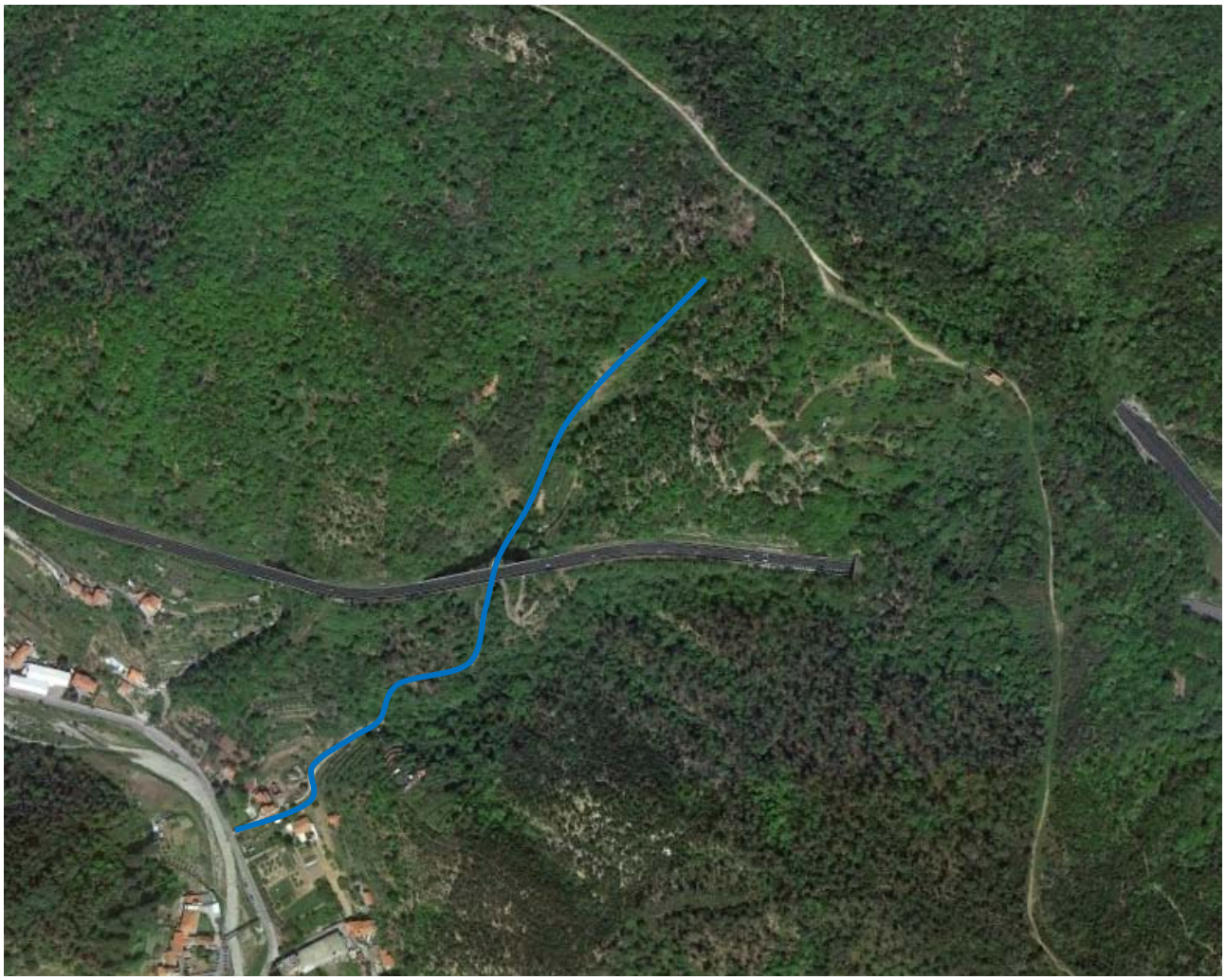
L'ubicazione dell'asta fluviale è posta entro la fascia altimetrica compresa tra 20 e 250 metri sul livello medio del mare, ed è sito quasi interamente in un ambito di versante posto in prossimità della zona a maggiore densità urbana del comune di Quiliano.
Il rio si configura come una lineazione singola con bacino embrifero composito ma sostanzialmente unico; l'asta fluviale è dotata di una estensione ridotta, nasce infatti presso i rilievi del Bric. Passeggi e Bric Maggiolo per confluire circa 600 m più a valle entro il corso del T. Quazzola.
Il versante che comprende il bacino idrografico ha un andamento morfologico

sufficientemente regolare in termini pendenza e forma delle sponde. La forma del bacino è ad ombrello e blandamente allungata parallelamente alla linea di deflusso.

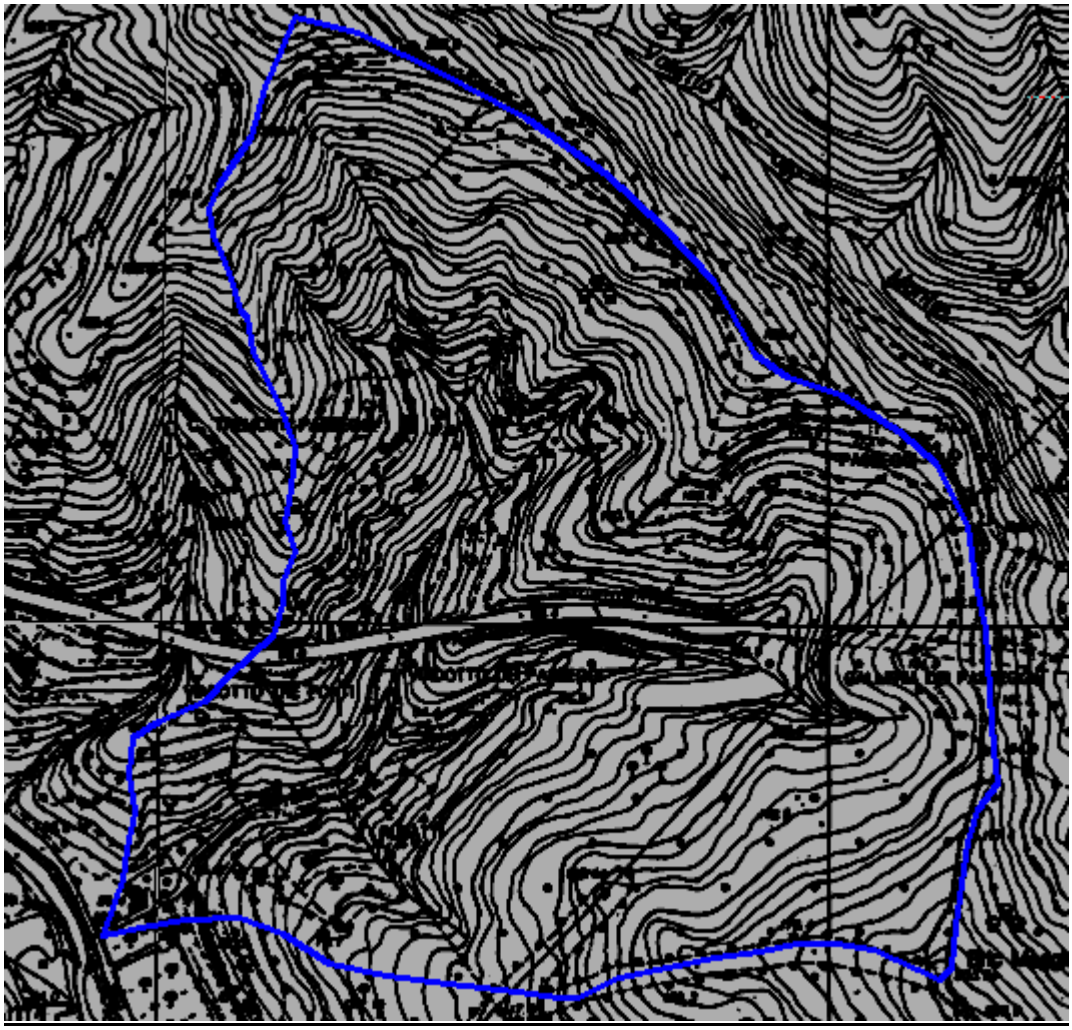
Il bacino comprende intervalli di pendenza da medio ad alto con maggiori pendenze presso i punti di minore ampiezza longitudinale del bacino, ovvero dove conseguentemente all'avvicinarsi degli spartiacque opposti il rio si approfondisce, aumentando nel contempo l'acclività delle sponde.

Traendo quindi un bilancio generale delle pendenze dei versanti che circondano l'asta fluviale e le pendenze dell'alveo del rio stesso, si evince come prevalgano quelle di grado medio-basso, in virtù di un parziale grado di uso antropico dei luoghi specie lungo il fondovalle, che ha rimodellato in gran parte l'originale morfologia del pendio.

Inquadramento aerofotogrammetrico



Inquadramento cartografico



Assetto geologico del bacino

Affiorano nell'ambito dell'intero bacino considerato le seguenti litologie:

- Ortogneiss (Formazione degli Gneiss di Albisola);
- scisti e micascisti quarzo sericitici altamente metamorfosati derivanti dalla laminazione di protoliti sedimentari (Filladi di Muriado);
- depositi ghiaiosi talora molto grossolani, poligenici, e sabbie, lungo la costa ligure, di deposizione fluviale o marina, alterati in superficie (Fluviale Antico Ligure);
- coltri più o meno potenti di colluvio e detriti di pendio;
- depositi mobili alluvionali dei corsi d'acqua attuali nel corso d'acqua.

Il bacino si sviluppa lungo una vallata caratterizzata dall'affioramento costante di litologie gneissiche e quarzo sericitiche metamorfiche (il rio spesso scorre presso il contatto tra le due formazioni), sottoposti ad uno strato di coltri detritiche di spessore generalmente modesto e compreso entro i 1- 4 mt.

Analisi del grado di erosione potenziale del bacino in relazione alla geologia e alla morfologia del versante.

Incrociando i dati sopra elencati si evince come il bacino presenti litologie spesso scistose e suoli ad esse connessi che denotano un grado di erodibilità e alterabilità medio-alto.

Indicando un fattore di erosione potenziale per fattori geologici (uniti al fattore di pendenza dei versanti) entro una scala di valutazione che presenta cinque livelli di rischio (molto alto, alto, medio, basso, e molto basso), il bacino in esame ricade entro un livello medio.

Uso del suolo del bacino

La localizzazione del bacino imbrifero oggetto di analisi si posiziona in una zona ad uso del suolo prevalente zerbido (boschivo e arbustivo) con ridotte porzioni ad uso urbano e agricolo. Lo stato reale dei luoghi è desumibile analizzando la cartografia dell'uso del suolo. Entrando nella classificazione adottata dalla provincia di Savona per definire e parametrizzare il grado di estensione delle aree impermeabili e quindi indirettamente la capacità del suolo di assorbire le precipitazioni, si evince che il bacino è inquadrabile nella categoria **tipo C** (bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione), ovvero *estensione areale delle zone impermeabilizzate compreso tra il 5 e il 30%).*

La cartografia dell'uso del suolo, incrociata con la fotogrammetria aerea permette inoltre di definire a grandi linee la tipologia di copertura vegetale naturale presente, che risulta composta da un 90% di aree caratterizzate da copertura arbustiva e arborea a medio e alto fusto.

Analisi del grado di erosione potenziale del bacino per uso del suolo e copertura vegetale

Incrociando i dati sopra elencati si evince come il bacino presenti un elevato sviluppo di aree coperte da zone boscate, per una superficie complessiva prossima al 90%. La porzione rimanente (escludendo la porzione di territorio occupata dal centro edificato pari a circa il 2% del totale) è occupata da terreni ad uso agricolo (in prevalenza uliveti e fasce di coltura). Pertanto si può verificare che circa il 90% del bacino è sufficientemente protetto dagli agenti dilavanti atmosferici dalla presenza di vaste aree dotate di una copertura vegetale (arbustiva e/o arborea) che si presenta diradata o assente solo in ridotte porzioni del bacino (ambiti apicali di crinale).

Indicando un fattore di erosione potenziale per fattori morfologici e di uso del suolo entro una scala di valutazione che presenta cinque livelli di rischio (molto alto, alto, medio,

basso, e molto basso), il bacino in esame ricade entro un livello basso.

Assetto geomorfologico del bacino

La cartografia di riferimento geomorfologica mostra come il 90% dell'estensione areale del bacino sia caratterizzata dalla presenza di substrato roccioso affiorante o sub affiorante in scadenti condizioni di conservazione, sottoposti a terreni detritici (coltri) di spessore compreso tra 1 e 3 mt, che ricoprono il substrato roccioso stesso. Le coltri detritiche, ove presenti, risultano generalmente sistemate e sagomate in una condizione di stabilità geomorfologica, mediante le numerose fasce terrazzate che caratterizzano i versanti del bacino, le quali svolgono una funzione di protezione del substrato roccioso dai fattori erosivi, substrato che viceversa presenta una notevole facilità di alterazione e disgregazione. *Non sono presenti all'interno del bacino fenomeni franosi attivi o quiescenti di estensione tale da rivestire un ruolo attivo nella determinazione del grado di sistemazione geomorfologica del bacino stesso*.

Analisi del grado di erosione potenziale del bacino per processi geomorfologici

Indicando un fattore di erosione potenziale per fattori geomorfologici entro una scala di valutazione che presenta cinque livelli di rischio (molto alto, alto, medio, basso, e molto basso), il bacino in esame ricade entro un livello basso.

Valutazione conclusiva del grado dissesto e sistemazione del bacino

Le valutazioni inerenti i tre parametri di analisi del grado di sistemazione geomorfologica del bacino e di conseguenza della sua capacità di produrre trasporto solido hanno mostrato i seguenti risultati:

fattore di erosione potenziale per fattore morfologico (pendenza versanti) e geologico **il bacino in esame ricade entro un livello medio.**

fattore di erosione potenziale per fattori di uso del suolo **il bacino in esame ricade entro un livello basso.**

fattore di erosione potenziale per fattori geomorfologici **il bacino in esame ricade entro un livello basso.**

fattore di artificializzazione del corso d'acqua per presenza di elementi antropici

l'asta fluviale in esame ricade entro un livello medio

I quattro fattori di stima hanno chiaramente un proprio e diverso peso specifico nella valutazione di quello che è il potenziale e complessivo grado di movimentazione di sedimenti verso l'alveo. Tuttavia anche la correlazione tra i singoli fattori assume risultati differenti in relazione alle singole peculiarità dei fattori stessi. Pertanto le conclusioni finali si ottengono stilando una media ragionata dei quattro singoli parametri di controllo e della loro associazione.

Dai risultati di cui sopra si ottiene *un grado di trasporto solido potenziale comunque compreso in un livello* ***basso,*** *in ragione di un bacino che si presenza ben sistemato e nel suo tratto focivo densamente antropizzato e con un rilevante grado di artificializzazione.*

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

6.1 Acque superficiali

L'idrografia superficiale è condizionata dalla presenza del rio Santo e del vicino T. Quazzola. Essi costituiscono il sistema idrologico principale della zona.

Il corso d'acqua rio Santo pur essendo un piccolo affluente del t. Quazzola risulta morfologicamente piuttosto articolato:

- nell'ambito "montano" l'asta fluviale risulta ad elevata pendenza e profondamente incisa nel substrato con tipologia di "alveo a fondo fisso";
- Nel breve ambito focivo a bassa pendenza, il rio si presenta fortemente artificializzato con alveo cementato, frequenti attraversamenti e sponde in muratura, fino quasi a perdere la propria identità di alveo fluviale attivo;

Il rio sfocia direttamente nel T. Quazzola dopo aver attraversato via Tecci mediante tombinatura.

6.2 Acque sotterranee

Lo schema idrogeologico della valle del T. Quazzola appare assai articolato, in relazione alla variabilità litologica e alla complessità geostrutturale del territorio dove possono distinguersi almeno due domini idrogeologici principali.

In corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi la circolazione idrica sotterranea negli ammassi rocciosi che generalmente non porta allo sviluppo di acquiferi significativi di adeguata estensione e potenza. La permeabilità generale è di norma medio bassa e buona parte della circolazione idrica si esplica negli ammassi fratturati a livello relativamente superficiale anche per il progressivo serrarsi dei giunti con l'aumentare della profondità.

La piana alluvionale risulta viceversa possedere una falda di sub-alveo alimentata dal torrente che costituisce la struttura idrogeologica più importante della valle omonima. Trattasi di una struttura idrogeologica del tipo "sistema globale acquifero/fiume" con rapporto diretto tra falda e sistema fluviale; l'alimentazione è garantita dai processi di dispersione in sub-alveo ed in parte con ricariche provenienti dal substrato o dalle zone fagliate.

Il materasso alluvionale è caratterizzato da una stratificazione irregolare con disomogeneità composizionali sia verticali che orizzontali con deposizione prevalente di

ghiaie e sabbie anche grossolane in lenti nastriformi allungate nel senso della corrente intervallate da orizzonti di materiali fini a componente limo argillosa. Complessivamente il materasso alluvionale ha permeabilità buona.

La configurazione puntuale dell'acquifero contenuto nel materasso alluvionale individuato dal rio risulta abbastanza complessa e non conosciuta nel dettaglio. Dall'interpolazione dei dati che si possono ricavare dalle conoscenze del modello geologico-strutturale si possono comunque delineare i seguenti limiti geometrici:

- il limite superiore è costituito dalla superficie piezometrica libera che si trova a bassa profondità in relazione all'andamento locale del p.c e delle oscillazioni della falda stessa in relazione ai livelli delle acque fluviali del rio e del torrente. I livelli freatimetrici possono scendere ben al di sotto dei 2-3 m in relazione agli andamenti stagionali della falda in particolare nei periodi più siccitosi;
- i limiti laterali sono costituiti dai rilievi collinari che definiscono morfologicamente la vallata;
- l'acquifero è strutturalmente unitario ma tende tuttavia a differenziarsi in subacquiferi locali in comunicazione tra loro in relazione all'andamento complesso delle stratificazioni fluviali tra sedimenti grossolani e fini.
- il meccanismo idrodinamico dell'acquifero segue a grandi linee quello dell'idrografia superficiale. La funzione conduttrice è prevalente e l'acquifero ha caratteristiche complessive di "falda di scorrimento". Il deflusso idrico sotterraneo avviene da ovest verso est e la morfologia della piezometrica appare approssimativamente piana con variazioni di un qualche significato solo a scala locale. La falda superficiale si esplica principalmente nei depositi sabbiosi ghiaiosi alluvionali) che hanno buone caratteristiche di permeabilità (il coefficiente di permeabilità k risulta variabile da 10^{-7} a 10^{-9}).

Esiste una correlazione "fisica" tra superfici freatiche e livello delle acque superficiali a conferma del rapporto diretto tra falda e la rete idrografica. L'alveo superficiale è normalmente drenante rispetto alla falda solo in concomitanza con eventi di piena il sistema idrogeologico subisce sensibili variazioni con deflusso superficiale alimentante le acque di falda.

7 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO MECCANICI DEI TERRENI

In questa fase di attuazione preliminare, i valori litologici sono stati desunti da un attento rilevamento geologico di superficie, opportunamente integrato con informazioni relative ad indagini effettuate nelle vicinanze dell'area di sedime su terreni e litologie di analoga natura e granulometria. La presenza di spaccati naturali nel raggio di alcune decine di metri dal sedime, lo svolgimento di lavori di analoga natura tecnica presso il medesimo ambito geologico, ha consentito la ricostruzione schematica della stratigrafia del sottosuolo nonché la definizione dei parametri fisico meccanici dei terreni costituenti il sottosuolo.

Schematicamente la stratigrafia locale vede la presenza di un livello superficiale di materiale pedogenico e rimaneggiato di varia natura con spessore variabile da 0.5 a 1 mt con scarse caratteristiche geotecniche. Al di sotto di tale livello prendono corpo i sedimenti alluvionali antichi e recenti, ovvero alternanze irregolari di sabbie e ghiaie arrotondate e livelli fini limo argillosi, costantemente disposti con giaciture sub-orizzontali, che a loro volta vanno ad appoggiare sul basamento roccioso scistoso. Di seguito si riportano le caratteristiche litologiche relative al livello di maggiore interesse ai fini dell'intervento in esame, ovvero i sedimenti alluvionali terrazzati antichi e recenti.

N.B. Tali conoscenze geologiche generali dell'areale rendono comunque necessaria l'esecuzione di ulteriori prove e indagini dirette in sito, da porsi a corredo delle fasi di progettazione successiva.

7.1 Terreni alluvionali recenti

Il materasso alluvionale è costituito da sedimenti poligenici generalmente grossolani, deposti secondo la classica morfodinamica fluviale, ovvero ampie passate di materiale grossolano intercalato a lenti di detriti fini, con disposizione lenticolare sub parallela. Granulometricamente il sedimento è costituito da miscele eterogenee di ghiaie, sabbie e ciottoli arrotondati prettamente poligenici, spesso immersi in una matrice fine generalmente limosa.

Accorpando le classi stratigrafiche affini, il sottosuolo indagato si può inquadrare in un gruppo geotecnico definito, (escludendo chiaramente il terreno superficiale) ovvero:

miscele di sabbie ghiaioso-ciottolose con limo;

terreni mediamente addensati con frequenti inclusi ciottolosi poligenici anche di grosse dimensioni a comportamento da scarsamente a mediamente coesivo (sedimenti alluvionali terrazzati recenti);

Sulla base delle conoscenze in possesso è possibile definire con sufficiente approssimazione le principali caratteristiche litologiche:

- *Classificazone USCS: SW – GW - ML*
- *Peso volume γ = 18 – 20 kN/mc*
- *Angolo di Attr. Int. = $\phi \geq$ 28°-32°*
- *Coesione c = da nulla a debole -> 0-5 kpa*

7.1.1 Coltri eluvio –colluviali

A tetto delle rocce metamorfiche è presente una coltre detritica di copertura costituita da materiali alterati di colore dal bruno chiaro al grigio cenere costituita da elementi lapidei propri del substrato scistoso (ghiaie e ciottoli a spigoli vivi) immersi in matrice limo argillosa. Il passaggio con il bed-rock sottostante è abbastanza graduale e passa attraverso un livello di roccia particolarmente alterata e fratturata (regolite).

L'andamento e gli spessori della coltre superficiale sono condizionati dall'andamento del substrato roccioso, dalla pendenza del versante e dalla sistemazione antropica del versante che, a seguito della realizzazione di edifici, strade di accesso e di fasce di coltura mediante terrazzamenti, ha chiaramente modificato l'originario andamento della coltre detritica superficiale.

Nell'area di sedime i suoli presentano nella generalità spessori variabili ma comunque di potenza compresa tra 2 e 4 m, con puntuali inspessimenti in concomitanza con avvallamenti del substrato. Lo spessore rilevante dello strato di coltre è testimoniato dalla presenza di radi e discontinui affioramenti diretti del bed-rock negli immediati dintorni della zona di intervento.

- *Peso di Volume = γ = 17 – 19 kN/mc*
- *Coesione = c = 10 – 20 kpa*
- *Angolo di Attr. Int. = ϕ = 28°-32°*

7.2 Substrato roccioso scistoso

Il substrato roccioso risulta avere caratteristiche litotecniche piuttosto scadenti e nelle zone di contatto con la coltre o in superficie si avvicina ad un terreno sciolto molto addensato

poiché il regolite appare disgregato e soggetto a fenomeni di alterazione.

L'ammasso roccioso presenta significative variazioni nella densità di fratturazione che, unite all'estrema variabilità delle giaciture dei giunti, lo rendono classificabile come "ammasso roccioso a corpi totalmente definiti", e non consentono l'esecuzione di prove sclerometriche per la scarsa significatività che avrebbero i risultati (con valori estremamente variabili a seconda della maggiore o minore fratturazione/scistosità relativa giacitura).

Sulla base del rilevamento in sito presso i sporadici affioramenti è tuttavia possibile stimare in via speditiva l'R.Q.D. dell'ammasso roccioso in funzione della fratturazione degli affioramenti (sulla base della correlazione empirica tratta da: GIODA G., 1981, Meccanica delle rocce, ed. CLUP, Milano), da cui risulta un R.Q.D. compreso tra il 15% ed il 30%. Per quanto attiene alle caratteristiche litotecniche dell'ammasso roccioso, si può asserire che l'elevata tettonizzazione ed i fenomeni di alterazione rendono gli ammassi rocciosi globalmente individuabili nel campo delle "rocce deboli".

Al fine di meglio caratterizzare l'ammasso roccioso dal punto di vista strutturale è stato utilizzato il metodo proposto da Bieniawski (classificazione R.M.R.) che permette di definire per classi i parametri di resistenza e deformabilità (c, ϕ).

L'indice R.M.R. a cui conduce tale classificazione si dimostra di notevole importanza per dare un giudizio qualitativo-quantitativo sintetico sulle caratteristiche dell'ammasso roccioso nei confronti della stabilità dei versanti.

I cinque parametri utilizzati dalla classificazione di Bieniawski e che permettono di giungere alla determinazione dell'indice R.M.R. sono:

resistenza alla compressione monoassiale della roccia intatta,
indice R.Q.D. (Rock Quality Designation);
spaziatura dei giunti,
condizione delle discontinuità (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale di riempimento),
condizioni idrauliche (afflusso acqua, pressione interstiziale).

Ogni parametro è valutato in modo quantitativo e ad ognuno di essi viene assegnato un indice parziale.

La somma algebrica degli indici parziali relativi ai singoli parametri analizzati fornisce l'indice complessivo dell'ammasso roccioso (definito appunto R.M.R.) in base al quale vengono definite cinque classi; per ogni classe è indicata una stima di massima dei parametri di resistenza globale dell'ammasso roccioso.
Dalle misure effettuate sugli affioramenti rocciosi nell'area in analisi, sono emersi i seguenti parametri:

Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta Qc= - 500 kg/cmq	**INDICE PARZIALE = 4 –7**
R.Q D 15 % - 30 %	**INDICE PARZIALE = 3 -8**
Spaziatura dei giunti Fra 50 e 300 mm	**INDICE PARZIALE = 10**
Condizione delle discontinuità: Superfici lisce o laminate	**INDICE PARZIALE = 6**
Condizioni idrauliche: Solo umidità	**INDICE PARZIALE = 7**

La somma dei cinque indici parziali risulta essere compresa tra 30 e 38, quindi secondo la classificazione degli ammassi rocciosi con i criteri proposti da Bieniawski (1976), complessivamente gli affioramenti ricadono nella classe IV con qualità litotecniche dell'ammasso "scadenti".
Il substrato roccioso, come nel nostro caso intensamente fratturato ed alterato, ha comportamento (almeno nella sua parte superficiale) analogo ad un ammasso granulare molto denso con un forte grado di "interlocking" cioè di interconnessione tra i singoli elementi lapidei costituenti l'ammasso.
Pertanto si ritengono adeguate le seguenti caratteristiche litotecniche:

- *Peso di Volume* $= \gamma =$ *23 – 25 kN/mc*
- *Coesione* $= c =$ *30 – 100 kpa*
- *Angolo di Attr. Int.* $= \phi =$ *33° - 35°.*

7.3 Regolite del substrato roccioso

In ragione della diversa consistenza a livello litologico dello spesso strato di alterazione del bed-rock si forniscono di seguito i parametri che lo contraddistinguono, considerando il

terreno molto più simile ad una coltre fortemente addensata che ad una vera e propria roccia.

Pertanto si ritengono adeguate le seguenti caratteristiche litologiche:

- *Peso di Volume = γ = 20 – 22 kN/mc*
- *Coesione = c = 20 – 40 kpa*
- *Angolo di Attr. Int. = ϕ = 30° - 33°.*

N.B. i valori caratteristici dei parametri geotecnici e geomeccanici saranno calcolati nella stesura geotecnica, i valori sopra indicati hanno unicamente funzione indicativa.

PARAMETRI			CAMPO VALORI						
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	> 80 Kg/cm²	40-80 Kg/cm²	20-40 Kg/cm²	10-20 Kg/cm²	Non applicabile		
		Compressione uniassiale	> 2000 Kg/cm²	1000-2000 Kg/cm²	500-1000 Kg/cm²	250-500 Kg/cm²	100-250 Kg/cm²	30-100 Kg/cm²	10-30 Kg/cm²
	INDICE		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI		> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
	INDICE		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento < 5 mm o apertura 1–5 mm Giunti continui	Riempimento tenero spessore > 5 mm o giunti aperti > 5 mm Giunti continui		
	INDICE		25	20	12	6	0		
5	CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10 m lunghezza tunnel	Assente		< 25 litri/min	25-125 litri/min	> 125 litri/min		
		Rapp. Pressione acqua nei giunti / Soll. nat. in situ	0		0,0-0,2	0,2-0,5	< 0,5		
		Condizioni generali	Completamente asciutto		Solo umidità	Acqua in debole pressione	Severi problemi idraulici		
	INDICE		10		7	4	0		

N = Σ ni	0–25	25–50	50–70	70–90	90–100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITÀ DELL'AMMASSO	molto scadente	scadente	discreta	buona	ottima
c Kg/cmq	> 1	1–1,5	1,5–2,0	2,0–3,0	> 3,0
φ	< 30°	30°–35°	35°–40°	40°–45°	> 45°
GIUDIZIO SULLE DIFFICOLTÀ DI SCAVO	nessuna difficoltà	può essere cavato facilmente Frammentazione notevole	discrete difficoltà	si cava con difficoltà Frammenti di notevoli dimensioni	notevoli difficoltà di scavo
T L m	10 min 0,5	5 ore 1,5	1 settimana 2	6 mesi 4	10 anni 5

Tabella riepilogativa dei parametri di Bieniawski

9 CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA

L'area insediativa ricade nel comune di Quiliano e, ai sensi della DGR n.1362/2010, risulta inserito nella Classe Sismica 3 (p.g.a. = 0.150 g).

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

ZONA 3			
Numero progressivo	**Provincia**	**Numero identificativo comune su mappa**	**Comune**
121	**SV**	**41**	**NASINO**
122	**SV**	**42**	**NOLI**
123	**SV**	**43**	**ONZO**
124	**SV**	**44**	**ORCO FEGLINO**
125	**SV**	**45**	**ORTOVERO**
126	**SV**	**46**	**OSIGLIA**
127	**SV**	**49**	**PIETRA LIGURE**
128	**SV**	**52**	**QUILIANO**
129	**SV**	**53**	**RIALTO**
130	**SV**	**57**	**SPOTORNO**
131	**SV**	**61**	**TOIRANO**
132	**SV**	**62**	**TOVO SAN GIACOMO**
133	**SV**	**64**	**VADO LIGURE**
134	**SV**	**66**	**VENDONE**
135	**SV**	**67**	**VEZZI PORTIO**
136	**SV**	**68**	**VILLANOVA DI ALBENGA**
137	**SV**	**69**	**ZUCCARELLO**

8 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Alla luce della natura del suolo derivante dal rilevamento geologico si può affermare che lo scavo NON ricade all'interno di siti di produzione interessati da attività potenzialmente contaminanti o affioramenti delle Pietre Verdi, così come definiti dai criteri regionali allegati alla ex-DGR 859/08.

Nel caso il materiale sia riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato si dovrà fare riferimento all' ex.art. 185 (articolo così sostituito dall'art. 13 del d.lgs. n. 205 del 2010) del Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Nel caso di riutilizzo in altro sito in qualità di "terra e roccia da scavo" si dovrà fare riferimento all'articolo 41-bis (Ulteriori disposizioni in materia di terre e rocce da scavo) del "Decreto del fare", convertito nella legge 98/2013, in vigore dal 21 agosto 2013.

9 PRESCRIZIONI GEOLOGICHE IN FASE REALIZZATIVA

Sarà opportuno provvedere alla designazione con apposito incarico di un geologo che svolga la direzione e la sorveglianza sotto l'aspetto geologico delle indagini geognostiche dei lavori in corso, tramite visite periodiche al cantiere, emanando, in collaborazione con la direzione dei lavori, le disposizioni e gli ordini per l'attuazione della parte geologica dell'opera progettata nelle sue varie fasi esecutive e sorvegliandone la buona riuscita.

In particolare dovrà:

- assicurare l'applicazione delle disposizioni contenute nella presente relazione geologica, con le relative procedure di lavoro previste;
- adeguare le lavorazioni alla situazione geo-stratigrafica puntuale in relazione alla reale evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche intervenute;
- sospendere, in accordo con la D.L., in caso di pericolo grave ed imminente,le singole lavorazioni e provvedere a fornire alle imprese interessate le soluzioni adeguate da attuarsi.

La **presente relazione** risulta redatta quale allegato al permesso di costruire e dovrà essere integrata:

- a seguito delle ispezioni e dei sopralluoghi in fase di cantiere con accertamenti di maggior dettaglio e durante le lavorazioni nel caso di situazioni non prevedibili nella fase attuale previo conferimento incarico relativo alla direzione e sorveglianza sotto l'aspetto geologico dei lavori.

10 CONCLUSIONI

La presente relazione *geologica di inquadramento generale* è stata eseguita nell'ambito dello studio di fattibilità riguardante l'adeguamento e messa in sicurezza idraulica del tratto focivo del rio Santo, sito in loc. Tecci. Il progetto ricade interamente entro il territorio comunale di Quiliano.

La relazione è stata quindi tarata su un livello di progettazione preliminare e ha permesso la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito con sufficiente approssimazione, e la definizione di massima del modello geotecnico necessario al congruente sviluppo del progetto nelle sue diverse e successive articolazioni progettuali, secondo le *"Norme tecniche per le Costruzioni"* di cui D.M. 14.01.2008 e relativa circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Alle luce delle indagini fino ad oggi eseguite ed in funzione del livello di progettazione, Il sito presenta caratteristiche geologiche tali da recepire positivamente gli interventi previsti a progetto, i quali, se correttamente eseguiti, non vanno ad alterare negativamente il grado di stabilità attuale degli assetti idro–geomorfologici ma concorrono bensì ad un loro sostanziale miglioramento.

Tuttavia ogni ulteriore analisi è demandata alle successive fasi di progettazione, che dovranno essere adeguate al contesto morfologico locale, e comprendere in termini di contenuti di programmazione una adeguata campagna geognostica d'indagine e tutte le valutazioni di compatibilità dell'intervento dal punto di vista sismico e geotecnico, redatte alla luce dei risultati degli approfondimenti geognostici.

Quiliano febbraio 2017

il tecnico

Dott. Geol. Dario Costantini

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. DARIO COSTANTINI
A.P. n. 466
data iscr. 01-08-2002