

GIOVANNI BERTAGNIN
ORDINE GEOLOGI PIEMONTE N°529
VIA ROATA 44 – ENTRACQUE
NCF BRTGNN68E29A165O
PIVA 02834980043
CELL 3299242004
bertagnin@inwind.it

REPORT 024B /2018



Giovanni Bertagnin

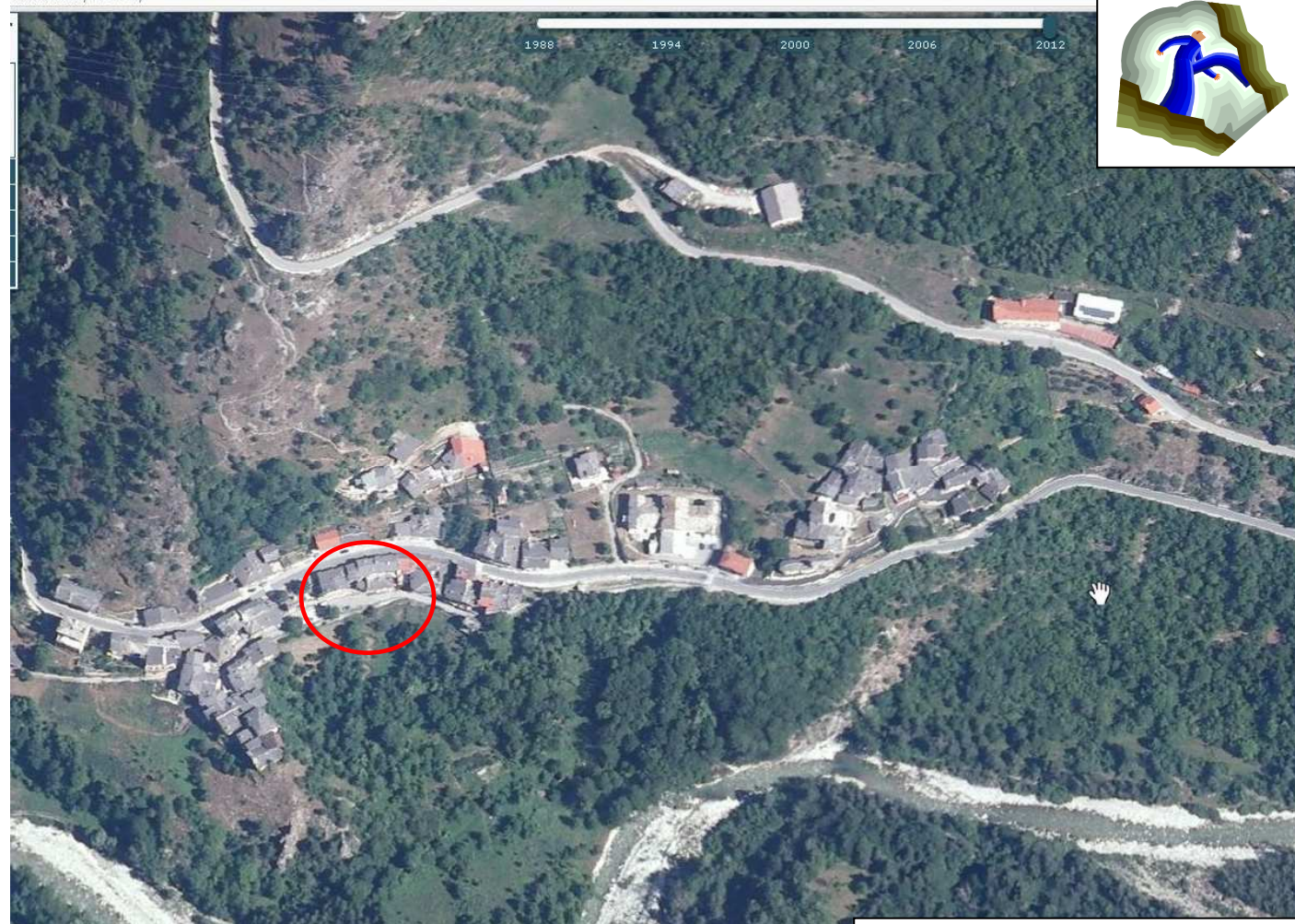
REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO

SPAZIO PROTOCOLLO

RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DM 2018 CIRC.
02_02_2009 N. 617 INERENTE LA SISTEMAZIONE DEL
MURO DI PIAZZA IN LOCALITÀ BASSURA IN PRECARIE
CONDIZIONI NEL COMUNE DI STROPPO

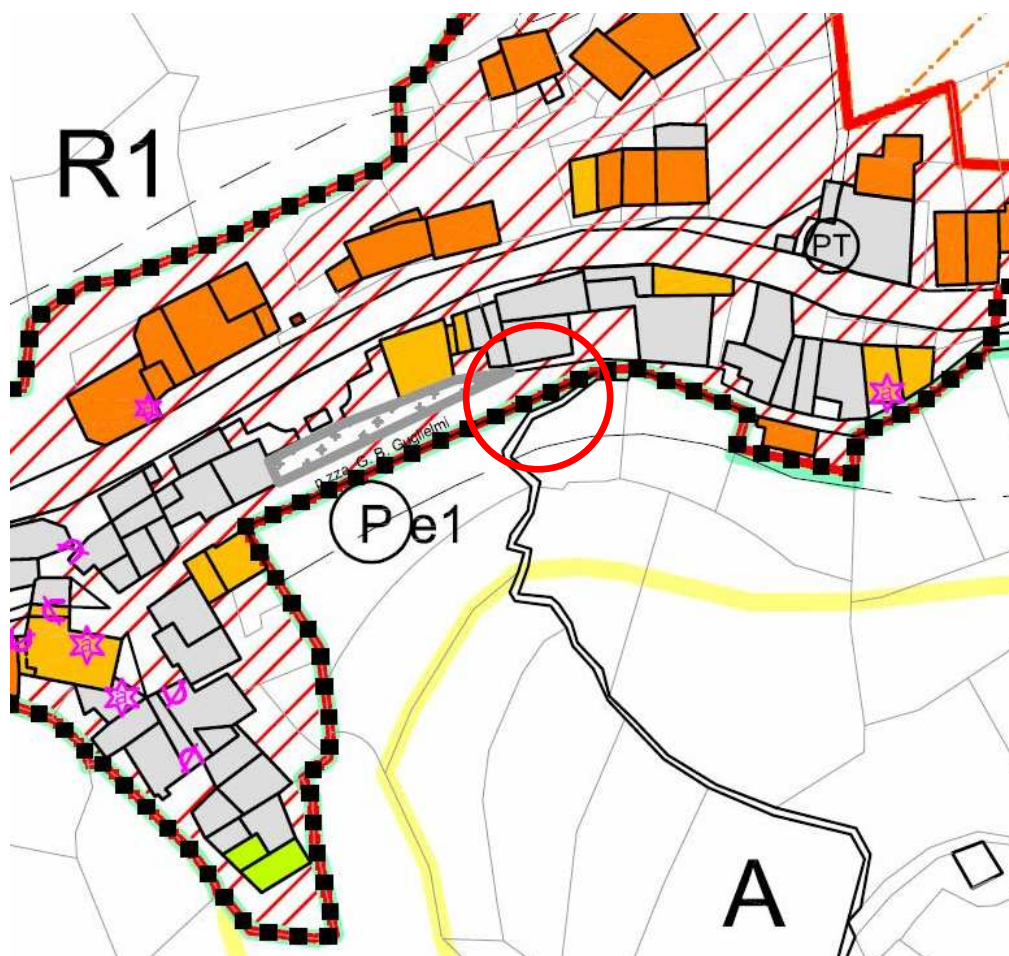
COMMITTENTE
COMUNE DI STROPPO
Ufficiotecnico.conte@tiscali.it
Rif

PROGETTISTA
RS Studio associato di
Ingegneria di RAINA Marco
e SACCO Paolo
Corso Giolitti 4 –
12022 - BUSCA (CN),
tel 0171-944594 ,



CERCHIO ROSSO ubicazione
opera in progetto

Cerchio rosso ubicazione
opera in progetto



INQUADRAMENTO GENERALE E SCELTA DELLA CAMPAGNA DI INDAGINI

Come prescritto dal dm 2018 la relazione geologica deve fare un'analisi del rischio a grande scala e di dettaglio.

Tale analisi deve essere fatta e certificata da tecnico con specifiche competenze anche se il sito è ubicato in area apparentemente priva di rischi e pericolosità.

Lo scrivente nel dettaglio deve analizzare i seguenti rischi

- GEOLOGICO connesso con la messa in posto e la storia dei sedimenti
- GEOTECNICO presenza di strati argillosi
- GEOMORFOLOGICO forme del terreno e aree depresse
- IDROGEOLOGICO presenza di corsi d'acqua e canali e interferenze con falda e valanghe
- SISMICO valutazione dell'amplificazione sismica
- CAMBIAMENTI CLIMATICI eventi estremi

L'intervento in oggetto consiste nella consolidazione di un muro in pietrame e malta della piazza a valle della località Bassura.

Il sito in oggetto è ubicato in una porzione di versante dove sono in più punti stati rilevati conglomerati sedimentari cementati che presentano buone caratteristiche di capacità portante.

Il bacino idrogeologico a monte del sito in oggetto è di ridotte dimensioni e attualmente le acque meteoriche vengono regimate secondo la naturale pendenza ruscellando in superficie.

La strada che porta al convitto di fatto limita il bacino idrogeologico in quanto le acque possono ruscellare lungo strada.

In generale il versante si presenta in buono stato di stabilità, gli edifici sono privi di crepe e anche le strade.

Gli assestamenti rilevati dallo scrivente sono imputabili unicamente a saturazioni prolungate con acqua dei terreni avvenute in seguito alla rottura della fognatura e in seguito continuate nell'area ribassata morfologicamente a monte del muro.

Viste le problematiche sono state eseguite le seguenti indagini:

1) è stata eseguita un'attenta indagine geomorfologica su diverse cartografie per valutare i rischi del sito collegati al deflusso delle acque meteoriche e alla soggiacenza della falda e a emergenze idriche.

2) per la valutazione dello spessore e la consistenza del terreno oggetto di posa delle fondazioni sono stati osservati i fronti di scavi e sono state eseguite prove penetrometriche.

3) sono state eseguite misure di amplificazione sismica locale con sismografo e terna di sensori a bassa frequenza con il metodo H/V Nakamura;

La relazione geologica deve analizzare l'opera in grande scala e nel dettaglio.

In particolare le analisi del geologo devono tenere conto che bisogna considerare e analizzare la situazione di maggior rischio visto che il sistema climatico sta cambiando e in particolare stanno diminuendo i giorni con precipitazioni ma sta aumentando il numero di precipitazioni con elevata intensità.

Il sistema climatico in equilibrio si sta modificando, questo equilibrio climatico dipende da radiazione solare, idrosfera, ghiacciai, biosfera, atmosfera e presenza dell'uomo.

MODELLO GEOLOGICO E ANALISI DELL' INSTABILITA '

Analizzare il perché è avvenuta l'instabilità è molto importante anche per progettare gli interventi di ripristino e di messa in sicurezza.

Attualmente il muro ha subito uno spanciamento con un abbassamento del terreno a monte sulla strada .

L'abbassamento sulla strada di conseguenza raccoglie acque meteoriche di fusione della neve che si infiltrano a monte del muro.

Questa infiltrazione di acqua è molto pericolosa per la stabilità del muro.

Infatti la saturazione prolungata del terreno porta a una diminuzione delle caratteristiche geotecniche del terreno e in particolare a un annullamento della coesione ovvero del legame tra le particelle di argilla e la stabilità è legata allo scheletro di particelle e ciottoli di ghiaia e massi presenti nel muro .

Se la percentuale di terreno argilloso è alta a monte del muro le spinte del terreno possono essere elevate e può avvenire un rilascio tensionale del terreno.

Dal punto di vista geologico non sono stati rilevati affioramenti rocciosi nell'intorno del sito e probabilmente si ipotizza la presenza di conglomerati cementati

Tali conglomerati cementati in profondità a tutti gli effetti presentano una consistenza di un magrone .

Le case e gli edifici a monte non presentano crepe e cedimenti e questo è un indice che si tratta solo di una instabilità locale.

Attualmente esiste per il muro di sostegno la problematica di regimazione delle acque meteoriche che dovrà essere risolta in maniera certificata.

L'elemento che ha attivato il movimento nel muro è stata la rottura della fognatura , tale rottura o perdita di fatto ha saturato il muro ed ha creato assestamenti alla pavimentazione.

Il ripristino della rottura della fognatura è stato effettuato ma non è stata risolta la problematica della regimazione delle acque meteoriche e questo vuole dire che il ripristino è stato fatto da tecnici privi di specifiche competenze che hanno aggiustato la fognatura ma non hanno capito che occorreva evitare infiltrazione di acque nel tratto oggetto di ripristino.

In sintesi durante il ripristino si doveva pavimentare la sede stradale con idonee pendenze per evitare infiltrazioni nel terreno a monte del muro invece è stato solamente coperto il buco nell'area depressa(vedi elaborati fotografici commentati).

ANALISI DELL' INSTABILITA'

Per un'opera di sostegno deve essere verificata :

1. la stabilità al piede e possibili cedimenti e scivolamenti al piede
2. il ribaltamento del muro o sganciamento per muri non rigidi
3. lo scivolamento del complesso opera terreno

Si analizzano ora i singoli punti

PUNTO 1

Per quanto riguarda la stabilità al piede e possibili cedimenti e scivolamenti al piede lo scrivente ha rilevato con due prove penetrometriche la consistenza del terreno al piede del muro .

Non sono presenti segni di cedimenti al piede ma per contro non è stato rilevato un terreno consistente per diversi metri .

Occorre quindi prevedere un intervento che consolidi al piede tale muro.

Le prove penetrometriche hanno evidenziato la presenza di probabili conglomerati a profondità variabili tra 1 e 3 metri .

Con la realizzazione dei pali in progetto all'interno del muro si andrà a scaricare il peso e ad immorsare i pali sui conglomerati cementati ma potrebbero originarsi in futuro locali instabilità appunto per questa carenza di appoggio al piede.

In futuro potranno essere necessari degli interventi di ripristino al piede del muro in pietra .

PUNTO 2

Il muro in oggetto ammette spostamenti e in particolare si è verificato uno spanciamiento che è avvenuto in corrispondenza della zona che si è saturata con acqua , questo sganciamento potrebbe continuare e provocare il pull out o il crollo parziale del muro .

Per questa porzione spanciata si potrebbero mettere in opera dei tiranti e delle piastre in ferro oppure delle putrelle sempre contrastate da tiranti .

Con la realizzazione di queste opere si avrà di fatto ad aumentare il fattore di sicurezza del muro al ribaltamento .

Tali tiranti dovranno essere ancorati nei conglomerati sottostanti che lo scrivente ipotizza presenti a profondità variabili

PUNTO 3

Con la regimazione delle acque a monte e la consolidazione di pali e tiranti tale instabilità può essere esclusa .

In relazione allo sganciamento avvenuto e ai cedimenti avvenuti si esclude un evento che possa interessare il versante .

OGGETTO DELLE INDAGINI E DELLA RELAZIONE GEOLOGICA PRODOTTA DALLO SCRIVENTE

Il sito è stato esaminato nel più ampio contesto territoriale di cui fa parte, esaminando le forme del terreno e in quale maniera queste possano interferire con la pista in progetto, in una visione non statica ma proiettata nel futuro per un arco di tempo ragionevolmente lungo. La procedura di valutazione del rischio del territorio si è sviluppata secondo il seguente flusso:

1. **Esame della cartografia geologica generale**
2. **Esame della cartografia tematica:** cartografia PAI, piani di bacino, database relativi alle frane e carte tematiche simili. In particolare, la cartografia dei piani di bacino ormai costituisce una consultazione irrinunciabile per il geologo. Nel presente report si allega uno stralcio di detto PAI con relativo commento.
3. **Esame di foto aeree:** per approfondire qualche aspetto particolare su aree piuttosto ampie o quando la precedente cartografia PAI non sia disponibile. Confronto strisciate 1988-1994-2000-2010 cartografia generale e tematica visionata nel database dell'**ISPRA**, presso il **Portale del Servizio Geologico Nazionale**
4. **Rilievo diretto sul terreno:** il rilievo diretto sul terreno, in un'area sufficientemente ampia attorno al sito, costituisce un'attività primaria, sia per asseverare quanto contenuto nelle carte tematiche sia per rilevare dettagli contenuti nella stessa sia, talora, per mettere in risalto dettagli che non trovano riscontro nella realtà.
5. **Analisi dei punti critici e indicazioni operative :** il tracciato della pista e' stato ripercorso e sono stati analizzati i tratti con criticità e sono state proposte soluzioni per minimizzare i rischi.

CONSIDERAZIONE SULLA RELAZIONE GEOLOGICA

In prima istanza, la normativa non fornisce eccezioni inerenti alla presenza o meno della relazione geologica. Questa deve essere sempre allegata al progetto. La relazione geologica non è mai inutile, poiché, anche se l'area oggetto di intervento è un'oasi felice senza rischi geologici né geomorfologici, questa fortunata condizione deve essere asseverata da un tecnico competente, geologo iscritto all'albo dei professionisti. L'asseverazione avviene attraverso un processo formale di esame della letteratura, della cartografia ufficiale, dell'esperienza locale, delle previsioni basate sull'ambiente sedimentario e sulle indagini effettuate, come illustrato nelle precedenti pagine. Tale procedura non è affatto banale e se, al termine della stessa, non risultano particolari rischi, tanto meglio per tutte le figure coinvolte nel progetto. Questa attitudine a sottovalutare l'importanza, sancita dalla normativa, della relazione geologica appare piuttosto sconcertante quando proviene da professionisti geologi, in considerazione del fatto che questi sono gli unici tecnici professionisti abilitati alla redazione della stessa.

Uso improprio del termine "relazione geologica".

Spesso come 'relazione geologica' si indica l'insieme di tutti gli elaborati redatti dal geologo, specie se questi sono riuniti in un singolo fascicolo. La normativa tuttavia indica 3 distinte relazioni specialistiche, delle quali solo una è la relazione geologica, i contenuti della quale sono illustrati molto chiaramente nel testo di legge. Pertanto, la relazione geologica secondo le NTC è esclusivamente la relazione specialistica che **caratterizza il modello geologico** e definisce il **rischio del territorio**.



Storia recente del sito
ESTRATTO DA igm 1950
Gran parte degli edifici della
frazione erano già presenti.

LINEA ROSSA approssimativa
delimitazione del bacino
idrogeologico a monte del sito



La strada che porta a Paschero
non era presente e oggi regima
le acque a monte
Vedi freccia azzurra

Strada che porta a campo bocce
segnalata su igm 1950 ma non
segnalata su recente ctr

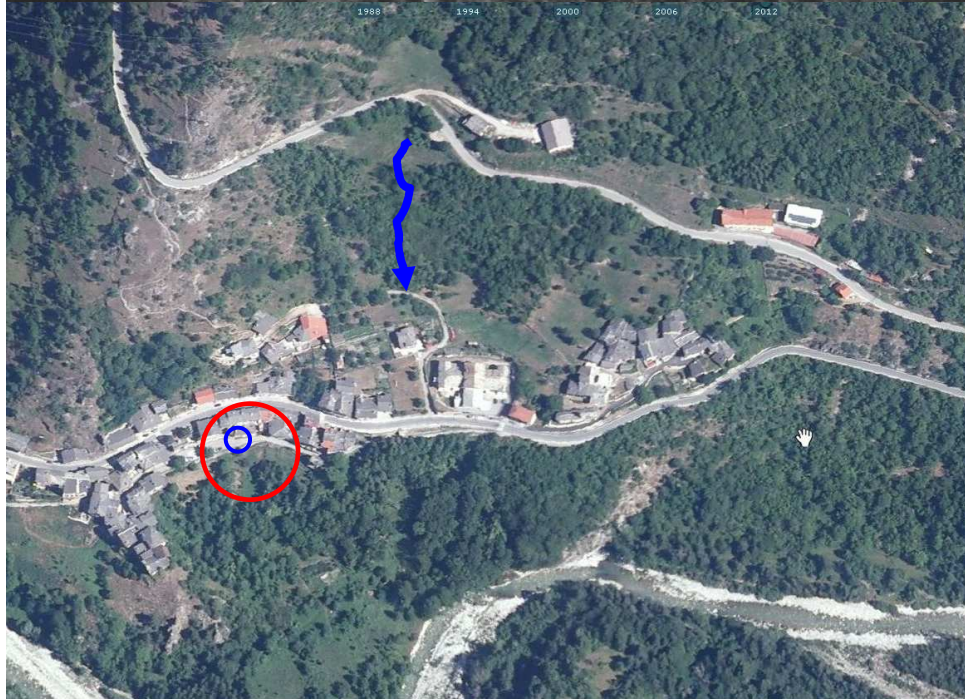
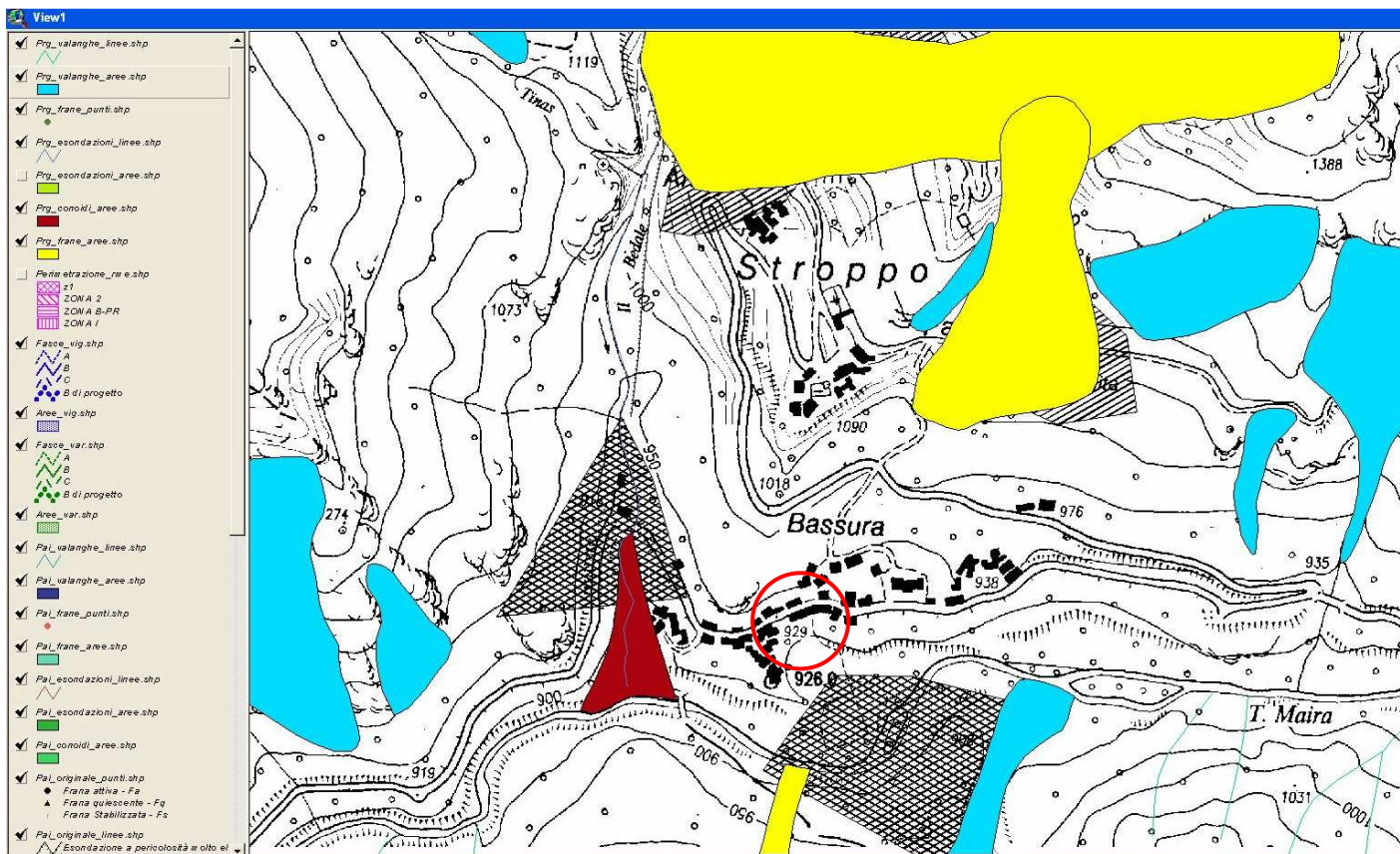


Foto aerea del 1988
Freccia blu evidenzia che a
monte le acque non sono
regimate.

Cerchio rosso sito oggetto di
studio

ESTRATTO DA SITO REGIONE PIEMONTE CON SOVRAPPOSTI LAYER NON SONO PRESENTI INSTABILITA' NEL SITO



Su CTR la strada del campo bocce non e' segnalata
Non rilevate instabilita' a monte e a valle del sito

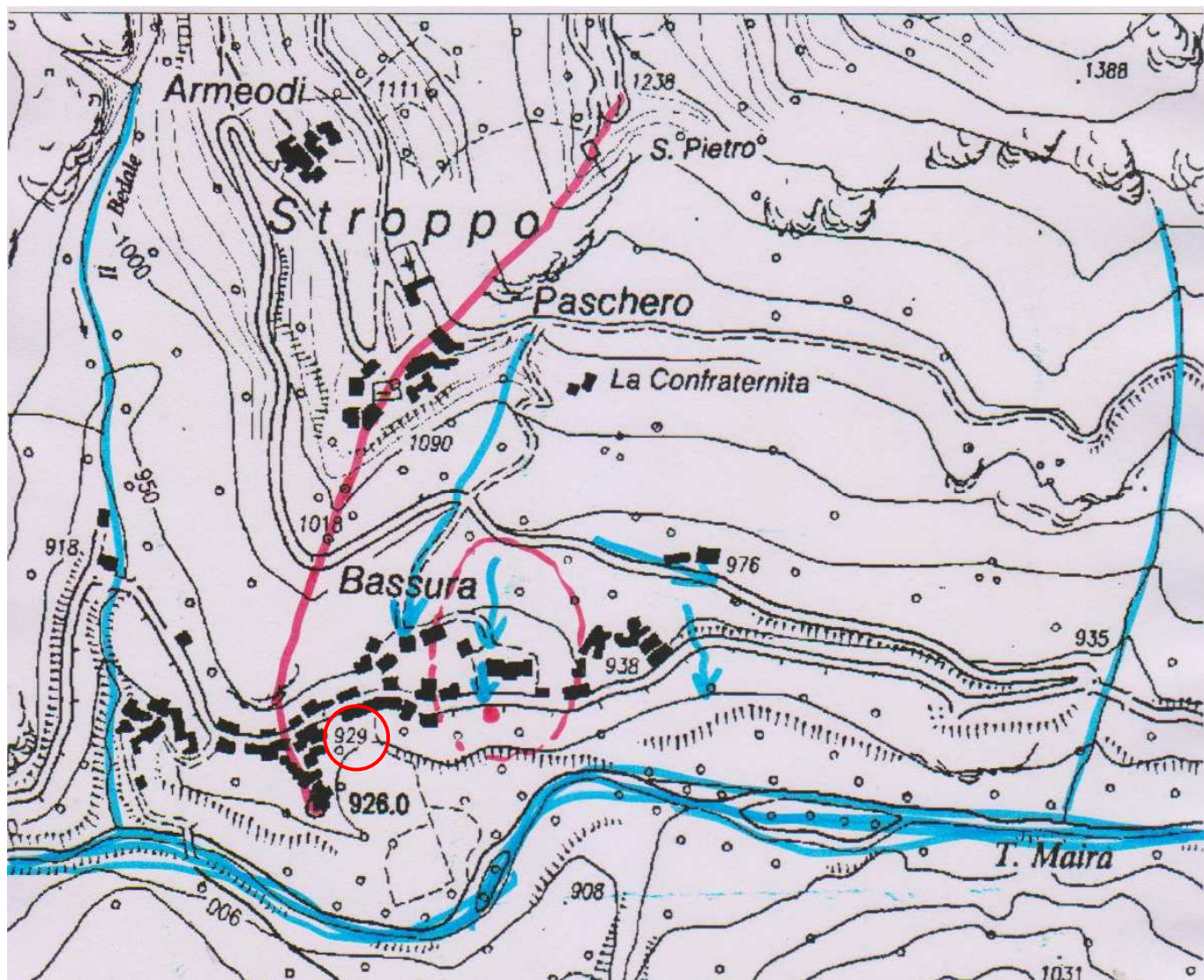


TAVOLA GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA ELABORATA DALLO SCRIVENTE

Tale tavola evidenzia che il deflusso delle acque meteoriche non è regimato su tubazioni. In pratica allo stato attuale la regimazione delle acque meteoriche e di fusione della neve avviene secondo la naturale pendenza ruscellando in superficie.

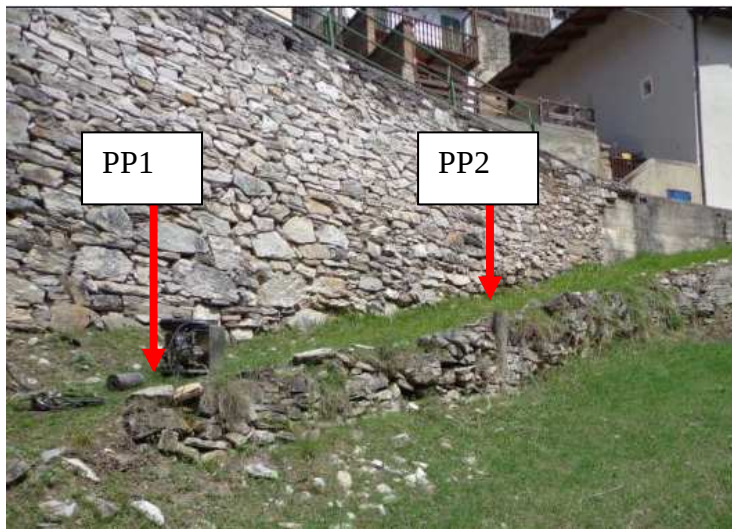
Cerchio rosso sito oggetto di studio.

Molte acque meteoriche raggiungono il sito in oggetto per cui risulta importante regimare a monte tali acque.

La regimazione delle acque meteoriche deve essere eseguita in maniera certificata da tecnico con specifiche competenze.



Ubicazione indagine sismica
 Cerchio giallo si evidenzia la presenza di un
 piezometro .
 Infatti 20 anni fa era in progetto a valle la
 realizzazione di uno sbarramento



Frecce rosse ubicazione delle prove penetrometriche
 Con la PP1 e' stato rilevato terreno addensato a circa
 1,5 metri

Mentre nella PP2 e' stato rilevato terreno addensato a
 circa 2,5 metri



Particolare a monte della prova penetrometrica si e'
 rilevato il segno di un antica perdita della fognatura
 oggi riparata .

Per questo in questo punto critico si e' deciso di
 eseguire la prova penetrometrica



Analisi zona del cedimento

Linea rossa evidenzia gli assestamenti avvenuti sulla sede stradale

Il terreno si e' assestato e' ha causato lo spanciamiento del muro

In questa zona si forma periodicamente una pozzanghera e lentamente l'acqua di infiltra nel terreno provocando la saturazione del terreno di riporto che lentamente tende ad assestarsi .

In pratica la saturazione con acqua del terreno e' la causa del cedimento .

Occorre evitare ristagni e pozzanghere , regimare con attenzione le acque evitare contropendenze



Linea rossa



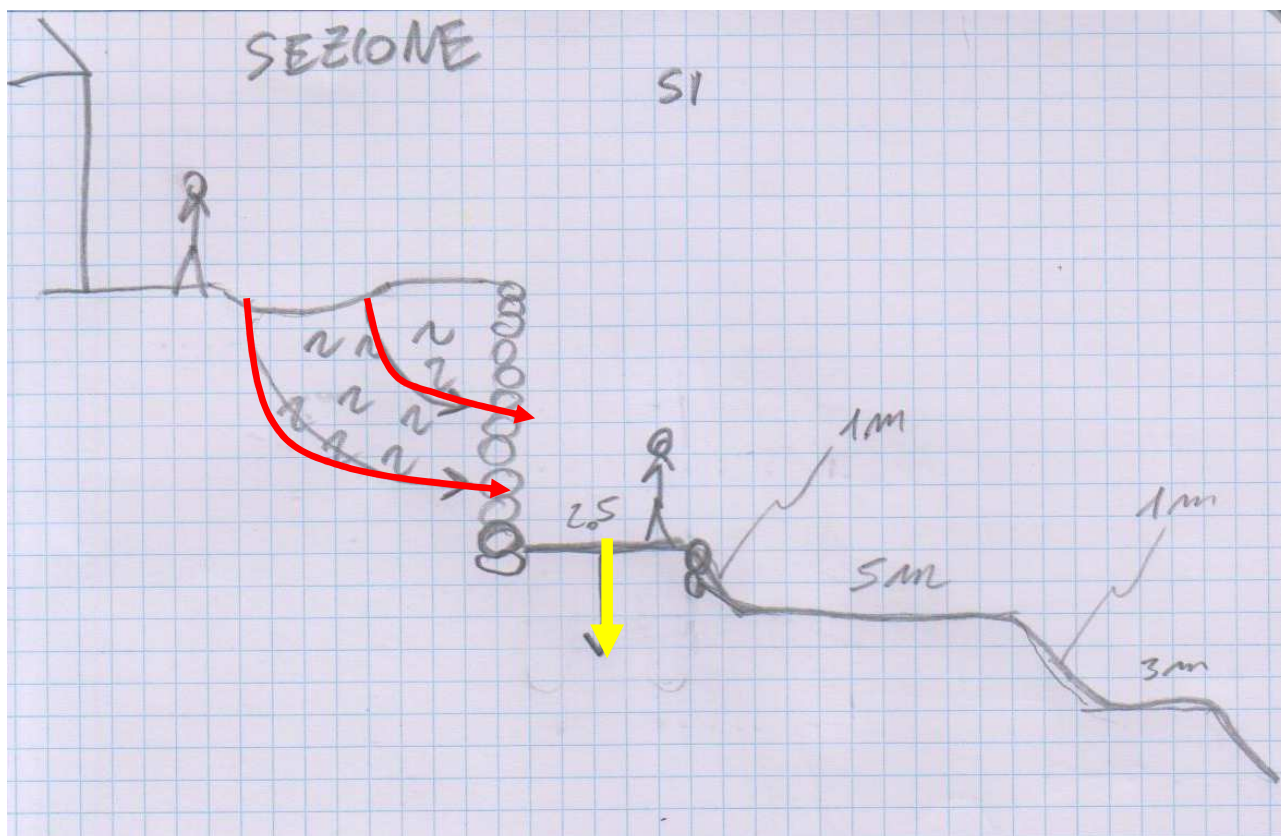
Muro a valle non presenta tracce di cedimenti
L'appoggio e' incerto



Importante segnalare che non vi sono altre tracce di cedimenti differenziali sulla sede stradale dove sotto passa la fognatura . Importante segnalare che sulla sede stradale non si formano pozzanghere e che la strada presenta pendenza tale da far defluire le acque meteoriche nel verso della freccia azzurra.



anche per gli edifici a monte non si rilevano elementi che facciano pensare a un movimento gravitativo profondo che interessa il versante



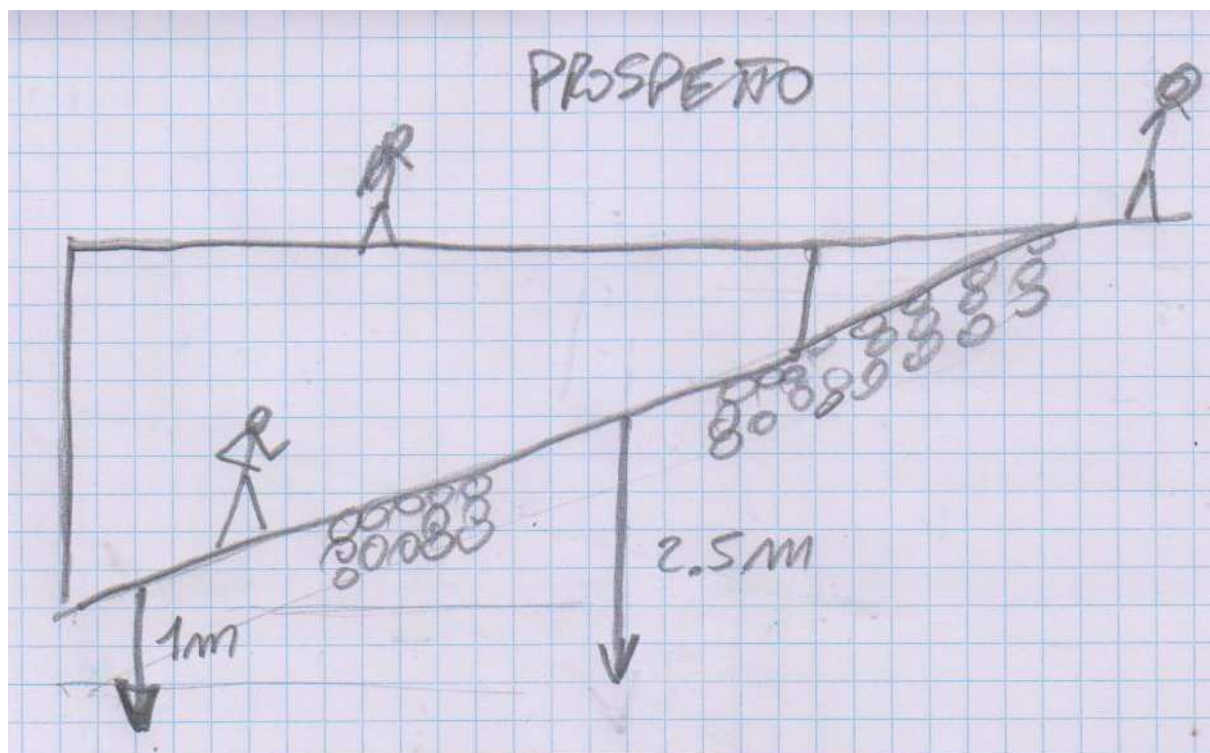
Non sono state rilevate deformazioni gravitative profonde che hanno interessato in versante a monte e a valle.

Il cedimento e' stato localizzato solo nella porzione di strada a monte e nello spanciamiento del muro di sostegno.

In pratica la prolungata saturazione del terreno a monte del muro ha provocato lo spanciamiento. Freccie rosse evidenziano i possibili movimenti che hanno provocato la rottura del terreno. Freccia gialla evidenzia che alla base del muro sono state eseguite due prove penetrometriche vedi prospetto alla pagina successiva.

A profondita' variabile con buona probabilit  sono presenti conglomerati cementati sui quali sara' possibile immorsare i pali e i tiranti .

SINTESI DELLE OSSERVAZIONE IN PROSPETTO



PROVA
PP1

PROVA
PP2

le prove penetrometriche hanno evidenziato uno spessore diverso dello strato consistente rilevato in profondita' sotto la via di accesso .

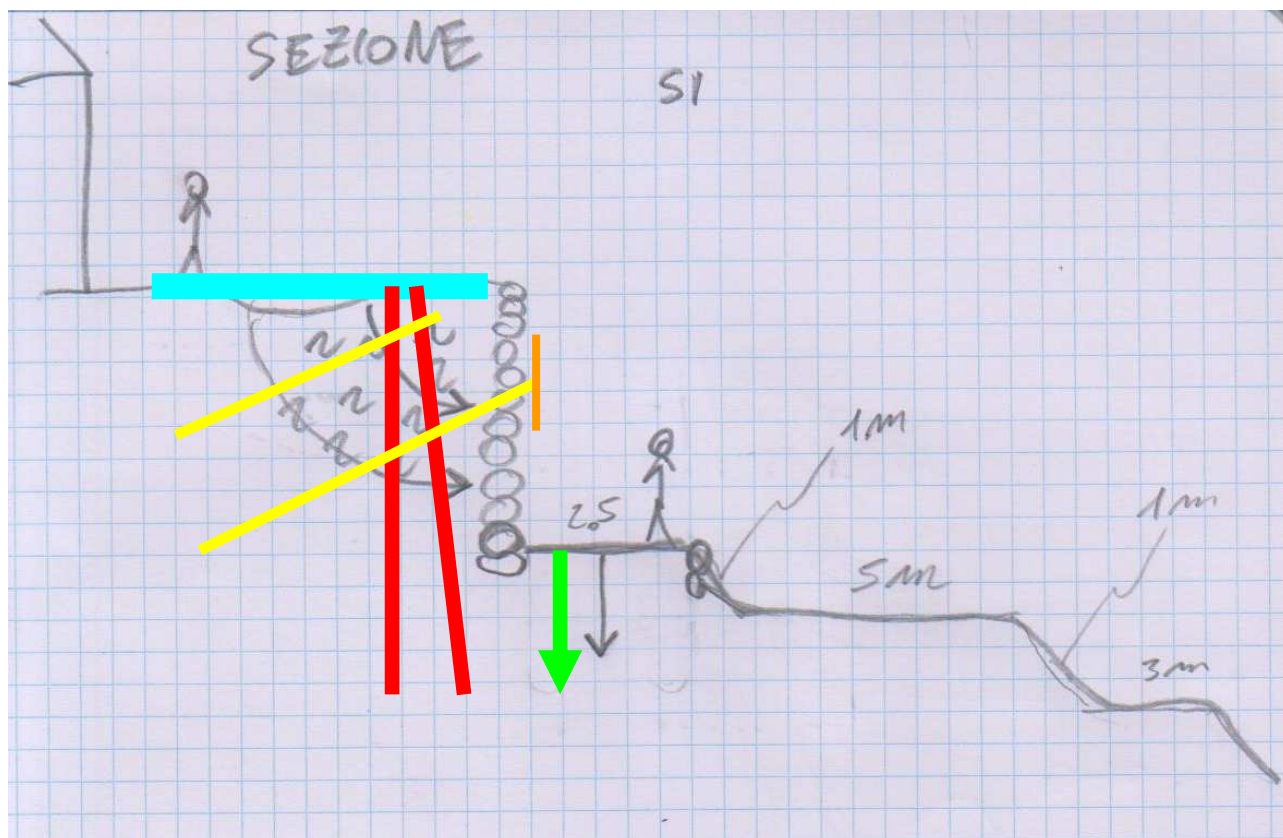


Esempio di sottofondazione realizzabile con pali scavati in opera con escavatore se la profondità lo permette

Esempio di brevetto dello scrivente con Particolare pali scavati e posati di punta su roccia in questo modo in futuro si possono dichiarare minimi gli assestamenti

Particolare trave di fondazione realizzata sui pali

Si e' scelto di realizzare una rigida trave di fondazione in questo modo in caso di assestamenti del muro tale struttura potra' essere tirantata Tali tiranti potranno essere realizzati in futuro ai sensi del DM 2018 art 6.2.5
Con nomina di direttore operativo con specifiche competenze



LINEA AZZURRA risolvere a monte il problema con realizzazione di nuova pavimentazione e regimentazione attenta delle acque meteoriche al fine di evitare ristagni con adeguata pendenza

Linee ROSSE pali da realizzarsi all'interno del muro a distanza di un metro per non provocare spinte sul muro

In questo modo il muro verrebbe consolidato dall'interno e con le iniezioni di biacca si potrà consolidare anche le pietre faccia a vista. Posizionare il macchinario all'interno lato edifici. Sconsigliati pali tirante, tecnicamente i pali puntone lavorano meglio inoltre si attribuisce un miglior momento alla trave di cordolo.

LINEA GIALLA

Prima dell'esecuzione dei pali resta consigliata l'esecuzione di tiranti con posizionamento di piastre in ferro che potranno essere mascherate nel muro. Si consiglia di installare tiranti con barre autoperforanti.

Valutare anche l'esecuzione di pali sulla trave di testa

FRECCIA VERDE

anche al piede resta consigliata l'esecuzione di pali in opera per consolidare per punti l'appoggio al piede ed eventualmente collegare al piede la fondazione

CONCLUSIONI E CERTIFICAZIONI

Si dimostra ai sensi della C.P.G.R. n° 7/LAP la compatibilità tra l'intervento e le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente anche in funzione dei possibili aggravamenti delle condizioni di rischio presenti e in relazione alla sicurezza futura dell'intervento stesso.

La seguente relazione geologica è conforme con la Variante generale al Piano Regolatore Generale vigente del Comune adottata .

Gli interventi in oggetto non comportano un incremento del rischio e delle pericolosità già oggi presenti a monte e a valle del sito .

A vantaggio della sicurezza e della stabilità del versante gli interventi aumentano il fattore di sicurezza oggi al limite.

Il progetto deve seguire quanto disposto dal DM 2018 art 6.2.5 (metodo osservazionale) con nomina in cantiere di personale tecnico con specifiche competenze che segua le fasi di realizzazione dei pali e dei tiranti e valuti un eventuale consolidazione al piede .

Anche le acque meteoriche dovranno essere regimate in maniera certificata da tecnico con specifiche competenze.

Le opere da realizzare devono essere progettate sul modello geologico e quindi certificare la posa delle fondazioni di pali e tiranti sui conglomerati ipotizzati dallo scrivente in base agli elementi rilevati e alle prove eseguite.

Il geologo deve fare delle ipotesi sul modello geologico con un grande margine di incertezza come in questo caso . le ipotesi fatte dallo scrivente dovranno essere confermate in corso d'opera.

L'instabilità rilevata è solo confinata a una ristretta porzione di muro dove in passato è avvenuta la rottura della fognatura.

Per tutta la restante porzione di muro non sono rilevate instabilità e spancamenti sul fronte inoltre la strada presenta idonea pendenza e non sono state rilevate zone ove le acque in genere possono infiltrarsi a tergo del muro

Non si rilevano condizioni sismiche che possono amplificare la risposta sismica locale ai sensi DM2018 il sito può essere classificato in classe B, T2. Lo scrivente non autorizza l'uso pubblico delle acquisizioni sismiche eseguite. L'indagine sismica evidenzia che il bedrock di conglomerati è vicino alla superficie in quanto non sono state rilevate frequenze di vibrazione critiche e problematiche per le strutture in progetto . Il progettista potrà utilizzare lo spettro di normativa con basso margine di errore .

DOCUMENTO DA ALLEGARE AL CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE O AL CERTIFICATO DI COLLAUDO DELLE OPERE DI PROGETTO (comma 3 art.28 della Legge n.109/1994 mod. dall'art.9, comma48, Legge 18 novembre 1998, n.145, art.141 D.Lgs 163/06 e ss.mm.).

Spettabile COMMITTENTE E p.c. DIRETTORE DEI LAVORI

Il sottoscritto Dott.

iscritto all'Ordine dei

al nr., si/no estensore degli studi geologici e geotecnici di supporto al progetto all'oggetto in corso di esecuzione, dopo l'inizio dei lavori (data), a seguito di una serie di sopralluoghi

- ☐ su incarico del Committente
- ☐ su chiamata del Direttore dei Lavori
- ☐ su chiamata del Responsabile per la Sicurezza
- ☐ effettuati in maniera autonoma casuale
- ☐ con assistenza continua in corso d'opera durante le fasi di interesse ha potuto rilevare:
- ☐ la sostanziale corrispondenza tra modello geologico e geotecnico di riferimento e situazione reale
- ☐ locali situazioni di difformità del modello geologico e geotecnico di riferimento

** In corso d'opera, dopo l'apertura degli scavi, sulla base dei riscontri diretti (e di varianti progettuali – frase da riportare qualora effettuate), sono state formulate tutte le indicazioni per ottimizzare ed adeguare gli interventi esecutivi per garantire la piena sicurezza degli stessi.*

*** In corso d'opera, dopo l'apertura degli scavi, è stato verificato il posizionamento ottimale dei sistemi di dispersione, nel suolo e primo sottosuolo delle acque bianche e/o reflue previo trattamento, previsti in progetto (ed è stata eseguita una prova di dispersione con esito positivo – frase da riportare qualora effettuata).*

Tutto ciò premesso si certifica che le opere sono state eseguite nel rispetto del quadro geologico di riferimento progettuale, adeguato ai riscontri diretti in corso d'opera, in modo da garantire, sia la stabilità dell'opera, che delle aree al contorno, nel rispetto dei vincoli urbanistici e normativi di carattere geologico gravanti sull'area.

Firma del geologo

.....

Firma del Direttore dei Lavori

.....

DOCUMENTO DA ALLEGARE AL CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE O AL CERTIFICATO DI COLLAUDO DELLE OPERE DI PROGETTO (comma 3 art.28 della Legge n.109/1994 mod. dall'art.9, comma48, Legge 18 novembre 1998, n.145, art.141 D.Lgs 163/06 e ss.mm.).

** da riportare qualora siano state individuate difformità sul modello geologico di riferimento*

*** da riportare qualora siano previste in progetto dispersioni di acque nel suolo e sottosuolo*

Allegati:

- ☐ Relazione geologica di variante
- ☐ verbali di sopralluogo
- ☐ documenti relativi a monitoraggi e all'assistenza continuativa
- ☐ documentazione fotografica
- ☐ documentazione prova di dispersione

ALLEGATI

PROVE PENETROMETRICHE E

Relazione del modello sismico

con INDAGINE SISMICA

con microtremore metodo Nakamura

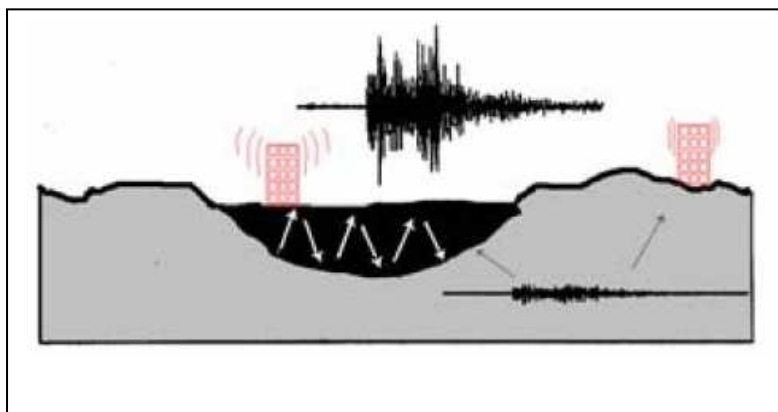


RELAZIONE DEL MODELLO SISMICO

Sismica passiva lavora sul microtermore in pratica per l'analisi si Prende tutto il rumore antropico macchine in passaggio, alberi che vibrano, vento e viene utilizzato tutto il segnale non solo il primo arrivo come nella sismica a rifrazione. La Storia nasce dall'analisi effettuata in tutte stazioni sismiche mondiali misurano il tremore con il pattern caratteristico misurato su roccia che si osservato essere uguale per tutte le stazioni sismiche.

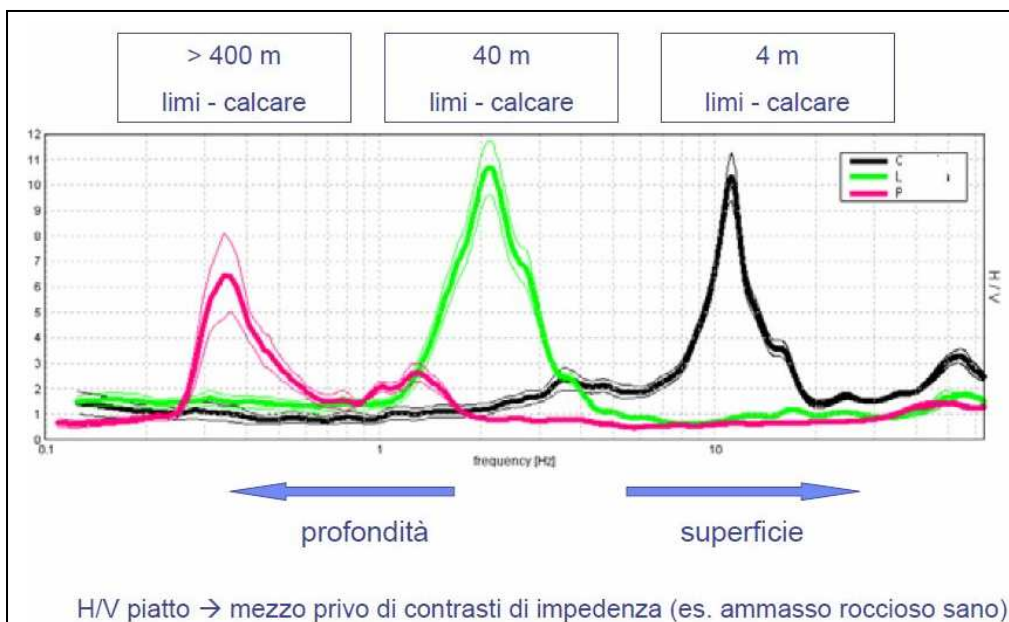
Sotto 1 hz l'origine del tremore e' di origine metereologica. I microtremori di origine antropica hanno frequenza intorno a 8hz. Per analisi molto in profondità intorno a 400m occorre analizzare frequenze sotto i 0.5hz. per analisi superficiali basta analizzare frequenze maggiori.

Il rumore non conserva traccia della sorgente ma è molto sensibile alla struttura locale vicino alla stazione di misura.



Le analisi considerano quindi la Sorgente – il percorso e le caratteristiche del terreno attraversato che fa da filtro e amplifica. Vengono in pratica rilevate le componenti verticali poi le componenti orizzontali vengono analizzate si fa il rapporto e si misura l'amplificazione di sito e quindi si rileva il contrasto di impedenza strato su strato in particolare strato poco addensato su strato rigido.

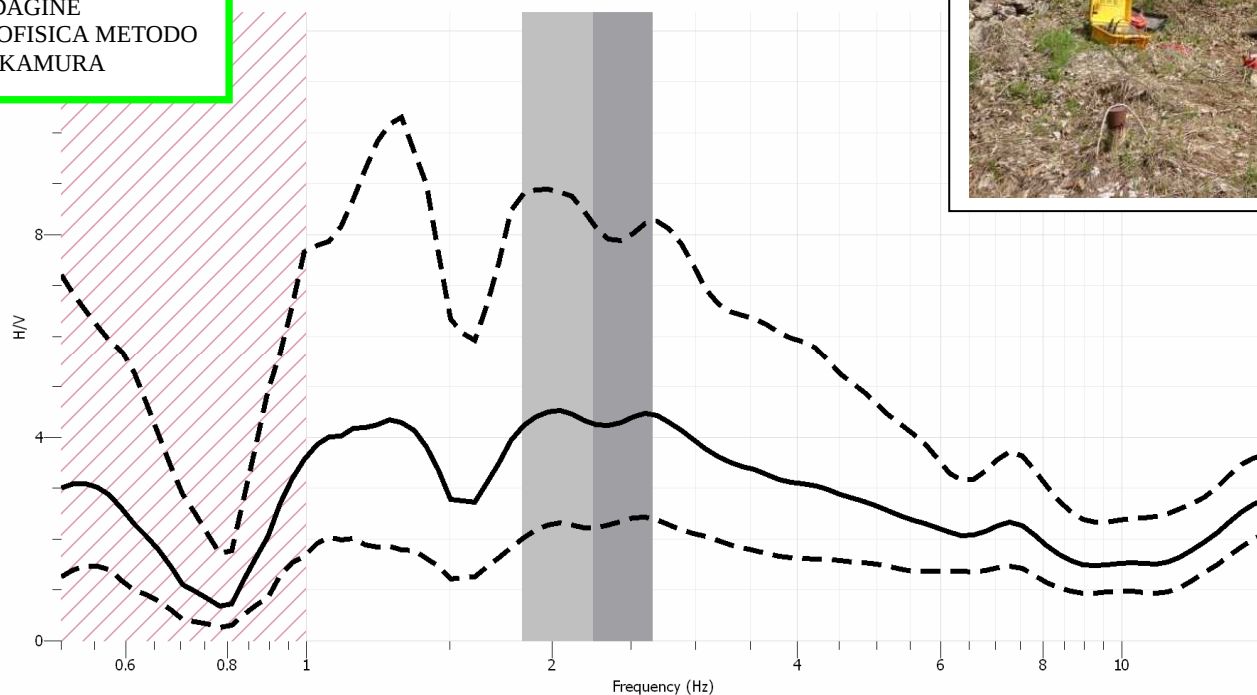
Quindi per ogni suolo posso ricavare le amplificazioni a determinate frequenze posso quindi ricavare valori di spessore e di velocità di strato in base alla formula $f = V/4h$ (f =frequenza di risonanza -- V = velocità --- h =spessore limitandoci al modo fondamentale per sistemi bistrato)



La durata della misura dipende dalla profondità che si vuole raggiungere. Per analisi di rifrattori a 5 metri e quindi con picchi intorno a 10 hz il segnale che si ripete 10 volte al secondo quindi basterebbero 10 secondi per campionare il segnale 100 volte mentre per analisi di rifrattori a 1 km e quindi con picchi a 0.1 hz in un minuto il picco si ripete 6 volte e quindi occorre essere ridondanti almeno 40/50 nella misura.

Il problema della risposta di sito nasce dalla osservazione effettuata in seguito a terremoti distruttivi, che il tipo di danno subito da costruzioni analoghe può variare fortemente anche entro distanze ravvicinate (poche centinaia o addirittura poche decine di metri) e che in molti casi la risposta più plausibile deve essere ricercata nella differenza di comportamento dei terreni di fondazione o in altri fattori inerenti la geologia e la morfologia superficiale. Com'è noto, infatti, la composizione spettrale di un evento sismico subisce una prima modifica nel percorso fra il fuoco e il basamento rigido di una qualsiasi area considerata (funzione di attenuazione) ed una seconda modifica nel percorso attraverso i materiali (non rigidi) presenti fra il basamento e la superficie. Quest'ultima modifica, alterando il contenuto spettrale del sisma, è di notevole importanza poichè condiziona le sollecitazioni cui potranno essere sottoposte le strutture in quel sito. Risulta quindi necessario far ricorso a metodologie che permettano di definire come i terreni di copertura del "bedrock" possano influenzare l'ampiezza delle onde in superficie.

INDAGINE
GEOFISICA METODO
NAKAMURA



LA CURVA E' PIATTA CON $H/V=2$ E' TIPICA PER TERRENI PRIVI DI RISONANZA

SI ESCLUDE FENOMENO DI DOPPIA RISONANZA PER STRUTTURE INTORNO
ESEMPIO DI RISONANZA TERREMOTO STRUTTURA

<http://www.youtube.com/watch?v=YngC04VBKnI>

AMPLIFICAZIONE
SISMICA LOCALE

- ◆ sono amplificazioni *locali* delle onde sismiche
- ◆ sono spesso più distruttivi della stessa grandezza del terremoto
- ◆ sono dovuti a particolari condizioni geologiche e topografiche

La misura sismica eseguita nel sito permette di verificare concretamente la frequenza di vibrazione del terreno .

Il progettista nel modellare la struttura deve fare ipotesi sulla frequenza di vibrazione della struttura e costruire un modello .

La frequenza di vibrazione del terreno misurata non rileva frequenze critiche che possono portare in doppia risonanza la struttura.

Sono rilevate al piede del muro sul terreno di fondazione amplificazioni tra 1 e 2 hz che portano in doppia risonanza strutture alte 10 piani . Il bedrock sismico dovrebbe essere individuato a circa 30 metri ma non e' ben chiaro

Di conseguenza il progettista potrà utilizzare lo spettro di normativa con basso margine di errore poiché lo scrivente non ha rilevato per l'opera in oggetto una possibile doppia risonanza .

Ai sensi vigenti norme tecniche (prof. Castellaro 2009 occorre stimare l'errore ammissibile dell'interpretazione Geopsy per il modello in oggetto e' stimata dell'ordine del 20% visto che l'indagine NAKAMURA non ha rilevato amplificazione delle onde sismiche, visti i dati emersi dalla prova penetrometrica

Si ritiene che l'azione sismica nel sito sia comunque compatibile con la **categoria "B"** per i seguenti motivi:

- o **NON** rilevati contrasti di impedenza acustica, poiché **NON** sono evidenti repentine variazioni nella velocità delle onde superficiali nella parte più superficiale della successione
- o Il segnale HVSR misurato nel sito **NON** mostra un picchi pronunciati con **(H/V»3)**
- o La stratigrafia rilevata con prova penetrometrica E DA POZZI evidenzia la presenza livelli ghiaiosi che non producono amplificazione
- o Non rilevata amplificazione sismica che può indurre a fenomeni di doppia risonanza terreno struttura.
- o In conclusione, appare pertanto tecnicamente sensato classificare il sottosuolo nel sito in **categoria B,**

LA CLASSIFICAZIONE DELLE CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Non ricorrendo in corrispondenza del sito in esame la condizione di altezza del pendio maggiore di 30 m, può essere classificata come **soggetta ad amplificazione sismica.T2**

Le morfologie devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

ESTRATTO DA SITO INGV
NON SONO STORICAMENTE SEGNALATI EVENTI SIMICI NEL SITO .
E' STATISTICAMENTE APPURATO CHE I SISMI SI RIPETONO CON PERIODO
VARIABILE IN RELAZIONE ALL'AREA DELLA FAGLIA E ALLA VELOCITA'
DELLE ZOLLE E DEL MANTELLO

Storia sismica di Cuneo
[44.381, 7.538]



Numero di eventi: 21

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Rx	Np	Io Mw
6-7	1550 02 28 16:00	CUNEO	1	6-7 4.93 ±0.34
3	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7 5.45 ±0.22
NR	1835 05 23 08:30	Boves	3	6-7 4.93 ±0.34
4	1849 06 18 06:25	Limone	6	5 4.30 ±0.34
5	1854 12 29 01:45	Liguria occidentale-Francia	86	6.73 ±0.16
F	1858 08 30 14:30	Cuneese	8	5 4.38 ±0.56
6	1878 06 07 22:25	Cuneese	34	6 4.89 ±0.22
3	1884 11 27 22:15	Alpi Cozie	63	6-7 5.33 ±0.20
4	1886 09 05	VAL DI SUSÀ	102	7 5.25 ±0.17
6	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
4	1900 04 05 23:40	Cuneo	24	4 4.26 ±0.29
3-4	1901 05 25 03:59	Torinese	35	5-6 4.81 ±0.34
NF	1906 08 11 10:00	TAGGIA	82	5 4.52 ±0.18
F	1914 10 26 03:43	TAVERNETTE	67	7 5.41 ±0.16
5	1947 02 17 00:12	Alpi occidentali	283	5.03 ±0.37
3	1955 05 12 14:16	Alpi Cozie	39	6-7 4.80 ±0.20
4-5	1963 07 19 05:45	Mar Ligure	463	6.02 ±0.14
5-6	1966 04 07 19:38	CUNESE	48	6 4.65 ±0.27
3-4	1971 07 15 01:33	Parmense	229	8 5.64 ±0.09
2	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
NF	1993 07 17 10:35	Finale Ligure	336	5 4.51 ±0.10

Il §3.2 delle NTC introduce il fondamentale concetto di **azione sismica**. I seguenti sono alcuni concetti principali relativamente al metodo proposto.

1. Ogni punto del territorio è caratterizzato da un'azione sismica fondamentale (**pericolosità sismica di base**), identificata a partire dai nodi di un reticolo di 4 km di lato.
2. L'azione sismica è di tipo **probabilistico** (% di superamento, equivalente a 100 - percentile della distribuzione statistica di appartenenza).
3. Il modello è stato creato a partire dalla teoria del **probabilismo sismotettonico**.

Secondo il giudizio dello scrivente la serie storica utilizzata per definire il rischio sismico del territorio italiano e' troppo corta dal punto di vista dell'analisi statistica condotta

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DM-30 (60°)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici

TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DM-30 (60°)

PESO MASSA BATTENTE	M = 30,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,20 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 13,60 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 35,70 mm
ARÉA BASE PUNTA CONICA	A = 10,00 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 2,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1 = 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,10$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(10) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 10 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 6,00 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 0,766$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

UTILIZZATO MAGLIO
DA30 E 60 KG

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

D _R [%]	Stato di addensamento	N _{DL30}
0÷15	Molto sciolto	0÷4
15÷35	Sciolto	4÷10
35÷65	Medio	10÷30
65÷85	Denso	30÷50
85÷100	Molto denso	oltre 50

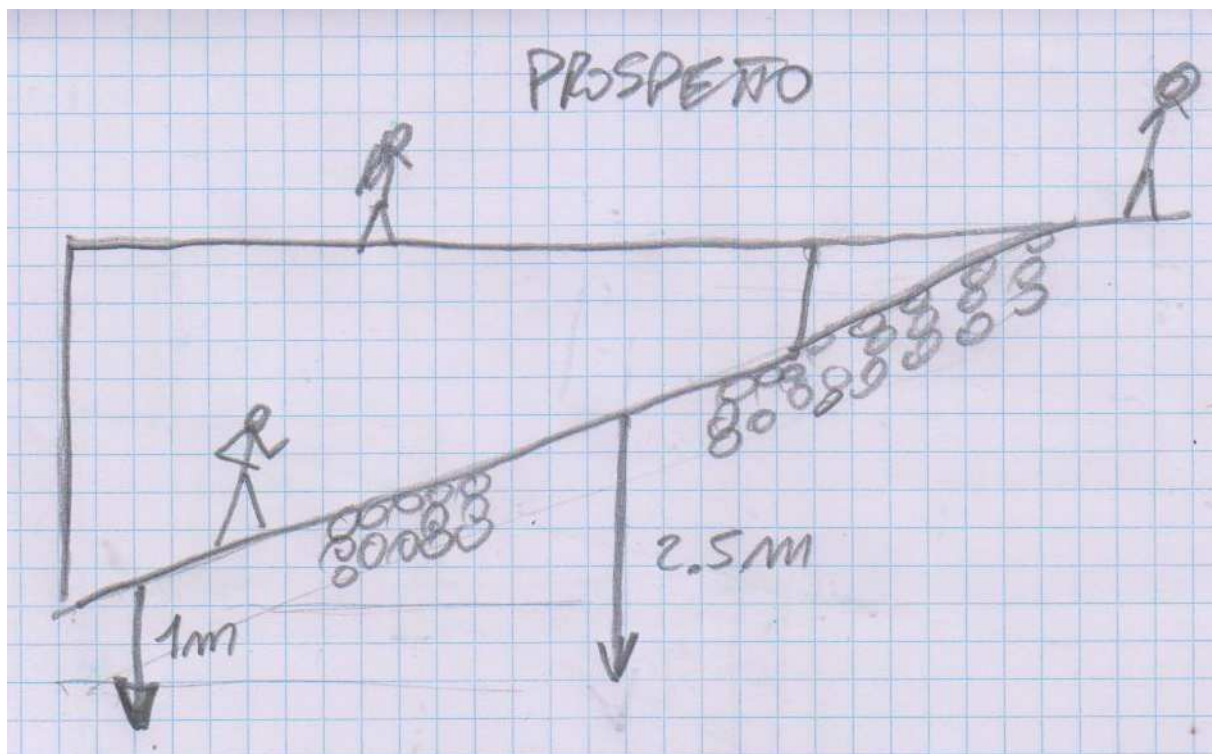
Addensamento delle terre
a grana grossa

Correlazione
con N_{DL30}

Consistenza	σ_r [kPa]	N _{S.P.T.}	Ic
Nulla	< 25	< 2	< 0
Poco consistente o molle	25÷50	2÷4	0÷1
Moderatamente consistente	50÷100	4÷8	1
Consistente	100÷200	8÷15	>1
Molto consistente	200÷400	15÷30	>>1
Estremamente consistente	> 400	> 30	>>>1

Consistenza delle terre a grana fina

043- cell 329-924.2004



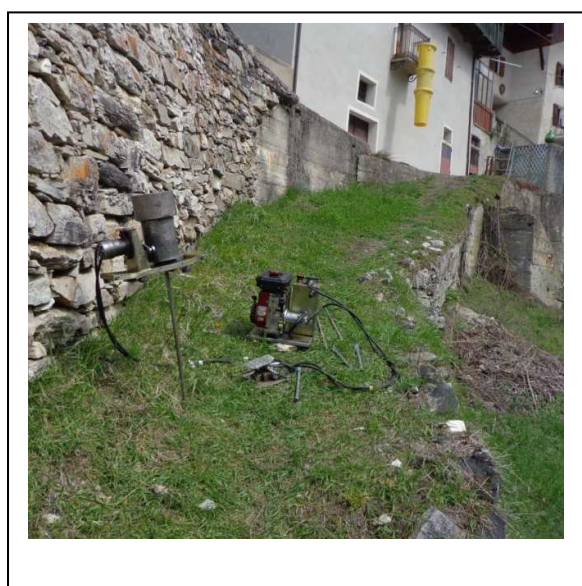
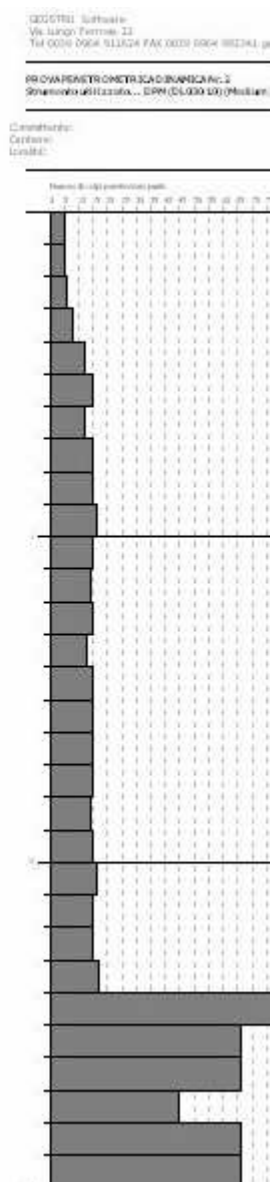
PROVA
PP1

PROVA
PP2

Nr. Colpi		Nr. Colpi Rivestimento		
Prof. (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione e sonda Chi	Resistenza dinamica RD Coeff. Riduzione	Resistenza dinamica (Kg/cm ²)
0.10	6	0.857	17.164	20.037
0.20	5	0.855	14.270	16.698
0.30	7	0.853	19.933	23.377
0.40	15	0.801	40.113	50.093
0.50	12	0.849	34.018	40.074
0.60	15	0.797	39.924	50.093
0.70	16	0.795	42.487	53.432
0.80	15	0.793	39.740	50.093
0.90	15	0.792	37.626	47.535
1.00	21	0.740	49.230	66.549
1.10	55	0.638	111.201	174.296
1.20	45	0.636	90.735	142.606
1.30	65	0.635	130.709	205.986
1.40	45	0.633	90.250	142.606
1.50	55	0.631	110.015	174.296
1.60	0	0.830	0.000	0.000
1.70	0	0.828	0.00	0.00
1.80	0	0.826	0.00	0.00
1.90	0	0.825	0.00	0.00



Prof. (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione e sonda Chi	Resistenza dinamica RD Coeff. Riduzione e	Resistenza dinamica (Kg/cm ²)
0.10	5	0.857	14.303	16.698
0.20	5	0.855	14.270	16.698
0.30	6	0.853	17.085	20.037
0.40	8	0.851	22.729	26.716
0.50	12	0.849	34.018	40.074
0.60	15	0.797	39.924	50.093
0.70	12	0.845	33.869	40.074
0.80	15	0.793	39.740	50.093
0.90	15	0.792	37.626	47.535
1.00	16	0.790	40.044	50.704
1.10	15	0.788	37.458	47.535
1.20	14	0.786	34.884	44.366
1.30	15	0.785	37.294	47.535
1.40	13	0.783	32.252	41.197
1.50	15	0.781	37.134	47.535
1.60	15	0.780	37.056	47.535
1.70	15	0.778	36.979	47.535
1.80	15	0.776	36.903	47.535
1.90	14	0.775	32.703	42.211
2.00	15	0.773	34.968	45.226
2.10	16	0.772	37.225	48.241
2.20	15	0.770	34.830	45.226
2.30	15	0.769	34.762	45.226
2.40	17	0.767	39.321	51.256
2.50	80	0.616	148.507	241.206
2.60	66	0.614	122.231	198.995
2.70	66	0.613	121.949	198.995
2.80	45	0.611	82.957	135.678
2.90	66	0.610	115.771	189.776
3.00	66	0.609	115.512	189.776



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2**TERRENI COESIVI rimaneggiato nello strato superficiale a profondità variabile tra 1 e 2,5 metri****Coesione non drenata**

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Terzaghi-Peck	0.82

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Robertson (1983)	24.24

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Stroud e Butler (1975)	55.61

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Apollonia	121.20

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Meyerhof ed altri	2.02

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - rimaneggiato	12.12	2.50	Meyerhof ed altri	--

TERRENI INCOERENTI

terreno addensato sotto lo strato superficiale a profondità variabile tra 1 e 2,5 metri

Coesione non drenata

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Gibbs & Holtz 1957	67.49

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Sowers (1961)	41.17

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Bowles (1982) Sabbia Media	310.15

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	124.07

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Meyerhof ed altri	2.23

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Ohsaki (Sabbie pulite)	2426.31

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Navfac 1971-1982	7.77

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[2] - conglomerato	47.03	3.00	47.03	Robertson 1983	94.06