STUDIO
ANDREA GHILINO
GEOLOGO

COMUNE DI MOCONESI

PROVINCIA DI GENOVA

OGGETTO

RINNOVO AUTORIZZAZIONE E SISTEMAZIONE IDRAULICA DELLA DISCARICA DI DETRITI ARDESIACI DENOMINATA "GALLERIA" SITA IN LOCALITÀ CORNIA

COMMITTENTE

Ditta esercente: ***ADI Ardesia Dondero Italia snc***

RELAZIONE GEOLOGICA

In ottemperanza al D.M. 14 gennaio 2008



Cicagna, 3 novembre 2014

dott. geol. Andrea Ghilino

Via Contrada, 15/C - Cicagna (GE)
Telefono 0185.92252 - Cellulare 347.1062253 - andrea.ghilino@yahoo.it

INDICE DEI CAPITOLI

1. *INTRODUZIONE*

2. *RIFERIMENTI NORMATIVI*

3. *MODELLO GEOLOGICO*

   3.1 GEOLOGIA
   3.2 GEOMORFOLOGIA
   3.3 IDROGEOLOGIA

4. *MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO*

   4.1 INDAGINI PENETROMETRICHE
   4.2 STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA
   4.3 MODELLO GEOMECCANICO

5. *SISMICITA' DELL'AREA*

6. *CONCLUSIONI*

TAVOLE GRAFICHE ALLEGATE

Tav. 1: COROGRAFIA DELL'AREA SCALA 1:5.000

Tav. 2: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICA SCALA 1: 2.5000

Tav. 3: PLANIMETRIA TECNICA SCALA 1:1.000

Tav. 4: SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE 2 e 3 SCALA 1:400

1. INTRODUZIONE

L'indagine geologica, commissionata dalla Ditta "*ADI Ardesia Dondero Italia s.n.c.*", tramite il Progettista *ing. Gabriele Colaiuda*, è stata intrapresa a corredo del rinnovo autorizzazione e sistemazione idraulica della discarica di detriti ardesiaci denominata *"Galleria"*, sita in località *Cornia*, sito nel *Comune di Moconesi* (Ge).

Saranno quindi discusse le caratterizzazioni geotecniche/geomeccaniche dei materiali coinvolti; le indagini sono state svolte mediante rilevamento diretto (metodo osservazionale) effettuato nel corso di ispezioni in situ, integrato dalla rielaborazione di dati e notizie ricavate da opportune ricerche bibliografiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni sciolti si è basata sulla scorta di precedenti prove dinamiche continue medio-leggere effettuate dal sottoscritto mediante penetrometro modello *"DEEP DRILL DL030"*, nel corso di precedenti studi geologici in posizione limitrofa al sito; le caratteristiche stratigrafiche si sono basate su sezioni naturali del terreno.

Obiettivo dello studio intrapreso è la realizzazione di un *modello geologico (s.l.) di riferimento* del sito su cui si intende intervenire, orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, geotecnico/geomeccanici e di pericolosità geologica e sismica del territorio.

Il presente lavoro ha dunque la finalità di fornire un parere di compatibilità geologica della discarica in oggetto nonché di fornire elementi geologico-applicativi per il migliore inserimento ambientale.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'area entro la quale è ubicata la discarica in oggetto è individuabile nella *Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000*, elemento *n°214151 – Moconesi* (cfr. Tav. 1), il cui stralcio è riportato ed utilizzato per la redazione della carta geologico-geomorfologica (cfr. Tav. 2.

Questa porzione di territorio ricade pertanto entro la perimetrazione del *Piano di Bacino 183/'89*, relativo al *Torrente Lavagna;* la consultazione delle cartografie allegate al Piano ha fatto emergere i seguenti aspetti salienti:

- *l'area di discarica ricade in area classificata a media suscettività al dissesto (cfr. Carta della Suscettività al Dissesto) nonché in classe di rischio molto basso R_0 (cfr. Carta del Rischio);*

- *entro l'areale di interesse (cfr. Tav. 1) non è segnalata la presenza di dinamiche in atto e/o quiescenti (cfr. Carta di Dettaglio dei Movimenti Franosi);*

- *la Carta del Reticolo Idrografico segnala la presenza del "Rio Cornia" a valle della discarica e di un rio senza nome a Sud;*

- *l'area non è sottoposta a Vincolo Idrogeologico;*

- *la Carta dei Regimi Normativi classifica l'area come VNI-MA-B (Versante non Insediato in regime di Mantenimento di tipo B), in CVD (cave e connesse discariche).*

La prima autorizzazione del complesso estrattivo "*Galleria*", richiesta dall'allora ditta *E.L.C.A. snc*, è stata emessa con *D.G.R. n°4526 del 2 agosto 1984*; in tale documento si approvavano sia il cantiere sotterraneo di estrazione dell'ardesia sia la discarica di inerti di cui all'oggetto.

A seguito di accertamenti, la scogliera di contenimento della discarica, è risultata essere difforme rispetto agli elaborati approvati e quindi la ditta *E.L.C.A. snc* si è ha prodotto tutta la documentazione necessaria per procedere alla sanatoria delle opere.

La successiva *D.G.R. n°1260 del 29 ottobre 1999* sanava, ai fini della *L.R. n°12/1979*, le opere realizzate in difformità alla precedente autorizzazione e contestualmente autorizzava anche una variante al programma dei lavori, che prevedeva una sopraelevazione fino a 3m del muraglione sanato.

Parallelamente la ditta *E.L.C.A. snc* ha provveduto a richiedere anche l'approvazione della *Provincia di Genova – Area 06* in quanto le opere oggetto di sanatoria risultano essere in fregio al *Rio Cornia*. L'autorizzazione è poi stata emessa con *Provvedimento Dirigenziale n°370 del 22 giugno 2000* che approvava il nulla osta *n° NO00546* in sanatoria.

Con *Decreto Dirigenziale n°973 del 3 maggio 2006* è stata trasferita l'autorizzazione all'esercizio dalla ditta *E.L.C.A. snc* alla ditta *A.D.I. Ardesia Dondero Italia s.n.c.*

In data *25 febbraio 2014* è stato effettuato un sopralluogo congiunto al fine di verificare lo stato attuale dei luoghi, nei fatti una parte della scogliera di contenimento è risultata essere in una posizione differente rispetto a quanto autorizzato.

Si richiede quindi l'ottenimento della regolarizzazione della porzione di muraglione risultante in difformità agli elaborati a suo tempo approvati dalla *Provincia di Genova – Direzione Pianificazione Generale di Bacino e dalla Regione Liguria – Dipartimento Sviluppo Economico (Settore Attività Estrattive).*

Contestualmente si segnala che i volumi di inerti della discarica, nel nuovo stato di progetto, saranno leggermente inferiori a quelli già autorizzati; si configura una variante non sostanziale in quanto non si prevedono interventi in contrasto con la *D.G.R. 21/12/2012 n°1623* ed in particolare non comportano una riduzione dei fattori e delle condizioni di sicurezza, come meglio specificato nella *Relazione Geotecnica* redatta dall'*ing. Gabriele Colaiuda.*

Si propongono anche alcune opere minori, sistemazioni idrauliche e nuova regimazione delle acque piovane, che non modificano significativamente l'aspetto del corpo discarica, bensì ne migliorano la resistenza e la durata nel tempo.

3. MODELLO GEOLOGICO

Il corpo di discarica in oggetto ricade in una porzione di territorio localizzata nella zona basale del *M.te Albareto*, sul suo versante orientale prospiciente la *Valle di Cornia*, ad una quota di circa 375m s.l.m.

L'accessibilità all'area avviene transitando lungo la strada rotabile comunale per la frazione di *Cornia* e successivamente dalla rotabile sterrata privata al servizio di più cave che diparte dalla stessa località e raggiunge l'area in oggetto.

L'area di discarica è situata immediatamente in fregio alla strada: il settore inferiore della discarica, dove è presente la bastionatura in blocchi di ardesia, è ubicato ad una quota media di circa 350m s.l.m.; il settore sommitale, coincide circa con isoipsa dei 375m s.l.m.

L'area al contorno della discarica è caratterizzata prevalentemente da area boschiva costituita primariamente da essenza arborea di castagno, con andamento del terreno sia a natural declivio che a piccole fasce.

3.1 GEOLOGIA

Con riferimento alla *Carta Geologica d'Italia*, il bacino del *Torrente Lavagna* risulta caratterizzato dalle seguenti litologie, appartenenti alla successione sedimentaria costituente l'*Unità di M.te Gottero*:

- *Gruppo della Val Lavagna* (*Formazione degli Argilloscisti di Val Lavagna* e *Formazione delle Ardesie di M.te Verzi*), che occupa sostanzialmente il settore medio-inferiore di entrambi i versanti orografici della *Valfontanabuona*;

- *Formazione delle Arenarie di M.te Gottero,* costituente le cime più elevate dello spartiacque sinistro (*M.te Ramaceto, M.te Caucaso, ecc.);*

- *Formazione delle Argilliti di Giaiette,* reperibile nella parte bassa della vallata.

Nello specifico, la porzione di versante considerata (cfr. Tav. 2), è geologicamente caratterizzata dalla presenza della *Formazione delle Ardesie di M.te Verzi* (età Campaniano; ~ 83ma), i cui lineamenti litologici essenziali possono essere così riassunti:

- *Scisti marnosi, scisti ardesiaci ed ardesie* sensu strictu più o meno massiccie, di colore grigio-plumbeo fino a nero, imputabile alla presenza di grafite (carbonio), e grigio-biancastro sulle superfici esposte, dotate di debole scistosità (*"Slaty Cleavage"*) per cui è possibile sfaldarle ottenendo lastre piane e sottili fino a pochi millimetri (le *"ciappe"*); i cosiddetti "filoni" di ardesia presentano potenza variabile da un minimo di pochi decimetri ad un massimo di 10-12 m;

- *Arenarie*, generalmente quarzo-micacee, a cemento siliceo-argilloso, di colore grigio-biancastro, con frequenti vene di calcite e quarzo, lettini e veli di argilliti e spesso "ciottoli molli" di argilla; formano strati variabili da pochi centimetri a qualche metro;

- *Calcareniti compatte*, grigie, con frequenti vene di calcite; si sostituiscono alle arenarie negli affioramenti in versante destro della *Val Lavagna*;

- *Scisti argillosi* finemente arenaceo-micacei, grigio-verdastri o plumbei tipo ardesia, dalla quale si distinguono per la scistosità obliqua rispetto al piano di stratificazione che risulta frequentemente esasperata fino alla fissilità.

La *Formazione delle Ardesie di M.Verzi* è presente nella *Liguria Orientale* da *Uscio-Tribogna-Moconesi* fino alla falesia si *S. Anna (Cavi di Lavagna)* secondo un affioramento continuo ed allineato lungo la direttrice NW-SE.

In *Val Fontanabuona* la formazione suddetta è presente lungo i due versanti vallivi con andamento sub-concordante al corso dell'omonimo torrente ed all'asse della struttura geologica principale ossia una grande piega anticlinale, coricata a NE, con asse NW-SE.

Affioramenti rocciosi significativi e dotati di continuità ed estensione, sono stati individuati in tutta l'area di rilevamento; nel corso del sopralluogo si è proceduto ad una serie di ricognizioni lungo la strada sterrata che risale verso il sito, ove il taglio a mezza costa consente l'osservazione dell'ammasso roccioso in buona esposizione.

Al contorno dell'area di discarica sono state effettuate misure giaciturali che mettono in evidenza la disposizione sfavorevole (franappoggio) degli strati rispetto a questa porzione di pendio (esposto a Sud-Est), con direzioni di 160°, immergenti a NE con inclinazione di circa 19°.

Riguardo la situazione strutturale a scala di versante, occorre riferire dell'esistenza di un sistema di faglie pseudoparallele; si ha la presenza di una tettonica fragile distensiva espressa principalmente su lineamenti N-S e NE-SW, che ha delineato l'attuale assetto morfologico dell'area. Il corso d'acqua principale (*Rio Cornia*) presenta un andamento fortemente influenzato dall'evoluzione tettonica.

3.2 GEOMORFOLOGIA

L'area di interesse si inserisce alla base del lato orientale del *M.te Albareto*, settore orografico sinistro del *Torrente Cornia*, in una porzione di pendio orientata ad Ovest che presenta acclività medio-elevata.

Il settore orientale del *M.te Albareto* è dunque prospiciente la valle di *Cornia* ove, sul fondovalle, l'omonimo rio "disegna" una serie di meandri impostati principalmente lungo i principali lineamenti tettonici; dalle sponde del torrente dipartono ridotti terrazzi alluvionali marginalmente interferenti con coltri correlabili a fasce pedemontane.

Il versante propone, in generale, una regolare alternanza di modeste dorsali secondarie ove il substrato affiora generalmente con buona continuità, di morfologie ad "impluvio", generalmente coincidenti con incisioni secondarie del versante e di versanti intermedi ove talvolta si riscontrano fasce eluvio-colluviali con ispessimenti delle coperture.

L'areale oggetto di studio propone coperture sciolte eluvio-colluviali medio-sottili, di spessore fino generalmente compreso fra 0.5 e 1.5m, sia terrazzate che disposte a declivio naturale, talvolta interessate da processi di soliflusso superficiale; il substrato è generalmente affiorante e/o subaffiorante.

In relazione alla formazione geologica caratterizzante questa porzione di territorio, si può riferire di attività estrattive sia in attività che pregresse ed abbandonate nell'ambito del versante e sono quindi presenti numerose discariche dei materiali di risulta.

Complessivamente l'assetto geomorfologico è parso favorevole ed in buone condizioni di stabilità, in quanto il versante risulta al momento privo di segni tangibili di dissesto attivo o quiescente, in accordo con il *Piano di Bacino "183"*.

3.3 *IDROGEOLOGIA*

L'idrogeologia generale è condizionata dal contrasto tra le coltri porose, nelle quali si instaura un deflusso ipodermico, ed il substrato a prevalente componente argillitica che, seppur fratturato e dunque semipermeabile, determina un orizzonte di minor pervietà sul quale si attivano infiltrazioni proporzionate alla scala degli eventi meteorologici.

Per tale ragione al passaggio tra i due orizzonti possono manifestarsi fasce di intensa impregnazione (o localmente vere e proprie falde) intensificate in occasione di piogge persistenti.

La filtrazione e il flusso di acqua attraverso la matrice rocciosa si determina nei pori e lungo le fratture e dipende dall'interconnessione tra questi e da altri fattori come il grado di alterazione e l'anisotropia a cui è sottoposto il materiale; bibliograficamente per l'Ardesia viene proposto un coefficiente di permeabilità k pari a 10^{-11}-10^{-13} m/s mentre per l'Arenaria k viene assunto pari a 10^{-5}-10^{-10} m/s.

La presenza di famiglie di giunti, di discontinuità singolari come le faglie, di zone alterate, costituiscono le vie preferenziali di circolazione idrica nel sottosuolo e delimitano zone a maggiore conducibilità idraulica.

Il moto dell'acqua all'interno della matrice rocciosa è appunto fortemente influenzato dalle caratteristiche fisiche e geometriche delle discontinuità; in particolare, il moto dell'acqua all'interno di una singola discontinuità è governato, dal punto di vista idraulico, dall'apertura e dalla rugosità, mentre la permeabilità dipende anche dalla frequenza e dalla persistenza delle fratture.

In riferimento a quanto esposto nell'allegata *Tavola 2* si possono suddividere e definire almeno tre differenti gradi di permeabilità dei terreni: i detriti ardesiaci di origine antropica (discariche) hanno un'elevata permeabilità; le coperture detritico-colluviali sono mediamente permeabili per porosità; la porzione di territorio a roccia affiorante e/o subaffiorante ha bassa permeabilità per fessurazione e/o fratturazione.

La configurazione attuale del corso d'acqua principale (*Rio Cornia*), in corrispondenza dell'area in esame, è il risultato di una maggiore erosione in sponda sinistra e di una più intensa attività deposizionale sulla sponda opposta, in accordo con il decrescere della velocità e della capacità di trasporto solido all'interno del meandro.

Si afferma dunque che l'attività di erosione principale del rio è più intensa nella sponda sinistra, dunque lungo la sponda opposta del muro della discarica.

4. MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO

Le indagini di superficie sono state svolte mediante rilevamento diretto (metodo osservazionale) effettuato nel corso di ispezioni in situ, integrato dalla rielaborazione di dati e notizie ricavate da opportune ricerche bibliografiche.

Per indagare e per la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, il presente studio, come anticipato, si è basato su precedenti prove penetrometriche realizzate dal sottoscritto nel corso di antecedenti studi geologici in posizione limitrofa al sito.

4.1 Indagini Penetrometriche

Le indagini meccaniche in situ precedentemente realizzate, integrata dalle risultanze dei rilevamenti geologico-geomorfologici di superficie, hanno permesso di:

- *Ricavare e tarare le sezioni stratigrafiche interpretative* (cfr. Tav. 4);
- *Ottenere una caratterizzazione geotecnica degli orizzonti sciolti attraversati.*

La prova penetrometrica dinamica continua consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero dei colpi N necessari: le letture vengono effettuate ogni 10cm.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante il programma di calcolo automatico *WIN-DIN* che calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con *S.P.T.*). Tale programma permette inoltre di estrapolare dai dati ottenuti dalla prova penetrometrica (numero di colpi e resistenza alla punta) una serie di parametri geotecnici significativi.

La profondità di "rifiuto" media all'infissione che è stata registrata nel corso delle precedenti prove penetrometriche è di *1.5m da p.c.*

In prima analisi i dati ottenuti fanno supporre che tale rifiuto individui la quota del "cappellaccio" di alterazione del substrato e/o la presenza di porzioni disarticolate dell'ammasso roccioso (trovanti) all'interno delle coltri di copertura.

4.2 Stratigrafia e Parametrizzazione Geotecnica

Per quanto riguarda la *Ricostruzione Stratigrafica* del comparto, sulla base delle e osservazioni e dei rilievi geologici di superficie compiuti in situ, possono essere distinti i seguenti orizzonti di interesse:

Orizzonte A – orizzonte superficiale "vegetale" o terreno agricolo, costituito da argilla-limosa ed alto contenuto di sostanza organica e vegetale con radici abbondanti; presenta struttura granulare fine ed è molto friabile con molti micropori; la sua colorazione è bruna-grigio scura; lo spessore di questo sottile orizzonte non supera i 30-40cm da p.c.; la resistenza dinamica risulta molto bassa;

Orizzonte B – orizzonte eluvio-colluviale, costituito sostanzialmente da breccia in matrice argillosa a resistenza dinamica variabile in relazione alla presenza di un alto contenuto in pietre di dimensioni medie 2-6cm aventi forma subangolare, la struttura è di tipo poliedrica subangolare. La colorazione di tale orizzonte è marroncina;

Orizzonte C – zona di alterazione superficiale del substrato roccioso ("cappellaccio"), orizzonte litologico individuabile al tetto del substrato avente spessore variabile da 0.5 a 2m, configurabile come un *"cappellaccio"* di alterazione del substrato roccioso. E' caratterizzato da bancate arenacee alternate a pacchi argilloscistosi fratturati e talvolta disarticolati da fenditure riempite da materiali residuali. L'assenza di continuità laterale del cappellaccio roccioso più provocare pericoli nel corso di eventuali scavi per scoscendimento di "sacche detritiche" geotecnicamente scadenti, ma lo stesso fenomeno può anche coinvolgere grossi blocchi disarticolati e quindi non più ancorati alla roccia sana;

Orizzonte D - substrato roccioso "sano", con questo termine si intende l'ammasso roccioso sottostante il cappellaccio nel quale il reticolo delle discontinuità tende a chiudersi verso il basso fino a giungere a condizioni di sostanziale integrità. In questo orizzonte si rilevano generalmente "condizioni geomeccaniche di picco", destinate tuttavia a trasformarsi in "condizioni residue" in concomitanza di giaciture sfavorevoli.

Per quanto attiene la distribuzione stratigrafica dei vari orizzonti individuati, si rimanda alle sezioni geologiche interpretative (cfr. Tav. 4).

Sotto il profilo geotecnico, per gli orizzonti sciolti attraversati durante le precedenti prove penetrometriche, è possibile proporre i seguenti parametri geotecnici <u>*medi*</u>:

Orizzonte A – i primi 30-40cm da p.c.;

- *peso dell'unità di volume "secco": γ = 1.33 t/mc*
- *peso dell'unità di volume "saturo": γ = 1.83 t/mc*
- *coesione: c = 0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito: φ'_{Medio} = 27.0°*

Orizzonte B – al di sotto di 30-40m da p.c. fino all'Orizzonte C.

- *peso dell'unità di volume "secco": γ = 1.51 t/mc*
- *peso dell'unità di volume "saturo": γ = 1.90 t/mc*
- *coesione: c = 0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito: φ'_{Medio} = 29°-30°*

Detriti Ardesiaci

Il comportamento meccanico dei materiali ardesiaci è, in linea di massima, assimilabile a quello di un materiale granulare; comparando tali materiali alla classificazione dei terreni proposta dal Sistema Unificato di Classificazione dei Terreni (*U.S.C.S.)*, gli stessi possono essere identificati al gruppo *GW* ed in subordine al gruppo *GM.*

Nel primo gruppo *(GW)* rientrano le ghiaie ben classate mentre nel secondo *(GM)* le ghiaie limose: è spesso presente infatti una minima percentuale di frazione fine.

Il peso di volume unitario di tali materiali ardesiaci è valutato intorno a 2.1-2.5 t/mc e, in relazione all'elevato coefficiente di permeabilità (*k≥1cm/sec*), si devono ritenere sostanzialmente sempre in condizioni aride (asciutti).

Per quanto attiene circa le caratteristiche di resistenza al taglio, si evidenzia che si tratta di terreni granulari e, considerate le notevoli dimensioni medie di pezzatura, si giustifica un grado di grado di addensamento da medio ad elevato: si ritiene dunque corretto associare a tali materiali un angolo di attrito pari a 42° e coesione nulla.

Si evidenzia che i detriti ardesiaci presentano un contenuto di carbonati oscillante tra il 20% ed il 40% (*Pandolfi D. e O., 1991, "La Cava", Ed. Sagno*) e pertanto si verifica un discreto grado di cementazione secondaria fra i frammenti lapidei.

4.3 *Modello Geomeccanico*

Dal punto di vista *geomeccanico* l'ammasso roccioso è stato classificato con il metodo proposto da Bieniawski: questa classificazione si basa sul rilievo di cinque parametri che determinano un valore base dell'indice *RMR* (Rock Mass Rating).

Il rilievo e l'analisi dei principali parametri da inserire nella classificazione sono stati effettuati nei principali affioramenti rocciosi reperiti al contorno ove la messa a "nudo" dell'ammasso roccioso, in tali affioramenti, risulta sufficientemente estesa e rappresentativa per ricavare i dati necessari che vengono elencati di seguito:

- R1: resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta

La resistenza a compressione uniassiale della roccia è stata valutata basandosi su alcune serie di prove condotte con lo sclerometro per cls. i cui indici di rimbalzo sono stati poi opportunamente correlati a quelli del martello di Schmidt secondo la relazione (*Bagalà*,1998): $R_N = 22,1 + 0,7\ R_L$
con:
R_N = lettura del rimbalzo allo sclerometro per calcestruzzi
R_L = lettura del rimbalzo al martello di Schmidt

I risultati così ottenuti hanno permesso di ricavare: σ_c = 100-200 MPa

INDICE R1 = 12

- *R2: indice RQD*

E' stato valutato indirettamente attraverso la relazione *Priest-Udson* nella forma:

$RQD = 100 \times e^{-0,1n} \times (0,1\ n + 1) = 96\%$

N = numero di fratture a metro = 3

INDICE R2 = 20

- *R3: Spaziatura dei giunti*

Valutata sulla base dell'osservazione diretta dell'ammasso roccioso e delle sue caratteristiche strutturali: *s = 0.3cm-1m*

INDICE R3 = 20

❖ R4: Condizione di giunti

Superfici rugose mediamente alterate con persistenza media da 1 a 3m; pareti di roccia dura.

INDICE R4 = 12

❖ R5: Condizione idrauliche

Umidità

INDICE R5 = 7

Dalla somma algebrica dei coefficienti numerici dei primi cinque parametri si ottiene:

RMRbase = R1 + R2 + R3 + R4 + R5 = 71 *(II classe – ammasso roccioso buono)*

Una volta noto il valore *RMR* è possibile effettuare verifiche sulla resistenza geomeccanica dell'ammasso; può essere dunque proposta la seguente parametrizzazione geomeccanica *media*:

Orizzonte (C) – ammasso roccioso

- *peso dell'unità di volume: γ = 2.5 t/mc*
- *coesione: c = 1.5 Kg/cmq*
- *angolo di attrito: φ = 42°*

Orizzonte (D) - basamento roccioso "sano" (materiale roccia)

- *peso dell'unità di volume: γ = 2.8 t/mc*
- *coesione: c = 3.0 Kg/cmq*
- *angolo di attrito: φ = 45°*

5. SISMICITA' DELL'AREA

Ai sensi dell'*Ordinanza* della *Presidenza* del *Consiglio* dei *Ministri* n°3519/2006, ed alla *D.G.R. n°1362 del 19/11/2010*, il territorio comunale di *Moconesi (Ge) è stato classificato sismico ed inserito in zona* ***3*** *(p.g.a. = 0,150g)* e contrassegnato con il *Numero Identificativo 36 nella mappa sismica*.

La normativa definisce l'accelerazione sismica orizzontale (*ag*) relativamente alle diverse zone simiche: tale valore è attribuito a formazioni litoidi con velocità media di propagazione nei primi 30m di profondità delle onde sismiche di taglio (Vs30) maggiore di 800 m/s.

In particolare in Zona 3 il valore dell'accelerazione sismica orizzontale è pari a *ag = 0.150g*, tale valore rappresenta l'accelerazione massima orizzontale attesa nel caso in cui le strutture in progetto siano fondate su substrato roccioso di buone caratteristiche geomeccaniche o in prossimità dello stesso ed in condizioni geomorfologiche favorevoli.

Considerato che il livello di riferimento delle fondazioni dei muri di sostegno in blocchi di ardesia che costituiscono la bastionatura della discarica in oggetto è rappresentato dall'ammasso roccioso, si ritiene corretto associare il sito ad un profilo stratigrafico tipico della Categoria di suolo ***A***, che comprende formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3.0m.

Per quanto attiene i detriti ardesiaci che costituiscono la discarica, i calcoli relativi alle verifiche di stabilità (cui si rimanda alla *Relazione Geotecnica*), dovranno essere effettuati considerando un profilo stratigrafico tipico della Categoria di suolo ***E***, che comprende depositi di terreni a grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori non superiori a 20m, posti sul substrato di riferimento caratterizzato da valori di Vs30 superiori a 800 m/s.

La normativa *(D.M. 14 gennaio 2008)*, inoltre, tiene conto anche degli *"effetti di sito"* indotti dal profilo stratigrafico e della morfologia dell'area di progetto. In relazione alle caratteristiche litotecniche e stratigrafiche dei terreni sopra menzionate, è stata quindi valutata la zonazione di massima in prospettiva sismica.

Per quanto attiene all'amplificazione determinata dalle condizioni morfologiche del sito, si assume una condizione intermedia tra la sommità (intesa come la sommità dei rilievi limitrofi) e la base del pendio (identificata nel fondovalle del *Rio Cornia*): si assegna pertanto un coefficiente di amplificazione topografica $T_1 = 1.10$.

Sulla base delle recenti disposizioni previste dalle *"Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 14/01/2008)*, le tabelle seguenti riepilogano le considerazioni sismiche sulla discarica in oggetto, le caratteristiche sismiche del sito, l'analisi dei parametri e dei coefficienti sismici, calcolati con il programma *"GEOSTRU PS"*:

COORDINATE GEOGRAFICHE DELLA LOCALITA' IN ESAME				
Longitudine:			9,233591	
Latitudine:			44,430927	
COORDINATE GEOGRAFICHE DEI 4 PUNTI DEL RETICOLO (SITI DI RIFERIMENTO)				
	ID	LON	LAT	DIST m
Sito 1	16922	9,2215	44,4081	2713,112
Sito 2	16923	9,2914	44,4106	5114,353
Sito 3	16701	9,2879	44,4605	5422,937
Sito 4	16700	9,2180	44,4581	3260,873

VITA DELLA STRUTTURA	
Vita nominale delle opere:	$V_N \geq 50$ anni
Classe d'uso:	I Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
Coefficiente d'uso:	$C_U = 0.7$
Periodo di riferimento per le azioni sismiche strutturali:	$V_R = V_N \times C_U = 35$
CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO	
Topografia:	T1
Coefficiente Topografico:	$S_T = 1.10$
Categoria Suolo Bastionatura:	A
Categoria Suolo Discarica:	E

Azione sismica sulle fondazioni delle opere di sostegno (bastionatura)

	PARAMETRI SISMICI						COEFFICIENTI SISMICI			
	SL	P_{vr}	T_r	a_g	F_o	T_c^*	Kh	Kv	Amax	Beta
sle	*Operatività (SLO)*	81%	30	0,031g	2,499	0,201	0.007	0.004	0.347	0.200
sle	*Danno (SLD)*	63%	35	0.033g	2,514	0,206	0.008	0.004	0.370	0.200
slu	*Salv.Vita (SLV)*	10%	332	0.080g	2,518	0,279	0.017	0.008	0.912	0.200
slu	*Collasso (SLC)*	5%	682	0.105g	2,502	0,287	0.035	0.018	1.192	0.290

SL = Stato Limite Considerato (sle = stato limite di esercizio; slu = stato limite ultimo); P_{vr} = Probabilità di superamento dello Stato Limite Considerato; T_r = Tempo di Ritorno (anni); a_g = Accelerazione massima al sito; F_o = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^*= Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (sec); **Kh** = coefficiente sismico orizzontale; **Kh** = coefficiente sismico verticale; **Amax** = accelerazione massima attesa al sito.

Azione sismica sulla discarica

	PARAMETRI SISMICI						COEFFICIENTI SISMICI			
	SL	P_{vr}	T_r	a_g	F_o	T_c^*	Kh	Kv	Amax	Beta
sle	*Operatività (SLO)*	81%	30	0,031g	2,499	0,201	0.011	0.006	0.556	0.200
sle	*Danno (SLD)*	63%	35	0.033g	2,514	0,206	0.012	0.006	0.592	0.200
slu	*Salv.Vita (SLV)*	10%	332	0.080g	2,518	0,279	0.028	0.014	1.459	0.200
slu	*Collasso (SLC)*	5%	682	0.105g	2,502	0,287	0.047	0.023	1.908	0.240

SL = Stato Limite Considerato (sle = stato limite di esercizio; slu = stato limite ultimo); P_{vr} = Probabilità di superamento dello Stato Limite Considerato; T_r = Tempo di Ritorno (anni); a_g = Accelerazione massima al sito; F_o = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c^*= Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (sec); **Kh** = coefficiente sismico orizzontale; **Kh** = coefficiente sismico verticale; **Amax** = accelerazione massima attesa al sito.

6. CONCLUSIONI

L'insieme dei dati raccolti e delle analisi effettuate permette di formulare un *positivo parere di compatibilità geologica (s.l.) della discarica in esame*, la cui buona adattabilità alle realtà accertate in sito pare essere confermata dalle attuali condizioni di equilibrio del pendio entro il quale è presente la discarica stessa.

Il corpo discarica attualmente non ha ancora sfruttato tutte le volumetrie autorizzate, soprattutto per quanto riguarda la porzione verso nord, ove è situata la sezione 4. Le pendenze del versante non superano i 36° rispetto all'orizzontale e sono quindi inferiori alla pendenza massima prevista dalle opere autorizzate.

Nell'alveo sono presenti detriti ardesiaci che si sono accumulati nel corso del tempo e che verosimilmente provengono da tratti più a monte del *Rio Cornia*, ove sorgevano cave di ardesia ormai dismesse, che poco hanno curato il contenimento dei propri detriti. Nel corso del tempo tali materiali, talvolta anche di notevole pezzatura, sono stati trasportati verso valle dalle correnti di piena ed ora sono diffusi lungo tutto il percorso del *Rio Cornia*.

I nuovi interventi si possono suddividere in due categorie: opere di manutenzione idraulica del *Rio Cornia* e sistemazioni del corpo discarica.

All'interno della prima categoria, si inseriscono le opere di pulizia dell'alveo che consistono essenzialmente nella rimozione degli arbusti cresciuti in alveo e di una parte dei detriti ardesiaci. In questa fase sarà comunque opportuno lasciare uno strato di materiale grezzo a protezione della base della scogliera, che eviti l'instaurarsi di fenomeni erosivi. La pulizia dell'alveo non dovrà intaccare la base della scogliera e verrà comunque lasciato uno "strato di usura" davanti alla scogliera che la proteggerà dall'erosione erosiva della corrente idrica.

Attualmente non si ravvisano problemi riguardo alla stabilità del piede del muro, poiché esso è fondato sul substrato roccioso; il mantenimento di una parte di detriti è volta ad ottenere una maggiore durabilità delle opere in quanto, se lasciate esposte all'azione erosiva dell'acqua, potrebbero essere soggette, in un futuro, a dissesti strutturali.

In questa fase si prevede di porre in opera un placcaggio al piede della scogliera in corrispondenza della Sezione 2; esso sarà realizzato in cemento debolmente armato ed ha lo scopo di garantire una ulteriore protezione nel tratto ove si ha la massima altezza della scogliera.

Al fine di migliorare ulteriormente la stabilità della scogliera si prevede che sia rinzaffata con scaglie di pietre nei punti in cui presenta eccessivi distacchi tra i blocchi, ottenendo così una maggiore superficie di contatto tra gli elementi.

Per poter effettuare i lavori di movimentazione in alveo si renderà necessario l'uso di una pala meccanica che potrà accedere al letto del *Rio Cornia* attraverso una rampa provvisoria, ubicata nel piazzale inferiore del complesso estrattivo in corrispondenza della Sezione 5, ove si hanno adeguati spazi di manovra per gli automezzi e il dislivello tra il fondo alveo ed il piazzare è minore.

La rampa verrà realizzata procedendo alla demolizione di una porzione della scogliera esistente, il materiale rimosso sarà temporaneamente depositato nelle vicinanze e sarà riutilizzato per il ripristino dell'opera stessa che, a lavori in alveo ultimati, avrà le medesime caratteristiche geometriche di quello attualmente presente.

Per la realizzazione della rampa si raccomanda una attenta e rigorosa disciplina e regimazione sia delle acque ruscellanti: il tracciato dovrà prevedere una canalina di raccolta sul ciglio di monte della carreggiata capace di raccogliere le acque meteoriche evitando ristagni idrici e/o ruscellamenti "selvaggi".

Lungo il percorso, onde agevolare la funzione della cunetta, il tracciato dovrà essere sagomato con lieve pendenza verso monte; le acque dovranno essere convogliate e smaltite nel sottostante *Rio Cornia*.

A lavori in alveo ultimati sarà ripristinata la porzione di scogliera precedentemente smontata per poter creare la rampa di accesso al torrente; la ricostruzione avverrà con gli stessi blocchi di ardesia, mantenendo inalterata la sezione geometrica del manufatto.

Le sistemazioni del corpo discarica sono costituite dalla creazione di una rete di smaltimento delle acque superficiali e dal reinterro del pendio con piantumazione di arbusti; entrambi due interventi erano già previsti nel piano di coltivazione ma si è ritenuto opportuno svilupparne maggiormente i contenuti.

A lavori ultimati verrà riportato uno strato di terreno vegetale che permetterà l'inerbimento e la piantumazione con essenze locali (carpine, castagno); il tal modo verrà ridotto l'impatto visivo poiché la discarica sarà resa omogenea con il contesto boschivo entro cui sorge.

La superficie esterna del corpo di discarica dovrà essere ricoperta con terreno vegetale avente caratteristiche fisico-chimiche simili a quelle dei terreni circostanti, favorendo così l'inerbimento e l'attecchimento di specie arbustive ed arboree autoctone.

La vegetazione che nascerà avrà un ruolo rilevante sugli effetti di stabilizzazione: le piante, gli arbusti e le loro relative radici hanno la capacità di influire positivamente sulla stabilità della discarica, in quanto modificano sia le condizioni idrologiche che le caratteristiche meccaniche del terreno.

Tali effetti si possono valutare attraverso i parametri che esprimono la resistenza al taglio del terreno: la pressione neutra diminuisce a causa dell'evapotraspirazione e della minore infiltrazione nel terreno; si incrementa la resistenza al taglio mobilizzabile e la coesione dovuta al rinforzo della matrice di radici. La presenta della vegetazione limita inoltre notevolmente i fenomeni di *creep* superficiale e durante gli eventi di pioggia, determina un ritardo nei tempi di saturazione e di scomparsa delle pressioni neutre negative, che risultano in partenza più alte rispetto a quelle di terreni privi di vegetazione.

In testa al muro, per buona parte del suo sviluppo longitudinale, è presente un dosso in terra, dove sorge già una rigogliosa vegetazione; esso sarà quindi esteso anche alle porzioni ove non è attualmente presente. Lo scopo di tale manufatto è duplice: permette la raccolta delle acque alla base del versante di discarica, per poi convogliarle nel *Rio Cornia*, e al contempo costituisce una barriera naturale di arresto dei detriti. In tal modo potrà essere sempre verificabile l'assenza di sversamento di materiale lapideo nel corso d'acqua sottostante da parte della ditta *A.D.I. Ardesia Dondero Italia s.n.c.*

La raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali verrà affidata ad un sistema di canalette che sono state posizionate in testa alla scogliera e lungo la strada di accesso privata che collega la strada consortile all'imbocco della cava *"Galleria"*. Tali canalette, che presentano una sezione trapezoidale, convoglieranno poi per gravità le acque piovane direttamente nel *Rio Cornia*. Il piazzale in sommità alla discarica presenterà, a lavori ultimati, una lieve pendenza verso monte al fine di allontanare dal versante le acque piovane che potrebbero dilavare lo strato di terreno vegetale depositato in precedenza.

Infine il sistema di raccolta delle acque previsto garantirà un corretto smaltimento delle piogge e quindi impedirà il manifestarsi di fenomeni erosivi superficiali dovuti al ruscellamento.

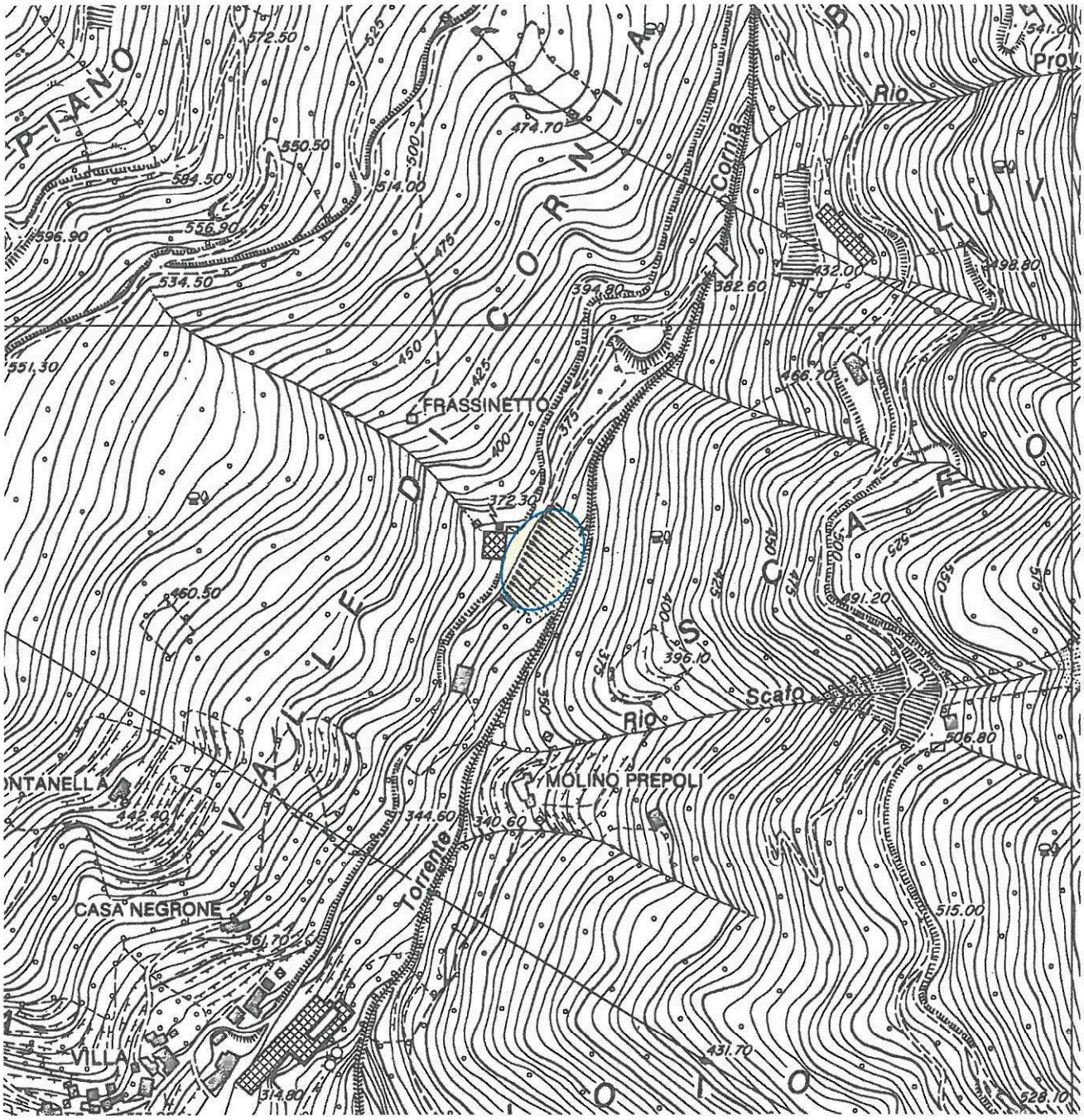
Per eventuali chiarimenti circa le modalità operative e per i necessari controlli in corso d'opera si conferma fin d'ora la più completa disponibilità.



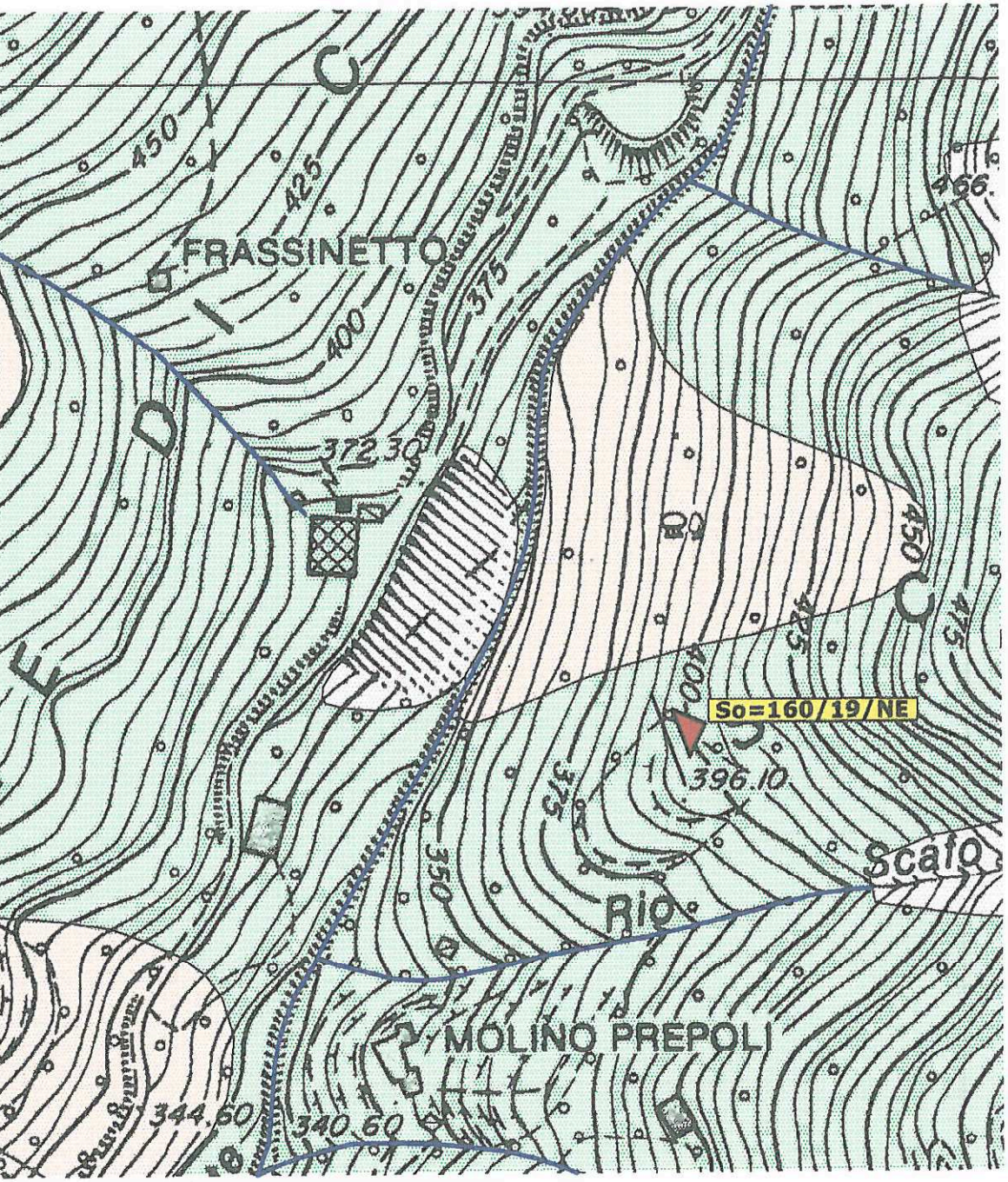
Cicagna, 3 novembre 2014

dott. geol. Andrea Ghilino

TAV. 1: COROGRAFIA DELL'AREA SCALA 1:5.000



UBICAZIONE DISCARICA DI DETRITI ARDESIACI DENOMINATA "GALLERIA"
ELEMENTO N°214151 - MOCONESI



LEGENDA

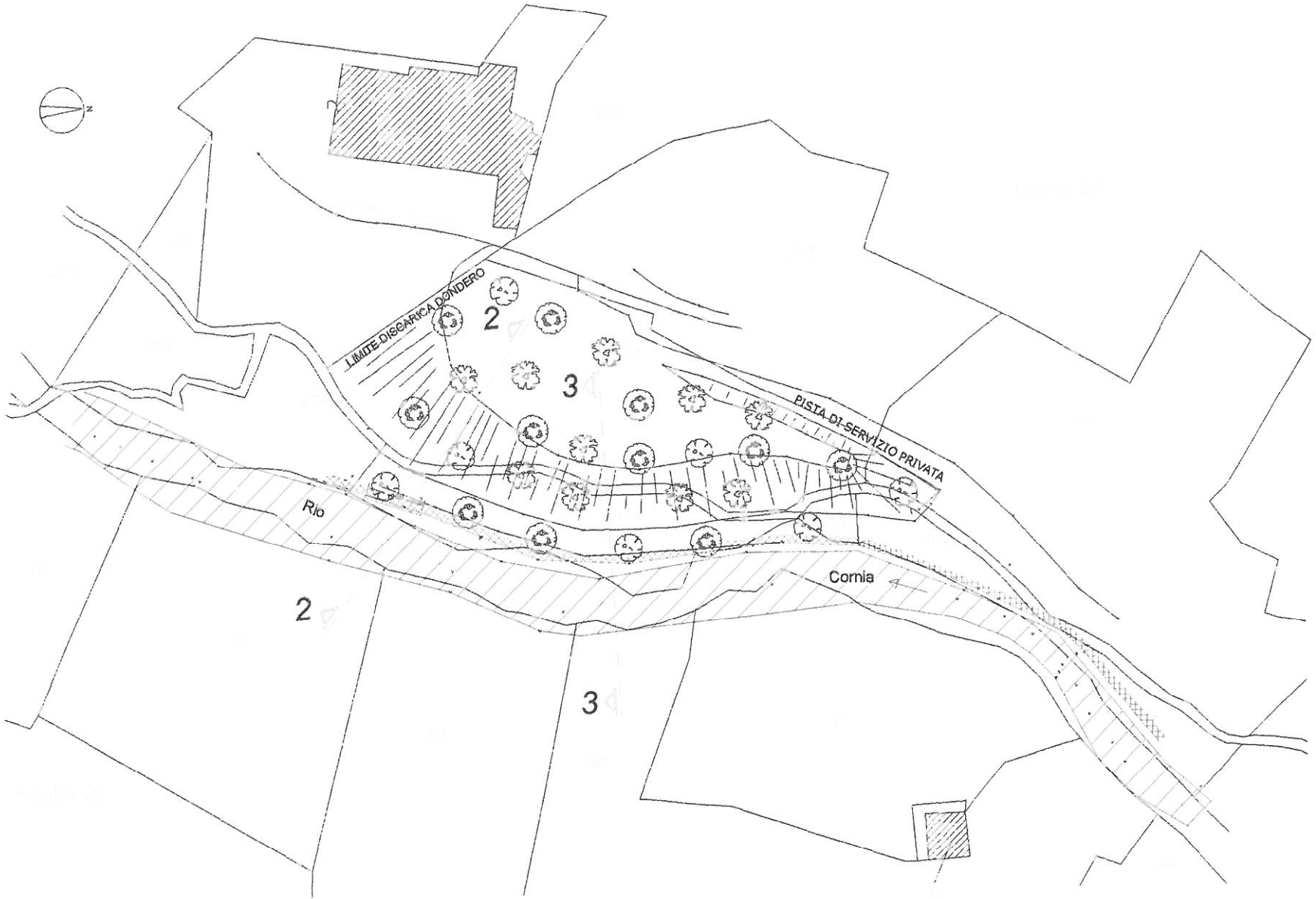
FORMAZIONE DELLE ARDESIE DI M.te AFFIORANTE E/O SUBA
CON COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI SOTTILI DI SPESSORE

GIACITURA DI STRATO

COPERTURE ELUVIO-COLLUVIALI DI SPESSORE FINO A 3M

PRINCIPALI VIE DI DEFLUSSO IDRICO SUPERFICIALE

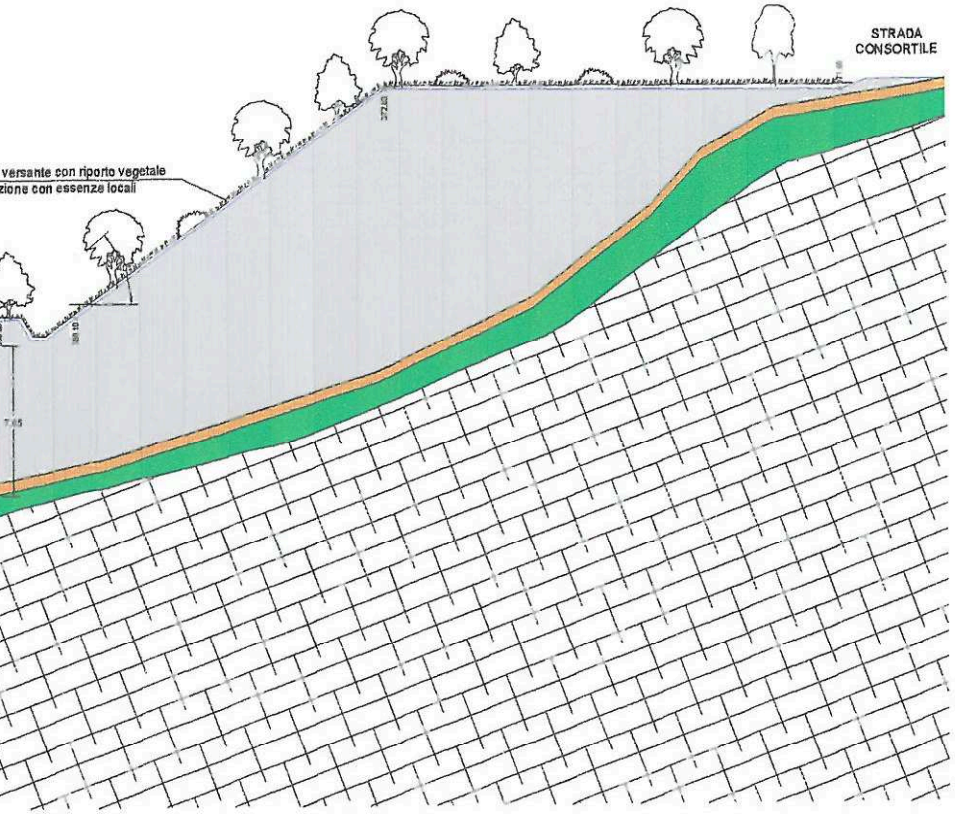
DETRITI ARDESIACI DI ORIGINE ANTROPICA

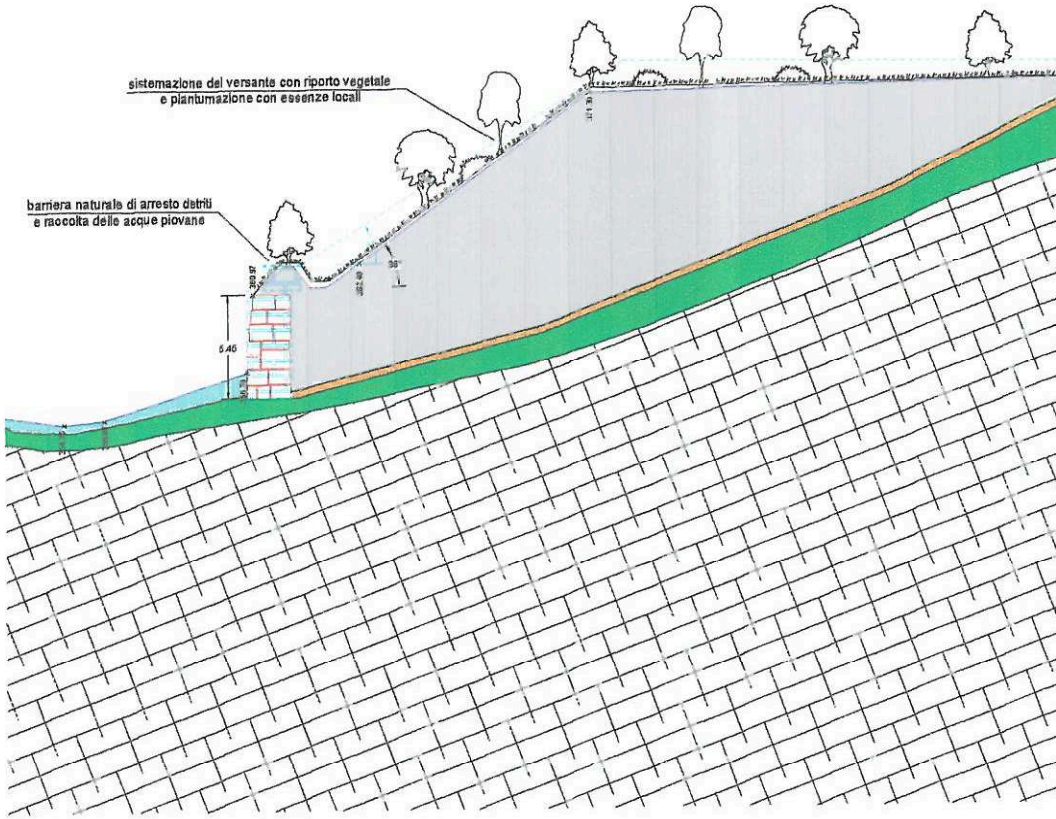

N
LIMITE DISCARICA DONDERO
2
3
PISTA DI SERVIZIO PRIVATA
Rio
Cornia
2
3

LEGENDA

NE 2

SEZIONE 3





LEGENDA

STRATIGRAFIA

DETRITI ARDESIACI

DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI DEL RIO CORNIA