

**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO**

IMPIANTO DI DISCARICA DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI

Legge n. 87 del 05/7/2007

SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)

**OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA
Daneco Impianti s.r.l.**

**RELAZIONE GEOLOGICA
e
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Rea
Via della Libertà, 136
84015 Nocera Superiore (Sa)
Tel/fax 081931207
e-mail: laboratoriorea@libero.it

DATA: 15 Novembre 2010

I N D I C E

1. Premessa	pag.	2
2. Descrizione degli interventi di progetto	"	2
3. Programma delle indagini	“	3
4. Inquadramento dell'area nel contesto geologico regionale e nell'ambito del territorio comunale	"	4
4.1 - Inquadramento morfologico	"	5
4.2 - Morfologie in evoluzione	"	6
5. Caratteristiche idrogeologiche	“	7
6. Stratigrafia e modello del sottosuolo	"	8
7. Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo	“	10
7.1 Indagini	"	10
7.2 Perforazioni di sondaggio	"	10
7.3 Prove di laboratorio	"	11
8. Considerazioni di ordine geotecnico	"	12
9. Caratterizzazione sismica	"	17
10. Compatibilità idrogeologica	"	19
11. Compatibilità dell'area rispetto alle aree sottoposte a "Vincolo idrogeologico"	"	19
12. Conclusioni	"	19
Allegati e Tavole fuori testo	"	20

RELAZIONE GEOLOGICA

1. Premessa

Il sottoscritto, geologo Giovanni Rea, iscritto al n. 370 dell' Albo dei Geologi della Regione Campania, in seguito ad incarico ricevuto dalla Daneco Impianti Srl, (Discarica di S.Arcangelo Trimonte-Località Nocecchia), ha proceduto a redigere la presente "relazione geologica" e la "caratterizzazione geotecnica" dei terreni del sottosuolo dell'area in cui è ubicata la discarica di Sant'Arcangelo Trimonte, in Provincia di Benevento. Detta relazione è di corredo al progetto esecutivo redatto dall'Ing. Enrico Ulisse Avanzi nel luglio 2010 prodotto per la Daneco Impianti srl, dal titolo Opere di messa in sicurezza del sito della discarica di Sant'Arcangelo Trimonte e necessaria per l'iter di validazione e approvazione da parte del Committente SAMTE srl, prima del deposito presso il Genio Civile di Benevento, così come richiesto nel "Parere istruttorio" del RUP, trasmesso con nota 08.ottobre.2010, alla committente, avente a oggetto: "Progetto esecutivo dei lavori di completamento per la stabilizzazione del sito della Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte"

Lo scrivente, Geologo Giovanni Rea, ha accettato l'incarico perché ne ha competenza ed ha proceduto a redigere la presente "relazione geologica" sulla base delle indagini geologiche e geotecniche condotte nel sito nel rispetto delle Nuove Norme Tecniche, (D.M. 14/01/2008), secondo quanto prescritto nel capitolo 6, §6.2.1)¹, §6.2.2², e §6.3³; la relazione tiene conto anche di quanto prescritto dal D.M. 11/03/1988 -Cap. I -Discariche e colmate; Cap. G – Stabilità dei pendii naturali e dei fronti di scavo- sia per la completezza del progetto esecutivo sia per il deposito da effettuarsi presso il Genio Civile di Benevento.

2. Descrizione degli interventi di progetto

Il progetto d'intervento per la stabilizzazione della discarica sita in Località Nocecchia nel Comune di Sant'Arcangelo Trimonte prevede la realizzazione di pali trivellati di diametro Φ 1000 di profondità di 30 m e di tiranti di portata compresa tra 90 e le 120 t e di lunghezza variabile tra 40 e 65 m, posti ad interasse variabile e da eseguire in corrispondenza degli

1 - Caratterizzazione e modellazione geologica del sito
2 - Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica
3 - Stabilità dei pendii naturali

appositi alloggiamenti previsti nella trave di collegamento delle palificate già realizzate e ancora da realizzarsi.

3. Programma delle indagini

Nella presente Relazione Geologica sono descritte e ricostruite le caratteristiche litologiche e stratigrafiche del sito di progetto, i caratteri idrogeologici, geomorfologici e la pericolosità geologica del territorio sotto il profilo sismico e idrogeologico.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica, saranno esposti i risultati delle indagini eseguite in sito e in laboratorio dalle ditte, abilitate e autorizzate dal Ministero LL.PP., di cui all'art. 59 del DPR 380/2001, e le risultanze delle indagini idrogeologiche.

La caratterizzazione sismica del sito è eseguita attraverso la elaborazione delle risultanze delle prove down-hole, realizzate per la determinazione della velocità delle onde sismiche di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo e la determinazione della loro velocità media, V_{s30} , al fine di conoscere la risposta sismica locale, essendo il Comune di Sant'Arcangelo Trimonte classificato sismico di 1° categoria in base alla delibera n. 5447 /2002 di Giunta Regionale della Campania.

Sarà verificata, inoltre, la conformità dell'intervento di progetto con la normativa dettata dal PSAI dell'Autorità di Bacino del Liri-Garigliano-Volturno, di cui alla deliberazione del 10 febbraio 2003.

Il programma di dettaglio delle indagini è il seguente:

- a) Inquadramento dell'area nel contesto geologico regionale e nell'ambito del territorio comunale;
- b) Inquadramento morfologico;
- c) Idrogeologia;
- d) Stratigrafia del sottosuolo;
- e) Caratterizzazione geotecnica del sito;
- f) Descrizione delle indagini :
 - i) Prove di laboratorio
 - ii) Prove in situ
- g) Considerazioni di ordine geotecnico;
- h) Caratterizzazione sismica;
- i) Compatibilità idrogeologica con la normativa dell'Autorità di Bacino di competenza e con i "vincoli idrogeologici" ex R.Decreto n.3267 30/12/1923.

4. Inquadramento dell'area nel contesto geologico regionale e nell'ambito del territorio comunale

Il territorio comunale di Sant'Arcangelo Trimonte, in Provincia di Benevento, e in particolare quello in cui è ubicato l'impianto di "discarica per rifiuti non pericolosi", è zona in cui affiorano sedimenti essenzialmente argillosi, facenti parte del complesso della facies di depositi flyscioidi ampiamente rappresentato in tutta la Provincia di Benevento e nell'Appennino campano.

L'area in studio appartiene a quel settore della catena appenninica il cui assetto geologico strutturale è di elevata complessità, essendo esso il risultato della deformazione successiva di diversi domini paleogeografici. In questa porzione di Appennino Meridionale sono presenti strutture geologiche impilate le une sulle altre per sovrascorrimento o subduzione di coltri sia autoctone che alloctone, successivamente dislocate per faglie dirette verificatesi nel Pliocene.

Nell'area strettamente legata al sito d'impianto, affiorano sedimenti essenzialmente argillosi rappresentativi dei depositi della facies flyschoidale dell'Appennino campano, ascrivibili al Miocene medio-inferiore. (Fo.173 della Carta Geologica d'Italia)-

Sono formazioni delle "Unità Lagonegresi", depositatesi tra il Cretaceo e l'Oligocene in un ampio bacino individuato come Unità paleogeografica del Trias superiore, caratterizzato da sedimentazione a carattere pelagico, e posizionato tra le piattaforme carbonatiche, Abruzzese-Campana a est, e Campano-Lucana a ovest.

Successivamente tale dominio paleogeografico scompare per l'attività della fase tettonica che inizia dal Miocene medio-superiore.

Nell'area di Sant'Arcangelo, e lungo i versanti del Vallone Pazzano, sono evidenti gli affioramenti rappresentati dalla formazione del "Flysch Rosso" che si presenta in facies di argille marnose, aventi spessore che spesso supera i 300 metri. Sono argille più o meno limose, intercalate ad argilliti e argille marnose di colore grigio plumbeo, dotate di elevato grado di sovraconsolidazione per sovrapposizione ad esse di coltri provenienti dalle vicine aree di sedimentazione. L'azione degli agenti modellatori esogeni, a partire dal Pleistocene, ha eroso e alleggerite le zolle che oggi si osservano in affioramento.

Nell'area strettamente connessa all'insediamento di progetto, la facies argilloso marnosa si presenta interamente frammista, e senza ordine, con

elementi ghiaiosi eterodimensionali, di natura per lo più marnosa e calcarea. Frequenti, ma non abbondanti, le intercalazioni di livelli sabbiosi ed arenaceo-sabbiosi, sede di falde idriche sospese. Lo spessore varia da 1 a oltre 15 metri. L'origine è alluvionale.

Questa formazione, nella Carta geologica d'Italia, è attribuita al Pleistocene Superiore - Attuale.

Al di sotto, si rinviene il Flysch Rosso (attribuito al Cretaceo Superiore), fino a profondità notevoli, oltre a 300 metri di spessore. Trattasi di argilliti marnose a tratti laminate, con intercalazioni sabbioso-limoso-argillose ed inclusi litoidi di natura carbonatica, di dimensioni di 10/15 cm, caratterizzati da venature biancastre di natura calcitica.

La successione stratigrafica, nell'area di progetto è riassunta nella seguente scheda:

Scheda riassuntiva e schematica
relativa alla stratigrafia del sottosuolo derivata dai sondaggi
eseguiti nel sito della discarica di Sant'Arcangelo Trimonte

Profondità dal p.c. (m)	Descrizione
0,00 - 0,50	Terreni vegetali superficiali a tessitura limo-sabbiosa
0,50 - 6,00	Limo-argilloso-ghiaioso inglobante clasti eterodimensionali e poligenici: di aspetto caotico e origine alluvionale. Età: Pleistocene Superiore.
6 a ~ 16/20 m	Successione di livelli sabbioso-limoso-argillosi con inclusioni di elementi eterometrici di natura marnosa, sede di falde idriche stagionali.
16,00- 40,00m	Flysch rosso: argilliti marnose a tratti laminate, con intercalazioni di livelli limo-argillosi e inclusi lapidei di dimensioni fino a 20cm, con venature calcitiche bianche.

4.1 Inquadramento morfologico

L'area in cui si rinviene l'impianto di Sant'Arcangelo Trimonte parte dalla sommità di un crinale a quota 380 sul l.m. a dolce pendenza, in destra orografica del Vallone Pazzano, e cala fino a fondo valle a circa 150 metri più in basso. La superficie topografica dell'area d'impianto è allungata in direzione Nord-Sud e presenta pendenza da Ovest a Est dell'ordine del 10/13%, con rottura, sul confine orientale, del 25/26%, mantenendosi

costante fino a fondo valle. Sul fianco settentrionale dell'area d'insediamento si estendono terreni risalenti con dolce declivio verso le vicine alture.

Il versante orientale della dorsale, a valle della discarica, collega questa con il fondo valle; è percorso da solchi di erosione poco profondi dovuti all'azione disagregatrice delle acque scorrenti in superficie che trovano facile azione nella erodibilità dei terreni superficiali limo-argillosi. In queste vallette si verificano smottamenti e colamenti dei terreni coesivi superficiali in occasione di eventi meteorici anche non eccezionali.

Nella zona immediatamente a valle della discarica, la superficie topografica originaria è coperta da terreni limo-argillosi colati dalla zona crollata connessa al fenomeno gravitativo avvenuto nel 2008.

La "Carta della stabilità" ⁴, redatta per il PRG della Città, definisce l'area d'insediamento della discarica come area stabile. Le aree instabili sono a valle di essa, sul versante orientale, lungo i bordi delle brevi vallette che affluiscono nel Vallone Pazzano.

4.2 Morfologie in evoluzione

La pendice che collega l'area di discarica con il fondo della valle Pazzano è solcata da brevi vallette di erosione in cui è attiva l'azione di approfondimento da parte delle acque meteoriche. In corrispondenza dell'innesto di questi solchi con il fondo valle del Pazzano si verificano frequenti smottamenti a carattere di scorrimento rotazionale nei terreni superficiali.

In generale l'area è definita come "stabile" nella pendice su cui ha sede la discarica, e a "stabilità media" la pendice inferiore posta a oriente.

Tuttavia, nell'area della discarica, nel corso del 2008, durante la realizzazione degli scavi per la predisposizione del Lotto IV, si è verificato un dissesto gravitativo. Il cinematismo è stato di tipo roto-traslato con uno scorrimento che ha interessato i terreni limo-sabbiosi superficiali per uno spessore variante da 16 a 20 metri. Il piano di scivolamento intercettato è al contatto con il flisch di fondo su cui è presente un livello di argilla satura che ha funzione lubrificante. Nella Tavola 3 -Carta Geomorfologica- è cartografata la nicchia di distacco della zolla dissestata e la sottostante zona di invasione della colata di fango.

4 - Tav.7 - Carta della stabilità dei versanti (tratta dal PRG della Città)

5. Caratteristiche idrogeologiche

I terreni dell'area d'indagine, sono definiti dal punto di vista idrogeologico come: "complesso arenaceo-marnoso-argilloso-calcareo". Questo complesso, rappresentativo di tutta l'area d'indagine, sia in affioramento che in profondità, fino a quota indagata di 40 metri sotto il p.c., raggruppa terreni con grado di permeabilità relativa generalmente basso. I sondaggi hanno messo in evidenza che tale complesso è caratterizzato da due facies, una rappresentata da terreni argilloso-ghiaioso-limosi, che ha spessore fino a 15/16 metri, in cui è abbondante la frazione lapidea grossolana e livelletti sabbiosi, caratterizzati da permeabilità relativa per porosità. Questi livelli sabbiosi, sulla scorta dei sondaggi meccanici, delle indagini geofisiche, dei rilievi piezometrici e delle letture d'oscillazione della falda nei pozzi agricoli esistenti nell'intorno dell'area di indagine, risultano essere sede di falda idrica; sono falde idriche sospese, tamponate a tetto e a letto da livelli argillosi pressochè impermeabili. L'alimentazione di dette falde avviene per contatto laterale con il complesso dei terreni calcareo-marnosi che si rinvencono alle quote superiori e nei monti presenti a Nord e a Nordest, nei quali la permeabilità è per porosità e per fatturazione.

I valori del coefficiente di permeabilità, determinati a mezzo di prove di permeabilità sia in sito che in laboratorio, per i terreni limo-sabbiosi superficiali e per le argille rosse più profonde, risultano compresi nell'ordine di 10^{-9} e 10^{-7} ; per i terreni più ricchi della frazione sabbiosa e per i terreni dei livelli sabbioso-limosi, il coefficiente di permeabilità risulta dell'ordine di 10^{-6} . Per quanto riguarda la sabbia limosa mediamente presente intorno alla profondità di 5 metri, la permeabilità è dell'ordine di 10^{-4} . Questo prova anche la elevata presenza in zona di pozzi superficiali per uso agricolo, di portata assolutamente modesta, alimentati da fenomeni di percolazione diffusi nell'area e dovuti alla presenza di elementi grossolani e sabbiosi presenti nelle argille. La presenza di frequenti livelli sabbiosi giustifica anche il rinvenimento di falde idriche a quote diverse, a partire da 4 metri sotto il p.c.; queste sono da considerare isolate fra loro e non intercomunicanti, perché tamponate a tetto e a letto da argille e limi pressochè impermeabili⁵.

⁵ Bartolomi e Di Molfetta –Relazione su “Monitoraggio a lungo termine: Rapporto finale di sintesi”. Marzo 2010 – a pag. 7 si legge: “L’assetto litologico evidenziato dai quattro sondaggi eseguiti, conferma la presenza di uno “pseudo-acquifero superficiale”, ossia di sacche di accumulo d’acqua distribuita in modo disomogeneo sull’intera area d’indagine. Questi settori di accumulo di acqua sotterranea sono fortemente condizionati dalle precipitazioni stagionali e localmente possono assumere anche una certa continuità. ... Tali sacche d’acqua, data la tipologia dei materiali riscontrati, possono essere legate alla presenza di locali intercalazioni di materiale più grossolano nella matrice argillosa del sito, oppure ad

Dalle osservazioni fatte nei piezometri⁶ posti dentro e fuori del sito d'impianto, si è rilevato che la piezometrica è presente a partire dalla quota oscillante intorno a 3/5 metri sotto il piano del piazzale dell' impianto.

Per quanto riguarda le acque superficiali, colanti dal piazzale e dalle coperture dell'impianto, esse vengono convogliate alle vasche di raccolta acque di prima pioggia e quindi trasferite ad un impianto di trattamento; le acque bianche e quelle di seconda pioggia vengono invece defluite verso il ricettore Torrente Pazzano.

Per le acque che cadono sulle aree esterne, al contorno dell'impianto , è difficile l'assorbimento idrico da parte dei terreni superficiali per mancanza di pori intergranulari e meati comunicanti fra loro; pertanto, è elevato il coefficiente di ruscellamento, in sintonia con i terreni affioranti, rappresentati nella vastità dell'area di indagine e al contorno da sedimenti afferenti alla facies argilloso-marnosa.

Il recapito delle acque ruscellanti è il fondo valle del torrente Pazzano che scorre a oriente del sito di impianto.

E' anche da tenere in conto che la coltre dei terreni superficiali, aerati, attraversata da radici e alterata in superficie, ricca localmente di ciottoli, può essere sede di un arricchimento idrico temporaneo in occasione di piogge e quindi, nelle pendici delle valli al contorno dell'impianto della discarica e ad esso sottostanti e lungo il citato torrente, si possono avere zolle in equilibrio instabile.

Nella Tavola 4 è la Carta Idrogeologica in scala 1:2000 estesa all'intero versante .

Nella Tavola 7 è riportata la carta idrogeologica tratta dagli elaborati del PRG della Città.

6. Stratigrafia e modello del sottosuolo

La successione litostratigrafica del sottosuolo è stata ricostruita attraverso le risultanze delle indagini geognostiche effettuate nel sito. In detta zona, a partire dal marzo 2001 e fino al 2010 sono state eseguite numerose indagini di carattere geologico, geotecnico, idrogeologico, geofisico e chimico-fisico.

La ubicazione dei punti indagati è riportata nella Carta Geologica in scala 1:2000 (Tavola 1); in essa sono cartografati 27 punti in cui sono stati

una rete di fratture e fessure presenti in corrispondenza dei depositi marnosi, argillosi e calcarei rinvenuti”.

6 - Le rilevazioni piezometriche sono state effettuate dalla ditta "Tecno-In SpA" nel periodo 2005/2008 e dallo "Studio Tecnico Associato Bartolomi e Di Molfetta" dall' Agosto 2009 al Marzo 2010 (Rilievi piezometrici in allegato)

eseguiti sondaggi le cui colonne stratigrafiche di dettaglio sono riportate in Allegato 1.

La lettura di dette stratigrafie ha consentito di costruire il modello geologico del sottosuolo. Questo può essere rappresentato da due formazioni litologiche sovrapposte ciascuna con caratteristiche litologiche proprie:

- a) - livello dei terreni argilloso-ghiaioso-limosi, che, a partire dalla superficie topografica, ha spessore intorno a 15 metri,
- b) - livello del flysch rosso, calcareo-marnoso, che si rinviene alle quote inferiori e ha spessore di molte decine di metri.

Il modello del sottosuolo nell'area interessata al progetto delle "opere di stabilizzazione della discarica" di Sant'Arcangelo Trimonte, nel dettaglio è il seguente:

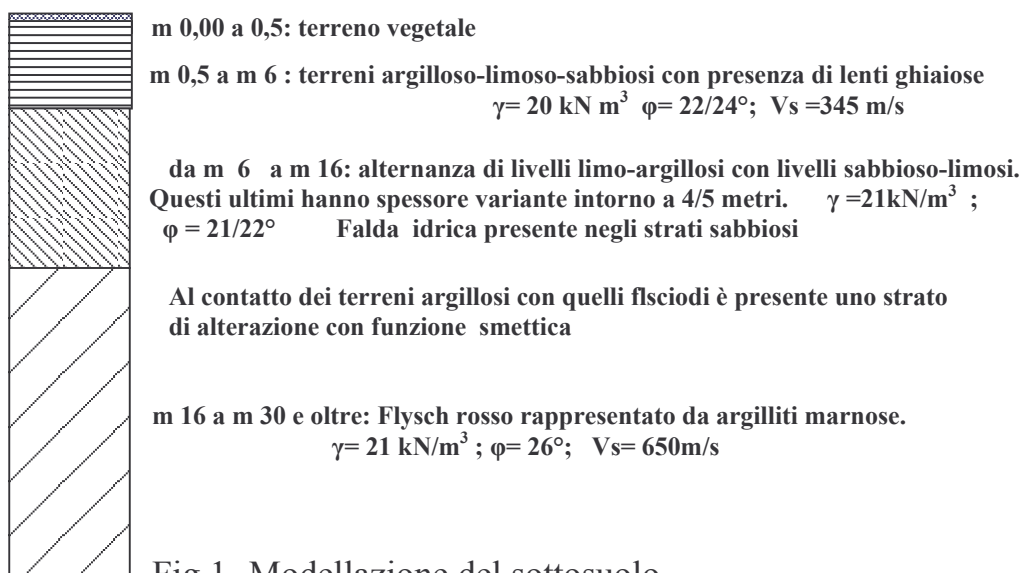


Fig.1- Modellazione del sottosuolo

Nella Tavola 2 sono riportate le sezioni geologiche ortogonali alle curve di livello, estendentisi da monte a valle.

7 – Caratterizzazione geotecnica

7.1 - Indagini

Le indagini geotecniche sono state programmate in funzione degli interventi di progetto e hanno interessato il volume significativo del sottosuolo così come prescritto al § 3.2.2 delle NTC/D.M.14/1/2008.

Le indagini e le prove sono state eseguite da laboratori autorizzati ex art. 59 del DPR 6 giugno 2001- n. 380 e iscritti nell'elenco speciale del S.T.C. presso il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti.

I laboratori aventi i requisiti di cui sopra e che hanno effettuato sondaggi e prove, significativi, nell'area dell'impianto di Sant'Arcangelo Trimonte sono:

- ISMGEO- Via Pastrengo,9 - Senate (Bg)- Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture con concessione n. 55126 del 12 luglio 2006;
- Tecno In SpA-Traversa Strettola alle Paludi,11- Napoli- Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture con concessione n. 40228 del 27 aprile 1995.

Le ditte sopra enunciate hanno eseguito le perforazioni di sondaggio, e hanno fornito le stratigrafie dettagliate a firma di un geologo qualificato e hanno prelevato i campioni indisturbati su cui sono state eseguite dalle stesse le prove di laboratorio.

7.2 - Perforazioni di sondaggio

Le perforazioni⁷ sono state tutte spinte fino alla profondità oscillante intorno ai 30 metri.

La ISMGEO ha eseguito numerosi sondaggi dei quali se ne elencano alcuni da cui sono stati prelevati campioni significativi sui quali sono state effettuate prove⁸ di caratterizzazione geotecnica, certificate.

Sono i sondaggi a carotaggio continuo, alcuni dei quali attrezzati con piezometri. Le sigle che li identifica sono:

Sondaggio S7, di cui il campione indisturbato C11 prelevato a quota 2,50-3,00 sotto il p..c.

Sondaggio S8, di cui il campione indisturbato C12 prelevato a quota 5-5,50 sotto il p..c.

⁷ -Le colonne stratigrafiche sono in allegato 1

⁸ -Le prove geotecniche sono in allegato 2

Sondaggio S3, di cui il campione indisturbato C12 prelevato a quota 5-5,50 sotto il p.c.

Sondaggio S3, di cui il campione indisturbato C13 prelevato a quota 8-8,50 sotto il p.c.

Sondaggio S11, di cui il campione indisturbato C14 prelevato a quota 11,50-12,300 sotto il p.c.

Sondaggio S11, di cui il campione indisturbato C15 prelevato a quota 15,40 -15,90 sotto il p.c.

Sondaggio SPN 1, di cui i campioni indisturbati C15 prelevato a quota 16-16,55 e C16 prelevato a quota 20,55-21 e C17 prelevato a quota 24-24,50 metri sotto il p.c.

Sondaggio SPN3, di cui il campione indisturbato C14 prelevato a quota 23,50-24,00 sotto il p.c.

Sondaggio SPN1, di cui il campione indisturbato C18 prelevato a quota 28,50-29,10 sotto il p.c.

La "TECNO.IN" ha parimenti effettuato numerosi sondaggi e prelievo di campioni indisturbati: si elencano quelli più significativi:

Sondaggio IN3, di cui i campioni indisturbati sottoposti a prove sono: IN3/C1 prelevato a quota 6/6,50 sotto il p.c.; IN3C2 prelevato a quota 11-11,50 sotto il p.c; IN3C3 prelevato a 18,00-18,50.

Sondaggio PZC1, di cui i campioni indisturbati sottoposti a prove sono: C1/C1 prelevato a quota 6/6,50; C1/C2 prelevato a 12-12,50; C1C3 prelevato a 17,50/18,00 sotto il p.c.

7.3- Prove di laboratorio

Le prove di laboratorio hanno consentito di caratterizzare gli orizzonti del sottosuolo attraverso il reperimento dei seguenti dati geotecnici:

- Caratteristiche fisiche
- Limiti di consistenza
- Caratteristiche granulometriche
- Caratteristiche meccaniche (angolo d'attrito, coesione, resistenza alla compressione)
- Coefficiente di permeabilità

I certificati di prova sono in allegato 2

8- Considerazioni di ordine geotecnico

I terreni superficiali della facies argilloso-ghiaioso-limosa, nei primi 4 metri manifestano scarsa consistenza, mentre passano a consistenza solido plastica alle quote inferiori, come è stato possibile osservare dalle risultanze delle prove di laboratorio eseguite sulle carote estratte nel corso dei sondaggi.

Il passaggio dei terreni superficiali meno addensati a quelli più consistenti è segnato da un livello di terreni limo-sabbiosi. Questo orizzonte è sede di falde idriche stagionali.

La colorazione varia da colori grigiastri, verde-avana e ocre con fiamme varicolori nei livelli superficiali fino a 4/5 metri e passa a grigio, grigio plumbeo, alle quote inferiori fino a 15-16 metri, e nella zona nord orientale della discarica, cioè a valle, fino a 18/20 metri.

L'intero ammasso, è di origine alluvionale e presenta una notevole dispersione di conci lapidei eterometrici di natura carbonatica, diffusi in modo disordinato in senso areale e verticale.

Al di sotto della facies argilloso-ghiaioso-limosa, a partire dalla profondità di 5/6 metri nelle aree poste a monte della discarica e intorno a 18/20 metri in quelle a valle, si rinviene il flysch argilloso- marnoso molto consistente.

Il contatto tra le due formazioni è segnato da un livello di terreni argillosi saturi che funziona da lubrificante, creando una superficie di scivolamento, messa in evidenza dalle letture inclinometriche in sito e dal comportamento della palificata edificata al piede dell'argine del Lotto IV.

La successione stratigrafica dei terreni presenti nel sottosuolo della discarica di Sant'Arcangelo Trimonte e le caratteristiche tecniche dei litotipi sono riportati nei Certificati di Laboratorio all'Allegato 2; dette risultanze sono riassunte nella Tabella 1.

TABELLA 1
Caratteristiche tecniche dei litotipi del sottosuolo

Quota sotto il p.c.	Litotipi	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	ϕ^{res} (°)	VS ----- m/s
1 – 3,00	Terreni in matrice limo-sabbiosa con ciottoli	21,5	38		
3 - 5,50	Limo-sabbioso	20	22/24°	14	
5- 8,50	Limo-argilloso e sabbioso	21	22°	14	345
8,5-16	Argilla grigiastra	20	25	14	
16-30,00	Marne rossastre	21	26	14	650

N.B. Le tavole di laboratorio sono in allegato 2.

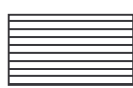

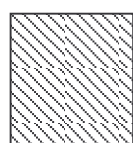
LEGENDA

γ	=	peso dell'unità di volume
ϕ	=	angolo d'attrito interno
ϕ^{res}	=	angolo d'attrito residuo
V_s	=	velocità onde sismiche di taglio

La stratigrafia e le caratteristiche tecniche di resistenza al taglio in condizioni di picco e residue dei terreni, che si rinvencono in corrispondenza delle opere di progetto, sono desunte dalle indagini condotte nei mesi di Settembre/Dicembre 2008.

Dalla lettura dei rilievi inclinometrici si rileva che il fenomeno di dissesto osservato nel Lotto IV, è connesso alla presenza di uno strato di materiale argilloso degradato presente alla profondità variante da 6 a 20 metri sotto il p.c., rinvenuto nei sondaggi eseguiti in corrispondenza di quella porzione di palificata edificata a valle dell'argine del Lotto IV.

Pertanto, la progettazione di una futura palificata nel sito di progetto dovrà tenere conto che le opere saranno realizzate in una successione di litotipi del sottosuolo che è quella riportata nel modello di cui alla figura 1 a pag. 9 che di seguito si richiama:

	Dal piano campagna fino a 6/20 metri : terreni limo-argilloso-ghiaiosi di origine alluvionale. Presenza di lenti sabbioso-limose sede di falde idriche stagionali sospese.
	alla profondità di ~ 16/20 metri sotto il p.c. : piano di scivolamento rappresentato da terreni limo-argillosi saturi, di spessore limitato.
	Da 16/20 metri a 30 metri e oltre: Argilliti marnose con intercalazioni sabbiose-limose-argillose La falda è presente in corrispondenza dei livelli limo-sabbiosi.

Quindi, la costruzione di una palificata di stabilizzazione del versante mobilitato dovrà competere con difficoltà dovute alla spinta dei terreni limo-argillosi e sabbiosi superficiali, di spessore variante da pochi metri a circa 20 metri, in equilibrio instabile su terreni limo argillosi saturi, e al sovraccarico imposto dai materiali della discarica. La lunghezza dei pali di ciascun setto di palificata sarà condizionata dalla stratigrafia che s'incontra di volta in volta nel sito d'imposta.

Ciascun palo quindi sarà attestato nelle argilliti di fondo, sarà immerso in falda per almeno 20 metri e dovrà sopportare la spinta tangenziale dei terreni mobilitati a partire dalla superficie fino alla profondità di circa 20 metri. E' da considerare che i pali di progetto presenteranno eccentricità pari a 20 metri e oltre⁹. E' opportuno anche ricordare che qualunque tipo di approccio per la perforazione del foro per la posa del palo di progetto apporterà disturbi profondi in questi terreni già martoriati dal movimento in corso.

Dal momento che sono previsti pali di grande diametro, lo scrivente vede bene la esecuzione con la tecnica della infissione della camicia provvista di una guida elicoidale esterna e dotata di puntazza a perdere. Questa tecnica constipa i terreni al contorno, isola la falda, e non asporta terreno dal sottosuolo; posta l'armatura ed eseguito il getto in assenza di falda, la camicia viene recuperata con svitamento.

Per quanto riguarda la spinta sui pali di progetto, è da tenere in conto che essi dovranno sostenere il carico imposto ortogonalmente all'asse. La

spinta sarà esercitata, come si legge dal modello geologico, dai terreni in movimento sulle argille smettiche alla profondità di circa 20 metri dal p.c.

⁹ Vedi Tavole di progetto

Pertanto, il palo di progetto lavorerà come una mensola che per 20 metri è caricata dai terreni coesivi e per la restante parte infissa nei terreni profondi rappresentati da argilliti marnose.

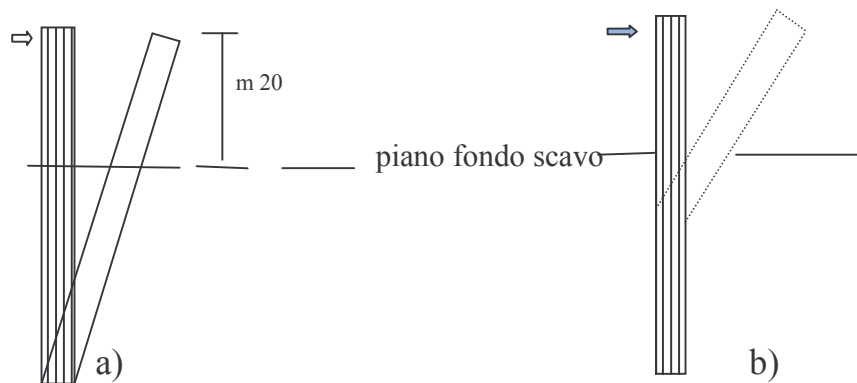
Le problematiche connesse alla spinta tangenziale sui pali sono state affrontate da Broms, (1964)¹⁰, sia per quanto riguarda i terreni puramente coesivi, che per terreni incoerenti.

E' il caso di ricordare che i pali di progetto non dovrebbero essere liberi di ruotare in testa essendo questa solidale con una trave tirantata.

Quindi l'attenzione è da focalizzare sul comportamento della palificata, che nel caso fosse realizzata nelle argille, in accordo con Broms, la resistenza sviluppata dal terreno coesivo, in condizioni limite per unità di lunghezza del palo, è $2c_uB$ e cresce rapidamente fino a stabilizzarsi intorno a un valore compreso tra 8 e $12c_uB$.

Pertanto, è ragionevole accettare con Broms che la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo, in condizioni limite, sia nulla fino a $1,5B$ e poi costante e pari a $9c_uB$.

Le sollecitazioni sul palo si esplicheranno in modo da fare ruotare il palo di progetto e la rotazione potrà avvenire o intorno alla base, nel caso di palo rigido oppure intorno a una cerniera elastica.



Essendo i pali vincolati in testa da una trave tirantata, fuori terra, a 20 metri al di sopra del piano della trincea drenante, la reazione sarà dovuta ai terreni che si trovano al di sotto di 20 metri dalla testa del palo, in

10 Broms B.B.-Lateral resistance of piles in cohesive soil, J.Soil Mech.Found. Div.ASCE SM2, p.27-63,1964

Broms B.B.-Lateral resistance of piles in cohesionless soil, J.Soil Mech.Found. Div.ASCE SM3, p.123-156, 1964

Prakash S. - Behaviour of pile groups subjected to lateral loads. Thesis presented to the Univ. of Illinois, Urbana, 1962

corrispondenza della base del diaframma drenante. Essi sono rappresentati dalle argilliti marnose.

In tal caso è da considerare il palo posto in un mezzo incoerente, qual'è il flysch.

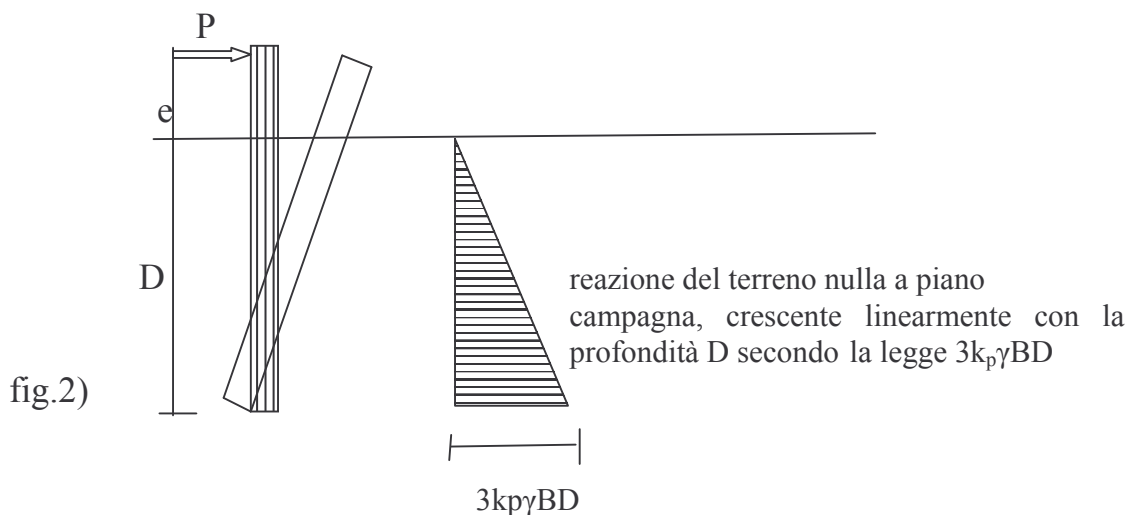
Poichè la trave che vincola la palificata è a 20 metri al di sopra del piano della trincea di scavo, essa non impedisce la rotazione o la traslazione del palo stesso. Quindi è opportuno considerare la risposta del palo come palo rigido ed un eventuale meccanismo di rotazione intorno a un punto prossimo alla base. Siamo quindi nel caso di un palo infisso in terreni incoerenti, capace di ruotare in testa.

La figura 2) indica le possibili reazioni del palo sottoposto a un carico P fornito dalla seguente equazione di equilibrio alla rotazione intorno al punto di base:

$$P(e+D) = 3k_p\gamma BD^{1/2}$$

dove:

e = eccentricità; D= profondità del palo; k_p = spinta passiva di Rankine; B= diametro del palo; γ = peso dell'unità di volume del terreno in sito.



9. Caratterizzazione sismica

La caratterizzazione sismica del sottosuolo, così come prescritto al § 3.2.2 delle NTC, D.M. del 14/1/2008, è stata condotta attraverso un sondaggio sismico del tipo down-hole¹¹ eseguito dalla ditta "Tecno.In SpA", che ha consentito di rilevare le velocità delle onde sismiche di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo.

Nel suddetto D.M./2008 è specificato che per la "definizione dell'azione sismica" di un sito è necessario conoscere la "categoria di sottosuolo di riferimento". Questa è definibile attraverso un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di "categorie di sottosuolo di riferimento" riportate nella Tabella 3.2.II delle NTC/ § 3.2.2 -

Tabella 3.2.II - tratta dalle NTC/ § 3.2.2

CATEGORIA DI SUOLO	DEFINIZIONE
Cat. A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> , caratterizzati da valori di V_{s30} superiore a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 metri.
Cat. B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$ nei terreni a grana grossa e coesione non drenata $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Cat. C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{SPT} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
Cat. D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e coesione non drenata $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)
Cat. E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

11 - La prospezione Downe-Hole è in allegato 4.

Per il Comune di Sant'Arcangelo Trimonte, detta caratterizzazione è dovuta perchè con delibera di Giunta regionale n° 5447 del 07/11/2002, esso è dichiarato sismico e catalogato nei Comuni di “zona sismica 1”, caratterizzata da accelerazione orizzontale massima di riferimento desumibile dall'Allegato B alle NTC/2008, riferita al sito di progetto avente le seguenti coordinate geografiche:

Long: 14° 55'38 89"; Lat: 41° 10'21 94".

La citata prospezione down- hole, spinta fino alla profondità di 40 metri sotto il p.c., ha consentito di individuare due sismostrati lungo la verticale di indagine:

- Primo sismostrato costituito da sabbia limosa e limo argilloso, avente spessore di 6 metri, caratterizzato da velocità delle onde di taglio $V_s=345\text{m/s}$ e $V_p= 847\text{m/s}$ per le onde longitudinali;
- Secondo sismostrato costituito da argilliti marnose di spessore oltre 30 metri, caratterizzato da velocità delle onde di taglio $V_s=649\text{ m/s}$ e $V_p= 1910\text{m/s}$ per le onde longitudinali;

Sulla base di quanto sopra riportato è stata determinata la velocità di propagazione delle onde "S" attraverso i materiali rinvenuti nell'ambito dei primi 30 metri di profondità e il valore della velocità equivalente delle onde di taglio V_{s30} risultata pari a 512 m/s; essa è compresa tra **360 m/sec e 800 m/sec** e corrisponde alla velocità caratteristica dei terreni di categoria di sottosuolo " B" descritta nella tabella 3.2.II – delle NTC/2008 così dichiarata: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec (ovvero resistenza penetrometrica $NSPT > 50$ nei terreni a grana grossa e coesione non drenata $c_{u30} > 250\text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)"*.

A questa categoria di terreni viene assegnato il valore di " $S_s \leq 1,20$ ", come si desume dalla Tabella 3.2.V delle NTC/2008 .

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, il sito è inquadrato tra quelli di **"categoria topografica T2,"** essendo *" in corrispondenza del pendio con inclinazione $i > 15^\circ$.* Per questa categoria il fattore moltiplicatore è " $S_T = 1,2$.

10. Compatibilità idrogeologica

È stato eseguito il confronto dell'area del sito in corrispondenza dell'Impianto di Sant'Arcangelo Trimonte con la stessa riportata nella cartografia tematica dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri-Garigliano-Volturno, relativa al rischio di frana e alluvione.(L.n.226 del 13/7/1999 e L. 385 del 11/12/2000).

Da esse si evince che l'area è al di fuori di quelle a rischio frana e a rischio di alluvione.

La Carta del rischio frane è riportata in Tavola 6.

11. Compatibilità dell'area rispetto alle aree sottoposte a "Vincolo idrogeologico"

L'impianto di Sant'Arcangelo Trimonte cade su particelle del foglio 7. Questo in parte è sottoposto a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R. Decreto 30 Dicembre 1923 n.3267.

Attraverso il confronto delle particelle destinate all'impianto della discarica di sant'Arcangelo Trimonte con quelle riportate nella cartografia dell 'Ufficio Ripartimentale delle Foreste della Provincia di Benevento", riferite al Comune di Sant'Arcangelo Trimonte, si è rilevato che non sono sottoposte a vincolo idrogeologico quelle particelle che cadono nell'area espropriata e autorizzata con VIA.

La Carta del "Vincolo Idrogeologico" è in Tavola 5.

12. Conclusioni

La presente relazione geologica, redatta nel rispetto delle NTC/2008 e del DM 11/3/88, contiene la sintesi delle indagini geologiche, geotecniche e sismiche condotte per la progettazione esecutiva e riassume i risultati ottenuti da tali indagini.

Essa contiene le proposte da adottare sotto l'aspetto della risposta geologica, idrogeologica e sismica del sito di progetto.

Sant'Arcangelo Trimonte, 15 novembre 2010

Dott. Geol. Giovanni Rea
n. 370 dell'Albo dei Geologi della Campania

ALLEGATI

Colonne stratigrafiche -Allegato 1	pag.	21
Prove di laboratorio -Allegato 2	“	28
Rilievi piezometrici -Allegato 3	“	48
Prospezioni sismiche del tipo Down-Hole -Allegato 4	“	54

TAVOLE FUORI TESTO

Carta geologica 1:2000 dell'intero versante estesa fino allo spartiacque con ubicazione delle indagini e prove	Tavola 1
Sezioni geologiche ortogonali al versante in corrispondenza dei sondaggi	Tavola 2
Carta geomorfologica con indicazione dei fenomeni gravitativi in atto e potenziali con indicazione della tipologia e lo stato di attività e le forme di erosione fluviale e meteoriche	Tavola 3
Carta idrogeologica 1:2000 estesa all'intero versante, fino allo spartiacque	Tavola 4
Stralcio della Carta del vincolo idrogeologico	Tavola 5
Carta del Rischio Frane Aut.di Bacino Liri-Garigliano -Volturno con sovrapposizione dell'area d'intervento	Tavola 6
Carta della Zonazione degli incrementi sismici (da P.R.G)	Tavola 7
Carta della Stabilità dei Versanti (da PRG)	Tavola 8

**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO**

IMPIANTO DI DISCARICA DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI

Legge n. 87 del 05/7/2007

SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

Daneco Impianti s.r.l.

Allegato 1

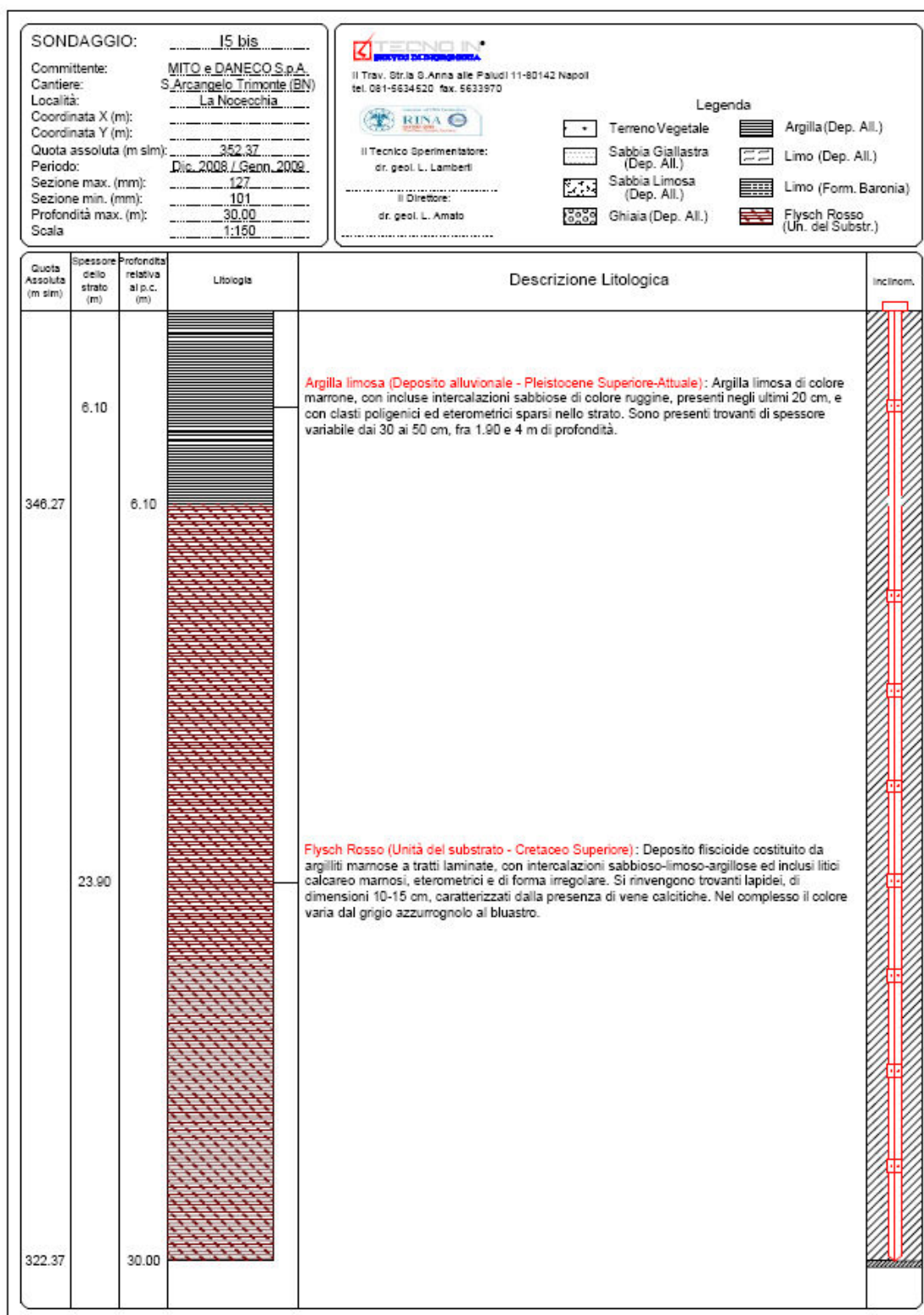
Colonne Stratigrafiche

- da TECNO IN SpA – Laboratorio autorizzato per prove sui terreni e in sito – Conc. Min. Infrastrutture Trasporti n. 53363/2005

IL GEOLOGO

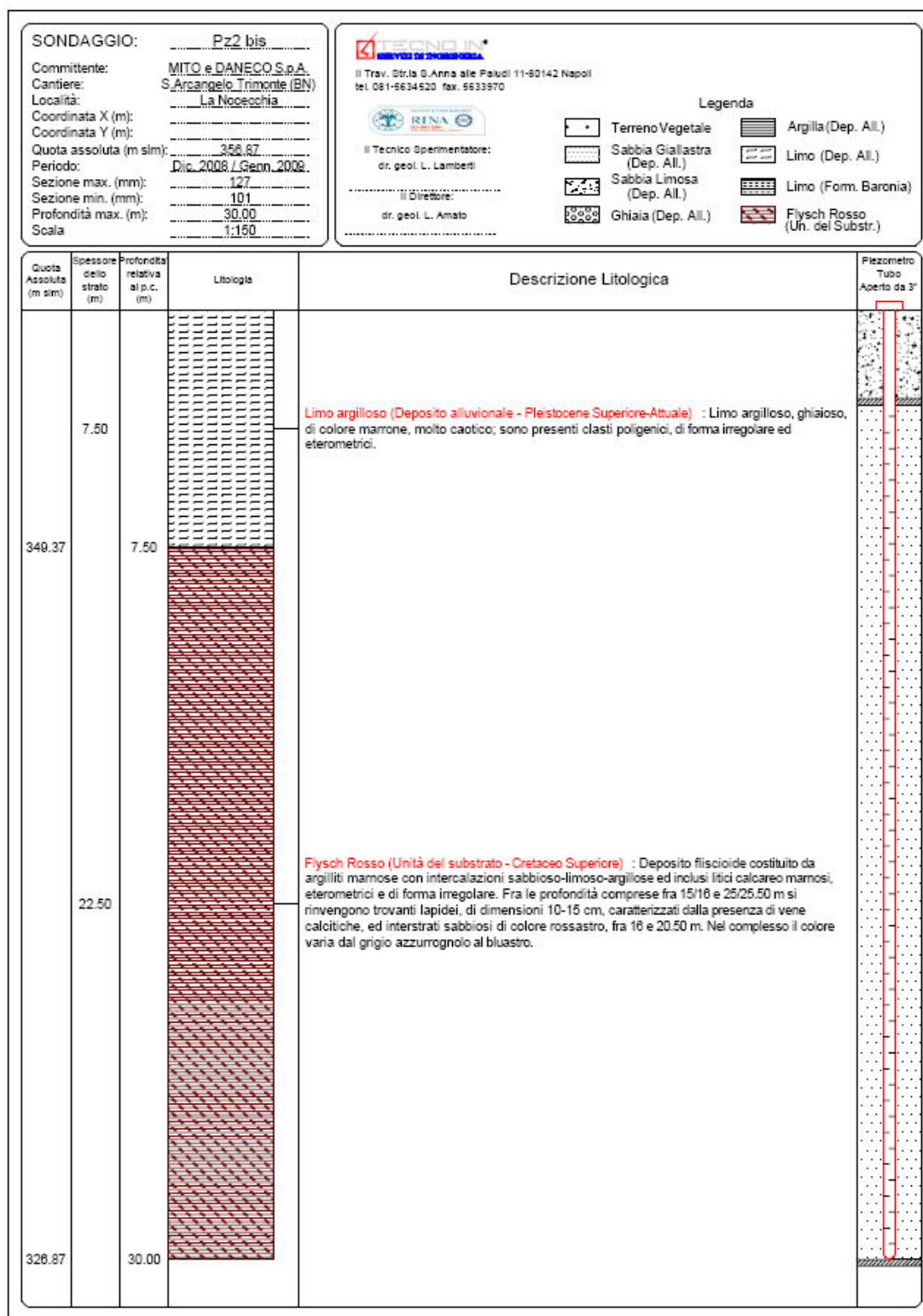
Dott. Giovanni Rea
Via della Libertà, 136
84015 Nocera Superiore (Sa)
Tel/fax 081931207
e-mail: laboratoriorea@libero.it

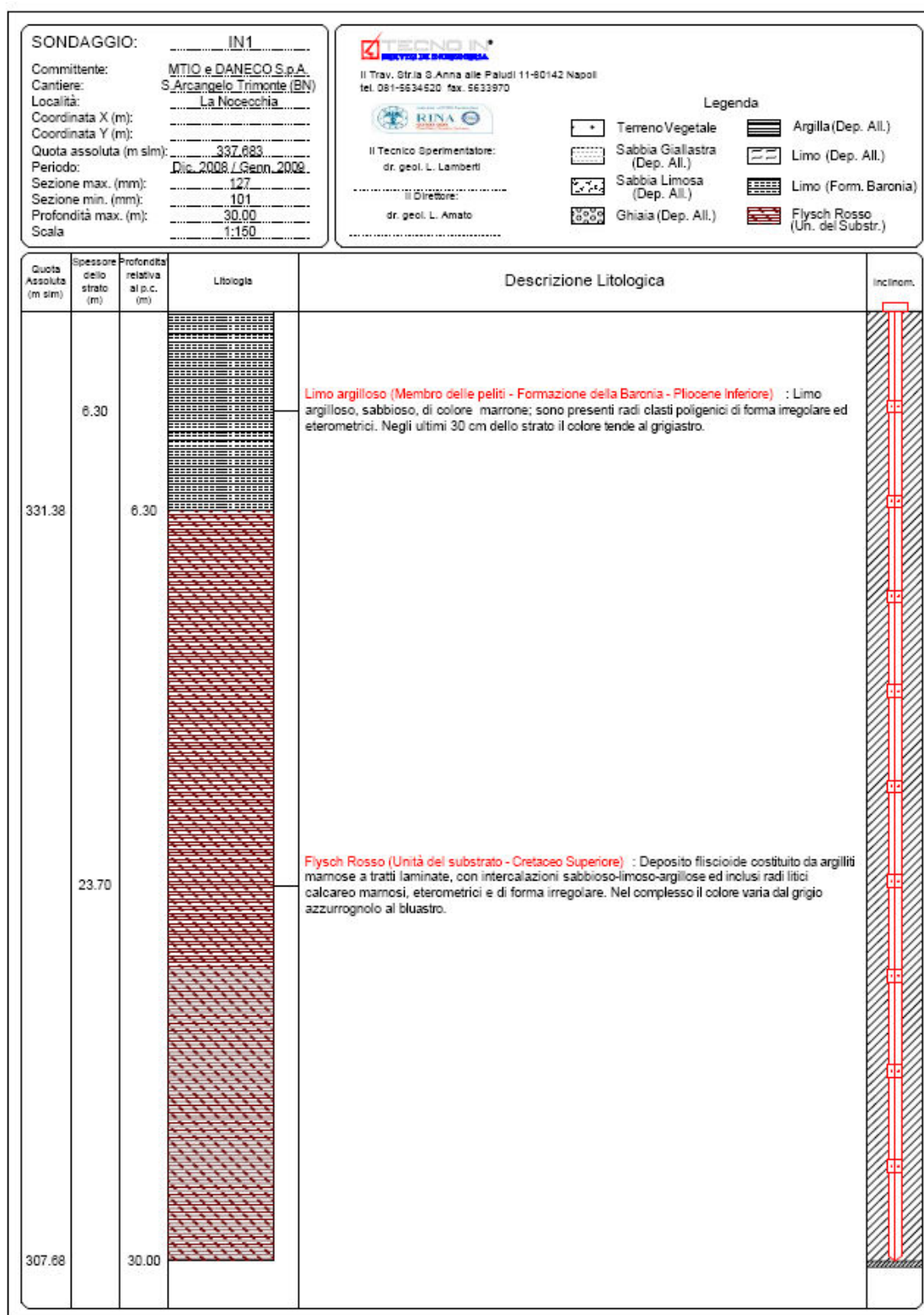
DATA: 15 Novembre 2010

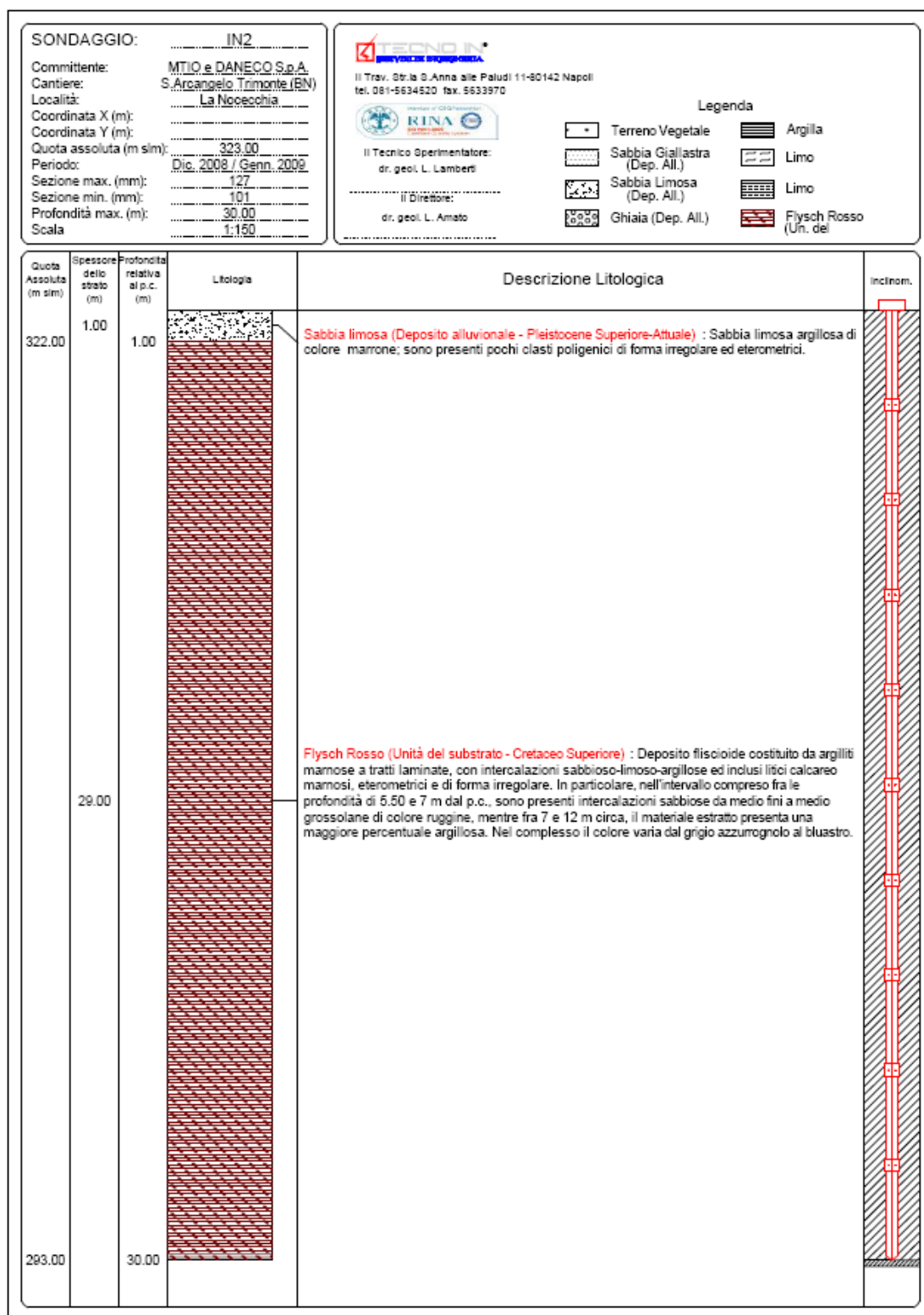


Note: Allegato 2

Red. Commessa: 192/08

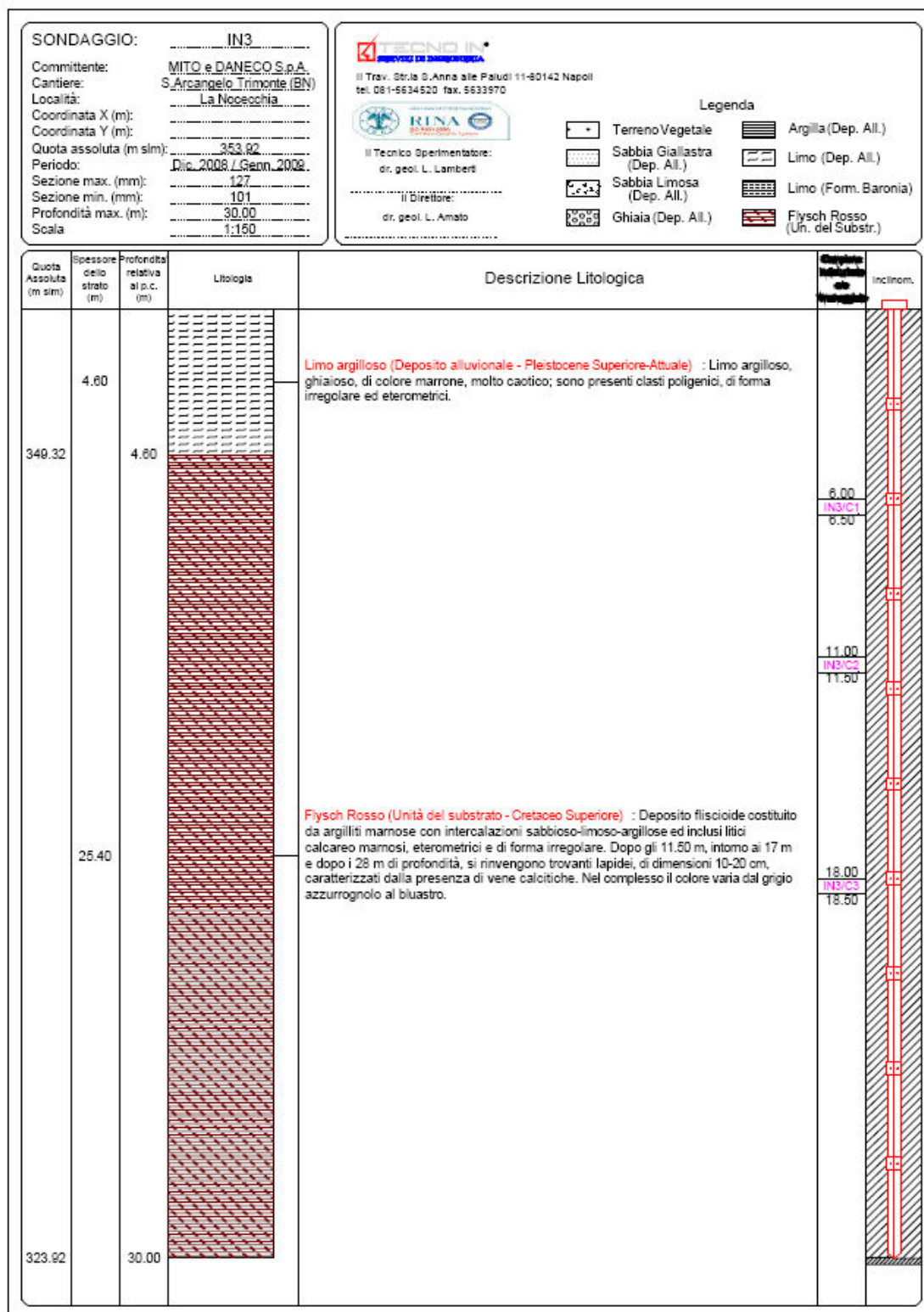
Note: Allegato 2Rea. Commessa: 192/08

Note: Allegato 2Req. Commessa: 192/08



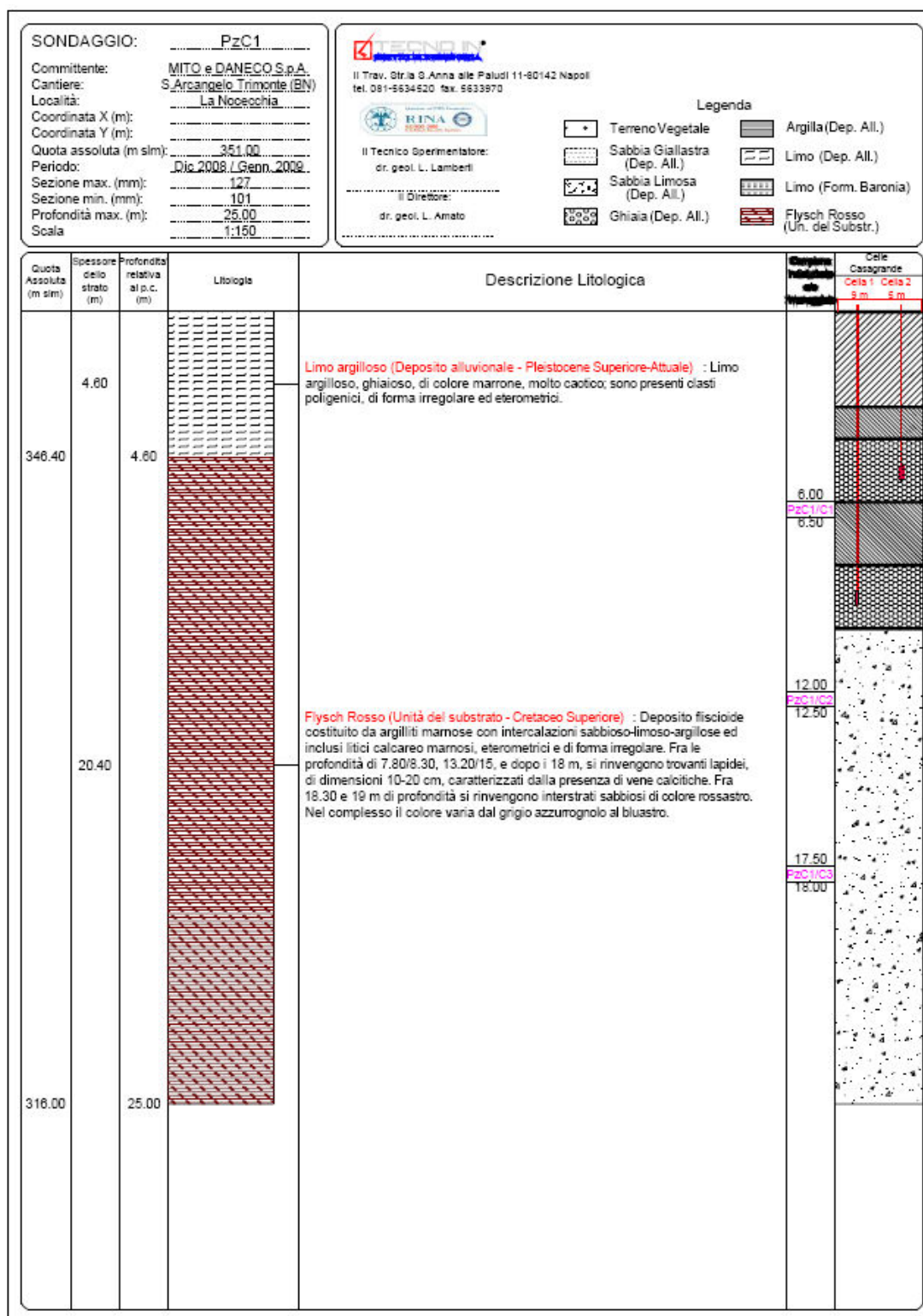
Note: Allegato 2

Reg. Comessa: 192/08



Note: Allegato 2

Reg. Commessa: 192/08



Note: Allegato 2

Rea. Commessa: 192/08

**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO**

**IMPIANTO DI DISCARICA DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI
Legge n. 87 del 05/7/2007
SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)**

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

Daneco Impianti s.r.l.

**Allegato 2
Prove di Laboratorio**

- Da ISMOGEO Laboratorio prove sui terreni e in sito –
Conc. Min. Decreto n. 55126 del 12/7/2006

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Rea
Via della Libertà, 136
84015 Nocera Superiore (Sa)
Tel/fax 081931207
e-mail: laboratoriorea@libero.it

DATA: 15 Novembre 2010



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	19/12/2008	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S3
Campione: CI3
Profondità prelievo [m]: 8.00 - 8.50
Prova: Cg
Data fine descrizione: 19/12/2008

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	8.12m - 8.49m	Peso di volume = 21.34 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	8.12m - 8.49m	Umidità = 17 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	8.27m - 8.37m	Limite Liquido = 46 [%] Limite Plastico = 22 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	19/12/2008	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCAANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S3
Campione: CI2
Profondità prelievo [m]: 5.00 - 5.50
Prova: Cg
Data fine descrizione: 19/12/2008

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	5.14m - 5.49m	Peso di volume = 18.92 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	5.14m - 5.49m	Umidità = 19 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	5.44m - 5.48m	Limite Liquido = 51 [%] Limite Plastico = 27 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	
Gs1	5.44m - 5.48m	Peso specifico dei grani = 2.763 [-]	PT-LMT-00019 REV. 1	

Geologo Giovanni Rea



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	14/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCAANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S7
Campione: C11
Profondità prelievo [m]: 2.50 - 3.00
Prova: Cg
Data fine descrizione: 14/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γl	2.66m - 3m	Peso di volume = 21.54 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	2.66m - 3m	Umidità = 15 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	2.86m - 2.90m	Limite Liquido = 52 [%] Limite Plastico = 24 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	
Gs1	2.86m - 2.90m	Peso specifico dei grani = 2.663 [-]	PT-LMT-00019 REV. 1	



Via Pastrngo, 9 - 24068 Soriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA DI TAGLIO ANULARE - Resistenza
massima e residua: diag. τ/σ**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	10/11/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: Draft ASTM 08/02/99

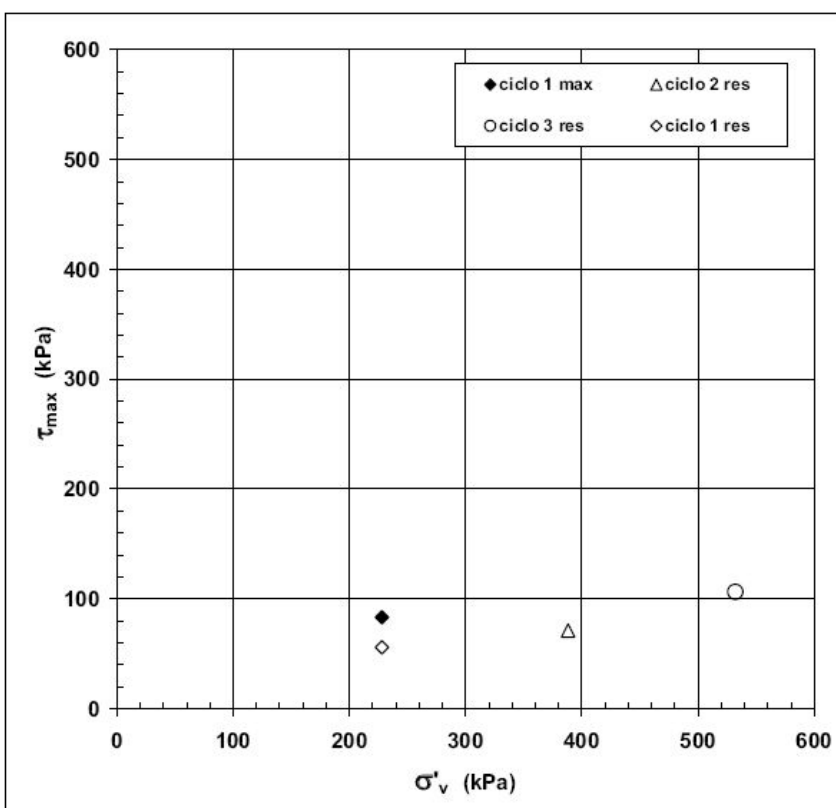
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente:	DANECO S.P.A.
Cantiere:	SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio:	S7
Campione:	CI1
Profondità prova [m]:	2.9 - 2.94
Prova:	Rs CK0D
Provino:	1 2 3
Data prova:	31/10/2008

Dati generali dei provini

Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione					Valori di picco			Valori residui			Rottura		Metodo di preparazione - tipo di materiale
		A	H	γ	w	γ_d	σ'_v	H	ϵ_v	γ_d	dfc	τ_{max}	δ_h	ϵ_v	τ	δ_h		v	dfr	
-	m	cm ²	mm	kN/m ³	%	kN/m ³	kPa	mm	%	kN/m ³	h	kPa	mm	%	kPa	mm		mm/m	ore	-
1	2.92	30.6	20.0	19.48	15.0	16.93	228	19.4	3.07	17.47	8	83	1.3	1.32	56	56		0.020	48	Fustellazione - Indisturbato
2	2.92	30.6	20.0	19.48	15.0	16.93	388	18.4	8.25	18.45	8	84	-	-	71	51		0.020	45	
3	2.92	30.6	20.0	19.48	15.0	16.93	532	18.0	10.23	18.86	8	111	-	-	106	53		0.020	44	



Legenda:

A = area del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
 γ_d = peso di volume secco
 σ'_v = tensione efficace
 ϵ = deformazioni
 τ = sforzo di taglio
 δ = spostamento
v = velocità di rottura
dfc = durata consolidazione
dfr = durata fase di rottura

Subscritto 'h' = orizzontale
Subscritto 'v' = verticale
Subscritto 'MAX' = MASSIMO

Note:	Le prove RS 2 e 3 sono state eseguite sul provino RS1 consolidato a valori di tensione verticale crescenti.
--------------	---

Geologo Giovanni Rea



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	14/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S8
Campione: C12
Profondità prelievo [m]: 5.00 - 5.50
Prova: Cg
Data fine descrizione: 14/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ1	5.04m - 5.49m	Peso di volume = 19.56 [kN/m3]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	5.04m - 5.49m	Umidità = 20 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	5.19m - 5.29m	Limite Liquido = 43 [%] Limite Plastico = 22 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA TRIASSIALE CID - Primo foglio: dati
generali e diagramma $t - s'$**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	11/11/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

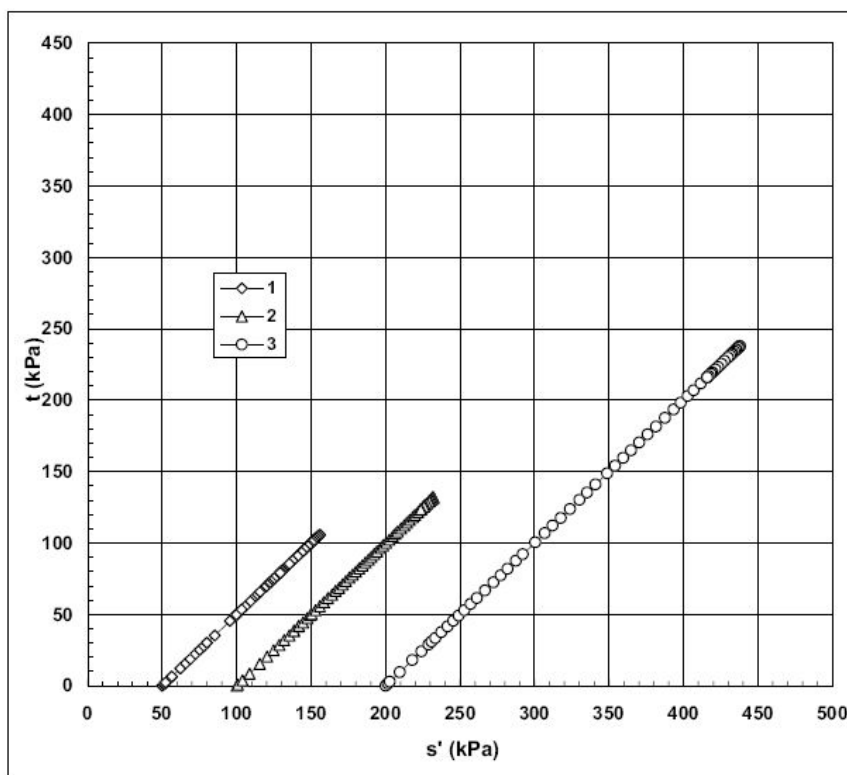
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S8
Campione: CI2
Profondità prova [m]: 5.08m - 5.42m
Prova: Tx CID
Provino: 1 2 3
Data prova: 03/11/2008

Dati generali dei provini

Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione										Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ϵ_a	ϵ_v	e	DFC	v	t	s'	ϵ_a		
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-	
1	5.13	50.0	97.1	19.98	20.4	0.61	50	50	1.00	200	0.99	0.0	0.0	0.61	1	0.020	106	156	8.2	fustellazione - indisturbato	
2	5.24	50.0	98.5	19.79	22.4	0.66	100	100	1.00	200	0.99	0.8	1.5	0.63	1	0.020	132	232	12.7		
3	5.37	50.0	98.7	20.34	18.2	0.56	200	200	1.00	200	0.96	1.1	2.1	0.52	1	0.020	238	438	8.8		



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
K = σ'_r / σ'_a a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma_a - \sigma_r) / 2$
 $s' = (\sigma'_a + \sigma'_r) / 2$
V = volume del provino
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:	Criterio di rottura = t_{max}
-------	---------------------------------



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Det. resistenza
massima e residua: diagramma τ/σ**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	02/02/2009	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D3080/90

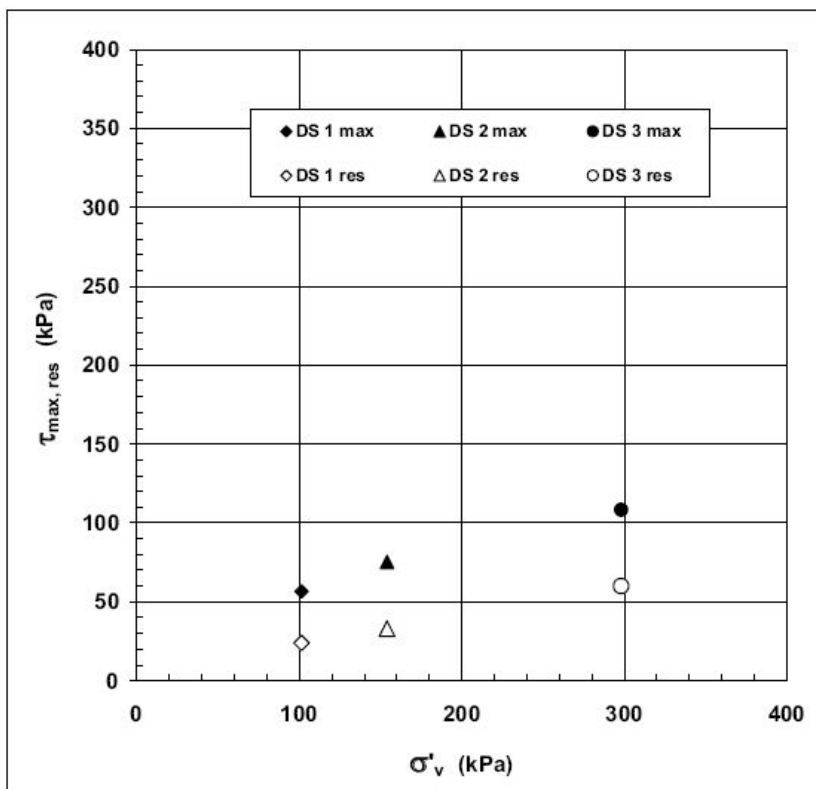
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S8
Campione: CI3
Profondità prova [m]: 8.25 - 8.28
Prova: DS CK0D
Provino: 1 2 3
Data prova: 18/12/2008

Dati generali dei provini

Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione					Valori di picco			Valori residui			Rottura		Metodo di preparazione - tipo di materiale
		A	H	γ	w	γ_d	σ'_v	H	ϵ_v	γ_d	dfc	τ_{max}	δ_h	ϵ_v	τ	δ_h		v	dfr	
-	m	cm ²	mm	kN/m ³	%	kN/m ³	kPa	mm	%	kN/m ³	h	kPa	mm	%	kPa	mm		mm/m	ore	-
1	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	101	20.8	1.06	17.58	16	57	1.417	-0.67	24	38.1		0.006	20	provino ricostruito
2	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	154	20.4	2.88	17.90	16	75	1.64	0.01	33	39.23		0.006	17	
3	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	298	20.2	3.65	18.05	16	108	1.84	0.63	60	37.73		0.006	20	



Note:

Tra il ciclo 1 ed il ciclo 5 sono stati eseguiti 3 cicli di taglio / ritorno per una deformazione totale di 24 mm



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - Det. resistenza
massima e residua: diagramma τ/σ**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	02/02/2009	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D3080/90

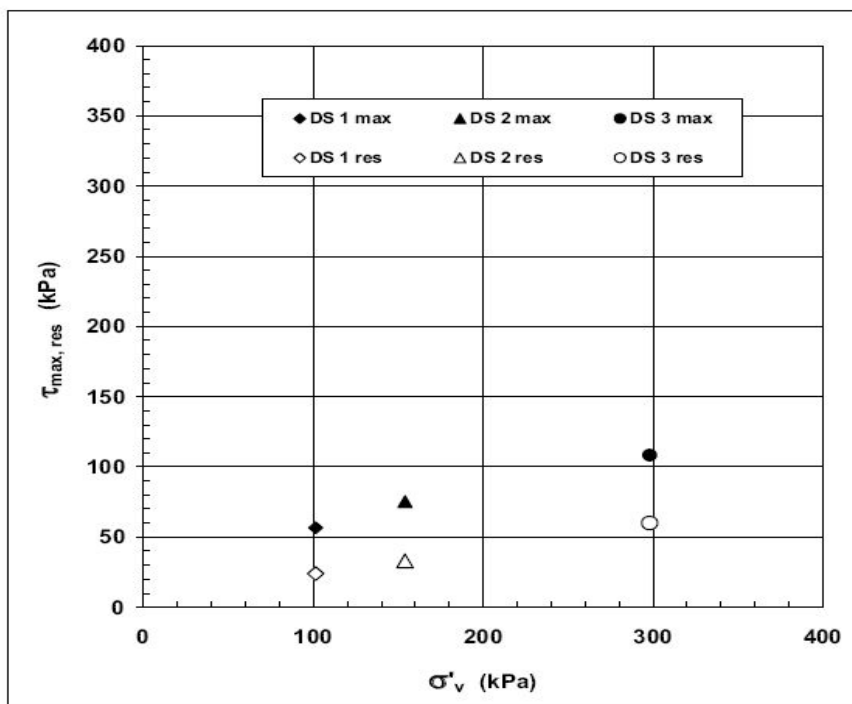
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: S8
Campione: C13
Profondità prova [m]: 8.25 - 8.28
Prova: DS CK0D
Provino: 1 2 3
Data prova: 18/12/2008

Dati generali dei provini

Dati generali del provino																				
Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione					Valori di picco			Valori residui			Rottura		Metodo di preparazione - tipo di materiale
		A	H	γ	w	γ_d	σ'_v	H	e_v	γ_d	dfc	τ_{max}	δ_h	e_v	τ	δ_h		v	dfr	
-	m	cm ²	mm	kN/m ³	%	kN/m ³	kPa	mm	%	kN/m ³	h	kPa	mm	%	kPa	mm		mm/m	ore	
1	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	101	20.8	1.06	17.58	16	57	1.417	-0.67	24	38.1		0.006	20	provino ricostruito
2	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	154	20.4	2.88	17.90	16	75	1.64	0.01	33	39.23		0.006	17	
3	8.27	36.0	21.0	20.66	18.8	17.39	298	20.2	3.65	18.05	16	108	1.84	0.63	60	37.73		0.006	20	



Legenda:

A = area del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
 γ_s = peso di volume secco
 σ' = tensione efficace
 ε = deformazioni
 τ = sforzo di taglio
 δ = spostamento
v = velocità di rottura
dfc = durata consolidazione

Subscritto 'h' = orizzontale
Subscritto 'v' = verticale
Subscritto 'max' = MASSIMO
Subscritto 'res' = RESIDUO

Note:

Tra il ciclo 1 ed il ciclo 5 sono stati eseguiti 3 cicli di taglio / ritorno per una deformazione totale di 24 mm

Tipologia

Titolo

Identificativo

Foglio di
1 4

Geologo Giovanni Rea



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

**CARATTERISTICHE GENERALI DEL
CAMPIONE**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE BN
Sondaggio: SI11
Campione: CI4
Profondità prelievo [m]: 11.50 - 12.00
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_1	11.62m - 11.98m	Peso di volume = 20.20 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	11.62m - 11.98m	Umidità = 16 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	11.81m - 11.88m	Limite Liquido = 50 [%] Limite Plastico = 20 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	

Geologo Giovanni Rea



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

**CARATTERISTICHE GENERALI DEL
CAMPIONE**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SI11
Campione: CI5
Profondità prelievo [m]: 15.40 - 15.90
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	15.54m - 15.87m	Peso di volume = 20.83 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w ₁	15.54m - 15.87m	Umidità = 18 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	15.65m - 15.75m	Limite Liquido = 47 [%] Limite Plastico = 19 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

PROVA TRIASSIALE CIU - Primo foglio: dati generali e diagramma $t - s'$

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	05/12/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

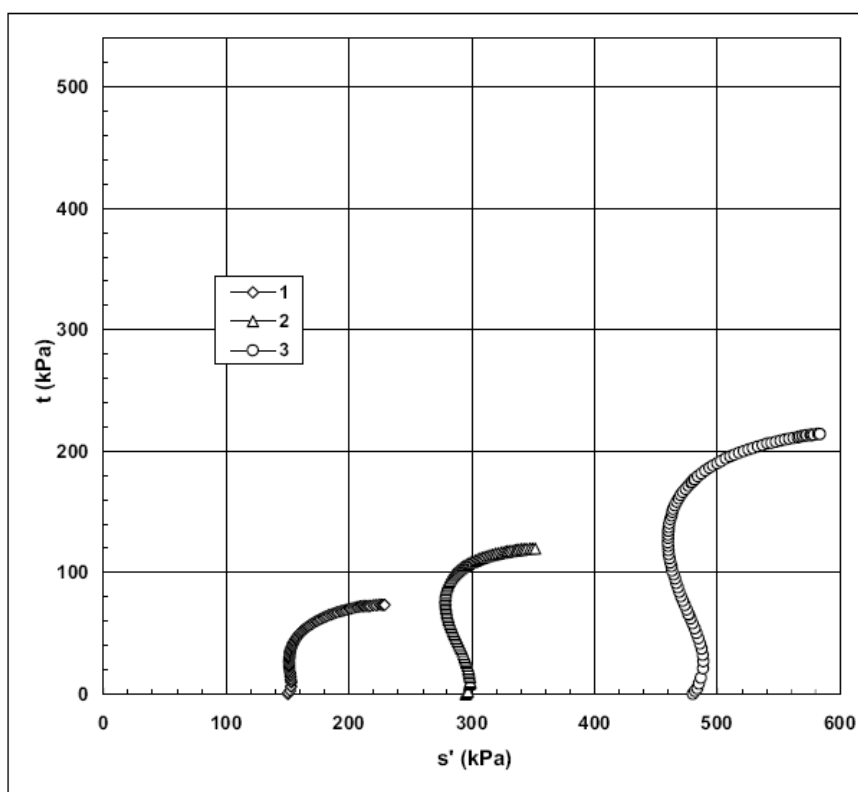
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SI11
Campione: CI5
Profondità prova [m]: 15.55m - 15.85m
Prova: Tx CIU
Provino: 1 2 3
Data prova: 28/11/2008

Dati generali dei provini

dati generali del provino																				
Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione									Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ε_a	ε_v	e	DFC	v	t	s'	ε_a	
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-
1	15.60	50.0	99.4	21.02	18.7	0.50	150.0	150.0	1.00	300	0.94	0.5	1.4	0.48	2	0.010	73.5	225	14.83	fustellazione - indisturbato
2	15.70	50.0	98.7	20.51	19.0	0.54	295.0	295.0	1.00	305	0.93	1.6	2.4	0.50	2	0.010	119.9	352	19.0	
3	15.80	50.0	98.7	20.90	17.6	0.49	480.0	480.0	1.00	320	0.93	1.5	2.7	0.45	2	0.010	214.3	582	16.73	



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
 $K = \sigma'_r / \sigma'_a$ a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma_a - \sigma_r) / 2$ $s' = (\sigma_a + \sigma_r) / 2$
U = pressione interstiziale
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:	Criterio di rottura = t_{max}
-------	---------------------------------



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE BN
Sondaggio: SPN1
Campione: CI5
Profondità prelievo [m]: 16.00 - 16.55
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	16.09m - 16.53m	Peso di volume = 20.45 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	16.09m - 16.53m	Umidità = 18 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	16.27m - 16.37m	Limite Liquido = 41 [%] Limite Plastico = 17 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA TRIASSIALE CIU - Primo foglio: dati
generali e diagramma $t - s'$**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	01/12/08	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

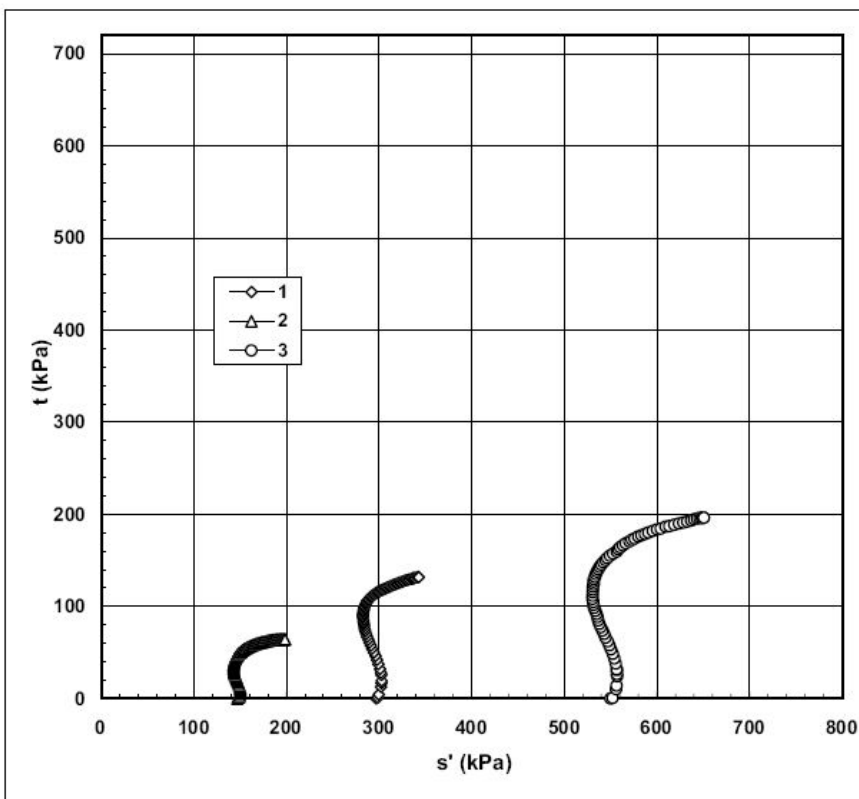
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCAANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SPN1
Campione: CI5
Profondità prova [m]: 16.16m - 16.48m
Prova: Tx CIU
Provino: 1 2 3
Data prova: 24/11/08

Dati generali dei provini

Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione									Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ϵ_a	ϵ_v	e	DFC	v	t	s'	ϵ_a	
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-
1	16.21	50.0	98.2	21.03	15.4	0.45	297.0	297.0	1.00	303	0.95	1.4	4.6	0.39	2	0.020	131.7	343	22.0	fustellazione - indisturbato
2	16.32	50.0	98.0	20.65	18.9	0.53	147.0	147.0	1.00	403	0.96	0.6	1.7	0.50	2	0.020	64.4	192	16.92	
3	16.43	50.0	99.5	20.55	19.9	0.55	550.0	550.0	1.00	250	0.95	2.9	7.1	0.44	2	0.020	196.2	650	20.6	



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
K = σ'_r / σ'_a a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma_s - \sigma_r) / 2$ $s' = (\sigma'_s + \sigma'_r) / 2$
U = pressione interstiziale
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:	Criterio di rottura = t_{max}
--------------	---------------------------------



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE BN
Sondaggio: SPN1
Campione: C16
Profondità prelievo [m]: 20.55 - 21.00
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	20.59m - 20.97m	Peso di volume = 21.41 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	20.59m - 20.97m	Umidità = 16 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	20.71m - 20.81m	Limite Liquido = 47 [%] Limite Plastico = 18 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA TRIASSIALE CIU - Primo foglio: dati
generali e diagramma $t - s'$**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	05/12/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

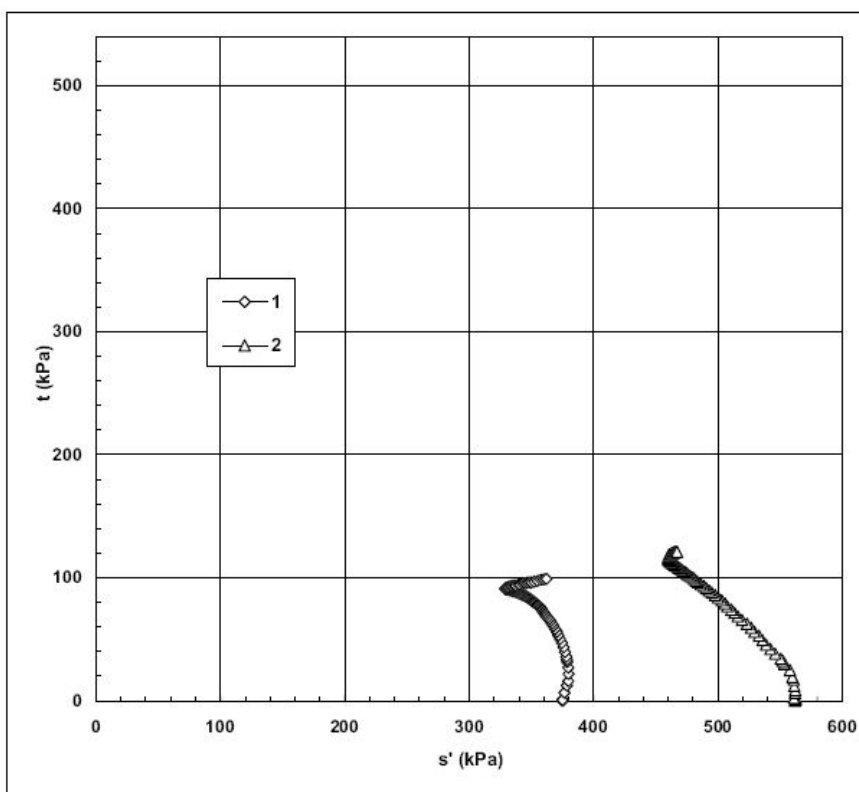
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SPN1
Campione: C16
Profondità prova [m]: 20.61m - 20.81m
Prova: Tx CIU
Provino: 12
Data prova: 27/11/2008

Dati generali dei provini

Dati generali del provino																				
Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione									Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ϵ_a	ϵ_v	e	DFC	v	t	s'	ϵ_a	
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-
1	20.66	50.0	99.6	21.42	15.5	0.43	375.0	375.0	1.00	325	0.96	1.0	3.8	0.37	2	0.010	98.9	362	19.38	fustellazione - indisturbato
2	20.76	50.0	98.5	20.96	17.4	0.48	562.0	562.0	1.00	338	0.98	1.0	5.2	0.41	2	0.010	121.1	467	12.85	



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
K = σ'_r / σ'_a a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma_a - \sigma_r) / 2$ $s' = (\sigma'_a + \sigma'_r) / 2$
U = pressione interstiziale
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:	Criterio di rottura = $t \max$
--------------	--------------------------------



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE BN
Sondaggio: SPN1
Campione: C17
Profondità prelievo [m]: 24.00 - 24.50
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	24.02m - 24.34m	Peso di volume = 21.71 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w1	24.02m - 24.34m	Umidità = 17 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	24.02m - 24.34m	Limite Liquido = 47 [%] Limite Plastico = 17 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrngo, 9 - 24068 Soriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA TRIASSIALE CID - Primo foglio: dati
generali e diagramma $t - s'$**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	04/12/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

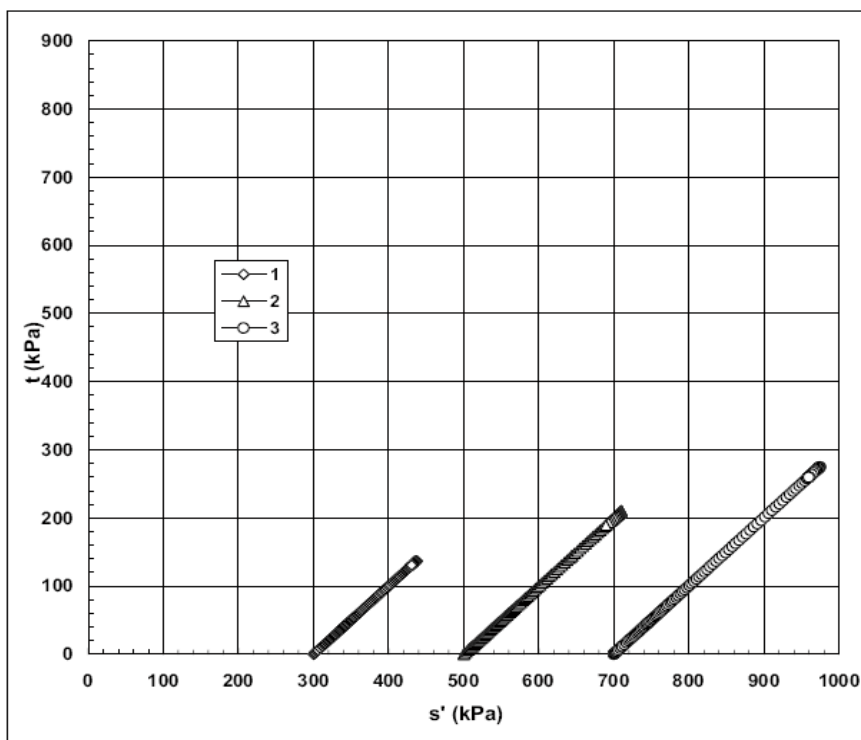
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SPN1
Campione: C18
Profondità prova [m]: 28.6m - 28.87m
Prova: Tx CID
Provino: 1 2 3
Data prova: 21/11/2008

Dati generali dei provini

Dati generali del provino																					
Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione										Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ε_a	ε_v	e	DFC	v	t	s'	ε_a		
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-	
1	28.65	50.0	90.5	20.68	19.4	0.53	300	300	1.00	300	0.90	1.4	3.9	0.47	2	0.003	137	437	14.5	fustellazione - indisturbato	
2	28.74	50.0	92.7	20.51	19.8	0.55	500	500	1.00	300	0.88	2.6	7.3	0.43	2	0.003	210	710	12.8		
3	28.83	50.0	98.0	21.13	18.0	0.48	700	700	1.00	200	0.96	2.0	5.2	0.40	2	0.003	275	975	12.5		



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
 $K = \sigma'_r / \sigma'_a$ a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma'_a - \sigma'_r) / 2$
 $s' = (\sigma'_a + \sigma'_r) / 2$
V = volume del provino
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:	Criterio di rottura = t_{max}
-------	---------------------------------



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 -
Email: ismgeo@ismgeo.it

CARATTERISTICHE GENERALI DEL CAMPIONE

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	15/01/2009	Angeloni	Fioravante

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.p.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE BN
Sondaggio: SPN3
Campione: CI4
Profondità prelievo [m]: 23.50 - 24.00
Prova: Cg
Data fine descrizione: 15/01/2009

Prove	Profondità	Risultati prove	Riferimento procedure	N° certificato di prova
γ_l	23.61m - 23.99m	Peso di volume = 21.13 [kN/m ³]	PT-LMT-00021 REV. 1	
w ₁	23.61m - 23.99m	Umidità = 17 [%]	PT-LMT-00016 REV. 0	
LLP1	23.74m - 23.84m	Limite Liquido = 51 [%] Limite Plastico = 25 [%]	PT-LMT-00020 REV. 1	



Via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (Bg) -
tel. 035 303120 - fax 035 290388 - Email:
ismgeo@ismgeo.it

**PROVA TRIASSIALE CID - Primo foglio: dati
generali e diagramma $t - s'$**

Concessione Ministeriale Decreto n° 55126 del 12 luglio 2006 - Settori A, B e C

rev.	data emiss.	sperimentatore	direttore
0	14/11/2008	Angeloni	Fioravante

Normativa di riferimento: ASTM D4767/95

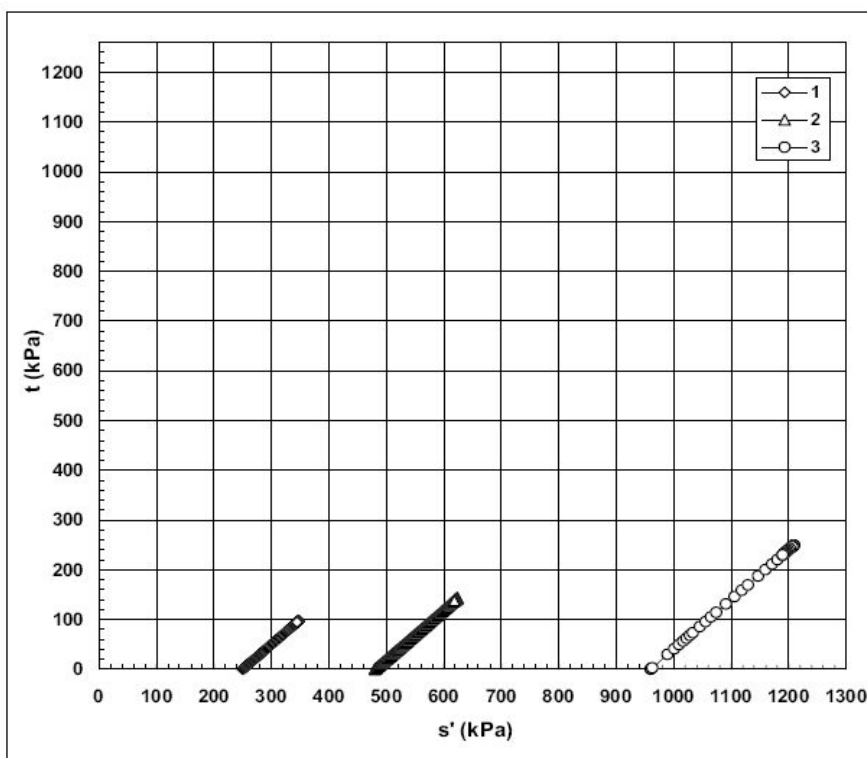
N° certificato di prova:

N° verbale di accettazione: 063/2008

Committente: DANECO S.P.A.
Cantiere: SANT'ARCANGELO TRIMONTE
Sondaggio: SPN3
Campione: CI4
Profondità prova [m]: 23.64m - 23.94m
Prova: Tx CID
Provino: 1 2 3
Data prova: 05/11/2008

Dati generali dei provini

Dati generali del provino																				
Provino	Profondità	Dati iniziali					Dati a fine consolidazione									Dati a rottura				Metodo di preparazione - tipo di materiale
		D	H	γ	w	e	σ'_a	σ'_r	K	B.P.	B	ϵ_a	ϵ_v	e	DFC	v	t	s'	ϵ_a	
-	m	mm	mm	kN/m ³	%	-	kPa	kPa	-	kPa	-	%	%	-	g	mm/m	kPa	kPa	%	-
1	23.69	50.0	97.8	21.22	17.2	0.46	250	250	1.00	300	0.92	1.1	2.1	0.43	2	0.003	97	347	8.8	fustellazione - indisturbato
2	23.79	50.0	100.0	20.97	17.9	0.49	480	480	1.00	200	0.98	1.6	4.1	0.43	2	0.003	143	623	10.5	
3	23.89	50.0	98.5	21.23	17.3	0.46	960	960	1.00	200	0.95	1.8	6.3	0.37	2	0.003	250	1210	5.8	



Legenda:

D = diametro del provino
H = altezza del provino
 γ = peso di volume umido
w = contenuto d'acqua
e = indice dei vuoti
 σ, σ' = tensioni totali ed efficaci
K = σ'_r / σ'_a a fine consolidazione
B.P. = back pressure
B = coefficiente di Skempton
 ϵ = deformazioni
 $t = (\sigma_a - \sigma_r) / 2$
 $s' = (\sigma'_a + \sigma'_r) / 2$
V = volume del provino
DFC = durata consolidazione
v = velocità delle pressa
Subscritto 'a' = assiale
Subscritto 'r' = radiale
Subscritto 'v' = volumetrico

Note:

Criterio di rottura = t_{max}

**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO**

IMPIANTO DI DISCARICA DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI

Legge n. 87 del 05/7/2007

SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

Daneco Impianti s.r.l.

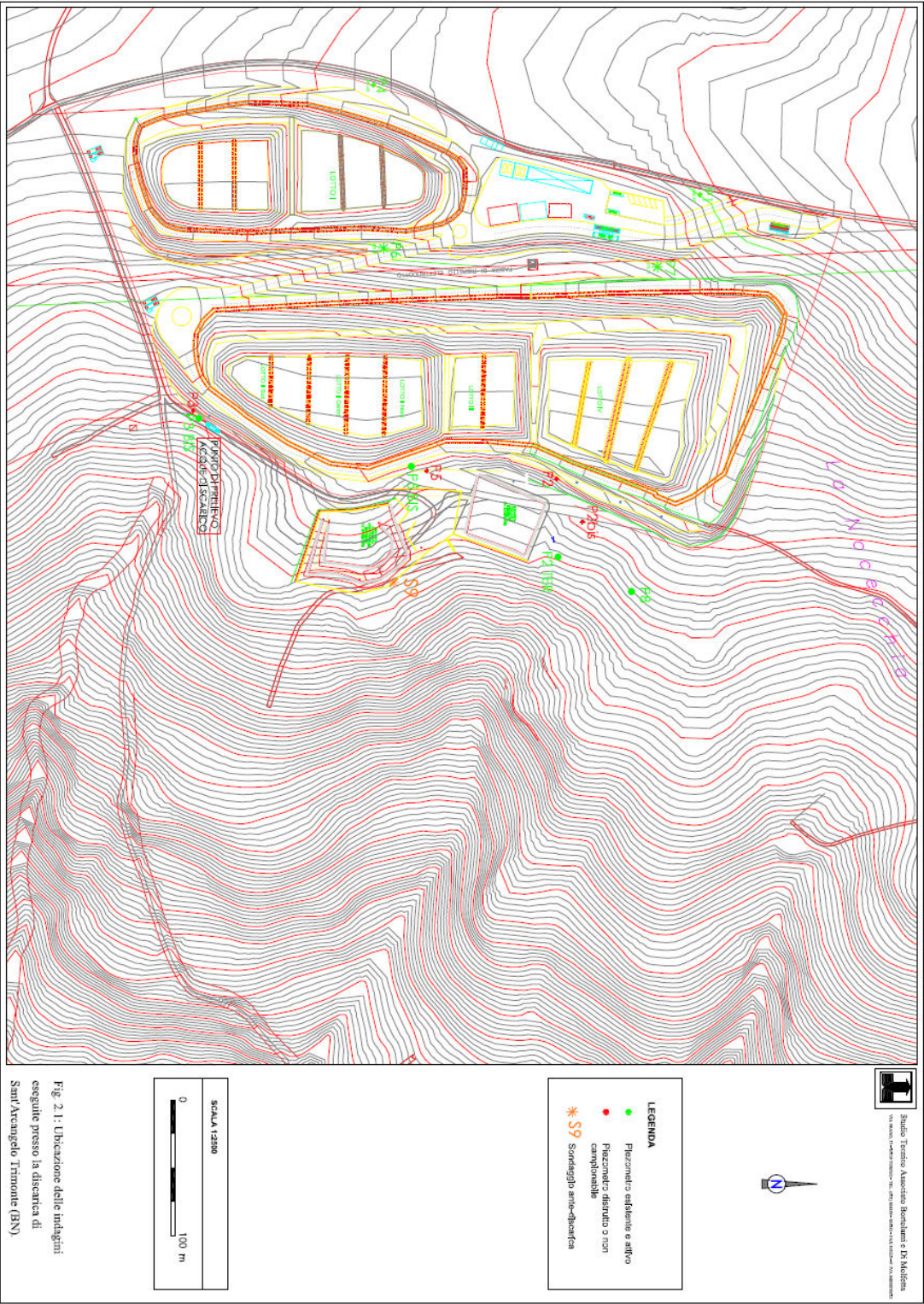
**Allegato 3
Rilievi Piezometrici**




- Condotti da: S.T.A. Bartolomi & Di Molfetta - Torino –
- Sondaggi e installazione eseguiti da GEO IN - Benevento

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Rea
Via della Libertà, 136
84015 Nocera Superiore (Sa)
Tel/fax 081931207
e-mail: laboratoriorea@libero.it

DATA: 15 Novembre 2010



		Geo-In srl Applicazioni alla Geologia e Ingegneria Loc. Zona Industriale Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Tel & Fax 0824 351344		Sondaggio geognostico SP 3				
Profondità: 30,0 m data: dal 6/08/09 al 7/08/09 Attrezzatura: CMV 600 MK		cassette n°6 quota p.c.: Carotaggio continuo Ø 101 mm		Committente: Daneco Impianti srl Località: Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte (BN) Oggetto: Esecuzione di sondaggi e installazione di Tubi piezometrici				
				Note: Foro condizionato con tubo piezometrico microfessurato in Pvc Ø 60 e calza antisabbia				
Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp.	Pocket Kg/cm²	H ₂ O	Tubo piezometrico
1			Materiale di riporto di natura limosa poco consistente					
2	1,5	1,5	Alternanza di limo debolmente argilloso grigiastro mediamente consistenti e livelli litoidi arenaceo-calcarenitici di colore giallo-biancastri					
3	2,5	1,0						
4			Silt argilloso a luoghi debolmente sabbioso di colore grigio chiaro mediamente consistente a tratti con scaglie marnose minute e livelletti litoidi					
5								
6	5,6	3,1			5,6 C1			
7					6,0			
8								
9								
10								
11								
12							12,6 — (19,8)	
13								
14								
15			Silt argilloso debolmente sabbioso di colore grigio chiaro, compatto includente abbondanti elementi lapidei marnoso, calcarenitici ed arenacei di dimensioni in genere minute. A metri 8,30 livello litoidi di 10 cm		15,0 C2			
16					15,4			
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27					26,0 C3			
28					26,5			
29								
30	30,0	Fine foro						
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								



Particolare dello strato con incluse piccole briciole litoidi

Geo-In srl
Applicazioni alla Geologia e Ingegneria
Loc. Zona Industriale Ponte Valentino
82100 BENEVENTO
Tel & Fax 0824 351344

Sondaggio geognostico SP 3 tris

Committente: Daneco Impianti srl
Località: Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte (BN)
Oggetto: Esecuzione di sondaggi e installazione di Tubi piezometrici

Profondità: 30,0 m
data: dal 17/09/09 al 18/09/09
Attrezzatura: CMV 600 MK

Note: Foro condizionato con tubo piezometrico microfessurato in Pvc Ø 60 e calza antisabbia

Prof. metri	Spec. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp	Particolari	Tubo piezometrico
1	1,2	1,2	Limi, argille e sabbie alterati, molli bruno verdastri (materiale di riempimento-riporto)				
2			Limo argilloso-sabbioso di colore grigio-verdastro con a tratti bande rossastre, giallastre e grigie. A luoghi si presenta scaglioso con scaglie millimetriche di natura argilloso-marnosa. All'interno è presente un deposito biancastro dovuta a precipitazione carbonatica (sintomo di circolazione idrica)				
3							
4	4,4	3,2					
5							
6					4,5		
7			struttura scagliosa		5,0		
8							
9			Silt scaglioso di colore grigio con inclusi elementi litoidi prevalentemente marnosi anche di dimensioni > 10cm dello stesso colore.				
10			All'interno sono presenti livelli marnoso-scaglioso				
11							
12					14,0		
13					14,5		
14							
15			A 8 metri presenza di poco ghiaietto di natura calcitica				
16							
17							
18							
19			Tra 19,0 e 20,5 livelletto di colore rossastro				
20							
21							
22			Tra 27,7 e 28,0 trovante calcarenitico con fratture riempite da calcite di colore rosa-rossastro				
23							
24							
25					25,0		
26					25,5		
27							
28							
29							
30							
31	31,0	Fine foro					
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							

Geo-In srl
Applicazioni alla Geologia e Ingegneria
Loc. Zona Industriale Ponte Valentino
82100 BENEVENTO
Tel & Fax 0824 351344

Sondaggio geognostico SP 5 bis

Committente: Daneco Impianti srl
Località: Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte (BN)
Oggetto: Esecuzione di sondaggi e installazione di Tubi piezometrici


Profondità: 30,0 m
data: dal 20/08/09 al 21/08/09
Attrezzatura: CMV 600 MK
cassette n°6
quota p.c.:
Carotaggio continuo Ø 101 mm

Note: Foro condizionato con tubo piezometrico microfessurato in Pvc Ø 60 e calza antisabbia.

Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp.	Forat Kg/cm²	H ₂ O	Tubo piezometrico
1			Silt argilloso di colore bruno-rossastro poco consistente-plastico, intercalato con livelli carbonatici e calcarenitici					
2								
3	2,5 1,0		Silt argilloso di colore verde-grigiastro frammentato a breccie					
4	3,0 0,5		Calcari e calcareniti compatte					
5	3,5 0,5		Silt argilloso di colore verde-grigiastro frammentato a breccie calcareo-calcarenitiche mediamente consistente.					
6	5,5 2,0		Calcari e calcareniti con livelli fratturati		5,5 C1			
7	6,5 1,0		Silt argilloso di colore rossastro frammentato a breccie calcareo-calcarenitiche		6,0			
8	7,5 1,0							
9								
10								
11								
12								
13								
14					13,0 C2			
15			Silt argilloso di colore grigio chiaro, compatto includente abbondanti elementi lapidei marnosi, calcarenitici ed arenacei di dimensioni in genere minute.		13,5			
16			Tra 14,00+14,50 e tra 15,50+15,70 presenza di un livello calcareo					
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27					24,5 C3			
28					25,0			
29								
30	30,0	Fine foro						
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								



Particolare dello strato a prevalenza argilloso

		Geo-In srl Applicazioni alla Geologia e Ingegneria Loc. Zona Industriale Ponte Valentino 82100 BENEVENTO Tel & Fax 0824 351344		Sondaggio geognostico SP 8 Committente: Daneco Impianti srl Località: Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte (BN) Oggetto: Esecuzione di sondaggi e installazione di Tubi piezometrici Note: Foro condizionato con tubo piezometrico microfessurato in Pvc Ø 60 e calza antisabbia	
Profondità: 30,0 m data: dal 21/09/09 al 22/09/09 Attrezzatura: CMV 600 MK		cassette n°5 quota p.c.: Carotaggio continuo Ø 101 mm			
Prof. metri	Spes. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Particolari
1	1,5		Limi, argille e sabbie alterati, molli bruno giallastri (materiale di riempimento-riporto)		
2					
3			Limo sabbioso a luoghi argilloso di colore giallastro mediamente consistente con all'interno elementi litici minuti e centimetrici di natura marnosa e arenacea. A 3 metri trovante > 10 cm		
4					
5	4,8	3,3			
6					
7			Presenza di elementi litici		
8					
9			Silt grigio a tratti marnoso con inclusi elementi millimetrici calcareo-marnosi.		
10			A 5,5 metri livello e/o inclusi calcilutitici		
11					
12					
13			Tra 14,5 e 14,8 presenza di elemento litoide fratturato costituito da sabbia e breccia (minuta) cementata di colore grigio		
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20			Tra 20 e 25 metri l'ammasso è prevalentemente argilloso		
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30	30,0	Fine foro			
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					

**REGIONE CAMPANIA
PROVINCIA DI BENEVENTO**

IMPIANTO DI DISCARICA DEI RIFIUTI NON PERICOLOSI
Legge n. 87 del 05/7/2007
SANT'ARCANGELO TRIMONTE (BN)

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA DEL SITO DELLA DISCARICA

Daneco Impianti s.r.l.

Allegato 4


Prospezioni Downe-Hole

- eseguite da: TECNO IN SpA – Laboratorio autorizzato per
prove
sui terreni e in sito – Conc. Min. Infrastrutture Trasporti n. 53363/2005

IL GEOLOGO

Dott. Giovanni Rea
Via della Libertà, 136
84015 Nocera Superiore (Sa)
Tel/fax 081931207
e-mail: laboratoriorea@libero.it

DATA: 15 Novembre 2010

	Indagini geognostiche presso il cantiere il sito di Sant'Arcangelo Trimonte (BN)	Reg.Com. 192/08 ediz. 02.02.09- Rev.1 L.L.-Pag. 26 di 32
---	--	--

4.3 - Prova sismica del tipo down-hole

Come riportato in precedenza, la prospezione *down-hole* "**DHI**" è stata eseguita all'interno del foro di sondaggio **DHT**, spinto sino alla profondità di 40,00 metri dal piano campagna, ubicato nell'area a valle della discarica "La Noceccchia" ricadente nel comune di Sant'Arcangelo Trimonte (BN).

L'indagine è stata realizzata ad intervalli di 1 metro, da -40 m a -1 m dal boccaforo, facendo risalire l'apparato di misurazione nel perforo (opportunamente condizionato mediante la solidarizzazione del tubo di condizionamento alle pareti del perforo stesso).

L'interpretazione della prospezione *down-hole* è avvenuta seguendo l'iter descritto:


- conversione digitale dei sismogrammi registrati;
- analisi dei segnali nel dominio delle frequenze e filtraggio del segnale stesso (se necessario);
- lettura dei tempi di arrivo delle onde *P* ed *S* per le singole registrazioni;

Una volta letti i tempi di arrivo delle onde *P* ed *S*, si è proceduto ad ulteriori determinazioni:

- calcolo dei valori di velocità intervallo sia per le onde *P* che per le onde *S*;
- costruzione dei diagrammi "*tempi di arrivo corretti-profondità*" ed individuazione delle *dromocrone*;
- calcolo della velocità media delle onde, relativa a strati omogenei di terreno, in base al calcolo della pendenza dei segmenti di retta che meglio seguono il fitting dei punti sperimentali.

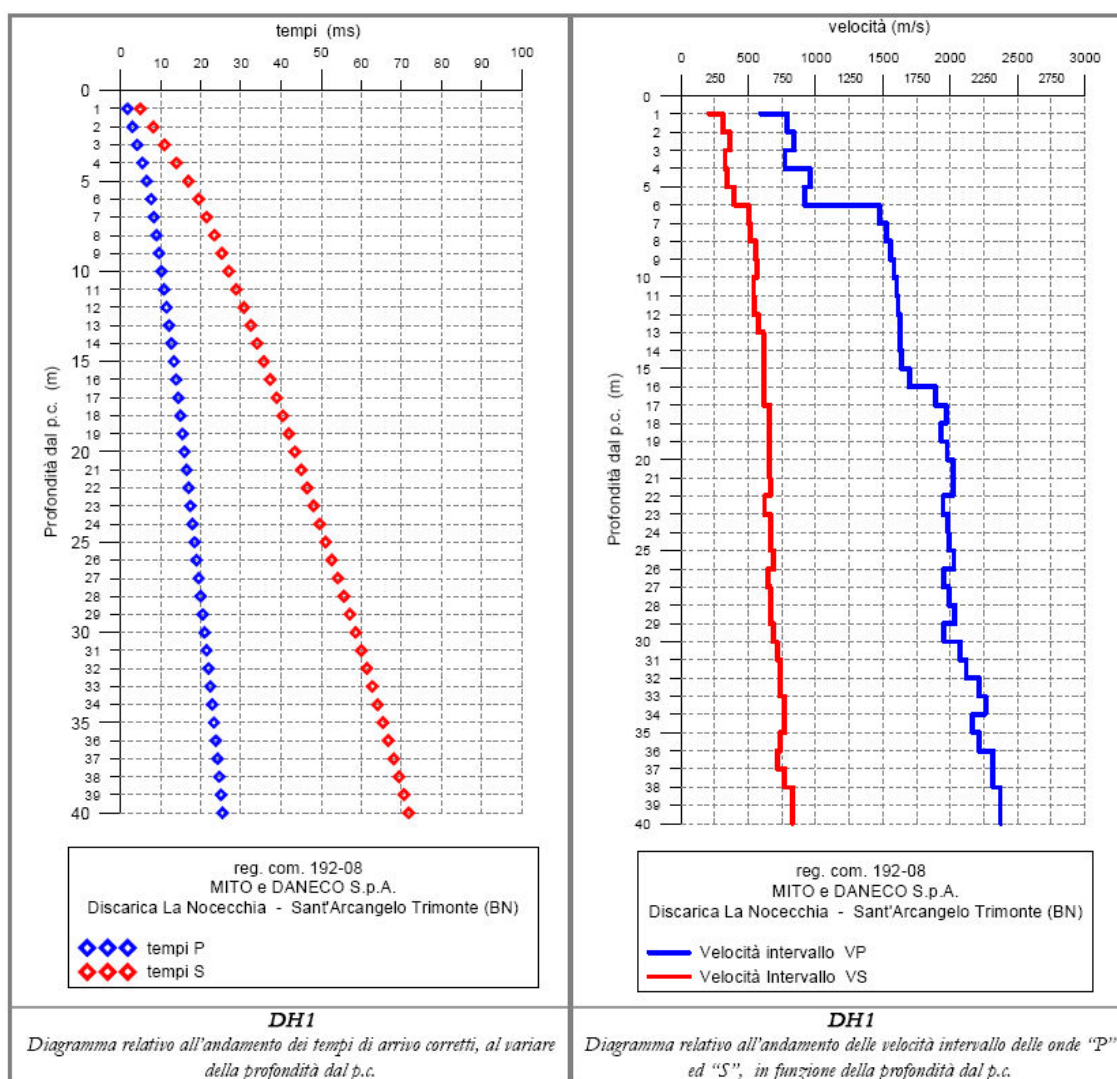
Infine, sulla base del calcolo dei valori di velocità delle onde *P* ed *S*, si è provveduto al calcolo dei moduli elastici dinamici, tenendo conto della stratigrafia relativa al sondaggio geognostico riportato nella seguente relazione e dei pesi di volume ricavati da prove di laboratorio.


In particolare, nel suddetto calcolo, sono stati considerati i valori di γ_n (*peso di volume naturale*).

	Indagini geognostiche presso il cantiere il sito di Sant'Arcangelo Trimonte (BN)	Reg.Com. 192/08 ediz. 02.02.09- Rev.1 L.L.-Pag. 27 di 32
---	--	--

4.3.1 – Prova Down-Hole “DH1”

Come riportato in precedenza, la prospezione down-hole “DH1”, è stata effettuata nel foro di sondaggio **DHT** sino ad una profondità di 40 metri dal boccaforo. Di seguito si riporta, a sinistra, il diagramma relativo all'andamento dei tempi di arrivo corretti, al variare della profondità dal boccaforo, mentre a destra è tracciato il grafico inerente l'andamento delle velocità intervallo delle onde *P* ed *S*, sempre in funzione della profondità dal boccaforo.




	Indagini geognostiche presso il cantiere il sito di Sant' Arcangelo Trimonte (BN)	Reg. Com. 192/08 ediz. 02.02.09- Rev. 1 L.L.-Pag. 28 di 32
---	---	--

Nella tabella 3 seguente sono riportati, per le varie profondità d'indagine, i valori dei tempi di arrivo delle onde P ed S corretti (espressi in ms), i valori calcolati delle velocità intervallo (espressi in m/s), il rapporto tra le velocità delle onde P ed S, i valori dei moduli dinamici.

Tabella 3: Tabella di riepilogo dei valori dei tempi di arrivo delle onde P ed S delle velocità intervallo e dei valori moduli dinamici.

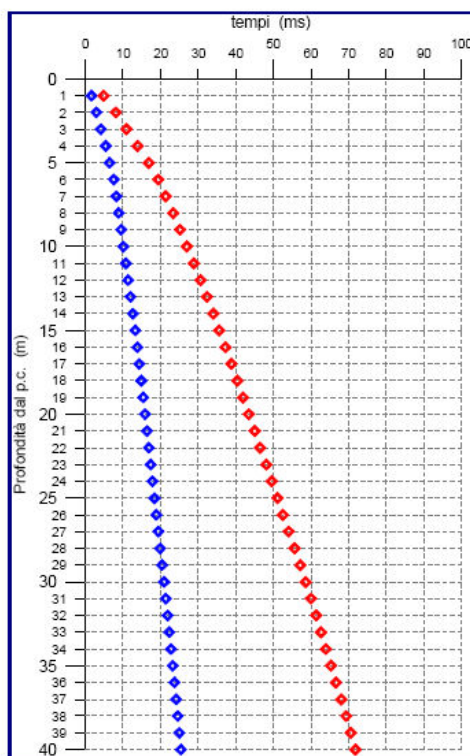
Profondità (m dal p.c)	tp corr (ms)	ts corr (ms)	velocità intervallo Vp (m/s)	velocità intervallo Vs (m/s)	Vp/Vs	Poisson (n)	γn gamma NATURALE	G Mpa	E Mpa
1	1,70	4,92	588	203	2,9	0,43	1,80	74	213
2	2,97	8,13	787	311	2,5	0,41	1,90	184	518
3	4,16	10,90	840	361	2,3	0,39	1,90	248	688
4	5,46	13,95	772	328	2,4	0,39	1,90	204	567
5	6,50	16,90	958	340	2,8	0,43	1,90	219	626
6	7,59	19,45	917	392	2,3	0,39	1,90	292	811
7	8,27	21,44	1471	502	2,9	0,43	2,00	503	1443
8	8,93	23,38	1524	516	3,0	0,44	2,00	532	1528
9	9,57	25,19	1559	554	2,8	0,43	2,00	614	1753
10	10,20	26,97	1584	562	2,8	0,43	2,00	631	1802
11	10,82	28,83	1601	537	3,0	0,44	2,00	577	1658
12	11,44	30,68	1614	541	3,0	0,44	2,00	585	1680
13	12,06	32,42	1623	574	2,8	0,43	2,00	659	1884
14	12,67	34,05	1631	611	2,7	0,42	2,00	748	2120
15	13,28	35,68	1636	614	2,7	0,42	2,00	753	2135
16	13,87	37,31	1696	615	2,8	0,42	2,00	757	2156
17	14,40	38,93	1892	617	3,1	0,44	2,00	760	2191
18	14,91	40,45	1970	658	3,0	0,44	2,00	866	2490
19	15,42	41,97	1936	659	2,9	0,43	2,00	869	2493
20	15,93	43,48	1977	660	3,0	0,44	2,00	871	2505
21	16,43	45,00	2020	661	3,1	0,44	2,00	873	2515
22	16,92	46,51	2022	661	3,1	0,44	2,00	875	2520
23	17,43	48,12	1946	621	3,1	0,44	2,00	771	2227
24	17,94	49,63	1986	662	3,0	0,44	2,00	878	2523
25	18,44	51,14	1987	663	3,0	0,44	2,00	879	2526
26	18,93	52,59	2028	686	3,0	0,44	2,00	941	2701
27	19,45	54,15	1951	642	3,0	0,44	2,00	825	2375
28	19,95	55,66	1990	664	3,0	0,44	2,00	881	2533
29	20,44	57,16	2031	664	3,1	0,44	2,00	882	2540
30	20,95	58,62	1953	687	2,8	0,43	2,00	944	2698
31	21,44	60,03	2075	712	2,9	0,43	2,00	1013	2903
32	21,91	61,38	2119	738	2,9	0,43	2,00	1089	3118
33	22,36	62,73	2214	738	3,0	0,44	2,00	1090	3133
34	22,80	64,04	2264	767	3,0	0,44	2,00	1175	3374
35	23,26	65,34	2167	767	2,8	0,43	2,00	1176	3360
36	23,71	66,70	2215	739	3,0	0,44	2,00	1091	3137
37	24,14	68,10	2318	713	3,3	0,45	2,00	1015	2940
38	24,58	69,40	2319	767	3,0	0,44	2,00	1177	3387
39	25,00	70,61	2374	831	2,9	0,43	2,00	1381	3951
40	25,42	71,81	2375	831	2,9	0,43	2,00	1382	3952

	Indagini geognostiche presso il cantiere il sito di Sant'Arcangelo Trimonte (BN)	Reg.Com. 192/08 ediz. 02.02.09- Rev.1 L.L.-Pag. 29 di 32
---	--	--

L'interpretazione della prova down-hole ha consentito di individuare due sismostrati così caratterizzati:

- ⇒ Primo sismostrato costituito da sabbia limosa e limo argilloso (limite inferiore del sismostrato considerato pari a 6 metri dal boccaforo).
- ⇒ Secondo sismostrato costituito da deposito fliscioide costituito da argilliti marnose con intercalazioni sabbioso-limoso-argillose ed inclusi litici calcareo marnosi (limite inferiore del sismostrato considerato pari a 40 metri dal boccaforo).

Di seguito, per ciascun sismostrato, si riportano le velocità delle onde P ed S ottenute dall'elaborazione delle *dromocrone*, laddove, come accennato in precedenza, il calcolo della pendenza di ciascuno dei segmenti relativi alla determinazione della retta d'interpolazione lineare, fornisce la velocità dell'onda sismica in un determinato intervallo di profondità.



➡ **Primo sismostrato**
 $V_p = 847 \text{ m/s}$ - $V_s = 345 \text{ m/s}$

➡ **Secondo sismostrato**
 $V_p = 1.910 \text{ m/s}$ - $V_s = 649 \text{ m/s}$