



Comune di
TERRANUOVA B.ni

Centro Servizi Ambiente Impianti S.p.A.

S.P.7 di Piantravigne
52028 Terranuova Bracciolini (AR)
P.IVA 01861020517



Wave Italia 1 S.r.l.

Via Gustavo Fara
20124 Milano



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Nadia PASQUINI
C.S.A.I. S.p.A. - Via Lungarno, 123 - 52025 Terranuova B.ni (Ar)

PROGETTISTA:

Ing. Marco SACCHETTI
UFFICIO PROGETTAZIONE e SVILUPPO C.S.A.I. S.p.A.
Via Lungarno, 123 - 52025 Terranuova B.ni (Ar)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Marco SACCHETTI
UFFICIO PROGETTAZIONE e SVILUPPO C.S.A.I. S.p.A.
Via Lungarno, 123 - 52025 Terranuova B.ni (Ar)

UFFICIO PROGETTAZIONE e SVILUPPO C.S.A.I. S.p.A.

Ing. Fabio SEMOLI
Geom. Giovanni FANTONI

OGGETTO:

DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DI "CASA ROTA"

Nuovo impianto di upgrading del biogas
da discarica per la produzione di biometano

ELABORATO:

ELABORATI GENERALI
RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA

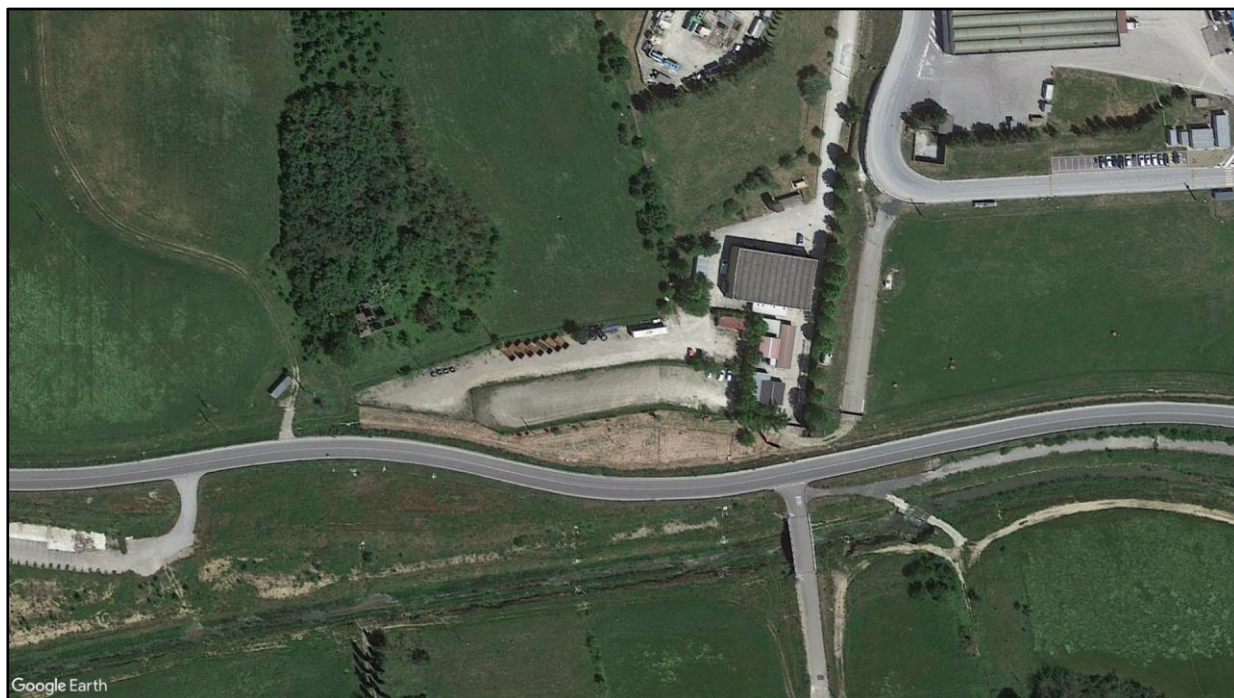
FASE
PROGETTO ESECUTIVO

FEBBRAIO 2026

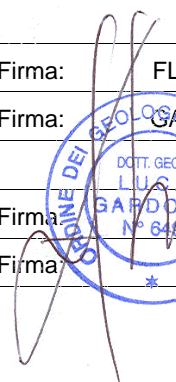
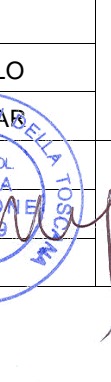
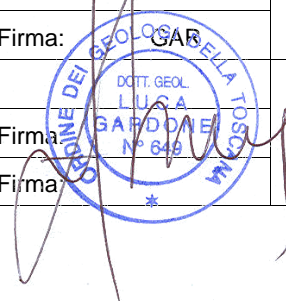
REV.	DIS.	APP.	DES.	DATA
0	FS	MS	Prima emissione	10.02.2026

Id.Work: 4124_260209_Opere civili_v3.dwg

EG.03.04.0



Proponente  CENTRO SERVIZI AMBIENTE IMPIANTI SPA			Titolo Progetto Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR)		
Titolo Documento RELAZIONE GEOLOGICA			Codice Commessa 02211		
			Codice Documento REL_GEO		
Tabella Revisioni					
Revisione: A	Descrizione: EMESSO PER APPROVAZIONE				N° pagine: 26
	Stesura: A. A. FLORIO	Data: 19/11/2021	Firma: FLO		
	Approvazione: L.GARDONE	Data: 02/12/2021	Firma: GAR		
Revisione: B	Descrizione:				N° pagine:
	Stesura:	Data:	Firma:		
	Approvazione:	Data:	Firma:		

INDICE

PREMESSA.....	3
1. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
2. INQUADRAMENTO URBANISTICO DELL'AREA	4
2.1 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA).....	4
2.2 INTERAZIONI DEL PROGETTO CON LE NORME DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO.....	5
2.3 PIANO STRUTTURALE E REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI .	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.1 GEOLOGIA.....	7
3.2 GEOMORFOLOGIA.....	9
3.3 IDROGRAFIA	10
3.4 IDROGEOLOGIA.....	10
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE	12
4.1 INDAGINI SELEZIONATE RELATIVE ALLA CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2014	12
4.2 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO.....	12
4.3 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA SPT	13
4.4 ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	14
4.5 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA	15
4.6 CAROTAGGIO SISMICO DOWN HOLE	16
5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA	18
6. CONSIDERAZIONI SULLA SISMICITÀ DELLA ZONA	19
6.1 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	19
6.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA	20
6.3 PERICOLOSITÀ SISMICA.....	21
7. GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	25
8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	25

ALLEGATI

- Elaborati cartografici
- Certificati Indagini geognostiche
- Tavola R09_T14 Pericolosità Idraulica RU Variante 2014

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 2/25
-------------------------------------	--	-----------

Premessa

La presente relazione, redatta su incarico di CSAi Impianti S.p.A., illustra i risultati di un'indagine geologica di supporto all'intervento in progetto che prevede la realizzazione di un impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione. (Tavola 1).

Il progetto prevede la realizzazione, in adiacenza agli attuali uffici amministrativi di un impianto di upgrading, di una cabina REMI, una stazione di distribuzione del metano, una stazione carri bombolai, dei parcheggi interni coperti ed un locale servizi donne, per un'area di circa 2.200 m², di cui circa 250 mq interessati dalle platee di fondazione, posate a una profondità di 40 cm dal piano di calpestio, e i restanti 1.950 mq interessati da operazioni di asfaltatura. Un'ulteriore superficie, di estensione pari a circa 150 mq, sarà interessata da operazioni di reinterro e formazione di prato verde. Gli interventi in progetto constano di un volume totale inferiore a 1.500 mc. Ulteriori dettagli e precisazioni sulle caratteristiche dell'intervento possono essere reperiti dalla consultazione delle tavole redatte dai tecnici progettisti.

I dati relativi all'inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico della zona sono stati preliminarmente acquisiti dalla consultazione delle carte tematiche allegate al Regolamento Urbanistico del Comune di Terranuova Bracciolini ed in seguito puntualmente verificati con i sopralluoghi ed i rilievi di dettaglio condotti nell'area di intervento.

A livello investigativo, per una caratterizzazione litostratigrafica, geomeccanica e sismica dei terreni interessati dal presente intervento, trattandosi di un intervento che, per dimensioni e caratteristiche, ai sensi dell'art. 7 DPGR 36R/2009, può inquadrarsi in classe 2, si è fatto riferimento alle numerose indagini realizzate dal sottoscritto nel corso degli anni nella medesima area per l'intervento di realizzazione della Cassa; in dettaglio sono state selezionate le seguenti indagini:

- n°3 sondaggio a carotaggio continuo;
- n°2 sondaggi a carotaggio continuo attrezzato con tubazione in pvc;
- n.6 campioni indisturbati sottoposti ad analisi di laboratorio;
- n°9 prove SPT
- n°1 prove penetrometriche statica;
- n°1 prospezione sismica Down Hole;

Una volta acquisite e rielaborate tali informazioni, si è provveduto a verificare le condizioni di fattibilità degli interventi previsti ed a formulare indicazioni a supporto della progettazione e delle verifiche strutturali. Lo studio è stato sviluppato redigendo la presente relazione

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 3/25
-------------------------------------	---	-----------

geologica comprendente tutti i contenuti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M. 14/01/2018, provvedendo infine alla definizione dei valori di progetto dei parametri geotecnici e della categoria di suolo presente.

1. Quadro normativo di riferimento

Lo studio è stato effettuato secondo quanto previsto dal seguente quadro normativo:

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** - Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici** - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018: Circolare del 21 Gennaio 2019.
- **DPGRT 9/07/2009 n° 36/r** - Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico.
- **DPGRT 12/02/2019 n° 8/r** – Modifiche al decreto del Presidente della Giunta regionale 9 luglio 2009, n. 36/R (Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 “Norme per il governo del territorio”. Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico). Abrogazione dell'articolo 12.
- **Eurocodice 7.3 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita con prove in sito.
- **Eurocodice 7.2 (2002)** - Progettazione geotecnica – Parte 2: Progettazione assistita da prove di laboratorio.
- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **Eurocodice 7.1 (1997)** - Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

2. Inquadramento urbanistico dell'area

2.1 Piano di gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

IL Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016, secondo le indicazioni della direttiva “alluvioni” europea (2007/60/CE) e del decreto legislativo di recepimento 49/2010.

Il PGRA rappresenta il nuovo piano di riferimento ai fini della pianificazione e gestione del rischio idrogeologico. Con il PGRA è stato delineato un “quadro comune e unico di riferimento” in cui si mettono a sistema, si razionalizzano ed integrano tra loro le azioni e gli interventi necessari per la gestione degli eventi possibili, senza abbandonare completamente

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 4/25
-------------------------------------	--	-----------

i contenuti tecnico-giuridici derivanti dalle pianificazioni di assetto idrogeologico (PAI) ma aggiornandoli con scenari ed elaborazioni nuove ed inquadrandoli all'interno della cornice comunitaria.

La zona interessata dal presente intervento è situata all'interno della Unit of Management (UoM) del **Bacino Arno**.

In merito alla pericolosità da alluvioni, come si evince dalla Tavola 2, l'area di intervento rientra per una porzione in una classe di pericolosità moderata e media, mentre la porzione dove verrà realizzato il distributore di metano, ricade in una classe di pericolosità elevata.

Anche per quanto riguarda il rischio alluvionale (Tavola 3), l'area interessata dagli interventi in progetto rientra per una porzione in una classe di rischio medio ed elevato, mentre la porzione dove verrà realizzato il distributore di metano, ricade in una classe di pericolosità molto elevata. Tuttavia, lo stato attuale dei luoghi risulta variato.

La cartografica vigente e gli studi idraulici sui quali si basano le attuali condizioni di pericolosità sono stati elaborati su basi cartografiche che non hanno recepito le modifiche infrastrutturali e morfologiche correlate agli interventi di messa in sicurezza idraulica dell'area di fondovalle del borro Riofi a monte dell'abitato di Santa Maria, il cui collaudo tecnico è stato emesso in data 07/01/2020 da parte dell'Ing. Claudio Tiezzi. In data 12/01/2021 la documentazione inerente al collaudo tecnico della cassa è stata inviata al Comune per l'avvio delle procedure di ripermimetrazione della pericolosità idraulica. Il Comune ha inoltrato la richiesta di aggiornamento e modifiche all'Autorità di Bacino Distrettuale competente il 07/04/2021 Prot. n. 6861.

In ragione di ciò e per quanto attiene le perimetrazioni di pericolosità coerenti rispetto agli interventi di mitigazione del rischio eseguiti e collaudati, si ritiene di potersi riferire alla Tavola R09_T14 proposta con la variante del Regolamento Urbanistico del Comune di Terranuova Bracciolini, approvata dall'Ente stesso con Deliberazione del Consiglio Comunale n.88 del 29-11-2012. Dalla consultazione di tale cartografia si evince come l'area di intervento sia esterna alle perimetrazioni di pericolosità. Pertanto, è possibile sostenere, formalmente e sostanzialmente, che l'intervento risulti compatibile e coerente con le norme del piano.

2.2 Interazioni del progetto con le norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

Il Piano di Bacino del Fiume Arno è redatto, adottato ed approvato ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della legge 18 maggio 1989 n. 183, quale stralcio del Piano di Bacino dell'Appennino Settentrionale. Esso ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale, attraverso le proprie

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 5/25
-------------------------------------	---	-----------

disposizioni, persegue l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati ai fenomeni di dissesto geomorfologico in atto o potenziali. A seguito della pubblicazione del D.P.C.M. 06/05/2005 "Approvazione del Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Assetto Idrogeologico" sulla Gazzetta Ufficiale n. 230 del 03/10/2005, il PAI entra ufficialmente in vigore dopo l'adozione con deliberazione n. 185 del 11/11/2004. Con l'entrata in vigore del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) D.C.I. n. 235 del 3 marzo 2016, i contenuti del PAI relativi alla pericolosità idraulica ed al rischio idraulico sono trattati nel PGRA e nella relativa disciplina di piano. **Allo stato attuale, il PAI mantiene i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino.**

In seguito a quanto richiesto dall'Europa in merito alla coerenza con i principi della direttiva 2000/60/CE e delle successive direttive in materia di acqua e suolo, è stato avviato un percorso di riforma pianificatoria di tutte le Autorità di Bacino distrettuali. Il Progetto di Piano, denominato PAI "dissesti geomorfologici", è stato adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019 ed interessa il territorio dei bacini toscani – umbri interamente ricadenti nel distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale. Il nuovo Progetto si pone l'obiettivo di omogeneizzare i criteri metodologici sia per la parte normativa sia per la definizione delle nuove classi di pericolosità geomorfologica.

Nella fattispecie, sulla base della cartografia dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno vigente (Tavola 4), per la pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante l'area oggetto di intervento risulta esterna a tali perimetrazioni. Pertanto l'intervento risulta compatibile e coerente con le norme del piano.

2.3 Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico del Comune di Terranuova Bracciolini

Il Piano Strutturale del Comune di Terranuova Bracciolini, in seguito indicato con l'acronimo P.S., è stato approvato con delibera di Consiglio comunale n. 72 del 08.10.2004 ed aggiornato con successiva variante approvata con delibera del Consiglio comunale n. 25 del 09.04.2014.

Per quanto riguarda la pericolosità geologica, da un'analisi delle carte allegate allo strumento urbanistico (Tavola 5), la zona in esame risulta generalmente identificata da una pericolosità elevata (G.1) estesa per la totalità dell'area interessata dagli interventi in progetto. Gli accertamenti investigativi e le verifiche sviluppate nel presente contributo specialistico, ridimensioneranno le condizioni di esposizione alla vulnerabilità geomorfologica, evidenziando che le fenomenologie richiamate negli studi di supporto al SU vigente, sono in

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 6/25
-------------------------------------	---	-----------

realità riconducibili ad un disordine idrogeologico superficiale limitato ad una coltre superficiale pellicolare, senza alcuna dinamica gravitativa attiva coinvolgente volumi e superfici estese.

Per quanto concerne la pericolosità idraulica, dalla carta allegata al P.S. del Comune (Tavola 6) si evince come l'area interessata dall'intervento risulti, ai fini della pericolosità sia per fattori morfologici che plano-altimetrici, all'interno delle aree interessate da pericolosità idraulica elevata e molto elevata. Tuttavia, lo stato attuale dei luoghi risulta variato.

La cartografia vigente e gli studi idraulici sui quali si basano le attuali condizioni di pericolosità sono stati elaborati su basi cartografiche che non hanno recepito le modifiche infrastrutturali e morfologiche correlate agli interventi di messa in sicurezza idraulica dell'area di fondovalle del borro Riofi a monte dell'abitato di Santa Maria, il cui collaudo tecnico è stato emesso in data 07/01/2020 da parte dell'Ing. Claudio Tiezzi. In data 12/01/2021 la documentazione inerente al collaudo tecnico della cassa è stata inviata al Comune per l'avvio delle procedure di ripermimetrazione della pericolosità idraulica. Il Comune ha inoltrato la richiesta di aggiornamento e modifiche all'Autorità di Bacino Distrettuale competente il 07/04/2021 Prot. n. 6861.

In ragione di ciò e per quanto attiene le perimetrazioni di pericolosità coerenti rispetto agli interventi di mitigazione del rischio eseguiti e collaudati, si ritiene di potersi riferire alla Tavola R09_T14 proposta con la variante del Regolamento Urbanistico del Comune di Terranuova Bracciolini, approvata dall'Ente stesso con Deliberazione del Consiglio Comunale n.88 del 29-11-2012. Pertanto, è possibile sostenere, formalmente e sostanzialmente, che l'intervento risulti compatibile e coerente con le norme del piano.

3. Inquadramento territoriale

3.1 Geologia

Il Valdarno superiore, ubicato a circa 30 km a sud est di Firenze, è un bacino che si allunga in senso NO-SE per circa 35 km tra la dorsale del Pratomagno ed i Monti del Chianti. Il Valdarno è uno dei più estesi tra i bacini intermontani e presenta nel suo depocentro circa 550 metri di depositi fluvio lacustri. L'asse maggiore del bacino è attraversato dal Fiume Arno che vi scorre da SE a NO e che drena tutto il bacino.

L'origine dei bacini neogenici-quadernari dell'Appennino settentrionale, viene usualmente argomentata con l'instaurarsi di un regime distensivo che interessa la catena in diacronia da ovest ad est. L'area appenninica settentrionale viene interessata sin dal Tortoniano da

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 7/25
-------------------------------------	--	-----------

movimenti disgiuntivi che hanno portato, a partire dalle aree più occidentali, alla formazione di depressioni tettoniche a semi-graben che hanno smembrato la catena a falde con una serie di faglie normali generalmente immergenti verso ovest. Il Valdarno è stato interessato da questi eventi a partire dal Pliocene superiore. Recentemente tuttavia tale interpretazione viene ulteriormente arricchita grazie a nuove teorie circa l'evoluzione paleogeografica e tettonica dell'area. In base a questi recenti studi, si ritiene che la tettonica distensiva non costituisca l'unico meccanismo deformativo; per alcuni bacini infatti si può ipotizzare un'origine ed una evoluzione nel contesto di un'alternanza tra fasi distensive e compressive. A conferma di ciò, i depositi di conoide alluvionale e di delta conoide, sono interessati da faglie normali generalmente di piccolo rigetto e che gli strati della seconda fase sono generalmente poco inclinati verso NE. Questo dimostra che l'attività tettonica si è protratta almeno oltre il Pleistocene medio.

Dal punto di vista geomorfologico il bacino del Valdarno Superiore può essere suddiviso in tre fasce:

- 1) Fascia di pianura: stretta (max 2 km), di forma allungata con poche diramazioni laterali, corrisponde alle alluvioni recenti dell'Arno e dei suoi affluenti.
- 2) Fascia collinare: è compresa tra la dorsale del Pratomagno e la pianura alluvionale, in una fascia estesa, in senso longitudinale, per non più di 6 km di larghezza. In tale ambito vi si ritrovano, in adiacenza alla fascia di pianura, morfologie addolcite che corrispondono prevalentemente ai depositi fini di origine lacustre con dislivelli di un centinaio di metri; verso monte, invece prevalgono ampi ripiani ad una quota indicativa pari a circa 300 m s.l.m., bordati da pareti ripide e scoscese riferibili ai depositi di conoide alluvionale e di delta conoide. Queste forme (le Balze) rappresentano il paesaggio tipico del Valdarno.
- 3) Fascia montuosa: è costituita litologicamente, dalle Arenarie del M. Falterona ad est e dal Macigno ad ovest. Tali rilievi sono caratterizzati da versanti piuttosto ripidi e profondamente incisi dai numerosi corsi d'acqua, tributari dell'Arno. Il punto di contatto tra la fascia collinare e quella montuosa è generalmente molto netto.

L'evoluzione tettonico deposizionale del bacino e del suo riempimento sono avvenuti in tre fasi. Queste sono separate tra loro da discordanze angolari, hiatus deposizionali e superfici di erosione estese su tutto il bacino. La prima fase fluvio lacustre (Sintema di Castelnuovo, Pliocene Medio) è rappresentata da terreni che affiorano nella zona di Castelnuovo, in sinistra idrografica del Fiume Arno. I depositi di base sono rappresentati dai Ciottolami e Sabbie di Spedalino che rappresentano sedimenti fluvio deltizi accumulatisi durante la fase iniziale di evoluzione del bacino. Successivamente, in particolare nel bacino di Castelnuovo,

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 8/25
-------------------------------------	--	-----------

si instaurò un ambiente palustre-lacustre che creò condizioni favorevoli alla formazione di una torbiera. In questa si accumularono notevoli spessori di materia organica che formarono le intercalazioni di lignite per anni sfruttate nelle miniere di S. Barbara. In seguito al sollevamento del livello delle acque la torbiera si estinse e sul fondo del lago si depositarono limi e argille. Il tetto della successione di Castelnuovo è rappresentato da sabbie di conoide e delta conoide nella sponda Chiantigiana. Superiormente a questi depositi sabbiosi sono presenti dei sedimenti che possono essere ricondotti ad un ambiente eolico.

La seconda fase deposizionale, che si è sviluppata alla fine del Pliocene superiore e nel Pleistocene inferiore, è stata caratterizzata anch'essa da sedimentazione fluvio lacustre ed è rappresentata dai depositi palustro-lacustri e di delta conoide del Sintema di Montevarchi.

Nel Pleistocene medio, come conseguenza di una nuova fase tettonica, ha avuto luogo la terza fase deposizionale (Sintema di Monticello-Ciuffenna) rappresentata da sedimenti fluviali del paleo Arno e di conoide alluvionale sul versante del Pratomagno e del Chianti. A partire dal Pleistocene superiore, in seguito all'incisione della soglia di Incisa, il bacino Valdarnese è stato interessato da una fase erosiva che ha coinvolto anche il substrato. Sono riferibili a questa nuova fase le alluvioni terrazzate dei torrenti del versante nord orientale e le alluvioni recenti dell'Arno.

Il modello litostratigrafico dell'area di interesse è stato desunto sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica della Regione (Tavola 7), opportunamente validato da rilievi diretti in campo e dalle indagini geognostiche eseguite. L'areale risulta caratterizzato da depositi limo sabbiosi e sabbie limose appartenenti a depositi alluvionali attuali e da sedimenti appartenenti alla seconda fase deposizionale coincidente con il Sintema di Montevarchi; in particolare nella zona interessata dal progetto, sono presenti i Limi di Terranova, costituiti da argille e argille limose di colore grigio azzurrognole con intercalazioni di banchi di limi sabbiosi color marrone giallastro talora arrossate.

In corrispondenza dei corsi d'acqua, quali Borro Riofi, Borro Persignano e Borro Renacciola, sono presenti depositi alluvionali in evoluzione costituiti da sabbie, limi e ghiaie di età olocenica.

3.2 Geomorfologia

La zona oggetto di studio si colloca entro la fascia pedecollinare del territorio del Comune di Terranuova Bracciolini, contraddistinta da modesti dislivelli. Il contesto ove è previsto il nuovo intervento, è collocato in un'area di raccordo tra il versante e la ristretta area alluvionale del Borro Riofi ad una quota di circa 140 m s.l.m.

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 9/25
-------------------------------------	--	-----------

In questi ultimi anni i tratti distintivi dell'originario assetto geomorfologico dell'area investigata hanno subito sostanziali cambiamenti in seguito alla realizzazione di consistenti modifiche morfologiche propedeutiche alla predisposizione dei nuovi moduli della discarica. Tali interventi, contenendo l'acclività delle pendici, attraverso sbancamenti e compensazioni morfologiche, e provvedendo ad una generale riorganizzazione del reticolo drenante superficiale, hanno consentito di mitigare o addirittura annullare le cause di innesco dei processi gravitativi tipici di tali contesti.

I rilievi in campo e le indagini geognostiche effettuate hanno evidenziato all'interno dell'area di intervento l'assenza di fenomenologie o dinamiche morfologiche degne di nota o che possano avere una qualche ripercussione sull'opera in progetto (Tavola 8).

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, il principale corso d'acqua presente nella zona è il già citato Fosso Riofi, che scorre a circa 100 m di distanza a sud dell'area oggetto di studio; sono inoltre presenti alcuni fossi e borri di limitata estensione ed importanza, che drenano le acque dai rilievi circostanti, per poi confluire direttamente nel Fosso. Il Fosso Riofi è un affluente in destra idrografica del Fiume Arno; presenta un bacino di superficie pari a 45 kmq ed una lunghezza dell'asta principale di 9 km, con altitudini variabili comprese tra 855 m s.l.m. e 130 m s.l.m.

3.3 Idrografia

La zona dell'ampliamento ed un suo intorno significativo risulta caratterizzata dalla rete idrografica del bacino imbrifero del torrente Riofi. Il torrente si estende tra il comune di Terranova Bracciolini e quello di Castelfranco di Spina; il corso d'acqua è affluente sinistro dell'Arno.

3.4 Idrogeologia

I lineamenti idrogeologici dell'areale studiato si riferiscono alle caratteristiche ed alle attitudini dei domini litologici affioranti. Trattandosi esclusivamente di terreni sciolti la permeabilità che caratterizza tali depositi è idraulicamente correlata alla porosità primaria ovvero riconducibile alle caratteristiche granulometriche e tessiturali del sedimento.

Le prime valutazioni desunte dagli accertamenti condotti confermano che i litotipi presenti nell'area interessata dall'intervento sono caratterizzati da una permeabilità media, in ragione della presenza di depositi sabbiosi (Tavola 9). Da un esame della stratigrafia dei sondaggi esaminati, è infatti emerso che la porzione superficiale del terreno è caratterizzata da sabbie e sabbie limose da medie a fini con presenza di acqua. Tuttavia, il livello piezometrico si

attesta intorno ai 5-6 metri di profondità da p.c. e quindi non interferisce con i terreni di fondazione delle opere in progetto.

Le frequenti eteropie laterali tra livelli e lenti di sabbia di debole spessore e le potenti bancate di argilla, limitano la continuità idraulica tra gli orizzonti permeabili e favoriscono l'instaurarsi di sistemi di circolazione idrica ipodermica fortemente condizionati da direttrici preferenziali di deflusso e scorrimento controllate da locali variazioni tessiturali e o granulometriche. I livelli di torba e lignite, inoltre, essendo caratterizzati da una permeabilità nulla o quasi, rappresentano barriere all'infiltrazione in profondità delle acque sotterranee, confinando così la debole circolazione idrica sotterranea nei depositi immediatamente sovrastanti.

Pertanto i livelletti di sabbie, relativamente più permeabili, si comportano come piccoli serbatoi, spesso di limitate capacità, i quali, laddove disposti in prossimità del piano campagna, trovano alimentazione direttamente dalle acque meteoriche o da quelle di scorrimento superficiale; al contrario quando intercluse nei banchi argillo-limosi, drenano lentamente l'acqua di imbibizione di questi ultimi.

In questo contesto, la palese carenza di risorse idriche viene confermata peraltro dalla totale assenza di fonti di approvvigionamento autonomo nelle medesime aree collinari, a differenza delle aree di fondovalle ove si riscontra, seppur di limitata entità, un acquifero di subalveo nei depositi alluvionali recenti, debolmente alimentato e conseguentemente si registra presenza di pozzi privati, poco profondi, di grande diametro, per lo più ad uso domestico.

Secondo quanto emerge da un censimento delle opere di captazione presso il Demanio Idrico della Provincia di Arezzo, è stato inoltre evidenziato che in un intorno di significativo rispetto all'area di intervento non è presente alcun punto di captazione di acqua, né ad uso idropotabile erogata a terzi mediante impianto acquedottistico, né ad altro tipo di uso, in conformità a quanto prescritto dall'art.94 del D.Lgs.152/2006.

La Carta Idrogeologica allegata al Piano Strutturale del Comune di Terranuova Bracciolini (Tavola 9) mostra la presenza di sedimenti caratterizzati da valori di permeabilità generalmente compresi tra 10^{-4} m/s e 10^{-5} m/s.

In corrispondenza dei due piezometri presenti nella stessa area, denominati TPZ28 e TPZ11, il livello della tavola d'acqua si attesta mediamente intorno ai 8 – 10 m dal locale piano campagna. Considerando la quota della tavola d'acqua e, soprattutto, dei livelli produttivi, non si ravvisano interferenze.

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 11/25
-------------------------------------	--	------------

4. Indagini geognostiche

Per contestualizzare quanto riportato nei documenti geologici e dati di base acquisiti, riguardo la caratterizzazione litostratigrafica dell'area in oggetto, nonché la determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, ci si è avvalsi delle indagini condotte nelle immediate vicinanze dell'area di studio, a supporto degli interventi di realizzazione della cassa di espansione, realizzate dal nel corso del 2013 (Tavola 10)

4.1 Indagini selezionate relative alla campagna geognostica 2014

Per lo sviluppo di un modello litotecnico e sismico sono state considerate le seguenti indagini (Tavola 10):

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo;
- n. 6 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio;
- n° 9 prove SPT in foro
- n° 1 prova penetrometrica statica;
- n° 1 prospezione sismica in foro Down Hole;

4.2 Sondaggio a carotaggio continuo

La perforazione è stata eseguita con sonda "Beretta T44" cingolata gommata, usando un tubo carotiere da 101 mm e seguendo modalità ed accorgimenti atti a garantire la massima rappresentatività dei terreni indagati. Il sondaggio è stato spinto fino ad una profondità di 31 metri dal piano campagna. Le carote di terreno estratte sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in polistirolo e fotografati con apposti cartelli esplicativi contenenti dettagli sul cantiere, sul sondaggio e sulle profondità di prelievo (vedi allegati).

Durante l'esecuzione delle perforazioni furono eseguite n.9 prove dinamiche in foro (SPT) in corrispondenza dei livelli più granulari, mentre per i restanti terreni coesivi si prelevarono a profondità prestabilite, n.6 campioni di terreno indisturbato, mediante campionatori a pressione (fustelle Shelby), sui quali furono eseguite prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle principali caratteristiche fisico meccaniche. A foro ultimato è stato posto in opera una tubazione in pvc chiusa, in corrispondenza del sondaggio ST6, opportunamente cementata alla parete del foro, al fine di condurre una prova di sismica in foro

Nella successiva tabella sono state riportate sinteticamente le principali informazioni dei sondaggi acquisiti:

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 12/25
-------------------------------------	--	------------

Sondaggio	Prof.(m)	Tubazione Down Hole	S.P.T.	Campioni Ind.	Campioni Rim.
ST5	15	-	3	2	-
ST6	30	30	3	2	-
S6	20	-	3	2	-

4.3 Modalità di esecuzione della prova SPT

Le prove SPT (Standard Penetration Test) vengono eseguite nel corso dei sondaggi su livelli specifici, di natura granulare, ritenuti significativi dal punto di vista di comportamento fisico-meccanico. La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63.5 Kg, da un'altezza di 76 cm, su una testa di battuta fissata alla sommità di una batteria di aste alla cui estremità inferiore è avvitato il campionatore con punta conica, per l'analisi dei terreni incoerenti, di dimensioni standardizzate. Nel corso della prova viene registrato il numero di colpi necessari per l'affondamento del campionatore per tre tatti consecutivi di 15 cm cadauno; Il valore definitivo N_{spt} è dato dalla somma dei due valori registrati per l'infissione degli ultimi 30 cm. I risultati delle prove SPT vengono qui di seguito riportate:

Sondaggio	Profondità (m)	N_{colpi}	N_{spt}
ST5	3.50	8/12/15	27
	7.00	9/10/16	26
	9.00	20/37/50	87
ST6	3.0	6/9/12	21
	6.50	9/11/10	21
	8.00	13/16/19	35
S6	6	2/2/3	5
	6.35	3/5/5	10
	8.1	9/12/15	27

Per la stima della resistenza al taglio in condizioni drenate si è fatto quindi impiego della correlazione di Shioi e Fukuni [1982], che prevede l'impiego dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche:

$$\phi' = 15 + \sqrt{15 \times N'_{SPT}}$$

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 13/25
-------------------------------------	--	------------

attraverso questa correlazione è possibile stimare la resistenza al taglio drenata per i terreni incoerenti, normal consolidati e non cementati conoscendo i valori dell'indice N_{SPT} .

Anche per la stima indicativa di alcuni parametri di deformabilità dei terreni, che verranno successivamente proposti, laddove non siano presenti determinazioni dirette, sono state utilizzate correlazioni di natura empirica, impiegando i risultati delle prove penetrometriche e delle prospezioni sismiche superficiali ed in foro. Tuttavia è opportuno precisare che, essendo i parametri di deformabilità molto sensibili alle modificazioni prodotte dalle condizioni al contorno, causate per esempio dalle operazioni di perforazione o dalle operazioni d'infissione dinamica dell'attrezzo di prova, i valori desunti dalle correlazioni impiegate sono da intendersi puramente qualitativi.

4.4 Analisi geotecniche di laboratorio

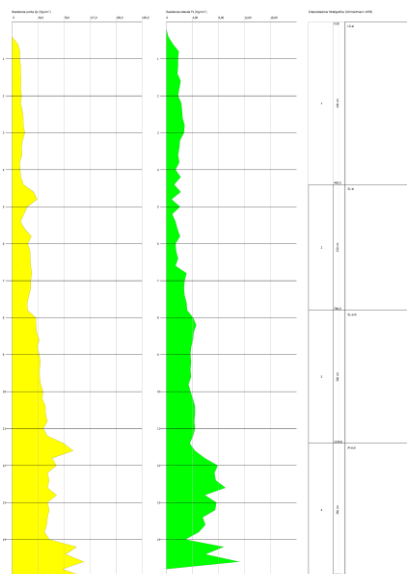
Durante l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, sono stati prelevati n°6 campioni di classe Q5 indisturbato, ai fini di una valutazione dettagliata sulla natura e sulle caratteristiche geomeccaniche del terreno attraversato. Le principali caratteristiche di tali campioni sono riportate nella seguente tabella:

Campione	Profondità (m da p.c.)	Descrizione stratigrafica
ST5C1	1.60 - 2.05	Limo con sabbia debolmente argilloso
ST5C2	12.00 – 12.60	Limo sabbioso con argilla
ST6C1	7.50 - 8.10	Argilla con limo sabbioso di colore grigio
ST6C2	15.00 - 15.60	Limo con argilla di colore grigio
S6C1	7.50 – 8.00	Sabbia limosa argillosa molto addensata colore grigio bluaastro
S6C2	15.00 – 15.50	Argilla limosa molto consistente, con sporadiche concrezioni carbonatiche colore grigio bluaastro chiaro con spalmature oliva.

I campioni indisturbati sono stati sottoposti, presso un laboratorio certificato di meccanica dei terreni, ad una serie di prove, i cui risultati sono allegati alla presente relazione (Allegato x).

4.5 Modalità di esecuzione della prova penetrometrica

Ai fini dell'elaborazione di un modello litotecnico della zona d'imposta delle strutture e dei fabbricati, è stata anche reperita una prova penetrometrica statica effettuata in prossimità del perimetro dell'area di intervento (Tavola x). La prova C.P.T. (Cone Penetration Test) è standardizzata dall'ASTM (D3441) e compresa nella "Raccomandazione" ISSMFE per la standardizzazione delle prove penetrometriche in Europa (1989). La prova consiste nell'infiggere a pressione nel terreno ed a velocità di circa 2 cm/sec una punta conica (Begemann), avente angolo di apertura del cono di 60° e diametro di apertura di 35.7 mm, dotata di manicotto avente una superficie laterale di 150 cm² per la determinazione della resistenza di attrito locale (friction jacket cone). I risultati vengono diagrammati in grafici sui quali compaiono i valori letti dallo strumento ogni 20 centimetri di avanzamento; vengono registrati infatti dati circa la resistenza offerta dal terreno all'avanzamento della punta conica (Rp), espresso in Kg/cm², ed i valori di resistenza all'attrito laterale locale (RI) sempre espresso in Kg/cm².



prova penetrometrica CPT4

Le risultanze delle prove eseguite nella zona interessata direttamente mostrano una sostanziale coerenza e interessanti correlazioni soprattutto per quanto riguarda i primi orizzonti, ampiamente riprese e sviluppate nelle sezioni litostratigrafiche interpretative fornite in allegato.

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 15/25
-------------------------------------	--	------------

4.6 Carotaggio sismico Down Hole

Lo scopo del carotaggio sismico down-hole consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio, calcolando il tempo ad esse necessario per raggiungere il geofono ricevitore (all'interno del foro di sondaggio) dalla zona sorgente (su piano campagna a distanza nota dal foro). Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno d'ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

I fori dei sondaggi meccanici vengono appositamente attrezzati, per realizzare al loro interno una prova down-hole, con un rivestimento in PVC per tutta la loro lunghezza. Le tubazioni vengono rese solidali con il terreno attraverso l'iniezione di una miscela cementizia lungo tutte le pareti esterne a contatto con il terreno.

La prova in generale consiste nel produrre in superficie sollecitazioni verticali per la generazione di onde di compressione, ed orizzontali per la generazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da una terna di geofoni, ancorati a profondità nota nel foro di sondaggio

Conosciuta la distanza tra la sorgente ed i ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche in corrispondenza della verticale di misura.

I tempi d'arrivo delle onde di compressione e di taglio sono stati corretti, rispetto alla verticale, e riportati su un diagramma profondità – tempi sui quali sono stati individuati i tratti a pendenza circa costante. Dalla pendenza dei tratti sono state determinate le velocità intervallari delle onde P ed SH nel terreno. Tale operazione è stata eseguita tenendo conto anche della stratigrafia redatta in fase di realizzazione del sondaggio. La definizione delle velocità sismiche ha permesso di calcolare i moduli elastici dinamici, relativi ai terreni indagati. Per i dettagli sui risultati dell'indagine sismica si rimanda alla relazione specialistica redatta da Geodes Laboratori (Allegato x).

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 16/25
-------------------------------------	--	------------

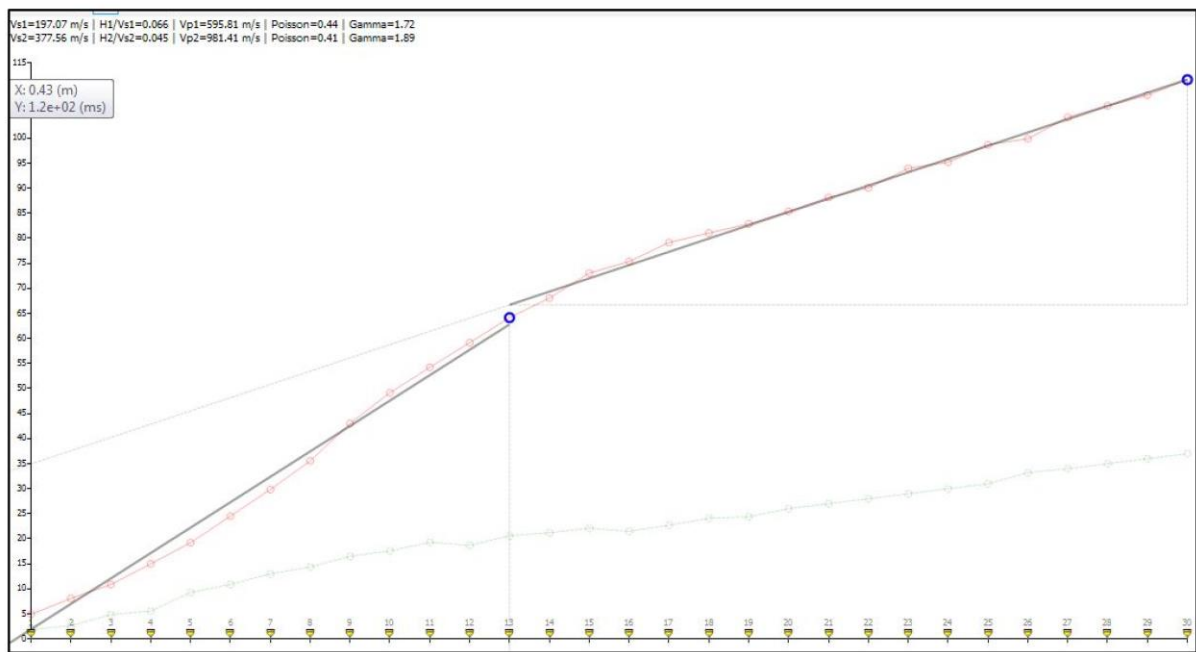


Grafico tempi-velocità

5. Caratterizzazione litotecnica

In seguito alla consultazione e ad una rielaborazione delle prospezioni geognostiche effettuate dal sottoscritto nell'ambito del progetto di realizzazione della Cassa di espansione relativo al 2013 è stato elaborato un modello litotecnico di riferimento sitospecifico, e sono stati stimati i parametri geomeccanici caratteristici del sottosuolo interessato dalle opere e dagli interventi in progetto:

Le indagini hanno mostrato la presenza, di un livello di circa 6-7 metri di spessore, di depositi limo sabbiosi e sabbie limose colore marrone avana (**Livello LS-al**). Al di sotto di tale livello si riscontra la presenza di sabbie e sabbie limose di colore grigio con screziature marrone avana (**Livello SL-al**), dotate di uno spessore variabile (3-6 metri). Segue un livello di argille e argille limose di colore grigio, plastiche (**AL-Sub**), dotate di uno spessore di circa 25 metri. All'interno di tale orizzonte si rileva la presenza di un livello di sabbie limose e limi sabbiosi di colore grigio di 7 metri di spessore (**SL-Sub**). (Tavola 11).

Ai fini dei calcoli e delle verifiche geotecniche, per ciascun livello individuato, vengono proposti parametri geomeccanici caratteristici, congruenti con la tipologia di terreni rilevata:

Livello LS-al - SL-al: prof: 0-7 m / 7.0-10.5 – Limi sabbiosi e sabbie limose colore marrone avana - Sabbie limose e sabbie colore grigio con screziature marrone avana			
Peso di volume	γ	[t/m ³]	1.90
Coesione drenata	c'	[kg/cm ²]	0.15
Coesione non drenata	c_u	[kg/cm ²]	0.00
Angolo di attrito interno	Φ'	[°]	20
Modulo edometrico	E_d	[Mpa]	6-10

Livello AL-Sub: prof: 10.5-35.0 m – argille e argille limose colore grigio			
Peso di volume	γ	[t/m ³]	1.97
Coesione drenata	c'	[kg/cm ²]	0.3
Angolo di attrito interno	Φ'	[°]	16
Coesione non drenata	c_u	[kg/cm ²]	1.5
Modulo edometrico	E_d	[Mpa]	14-30

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 18/25
-------------------------------------	--	------------

Livello SL-Sub: prof: 21.5-28.5 m – Sabbie limose e Limi sabbiosi colore grigio			
Peso di volume	γ	[t/m ³]	2.3
Coesione drenata	c'	[kg/cm ²]	0.19
Angolo di attrito interno	Φ'	[°]	30
Coesione non drenata	c_u	[kg/cm ²]	0.6
Modulo edometrico	E_d	[Mpa]	10 – 12

6. Considerazioni sulla sismicità della zona

6.1 Categoria di sottosuolo

Secondo quanto previsto dalle NTC 2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è possibile valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento secondo quanto riportato nella seguente tabella:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella estratta dalle NTC 2018 (tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo)

Per la determinazione della categoria di sottosuolo si fa riferimento all'indagine sismica in foro di tipo Down-Hole in corrispondenza del sondaggio ST6.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione (3.2.1 delle NTC18):

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 19/25
-------------------------------------	--	------------

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. Nel nostro caso il bedrock sismico ($V_S > 800$ m/s) non è stato riscontrato entro i primi 30 metri e quindi il calcolo della $V_{S,eq}$ è definito dal parametro $V_{S,30}$. Il valore ricavato della $V_{S,30}=V_{S,eq}$ è pari a 270,9 m/s; pertanto l'area oggetto di studio ricade **nella Categoria di Suolo Sismico C.**

6.2 Classificazione sismica

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17/01/2018 sono state approvate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°42 del 20.02.2018), le quali sono in vigore a partire dal 22 marzo 2018. La nuova NTC, identifica quattro tipologie di suoli in relazione alla possibile amplificazione sismica per effetti litologici, da utilizzare per la definizione delle azioni sismiche di progetto, i quali vengono definiti sulla base della caratterizzazione geofisica e della sequenza stratigrafica.

L'aggiornamento della classificazione sismica della Toscana, a quattro anni di distanza dall'entrata in vigore della precedente classificazione, è stata approvata con Del. GRT n° 421 del 26.05.2014 (pubblicata su BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014). La nuova classificazione sismica è entrata in vigore 60 giorni dopo la pubblicazione sul BURT.

Tale aggiornamento dell'elenco di classificazione sismica è divenuto necessario a seguito della fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 1° Gennaio 2014 di 7 nuove amministrazioni comunali. Si fa presente che i sette nuovi Comuni (Fabbriche di Vergemoli in provincia di Lucca, Crespina Lorenzana e Casciana Terme Lari in provincia di Pisa, Figline e Incisa Valdarno e Scarperia e San Piero in provincia di Firenze, Castelfranco Piandiscò e Pratovecchio Stia in provincia di Arezzo) si sono originati da fusione di comuni omogenei sotto il profilo della pericolosità sismica di base e della classificazione sismica, per

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI	Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da discarica per la produzione di biometano per autotrazione, Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) - Relazione Geologica	pag. 20/25
-------------------------------------	--	------------

cui l'aggiornamento ha previsto semplicemente la conferma della classificazione sismica dei comuni originari.

Il nuovo elenco e relativa mappa di classificazione sismica sono consultabili dal sito della Regione Toscana <http://www.regione.toscana.it/-/classificazione-sismica-della-toscana>.

Il Comune di Terranuova Bracciolini (Cod. Istat 051039) rientra, secondo la recente riclassificazione in Zona 3 (sismicità bassa).

6.3 Pericolosità sismica

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, che sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_0 (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).

Nell'Allegato B delle NTC sono riportati i valori di a_g , F_0 , T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento. Per tutti i punti che non ricadono precisamente su uno di tale maglia, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; p_i è il valore del parametro di interesse nell' i esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall' i esimo punto della maglia suddetta.

Per la determinazione delle azioni sismiche di progetto, sulla base delle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si riporta nella successiva figura e nei tabulati conseguenti, gli spettri di risposta elastici in termini di accelerazioni orizzontali ed i valori dei parametri sismici relativi alla categoria di suolo proposto (cat. C), con categoria topografica T1 ed ai vari stati limite per opere con presenza di normali affollamenti (Cat.II), assumendo un valore di vita nominale V_n pari a 50 anni ed un coefficiente d'uso ($C_u=1.0$).

Punto d'indagine

Stato limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0,045	2,573	0,257
SLD	50	0,054	2,608	0,270

SLV	475	0,126	2,408	0,304
SLC	975	0,160	2,404	0,309

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,016	0,045	0,057
kv	0,007	0,008	0,023	0,028
amax [m/s ²]	0,666	0,797	1,852	2,310
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

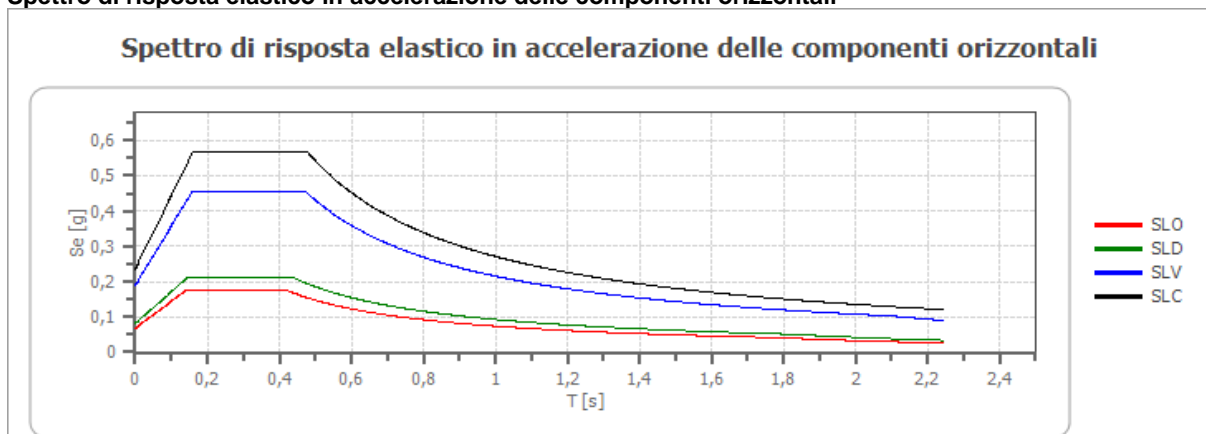
Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,038	0,072	--
kv	--	0,019	0,036	--
amax [m/s ²]	0,666	0,797	1,852	2,310
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,038	0,072	--
kv	--	0,019	0,036	--
amax [m/s ²]	0,666	0,797	1,852	2,310
Beta	--	0,470	0,380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,573	0,257	1,500	1,640	1,000	1,500	1,000	0,140	0,421	1,781	0,068	0,175
SLD	1,0	0,054	2,608	0,270	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,146	0,438	1,817	0,081	0,212
SLV	1,0	0,126	2,408	0,304	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,158	0,474	2,103	0,189	0,455
SLC	1,0	0,160	2,404	0,309	1,470	1,550	1,000	1,470	1,000	0,160	0,479	2,241	0,236	0,566

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

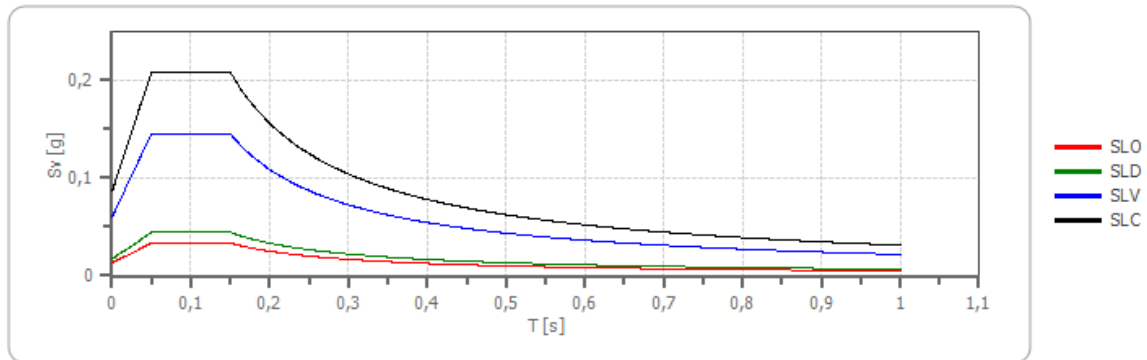
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$:

1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,573	0,257	1	1,640	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLD	1,0	0,054	2,608	0,270	1	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,044
SLV	1,0	0,126	2,408	0,304	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,060	0,145
SLC	1,0	0,160	2,404	0,309	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,087	0,208

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q:

1,50

Fattore di struttura spettro verticale q:

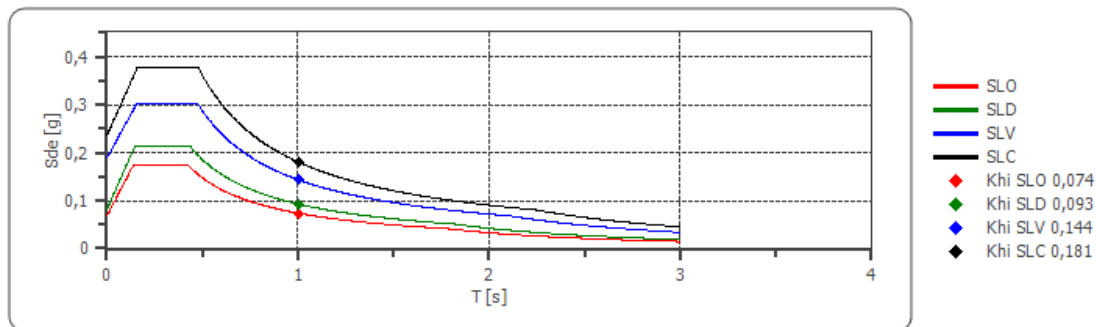
1,50

Periodo fondamentale T:

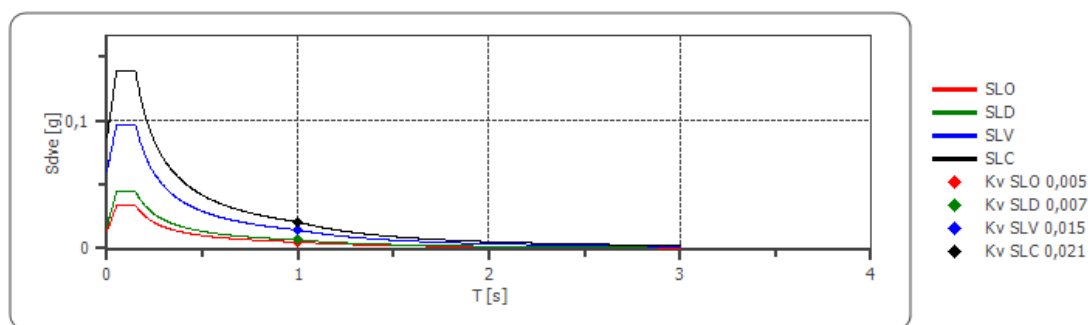
1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,074	0,093	0,144	0,181
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,007	0,015	0,021

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizz	1,0	0,045	2,573	0,257	1,500	1,640	1,000	1,500	1,000	0,140	0,421	1,781	0,068	0,175
SLO ver	1,0	0,045	2,573	0,257	1,500	1,640	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,013	0,033
SLD orizz	1,0	0,054	2,608	0,270	1,500	1,620	1,000	1,500	1,000	0,146	0,438	1,817	0,081	0,212
SLD vert	1,0	0,054	2,608	0,270	1,500	1,620	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,044
SLV orizz	1,0	0,126	2,408	0,304	1,500	1,560	1,000	1,500	1,500	0,158	0,474	2,103	0,189	0,303
SLV ver	1,0	0,126	2,408	0,304	1,500	1,560	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,060	0,097
SLC orizz	1,0	0,160	2,404	0,309	1,470	1,550	1,000	1,470	1,500	0,160	0,479	2,241	0,236	0,378
SLC ver	1,0	0,160	2,404	0,309	1,470	1,550	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,087	0,139

7. Gestione terre e rocce da scavo

Ai sensi dell'art. 185 D. Lgs 152/06 e successive modifiche ed in ottemperanza del DPR. 120/2017, le terre e rocce da scavo di risulta derivanti dalle operazioni di realizzazione dell'impianto di upgrading, per un volume complessivo di materiale da movimentare, stimato progettualmente in 925 m³ circa, saranno conferite come rifiuti presso idonei impianti di discarica. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione terre e rocce da scavo del Progetto Definitivo.

8. Considerazioni conclusive

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti, in base al contesto geologico e alle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni presenti nell'area di intervento, si formula un giudizio di fattibilità dell'intervento proposto, sia in termini di coerenza normativa, programmatica che di compatibilità ambientale.

I tecnici progettisti, potranno avvalersi di questo contributo per orientarsi e dimensionare in modo appropriato le opere di fondazione.

Nell'eventualità in cui sia prevista la realizzazione di cisterne interrato, si prescrive la necessità di stimare le sottospinte idrauliche in ragione delle condizioni idrogeologiche di sito, da verificare puntualmente durante l'esecuzione dei lavori.

Il documento redatto soddisfa i requisiti richiamati dalla normativa vigente DM 17 gennaio 2018 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e dal D.P.G.R.T 9 luglio 2009 n°36/R.

Firenze, dicembre 2021

Il tecnico incaricato



Luca Gardone Geologo

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI PROVINCIA DI AREZZO	Impianto di trattamento meccanico biologico di rifiuti urbani indifferenziati e di compostaggio di rifiuti organici da raccolta differenziata, sito in località Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) Relazione Geologica	pag. 25/25
--	--	------------

ALLEGATI

Allegato 1: Elaborati Cartografici

Allegato 2: Certificati Indagini geognostiche

Allegato 3: Tavola R09_T14 Pericolosità Idraulica RU Variante 2012

COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI PROVINCIA DI AREZZO	Impianto di trattamento meccanico biologico di rifiuti urbani indifferenziati e di compostaggio di rifiuti organici da raccolta differenziata, sito in località Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini (AR) Relazione Geologica	pag. 26/25
--	--	------------

**COMUNE DI
TERRANUOVA BRACCIOLINI**
Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



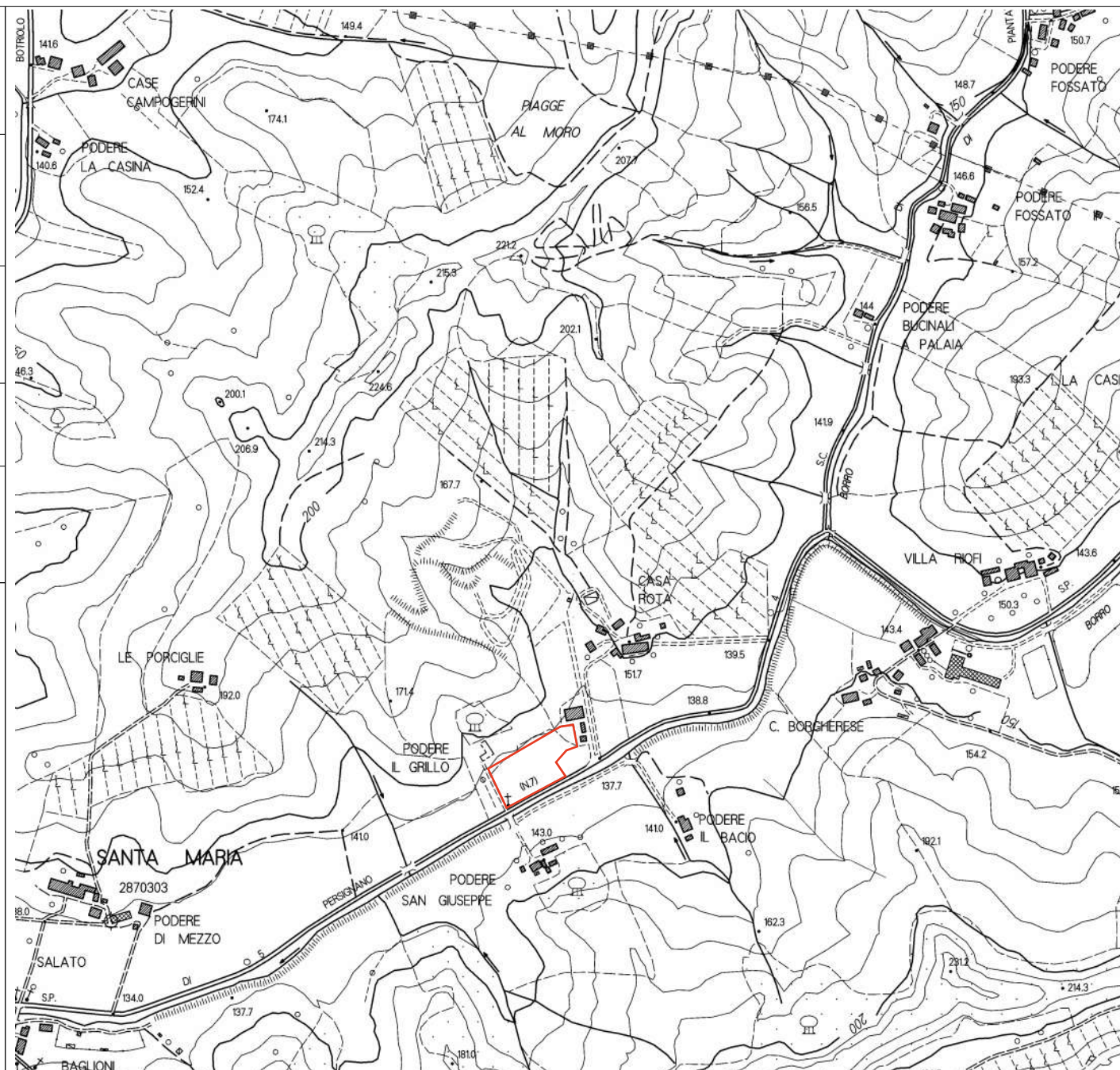
ELABORATO:
Corografia dell'area

TAVOLA 1
SCALA 1:10.000

Legenda:




Perimetro di intervento





Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

CSAI
CENTRO SERVIZI AMBIENTE
IMPIANTI SPA

TAVOLA A.2
SCALA GRAFICA

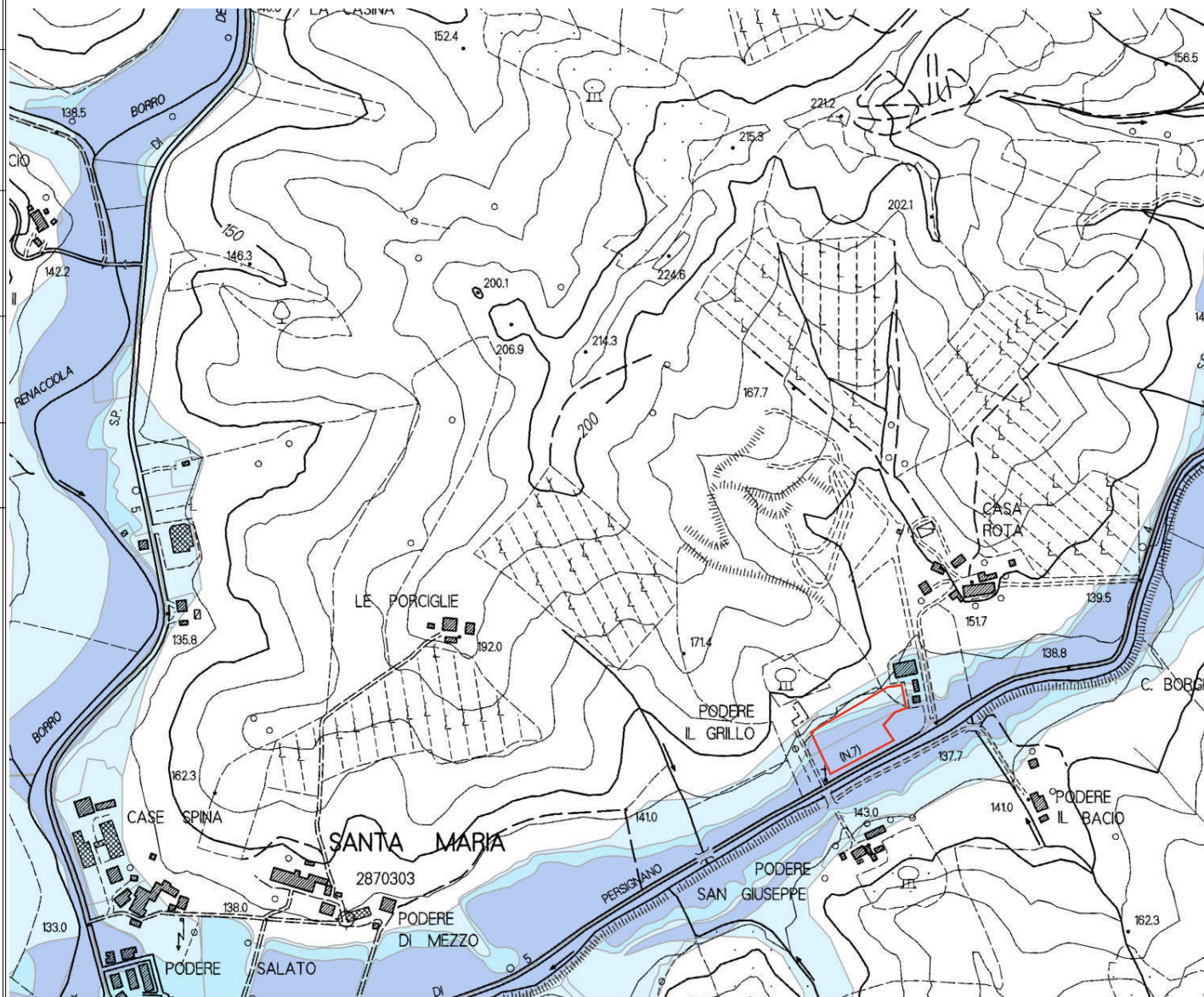
 P.I.1: Pericolosità moderata

 P.I.2: Pericolosità media

 P.I.3: Pericolosità elevata



Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI

Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



ELABORATO:
Carta delle Aree a Rischio Alluvionale
(estratto dal P.G.R.A
: Autorità di Bacino del Fiume Arno)

TAVOLA 3
SCALA GRAFICA

Legenda:

Classi di rischio



R4: Rischio molto elevato



R3: Rischio elevato



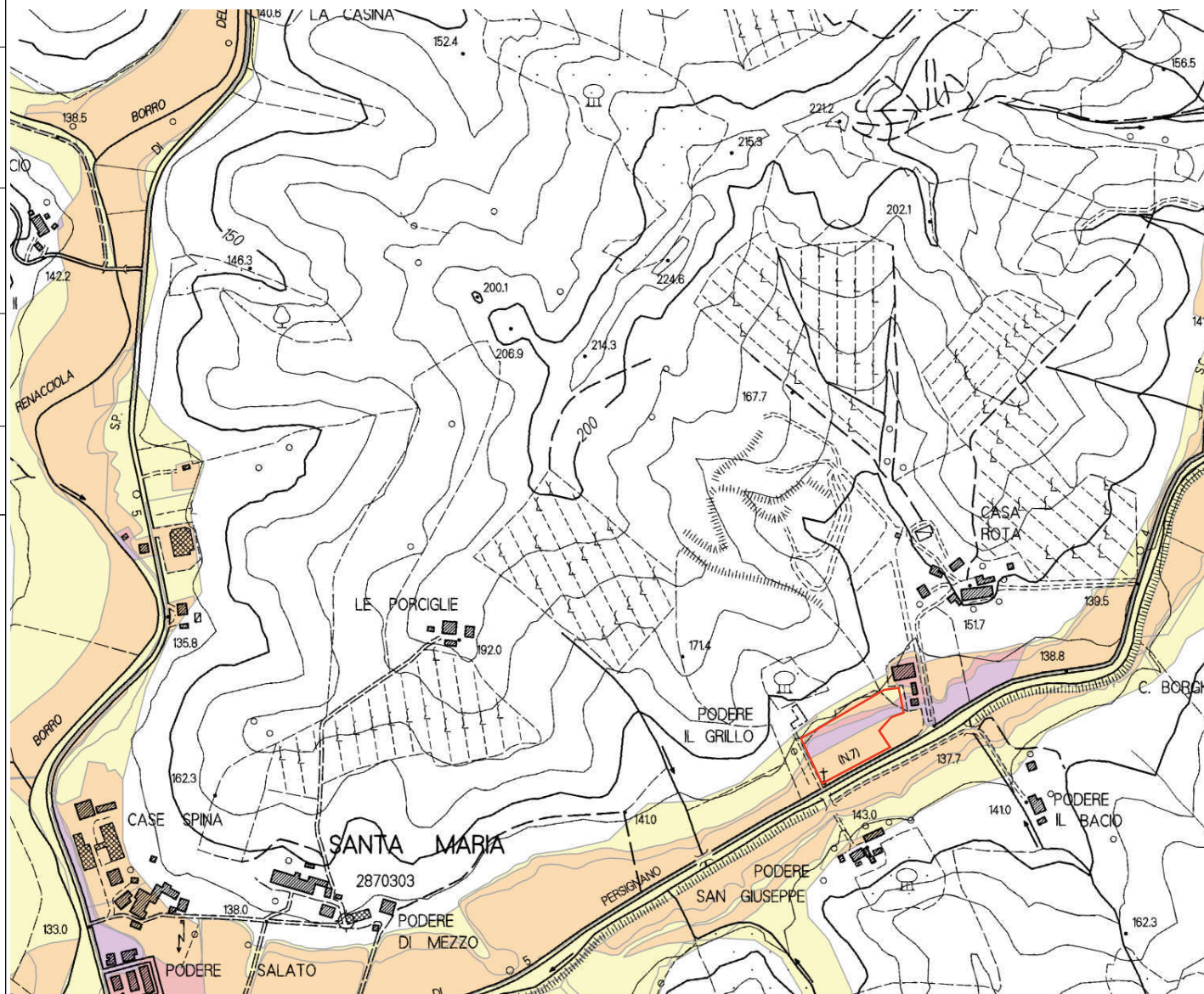
R2: Rischio medio



R1: Rischio moderato o nullo



Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



ELABORATO:

Carta della Pericolosità Geomorfologica
(estratto da PAI Autorità di Bacino del Fiume Arno
Scala 1:10.000)



TAVOLA 4
SCALA GRAFICA

Legenda:

Aree con pericolosità da frana

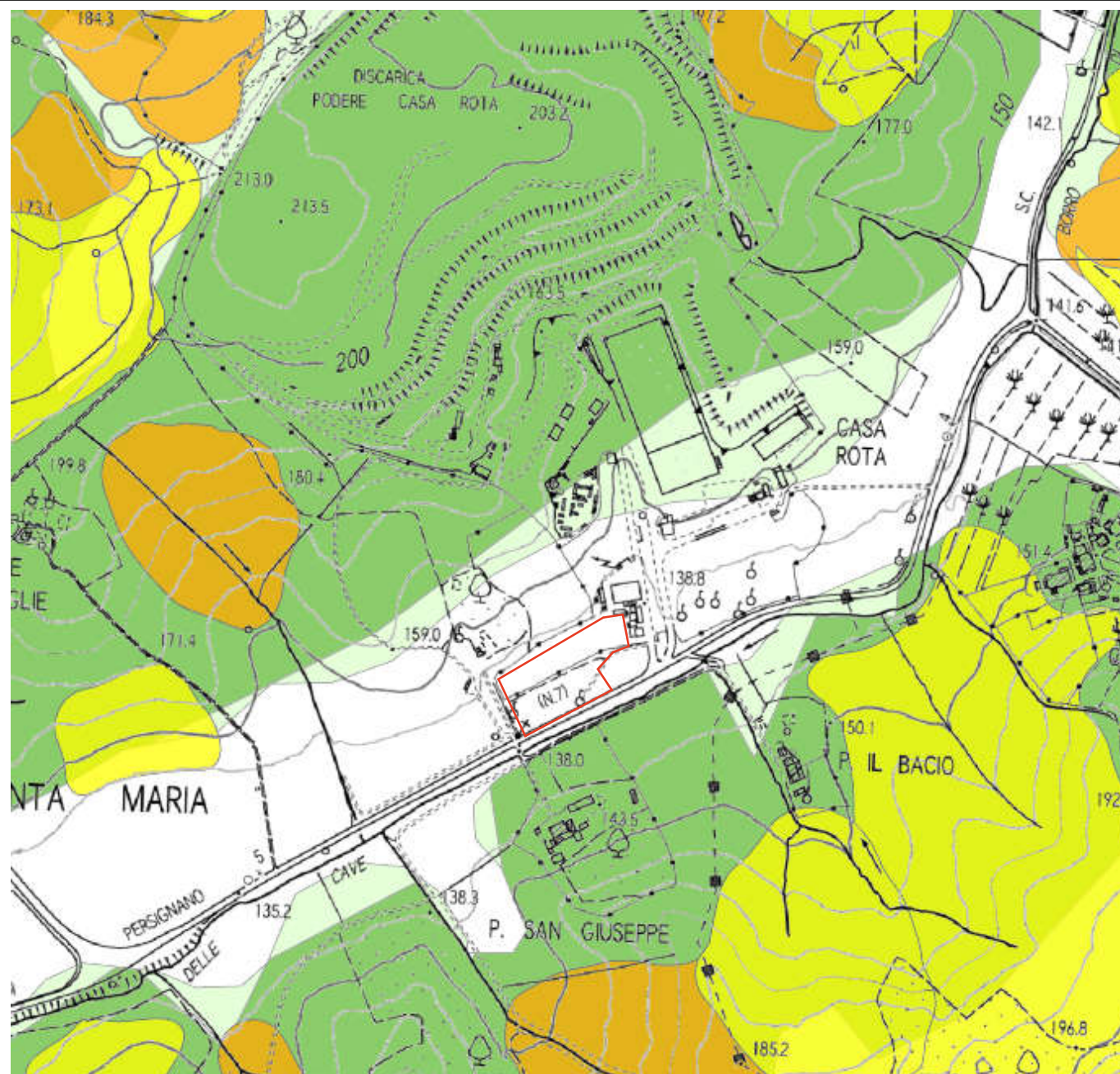
-  PF2 - media
-  PF3 - elevata
-  PF4 - molto elevata

Aree con propensione al dissesto

-  PF1 - bassa
-  PF2 - media



Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:









ELABORATO:

Carta della pericolosità Geologica
(estratto da cartografia allegata P.S.
Comune di Terranuova Bracciolini Scala 1:10.000)

TAVOLA 5 SCALA GRAFICA

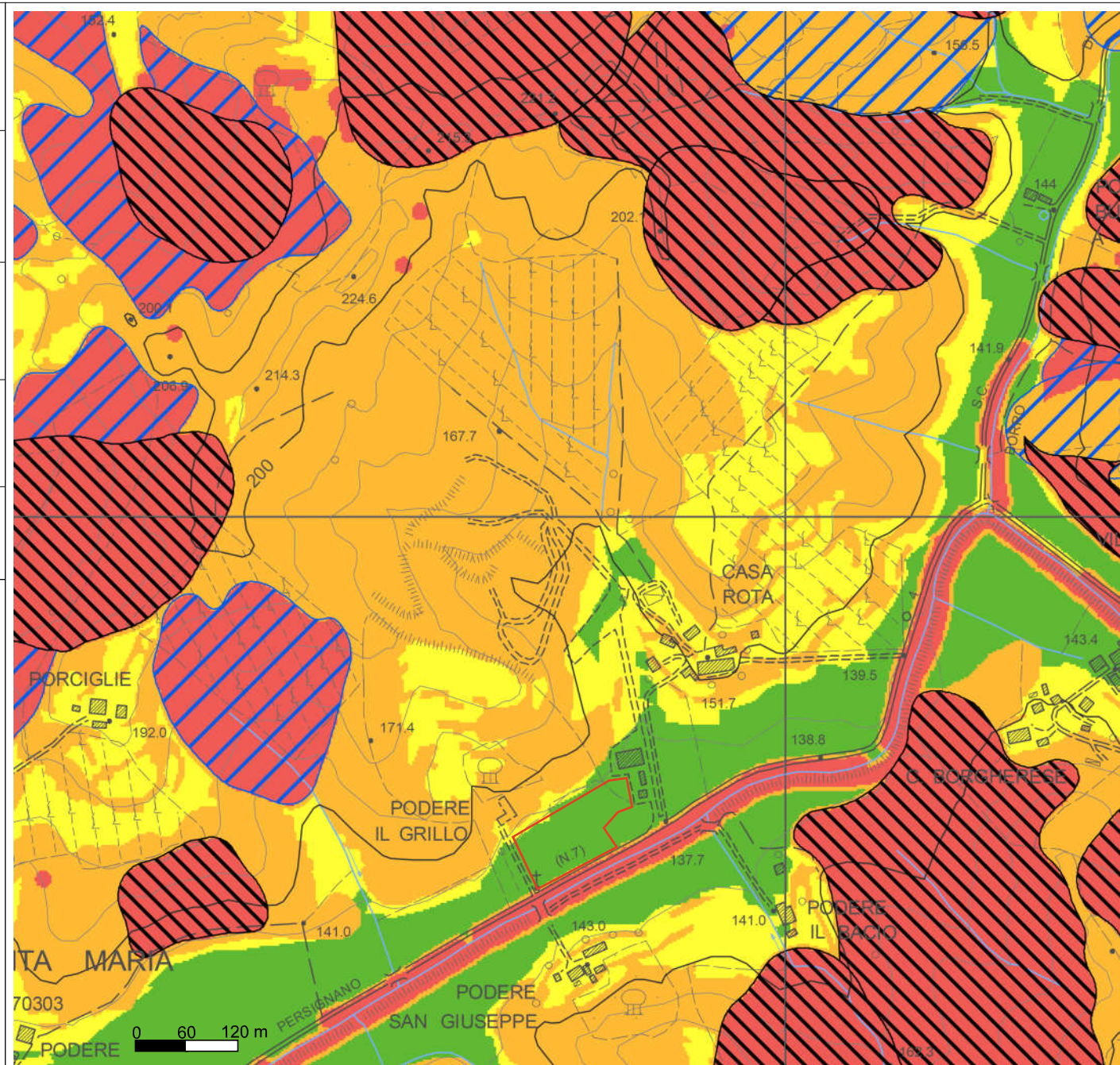
Legenda:

Pericolosità geologica

-  G1 - Bassa
-  G2 - Media
-  G3 - Elevata
-  G4 - Molto elevata
-  PF3 - Aree a pericolosità da frana elevata (PAI Arno)
-  PF4 - Aree a pericolosità da frana molto elevata (PAI Arno)



Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:







ELABORATO:
Carta della pericolosità Idraulica
(estratto da cartografia allegata P.S.
Comune di Terranuova Bracciolini Scala 1:10.000)

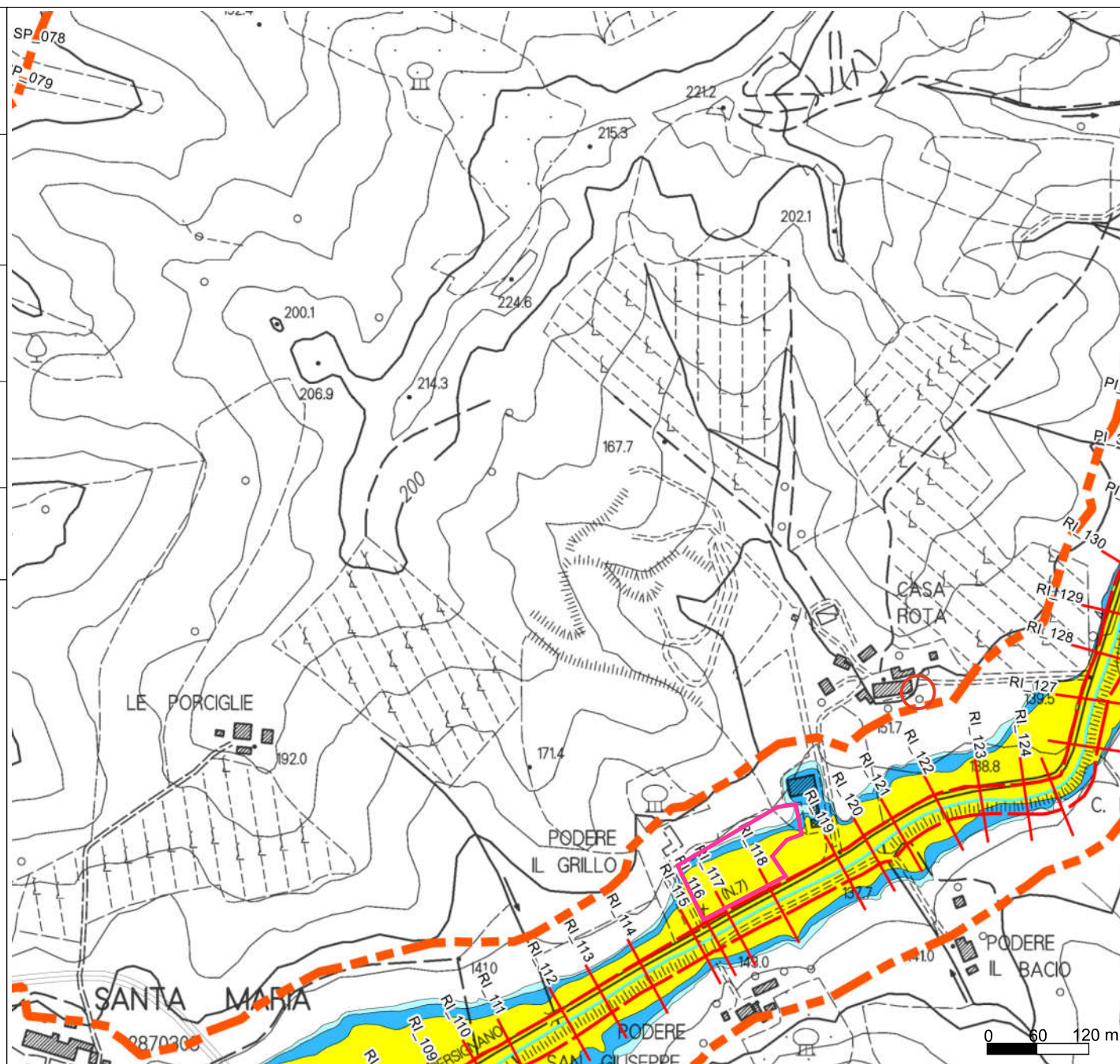
TAVOLA 6 SCALA GRAFICA

Legenda:

Aree a pericolosità idraulica
DPGR n.53/R del 25 Ottobre 2011

-  I2 - Aree a Pericolosità Idraulica media
-  I3 - Aree a Pericolosità Idraulica elevata
-  I4 - Aree a Pericolosità Idraulica molto elevata

 Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



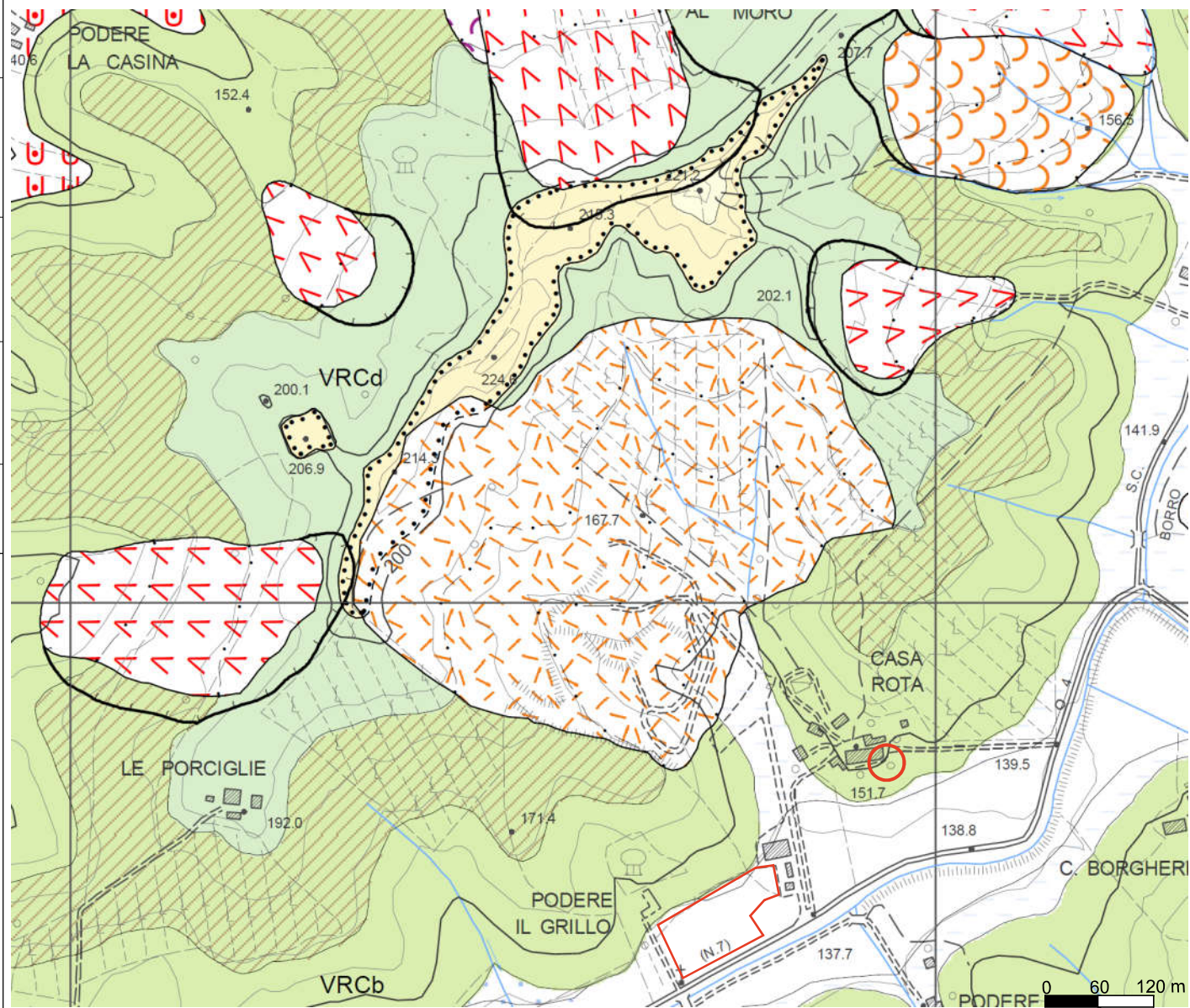
ELABORATO:
Carta Geologica
(estratto da cartografia allegata P.S.
comune di Terranuova Bracciolini Scala 1:5.000)

TAVOLA 7 SCALA GRAFICA

Legenda:

- b Depositi alluvionali attuali. Depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari.
- UFFI Limi di Pian di Tegna
Sabbie limose e/o limi sabbiosi, bruno-giallastri e rossastri, di regola pedogenizzati con intercalazioni di sabbie, talora ghiaiose, e livelli di limi argillosi e argille torbose.
Pleistocene Medio
- UFFe Sabbie del Tasso
Sabbie quarzoso-feldspatiche, mal classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, ma talvolta ocracee per alterazioni. Locali intercalazioni lenticolari di ciottolami minuti ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbose.
Pleistocene Inferiore - Pleistocene Medio
- VRCd Limi del T. Oreno
Limi grigi e grigio-azzurrognoli, talora argillosi o sabbiosi, spesso intensamente bioturbati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate; frequenti le intercalazioni di banchi di argille grigio-azzurrognole e locali lenti di ciottolami ad elementi arenacei, paleosoli e concrezioni calcaree.
Pleistocene Inferiore
- VRCc Argille del T. Ascione
Argille, argille limose e sabbie argillose di colore grigio contenenti abbondanti frammenti vegetali; argille torbose nerastre e livelli di lignite; frequenti intercalazioni di banchi di sabbie e sabbie ciottolose giallastre, talora arrossate.
Pleistocene Inferiore
- VRCb Limi di Terranuova
Limi argilloso-sabbiosi grigi e argille talora sabbiose grigio-azzurrognole; frequenti intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora arrossate; locale presenza di paleosoli.
Pleistocene Inferiore

Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



ELABORATO:
Carta Geomorfologica
(estratto da cartografia allegata P.S.
comune di Terranuova Bracciolini Scala 1:5.000)

TAVOLA A.8 SCALA GRAFICA

Dati strutturali

- Limite unità litologica definita
- Giacitura degli strati
- Foglio presente

Forme, processi e depositi antropici e manufatti

- Discarica
- Deposito di discarica
- Riparti antropici
- Cava attiva
- Discarica di cava o roverso
- Orlo di scarpata di scavamento
- Superficie di alluvamento
- Opere principali di alluvamento fluviale
- Traversi e briglie
- Cassa di separazione dalla piana
- Canale irrigatorio
- Isolotto
- Muro di sostegno <10m

Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

- Cresta appuntita, con larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base
- Sella
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, attivo
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, attivo
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, quiescente
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, quiescente
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, stabilizzato
- Orlo di scarpata d'erosione fluviale o torrentizia >10m, stabilizzato
- Solito di erosione concentrata
- Area calanchiva
- Area soggetta ad erosione superficiale
- Deposito colluviale

Legenda:

Forme, processi e depositi gravitativi di versante

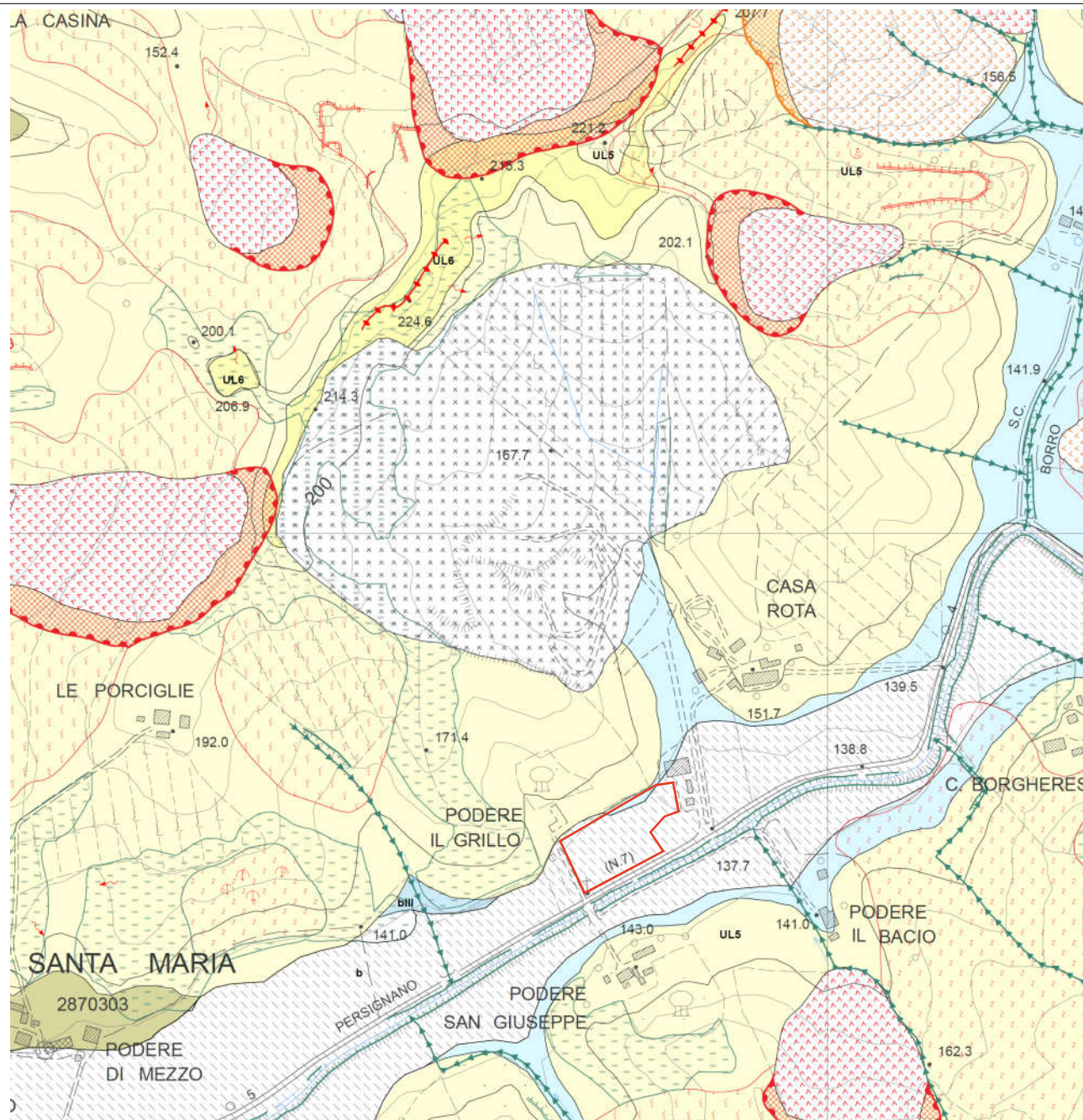
- Cresta appuntita, con larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base
- Sella
- Piaco
- Orlo di scarpata di frana attiva
- Orlo di scarpata di frana quiescente
- Orlo di scarpata di frana stabilizzato
- Orlo di scarpata d'erosione >10m
- Orlo di scarpata d'erosione >10m
- Area interessata da deformazioni superficiali
- Area interessata da sollevamento generalizzato
- Soliflutto localizzato
- Corpo di frana per scorrimento, attivo
- Corpo di frana per scorrimento, quiescente
- Corpo di frana per scorrimento, stabilizzato
- Corpo di frana per colamento, quiescente
- Area di distacco di frana attiva
- Area di distacco di frana quiescente
- Area di distacco di frana stabilizzata
- Frana non fondamentalmente cartografata

Unità litologiche

- b
- h1
- h2
- h3
- h4
- h5
- h6
- h7
- h8
- h9
- h10
- h11
- h12
- h13
- h14
- h15
- h16
- h17
- h18
- h19
- h20
- h21
- h22
- h23
- h24
- h25
- h26
- h27
- h28
- h29
- h30
- h31
- h32
- h33
- h34
- h35
- h36
- h37
- h38
- h39
- h40
- h41
- h42
- h43
- h44
- h45
- h46
- h47
- h48
- h49
- h50
- h51
- h52
- h53
- h54
- h55
- h56
- h57
- h58
- h59
- h60
- h61
- h62
- h63
- h64
- h65
- h66
- h67
- h68
- h69
- h70
- h71
- h72
- h73
- h74
- h75
- h76
- h77
- h78
- h79
- h80
- h81
- h82
- h83
- h84
- h85
- h86
- h87
- h88
- h89
- h90
- h91
- h92
- h93
- h94
- h95
- h96
- h97
- h98
- h99
- h100



Area di Intervento



COMUNE DI TERRANUOVA BRACCIOLINI

Provincia di Arezzo

Progetto di un Impianto di upgrading del biogas da
discarica per la produzione di biometano per autotrazione,
Impianto Casa Rota, Comune di Terranuova Bracciolini
(AR)

Proponente:



ELABORATO:
Carta Idrogeologica
(estratto da cartografia allegata P.S.
comune di Terranuova Bracciolini Scala 1:10.000)

TAVOLA A.9 SCALA GRAFICA

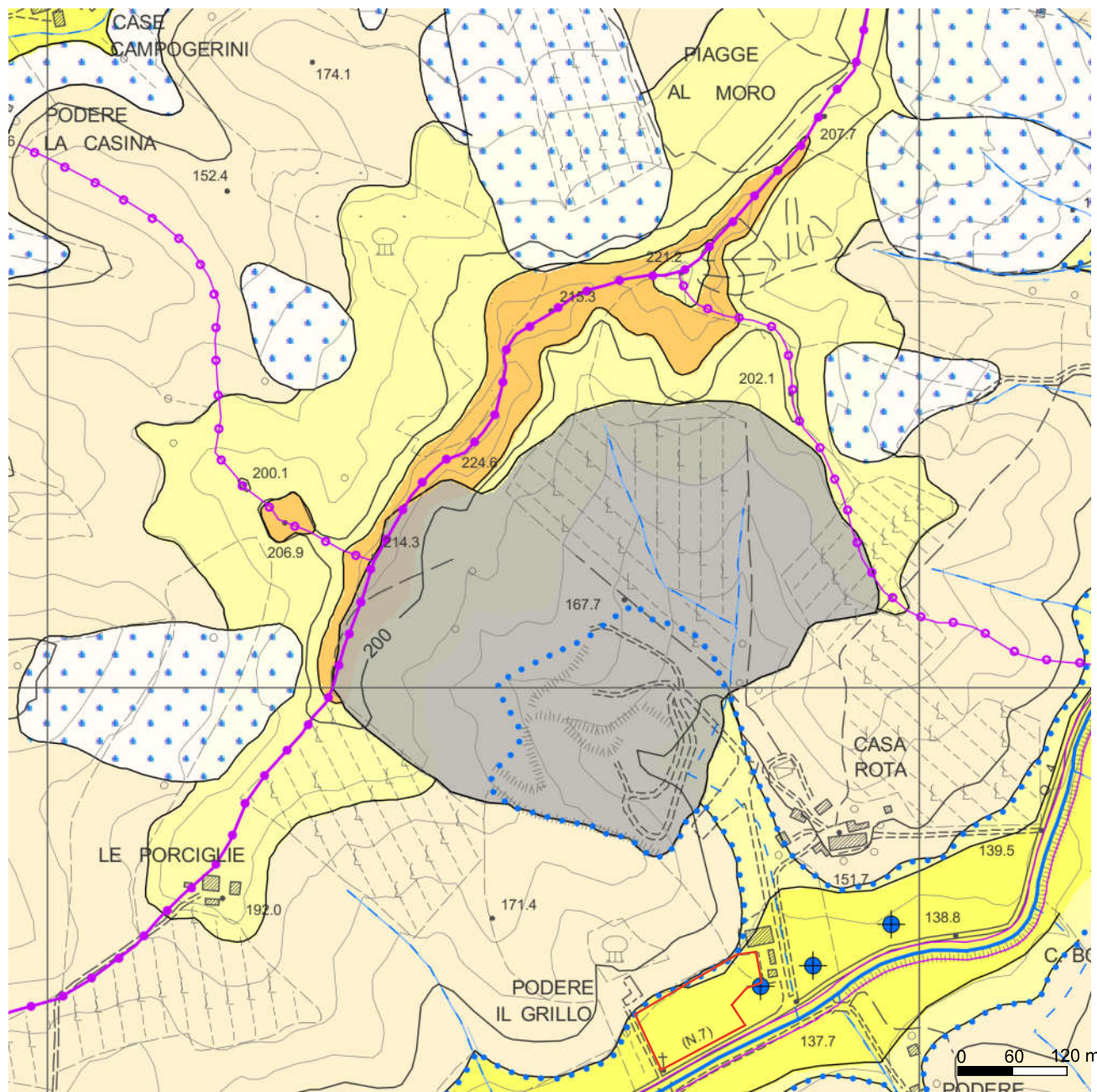
Legenda:

Litologie di riferimento	Permeabilità primaria	Classi di permeabilità	Permeabilità secondaria	Grado di fratturazione
Argille	1	Complessi praticamente impermeabili permeabilità stimata: 10^{-12} m/s	I	Ammasso poco fratturato con valori di qualità indicativi 75<RQD<90
Lim. limi argillosi, argille limose	2	Complessi scarsamente permeabili permeabilità stimata: 10^{-9} a 10^{-10} m/s	II	Ammasso da moderatamente a poco fratturato con valori di qualità indicativi 50<RQD<75
Sabbia fine, sabbia limosa, limi sabbiosi	3	Complessi moderatamente permeabili permeabilità stimata: 10^{-5} a 10^{-6} m/s	III	
Sabbia media e grossolana, sabbia e ghiaia	4	Complessi mediamente permeabili permeabilità stimata: 10^{-3} a 10^{-4} m/s		
Ghiaia pulita, ghiaia e sabbia	5	Complessi altamente permeabili permeabilità stimata: 10^{-1} a 10^{-2} m/s		

- Depositi scarsamente permeabili su substrato da impermeabile a moderatamente permeabile
- Depositi mediamente permeabili su substrato da impermeabile a moderatamente permeabile
- Depositi scarsamente permeabili su substrato da mediamente permeabile ad altamente permeabile
- Depositi mediamente permeabili su substrato da mediamente permeabile ad altamente permeabile
- Depositi antropici con permeabilità non valutabile



Area di Intervento



Comune di Terranuova
Bracciolini
Provincia di Arezzo

Progetto di un impianto di
upgrading del biogas da discarica
per la produzione di biometano pe
autotrazione - Progetto definitivo

Committente:
CSAi Impianti S.p.A.

ELABORATO:
Carta delle Indagini

Tavola 10
Scala 1:1.000

LEGENDA

Indagini pre-esistenti

 TPZn.

Piezometri monitoraggio acquifero profondo

 TPZ n

Piezometri barriera idraulica acquifero profondo

Indagini 2013 Intervento Cassa



Sondaggio a carotaggio continuo



Sondaggio di verifica



Sondaggio attrezzato per down-hole (DH)



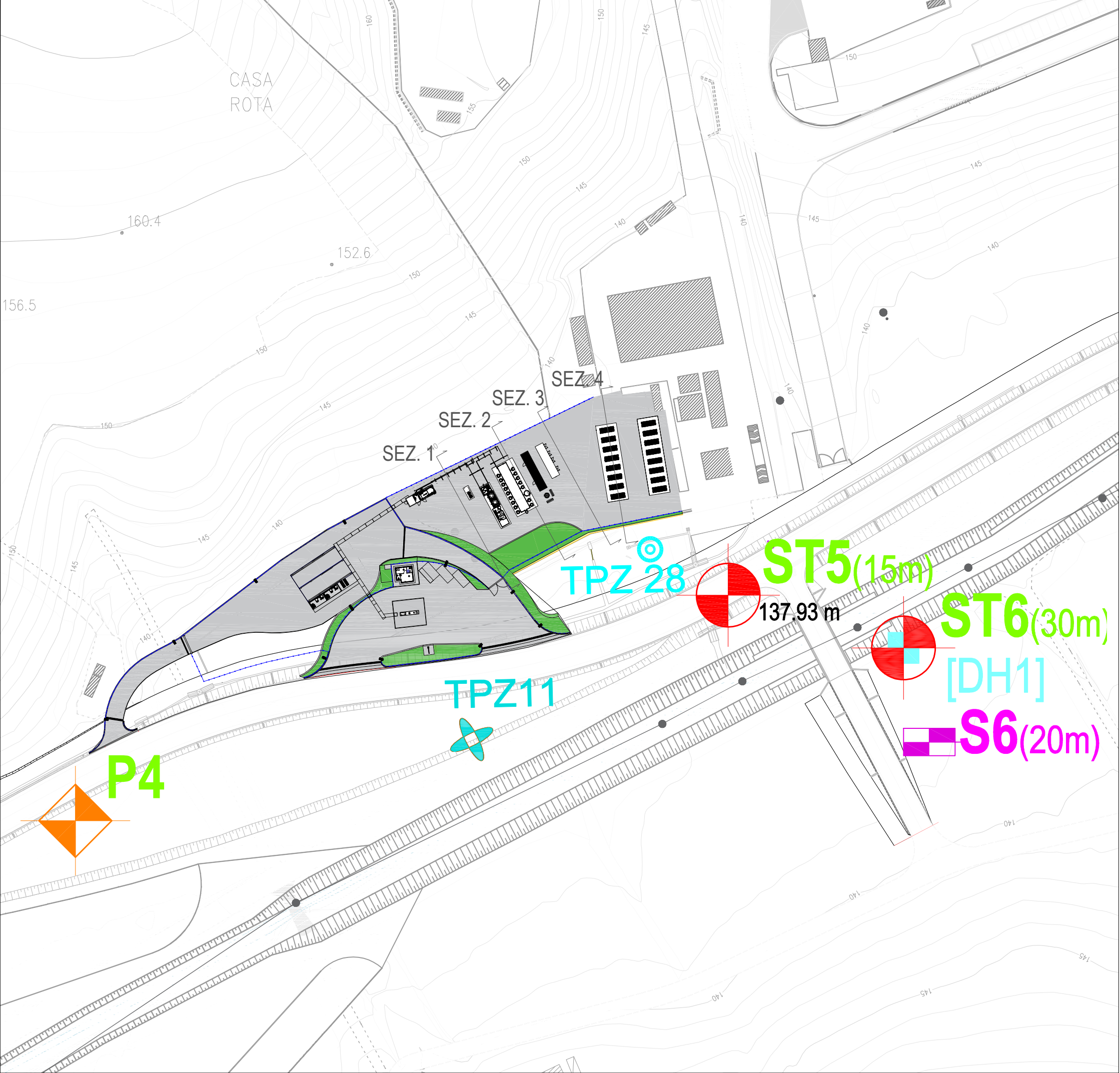
Prova penetrometrica statica (CPT)



Perimetro Area di Intervento



Traccia sezioni Litostratigrafiche



Comune di Terranuova
Bracciolini
Provincia di Arezzo

Progetto di un impianto di
upgrading del biogas da discarica
per la produzione di biometano pe
autotrazione - Progetto definitivo

Committente:
CSAi Impianti S.p.A.

ELABORATO:
Sezione Litostratigrafica n°2

Tavola 11
Scala 1:100

LEGENDA

LS-al

Limi sabbiosi e sabbie limose color
marrone avana

SL-al

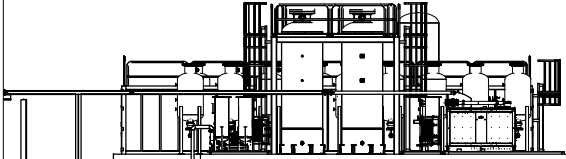
Sabbie limose e sabbie colore girio
con screziature marrone avana

AL-Sub

Argille e Argille limose
colore grigio

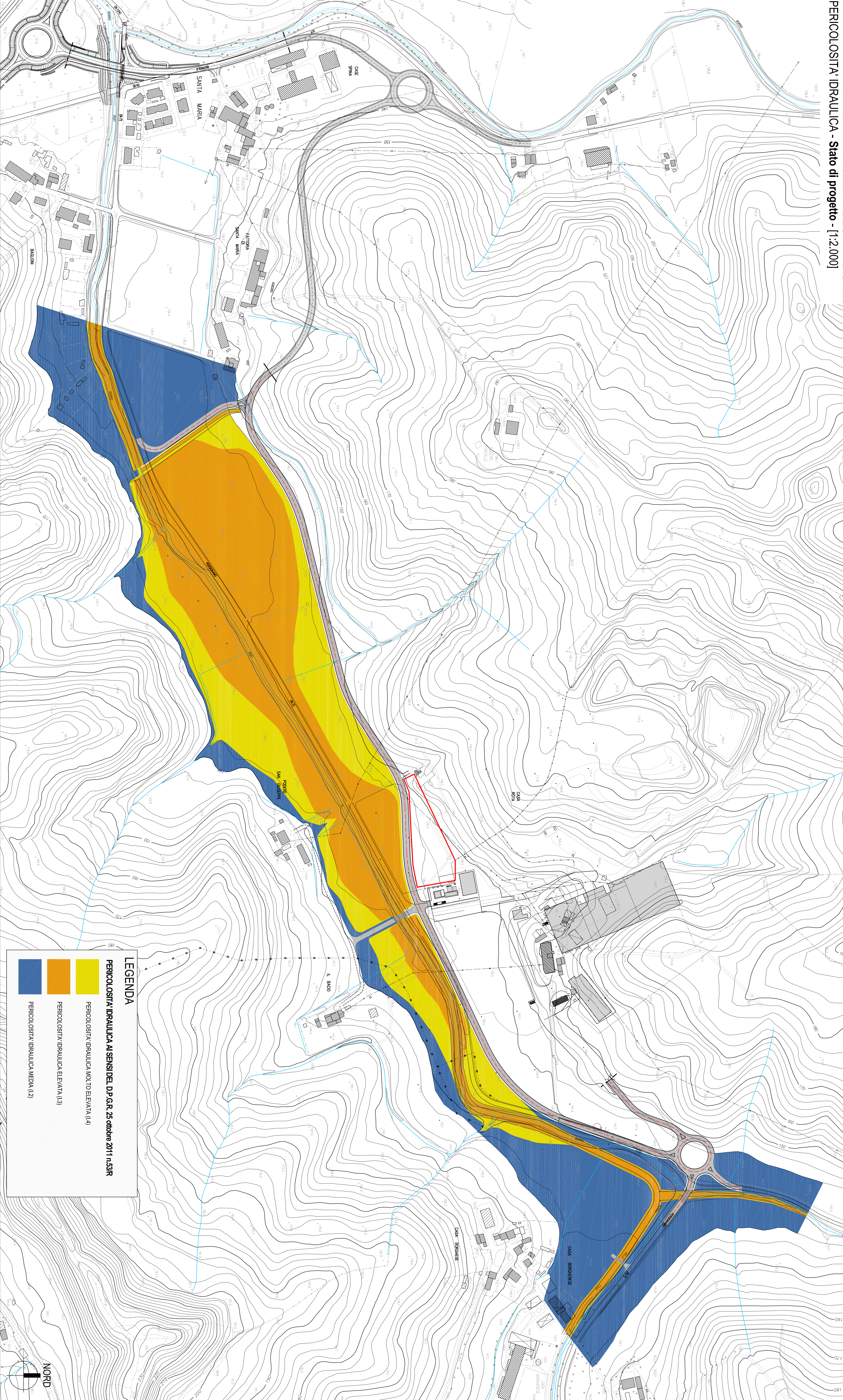
SL-Sub

Sabbie limose e Limi sabbiosi
colore grigio



Strutture in progetto

This lithostratigraphic section diagram illustrates the geological profile of a site, overlaid with a technical drawing of an industrial facility. The facility, located at the surface, consists of several large cylindrical storage tanks, rectangular processing units, and a network of pipes and walkways. A tall, slender chimney or vent pipe rises from the central part of the plant. The ground beneath the facility is depicted with a cross-hatched pattern, representing a prepared or reinforced surface. Below this surface, the subsurface is divided into five distinct geological layers, each identified by a red label and a unique pattern of horizontal lines: 1. **LS-al** (Limi sabbiosi e sabbie limose color marrone avana): Represented by a pattern of dashed orange lines. 2. **SL-al** (Sabbie limose e sabbie colore girio con screziature marrone avana): Represented by a pattern of fine, dense dots. 3. **AL-Sub** (Argille e Argille limose colore grigio): Represented by a pattern of horizontal blue lines. 4. **SL-Sub** (Sabbie limose e Limi sabbiosi colore grigio): Represented by a pattern of horizontal grey lines. 5. **AL-Sub** (Argille e Argille limose colore grigio): Represented by a pattern of horizontal blue lines, identical to the layer above. The boundaries between these layers are marked by solid black lines, showing their varying thickness and distribution across the section.



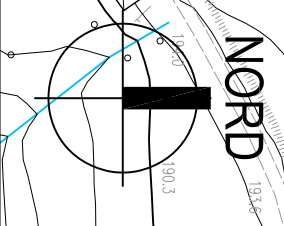
LEGENDA

PERICOLOSITA' IDRAULICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n.53/R

PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA (1.4)

PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA (1.3)

PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA (1.2)



PROVINCIA DI AREZZO

Servizio viabilità

Comune di
TERRANUOVA B.ni

Comune di
S.GIOVANNI V.no

Centro Servizi Ambiente

Impianti S.p.A.

S.p. di Partecipazione

52026 Terranuova (Arezzo)

P.IVA 0780102017

CSA

PROGETTAZIONE:

UFFICIO TECNICO C.S.A.I.

Ing. Marco SACCHETTI

Via Luterano, 123 - 52025 Terranuova B.ni (Ar)

CONSULENZA:

Dot. Geol. Luca CARBONE

Via Salaria, 10 - 52018 Pistoia

OGGETTO:

DESCRIZIONE: VERIFICA DEL PIANO DI EMERGENZA E DELLA SICUREZZA

Procedimento autorizzatorio:

P.D. N.44620 del 14.03.2011 Provincia di Arezzo

Intervento di manutenzione straordinaria di strutture ed edifici esistenti e opere di difesa idraulica e di opere di difesa idraulica e di opere di difesa idraulica

VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO

ELABORATO:

D.P.G.R. 25 ottobre 2011 n.53/R

Pericolosità idraulica - Stato di progetto

FEVERAIO 2012

Scala: 12.000

Fase: Progetto definitivo

REI	RE	REP	DES	DATA
MS	MS	MS	MS	23.02.2012
MS	MS	MS	MS	10.02.2012

R09 - T14

[illegible]

			Sondaggio		TPZ 11		Foglio 2/2		Dal 14.09 - 20.09.2006							
			Committente:		CSAI SpA											
			Commessa		R60034				Quota 137,77 m slm							
			Ubicazione:		Discarica Casa Rota - Terranuova Bracciolini (AR)											
Scala metrica	Profondita' mt.	Simbologia	Descrizione litostratigrafica	Pocket Kg/cmq	Profondità	Campioni Ambientale: quota Geotecnico: C1 - Prof. falda da p.c.	Prove Lefranc (quota tasca da p.c.)	Piezometro 4"	Cassetta n.	Rivestimento	Utensile	fluido di perforazione	% carotaggio	Scala metrica		
20.0			Argille grigio-azzurre, consistenti, contengono rari elementi ghiaiosi evoluti arenacei grigiastri diam. 1-2 cm. A tratti livelli ghiaiosi centimetrici, asciutti. Tra 18,5 e 19,5 m aumenta la componente limoso-sabbiosa; tra 20 e 21 m aumenta il contenuto in elementi ghiaiosi diam. 1-2 cm.		21.0				5			Perforazione a secco	0 20 40 60 80 100	20.0		
21.0					21.0					21.0						
22.0					22.0					22.0						
23.0					23.0					23.0						
24.0					24.0					24.0						
25.0					25.0					25.0						
26.0					26.0					26.0						
27.0	27.00		Sabbie fini, a tratti limose, grigio-azzurre, mediamente consistenti. Da 28,5 a 31 m presenza di livelli di sabbie grossolane poco consistenti e scure. Contengono poca o scarsa circolazione idrica.		27.0				6	168 mm	C S 101 mm			27.0		
28.0					28.0										28.0	
29.0					29.0	28.00 TPZ11 29-30 29.50	27.60 L. 1 29.10							29.0		
30.0					30.0										30.0	
31.0					31.0										31.0	
32.0					32.0										32.0	
33.0					33.0										33.0	
34.0					34.0										34.0	
35.0	35.00				35.0						7					35.0
36.0					36.0											36.0
37.0					37.0											37.0
38.0					38.0											38.0
39.0					39.0											39.0
40.0			40.0												40.0	
40.0			▼ Livello di falda rilevato in piezometro.												40.0	

note: Utilizzate n. 7 cassette catalogatrici

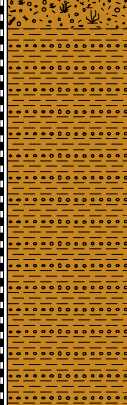
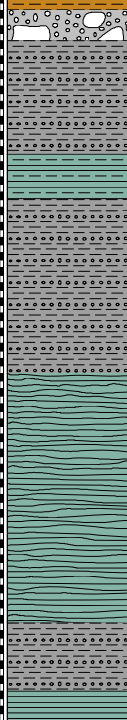
note: Utilizzate n. 7 cassette catalogatrici

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Riferimento: Centro Servizi Ambiente Impianti S.P.A.	Sondaggio: ST5/12/13
Località: Terranuova Bracciolini (AR) - Discarica per rifiuti non pericolosi di Casa Rota	Quota:
Impresa esecutrice:	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Rotazione a carotaggio continuo - Aste e carotiere	

ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	
101					1						8-12-15	27		0,4	Terreno vegetale a granulometria limoso-sabbiosa di colore marrone, con rari inclusi ghiaiosi, poco consistente.	
					2									Alternanze di sabbie fini limose e sabbie debolmente limose, di colore marrone, da poco consistenti a privi di consistenza, con abbondanti frustoli vegetali ed elementi ghiaiosi poco evoluti. Le sabbie sono eterometriche e monogeniche.		
					3											
					4											
					5											
101					6						9-10-16	26		5,5	Ciottoli a spigoli vivi, subangolari, eterometrici, arenitici, di colore grigio, con diametro max. superiore ai 5 cm, in scarsa matrice fine limosa valutabile intorno al 20%.	
					7									5,9		
					8									7,4	Alternanza di limi sabbiosi e sabbie fini limose, mediamente consistenti, di colore grigio; presenza di frustoli vegetali. La frazione sabbiosa si presenta monometrica e monogenica.	
					9									8,0	Argille limose di colore grigio-azzurre, consistenti; sono presenti tracce di ossidazione e frustoli vegetali.	
					10									10,3		
101					11						20-37-50	87			Alternanza di limi sabbiosi e sabbie fini limose, mediamente consistenti, a tratti consistenti, di colore grigio. La frazione sabbiosa, monometrica e monogenica, aumenta con la profondità.	
					12											
					13										Argille, di colore grigio-azzurre con intercalazioni di rari livelletti sabbiosi, consistenti; sono presenti laminazioni piano parallele ondulate.	
					14											
															Alternanza di limi sabbiosi e sabbie fini limose, mediamente consistenti, di colore grigio. La frazione sabbiosa si presenta monometrica e monogenica.	
														13,6	Argille consistenti, di colore grigio-azzurre con rari inclusi litici poco evoluti, di natura carbonatica di colore grigio, eterometrici, aventi diametro max inferiore ai 2 cm.	
														14,5		
															15,0	

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 4 cassette catalogatrici.

Riferimento: Centro Servizi Ambiente Impianti S.P.A.	Sondaggio: ST6/12/13
Località: Terranuova Bracciolini (AR) - Discarica per rifiuti non pericolosi di Casa Rota	Quota:
Impresa esecutrice:	Data:
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Rotazione a carotaggio continuo - Aste e carotiere	

Ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1			1						1.4	Terreno vegetale a granulometria limoso-sabbiosa di colore marrone, con rari inclusi ghiaiosi, poco consistente.
					2			1.7							Alternanze di sabbie fini limose e sabbie debolmente limose, di colore marrone, poco consistenti, con abbondanti frustoli vegetali ed elementi ghiaiosi poco evoluti. Le sabbie sono eterometriche e monogeniche; la frazione limosa aumenta con la profondità.
					3						6-9-12	21			
					4			0.7						4.1 4.4	Limi di colore marrone, molli con intercalazioni di livelletti di sabbie fini.
101					5										Sabbie medio-fini soffici di colore marrone, monometriche, monogeniche, localmente mediamente addensate, prive di inclusioni; presenza di fenomeni di ossidazione.
					6						9-11-10	21		7.1 7.5	
					7										Argille limose di colore grigio-azzurre, consistenti; sono presenti tracce di ossidazione e frustoli vegetali.
					8		1) She < 7,50 8,10				13-16-19	35		8.1	Campione
					9									9.4	Alternanza di limi sabbiosi e sabbie fini limose, mediamente consistenti, di colore grigio; presenza di frustoli vegetali. La frazione sabbiosa si presenta monometrica e monogenica.
101					10			2.5							Argille sovraconsolidate, di colore grigio-azzurre con intercalazioni di rari livelletti sabbiosi, consistenti o mediamente consistenti; sono presenti laminazioni piano parallele ondulate.
					11			2.5							
					12			2.2							
					13			2							
					14			2.2							
					15			2.5							
					16			2.5							
					17			3							
101					18		2) She < 15,00 15,60	2.5							Argille consistenti sovraconsolidate, di colore grigio-azzurre con inclusi litici poco evoluti, di natura carbonatica di colore grigio, eterometrici, aventi diametro max pari a 5 cm.
					19			3							
					20			3							
					21			2.5							
101					22										
					23			2.5							
					24			3							Alternanza di sabbie fini limose e limi sabbiosi, consistenti, di colore grigio; presenza di frustoli vegetali. Il contenuto limoso aumenta con la profondità; la frazione sabbiosa si presenta monometrica e monogenica.
					25			2.7							
101					26			3							
					27			3							
					28										
					29			4							
101					30			3.5						28.5 30.5	Argille molto consistenti di colore grigio-azzurre con inclusi litici di colore grigio chiaro, poco evoluti, di natura carbonatica, eterometrici aventi diametro max pari a 5 cm.

Il materiale prelevato nel corso del sondaggio è stato conservato in 8 cassette catalogatrici.
Il foro è stato condizionato per prova DH su intera lunghezza.



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"		
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione: 1,60 – 2,20	
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S5 C1	
Note:	***		

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM D854

I misura	569	319	108/01	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	39,31	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	92,62	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	37,69			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	84,25			
N° picnometro	299	26,97		77,65
peso campione secco (g)		10,72		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		88,37		
volume parte secca cm ³		4,12		
γs (g/cm³)	2,60			

I misura	569	319	108/02	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	47,65	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	147,55	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	68,84			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	160,06			
N° picnometro	319	43,44		144,56
peso campione secco (g)		25,40		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		169,96		
volume parte secca cm ³		9,90		
γs (g/cm³)	2,57			

peso specifico medio frazione fine ($\phi < 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 = 25,34$

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM C 127

I misura	
peso a temperatura ambiente del campione asciutto superficialmente ma saturo all'interno P1 (g)	***
peso a temperatura ambiente del campione essiccato in forno P2 (g)	***
peso in acqua a temperatura ambiente del campione saturo P3 (g)	***
γs (g/cm³)	***

peso specifico medio grani ($\phi > 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ ***

peso specifico medio terreno $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ **25,34**

Certificato n. 1484/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 16/07/2013 Fine prova: 17/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 1,60 - 2,20	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S5 C1	
Note:	***		

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
sec. Normativa BS1377 T 15/E

I misura	peso tara (g)	71,21	volume campione (cm ³)	86,19	1,91 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			235,53	
II misura	peso tara (g)	73,48	volume campione (cm ³)	86,19	1,93 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			239,56	

peso dell'unità di volume medio $\gamma_n \text{ KN/m}^3 = 18,80$

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1485/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 16/07/2013 Fine prova: 16/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
	Impianto di "Casa Rota"		
Sito prelievo:	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione: 1,60 – 2,20	
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione:	S5 C1
Note:	***		

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
sec. Normativa CNR - UNI 10008

I misura	peso tara (g)	186,50	peso tara+camp.umido (g)	777,05	0,17
	peso tara+camp.secco (g)			692,61	
II misura	peso tara (g)	115,00	peso tara+camp.umido (g)	656,68	0,19
	peso tara+camp.secco (g)			571,48	

contenuto di acqua medio W % = 17,70

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1486/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 16/07/2013 Fine prova: 17/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"		
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60	
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa	
Note:	***		

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM D854

I misura	569	319	108/01	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	39,31	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	92,62	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	39,08			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	85,26			
N° picnometro	299	26,97		77,65
peso campione secco (g)		12,11		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		89,76		
volume parte secca cm ³		4,50		
γs (g/cm³)	2,69			

I misura	569	319	108/02	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	47,65	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	147,55	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	74,07			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	164,19			
N° picnometro	108	47,65		147,55
peso campione secco (g)		26,42		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		173,97		
volume parte secca cm ³		9,78		
γs (g/cm³)	2,70			

peso specifico medio frazione fine ($\phi < 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 = 26,44$

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM C 127

I misura	
peso a temperatura ambiente del campione asciutto superficialmente ma saturo all'interno P1 (g)	***
peso a temperatura ambiente del campione essiccato in forno P2 (g)	***
peso in acqua a temperatura ambiente del campione saturo P3 (g)	***
γs (g/cm³)	***

peso specifico medio grani ($\phi > 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ ***

peso specifico medio terreno $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ 26,44

Certificato n. 1493/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 18/07/2013 Fine prova: 19/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa	
Note:	***		

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
sec. Normativa BS1377 T 15/E

I misura	peso tara (g)	139,29	volume campione (cm ³)	82,80	1,97 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			302,61	
II misura	peso tara (g)	141,69	volume campione (cm ³)	82,80	2,08 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			314,11	

peso dell'unità di volume medio $\gamma_n \text{ KN/m}^3 = 19,88$

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1494/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 17/07/2013 Fine prova: 17/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
	Impianto di "Casa Rota"		
Sito prelievo:	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60	
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione:	S5 C2 - frazione limosa
Note:	***		

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
sec. Normativa CNR - UNI 10008

I misura	peso tara (g)	24,96	peso tara+camp.umido (g)	1052,50	0,23
	peso tara+camp.secco (g)			862,90	
II misura	peso tara (g)	537,40	peso tara+camp.umido (g)	2787,10	0,21
	peso tara+camp.secco (g)			2398,80	

contenuto di acqua medio W % = 21,70

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1495/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 17/07/2013 Fine prova: 18/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C2 - frazione sabbiosa
Note: ***

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM D854

I misura	569	319	108/01	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	39,31	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	92,62	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	49,39			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	98,85			
N° picnometro	108	39,31		92,62
peso campione secco (g)		10,08		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		102,70		
volume parte secca cm ³		3,85		
γs (g/cm³)		2,62		

I misura	569	319	108/02	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	47,65	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	147,55	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	68,47			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	159,94			
N° picnometro	319	43,44		144,56
peso campione secco (g)		25,03		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		169,59		
volume parte secca cm ³		9,65		
γs (g/cm³)		2,59		

peso specifico medio frazione fine ($\phi < 4,75$ mm) γ_s KN/m³ = 25,56

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM C 127

I misura	
peso a temperatura ambiente del campione asciutto superficialmente ma saturo all'interno P1 (g)	***
peso a temperatura ambiente del campione essiccato in forno P2 (g)	***
peso in acqua a temperatura ambiente del campione saturo P3 (g)	***
γs (g/cm³)	***

peso specifico medio grani ($\phi > 4,75$ mm) γ_s KN/m³ = ***

peso specifico medio terreno γ_s KN/m³ = 25,56

Certificato n. 1501/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: Inizio prova: 19/07/2013 Fine prova: 20/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott. ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione:	S5 C2 - frazione sabbiosa
Note:	***		

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
sec. Normativa BS1377 T 15/E

I misura	peso tara (g)		volume campione (cm ³)	827,00	1,97 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			1627,80	
II misura	peso tara (g)	141,69	volume campione (cm ³)	82,80	1,96 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			303,58	

peso dell'unità di volume medio $\gamma_n \text{ KN/m}^3 = 19,24$

Certificato n. 1502/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 17/07/2013 Fine prova: 17/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione:	S5 C2 - frazione sabbiosa
Note:	***		

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA
sec. Normativa CNR - UNI 10008

I misura	peso tara (g)	140,25	peso tara+camp.umido (g)	2787,10	0,23
	peso tara+camp.secco (g)			2298,80	
II misura	peso tara (g)	101,60	peso tara+camp.umido (g)	1627,80	0,20
	peso tara+camp.secco (g)			1373,30	

contenuto di acqua medio W % = 21,30

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1503/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 17/07/2013 Fine prova: 18/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 15,00 – 15,55	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S6 C2	
Note:	***		

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM D854

I misura	569	319	108/01	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	39,31	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	92,62	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	37,35			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	83,97			
N° picnometro	299	26,97		77,65
peso campione secco (g)		10,38		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		88,03		
volume parte secca cm ³		4,06		
γs (g/cm³)	2,56			

I misura	569	319	108/02	299
peso picnometro (g)	37,04	43,44	47,65	26,97
peso pic.+peso acqua (g)	139,95	144,56	147,55	77,65
peso pic.+camp. secco (g)	68,85			
peso pic.+campione secco+acqua (g)	159,94			
N° picnometro	319	43,44		144,56
peso campione secco (g)		25,41		
(peso campione secco) + (peso pic.+ peso acqua) (g)		169,97		
volume parte secca cm ³		10,03		
γs (g/cm³)	2,53			

peso specifico medio frazione fine ($\phi < 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 = 24,96$

MISURA DEL PESO SPECIFICO sec. Normativa ASTM C 127

I misura	
peso a temperatura ambiente del campione asciutto superficialmente ma saturo all'interno P1 (g)	***
peso a temperatura ambiente del campione essiccato in forno P2 (g)	***
peso in acqua a temperatura ambiente del campione saturo P3 (g)	***
γs (g/cm³)	***

peso specifico medio grani ($\phi > 4,75$ mm) $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ ***

peso specifico medio terreno $\gamma_s \text{ KN/m}^3 =$ **24,96**

Certificato n. 1509/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 20/07/2013
Data ricevimento campione: 20/07/2013
Inizio prova: 03/08/2013 Fine prova: 05/08/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"	Profondità prelievo campione: 15,00 – 15,55	
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione: S6 C2	
Note:	***		

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
sec. Normativa BS1377 T 15/E

I misura	peso tara (g)		volume campione (cm ³)	829,77	2,06 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			1708,23	
II misura	peso tara (g)		volume campione (cm ³)	1086,19	1,96 g/cm ³
	peso tara+camp.umido (g)			2125,90	

peso dell'unità di volume medio γ_n KN/m³= 19,69

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1510/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 20/07/2013
Data ricevimento campione: 20/07/2013
Inizio prova: 02/08/2013 Fine prova: 02/08/2013

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

GEODES LABORATORI snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
	Impianto di "Casa Rota"		
Sito prelievo:	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione: 15,00 – 15,55	
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico	Sigla campione:	S6 C2
Note:	***		

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

sec. Normativa CNR - UNI 10008

I misura	peso tara (g)	109,92	peso tara+camp.umido (g)	2235,70	0,19
	peso tara+camp.secco (g)			1893,66	
II misura	peso tara (g)	86,32	peso tara+camp.umido (g)	1113,23	0,14
	peso tara+camp.secco (g)			985,31	

contenuto di acqua medio W % = 16,70

In conformità alle leggi vigenti questo documento non può essere copiato, riprodotto o divulgato, senza l'approvazione scritta della Geodes Laboratori snc. I trasgressori saranno perseguiti a norma di legge

Certificato n. 1511/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 20/07/2013
Data ricevimento campione: 20/07/2013
Inizio prova: 02/08/2013 Fine prova: 03/08/2013

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

GEODES LABORATORI snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

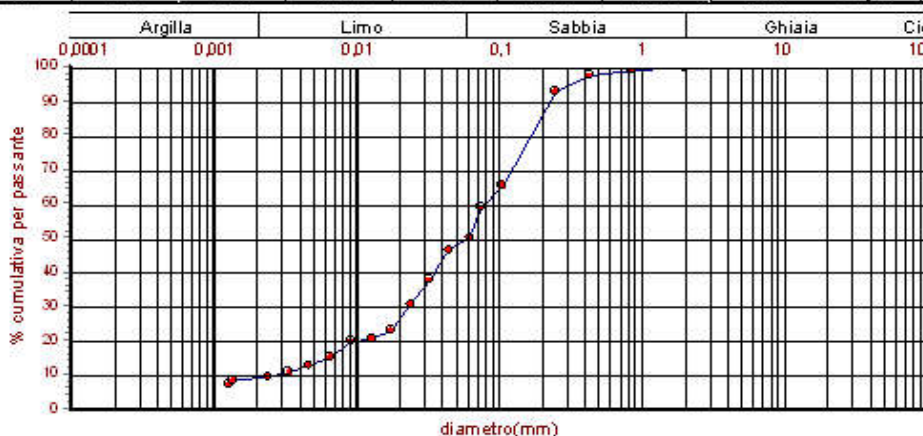
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 1,60 - 2,20
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto:
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C1
Note:-----

ANALISI GRANULOMETRICA

Setacciatura (sec. Normativa ASTM 0421 e ASTM 02217) e sedimentazione (metodo del densimetro)

Setacciamento					Sedimentazione				
Setaccio serie ASTM	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale	Classe	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale
2"	50	100			0.0613	0.0613	49.8379		
1 1/2"	37.5	100			0.0442	0.0442	46.4018		
1"	25.4	100			0.0328	0.0328	37.2393		
3/4"	19	100			0.0239	0.0239	30.5963		
1/2"	12.5	100			0.0175	0.0175	22.808		
3/8"	9.5	100			0.0129	0.0129	20.5175		
4	4.75	99.87			0.0092	0.0092	19.3721		
10	2	99.49	Ghiaia	0.51	0.0066	0.0066	15.0199		
20	0.85	98.85			0.0047	0.0047	12.7291		
40	0.425	97.32			0.0034	0.0034	10.4386		
60	0.25	92.49			0.0024	0.0024	9.2933		
140	0.106	64.88			0.0014	0.0014	8.1479	Limo	49.68
200	0.075	58.52	Sabbia	40.97	0.0013	0.0013	7.0025	Argilla	8.84



Frazione di peso > 0,075 mm (N):	3,26	Frazione di peso < 0,075 mm (N):	4,6
d ₁₀ (mm):	0,003017	d ₃₀ (mm):	0,02341
d ₅₀ (mm):	0,0615558	d ₆₀ (mm):	0,082214
Coefficiente di curvatura (Co):	2,21	Coefficiente di uniformità (Cu):	27,25
Descrizione	Limo con sabbia deb. argilloso		

Certificato n. 1489/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 17/07/2013 Fine prova: 18/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

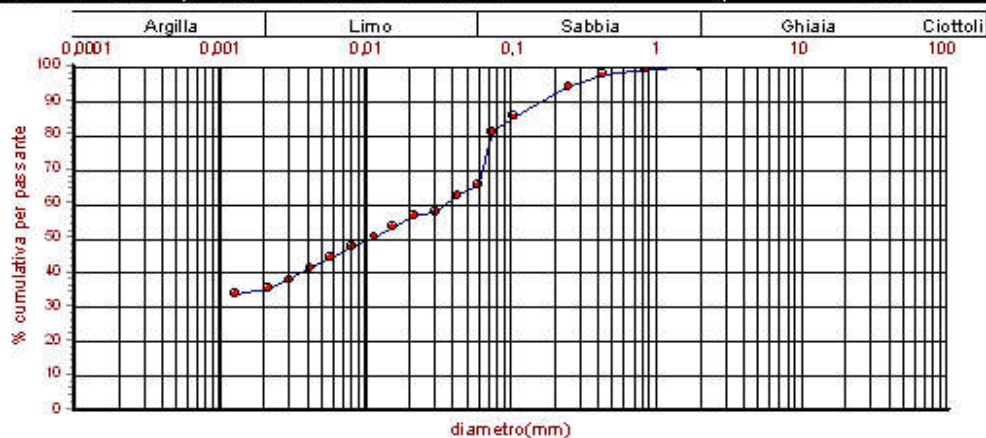
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa
Note:-----

ANALISI GRANULOMETRICA

Setacciatura (sec. Normativa ASTM 0421 e ASTM 02217) e sedimentazione (metodo del densimetro)

Setacciamento					Sedimentazione				
Setaccio serie ASTM	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale	Classe	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale
2"	50	100			0,0596	0,0596	65,1202		
1 1/2"	37,5	100			0,0427	0,0427	62,0566		
1"	25,4	100			0,0308	0,0308	57,4616		
3/4"	19	100			0,0219	0,0219	55,9298		
1/2"	12,5	100			0,0157	0,0157	52,8662		
3/8"	9,5	100			0,0116	0,0116	49,803		
4	4,75	100			0,0083	0,0083	47,0456		
10	2	99,46	Ghiaia	0,54	0,0059	0,0059	43,9823		
20	0,85	98,79			0,0042	0,0042	40,9188		
40	0,425	97,05			0,003	0,003	37,8552		
60	0,25	93,97			0,0022	0,0022	34,792		
140	0,106	84,87			0,0013	0,0013	33,2602	Limo	45,87
200	0,075	80,32	Sabbia	19,14				Argilla	34,46



Frazione di peso > 0,075 mm (N):	1,47	Frazione di peso < 0,075 mm (N):	6
d ₁₀ (mm):	N.C.	d ₃₀ (mm):	N.C.
d ₅₀ (mm):	0,0118637	d ₆₀ (mm):	0,037374
Coefficiente di curvatura (Cc):	N.C.	Coefficiente di uniformità (Cu):	N.C.
Descrizione	Limo sabbioso con argilla		

Certificato n. 1498/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013 Fine prova: 20/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

[Signature]



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



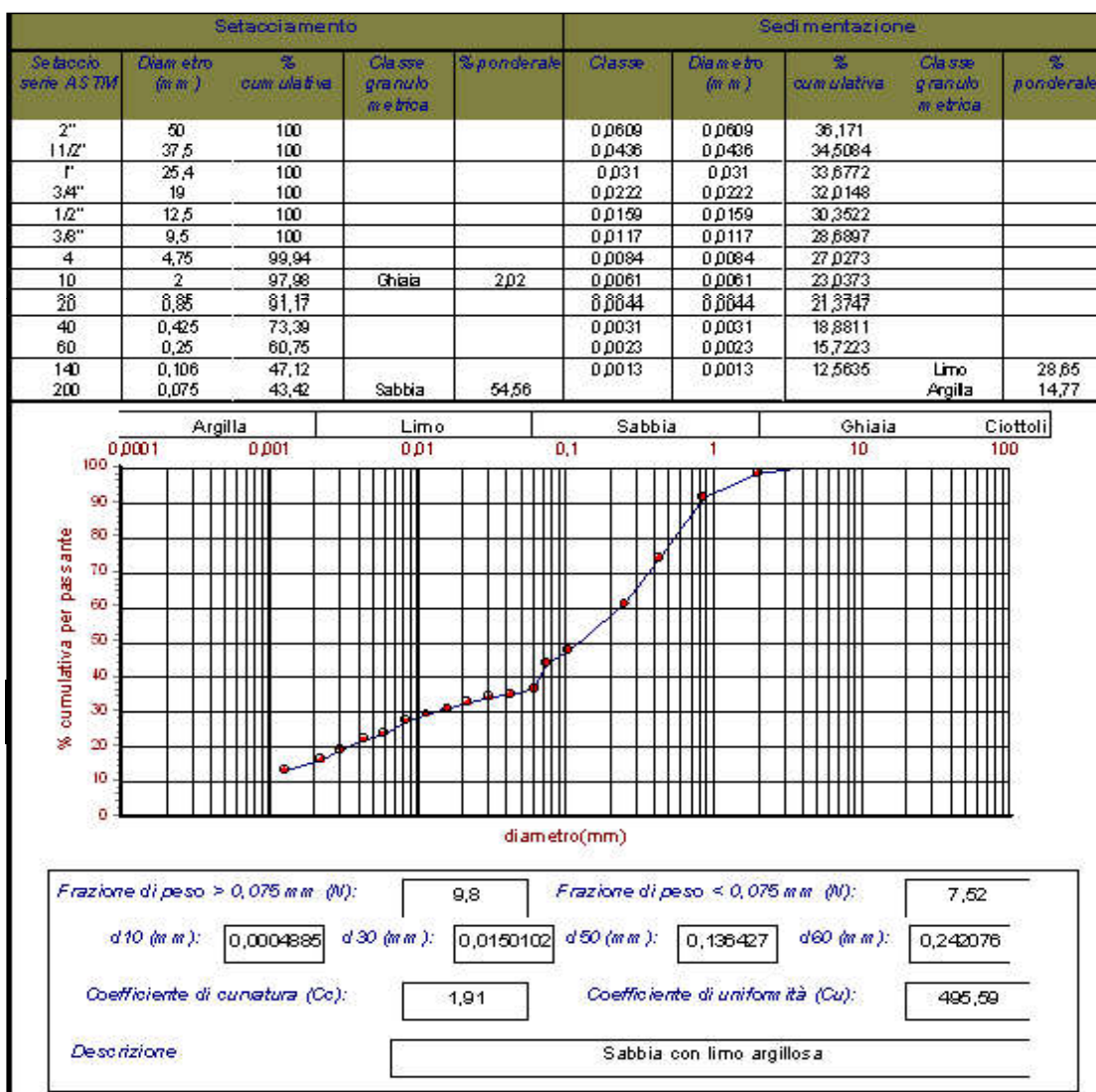
www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C2 - frazione sabbiosa
Note:-----

ANALISI GRANULOMETRICA

Setacciatura (sec. Normativa ASTM 0421 e ASTM 02217) e sedimentazione (metodo del densimetro)



Certificato n. 1506/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013 Fine prova: 20/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

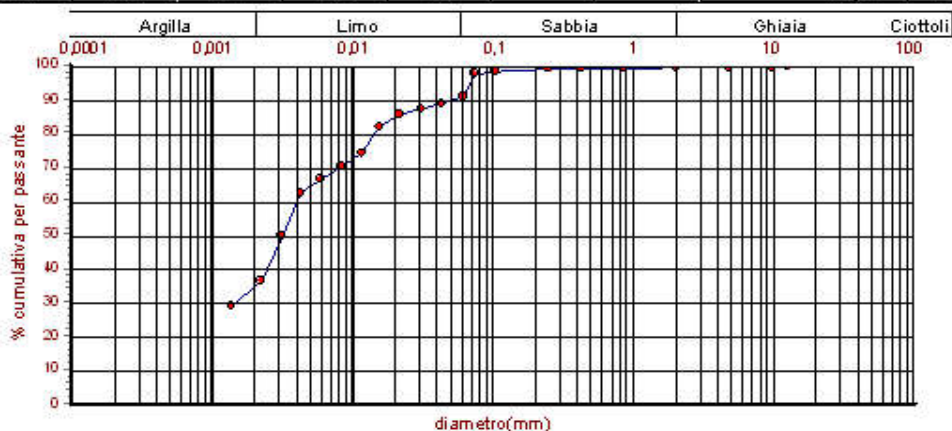
Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 15,00 - 15,55
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto:
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S6 C2
Note:-----

ANALISI GRANULOMETRICA

Setacciatura (sec. Normativa ASTM 0421 e ASTM 02217) e sedimentazione (metodo del densimetro)

Setacciamento					Sedimentazione				
Setaccio serie ASTM	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale	Classe	Diametro (mm)	% cumulativa	Classe granulometrica	% ponderale
2"	50	100			0.0609	0.0609	90,7207		
1 1/2"	37.5	100			0.0433	0.0433	88,8032		
1"	25.4	100			0.0309	0.0309	86,8858		
3/4"	19	100			0.0219	0.0219	85,3521		
1/2"	12.5	99,25			0.0157	0.0157	81,5171		
3/8"	9.5	99,25			0.0118	0.0118	73,8476		
4	4.75	99,13			0.0084	0.0084	70,0126		
10	2	99,01	Ghiaia	0,99	0.006	0.006	66,1777		
20	0.85	98,89			0.0043	0.0043	62,3431		
40	0.425	98,77			0.0032	0.0032	49,3044		
60	0.25	98,66			0.0023	0.0023	36,2662		
140	0.106	97,9			0.0014	0.0014	28,98	Limo	63,44
200	0.075	97,28	Sabbia	1,73				Argilla	33,84



Frazione di peso > 0,075 mm (N):	0,22	Frazione di peso < 0,075 mm (N):	7,82
d10 (mm):	N.C.	d30 (mm):	0,001526
d50 (mm):	0,0032587	d60 (mm):	0,004102
Coefficiente di curvatura (Co):	N.C.	Coefficiente di uniformità (Cu):	N.C.
Descrizione	Limo con argilla		

Certificato n. 1514/04/13 del 18/10/2013
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 20/07/2013
Data ricevimento campione: 20/07/2013
Inizio prova: 23/08/2013 Fine prova: 26/08/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

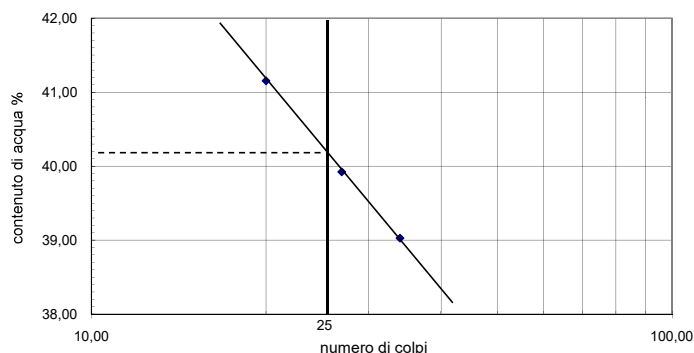
[Signature]

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 1,60 - 2,20
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto:
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C1

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI LIQUIDITA' E PLASTICITA'
sec. Normativa CNR UNI 10014

LIMITE DI LIQUIDITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	10,83	23,26	22,04
Peso campione umido+tara (g)	21,66	41,25	43,58
Peso campione secco+tara (g)	18,57	36,20	37,30
Peso campione secco (g)	7,74	12,94	15,26
Peso acqua (g)	3,09	5,05	6,28
% contenuto in H ₂ O	39,92	39,03	41,15
Numero colpi	27,00	34,00	20,00



LIMITE DI PLASTICITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	21,33	22,37	22,09
Peso campione umido+tara (g)	22,11	24,10	23,41
Peso campione secco+tara (g)	21,96	23,78	23,17
Peso campione secco (g)	0,63	1,41	1,08
Peso acqua (g)	0,15	0,32	0,24
% contenuto in H ₂ O	23,81	22,70	22,22

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

LL (%)	LP (%)	IP
40,20	22,91	17,29

Certificato n. 1487/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 16/07/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 17/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

[Signature]



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 1,60 – 2,20
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C1

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO sec. Normativa CNR UNI 10014

	I misura	II misura
Peso della capsula di ritiro (g)	22,80	22,04
Volume del campione umido (volume delle capsula) (cm ³)	28,86	28,86
Peso campione umido + capsula (g)	55,86	54,29
Peso campione secco + capsula (g)	45,00	43,44
Peso campione umido (g)	33,06	32,25
Peso campione secco (g)	22,20	21,40
Volume campione secco (cm ³)	20,00	20,11
% contenuto in H ₂ O iniziale	48,92	50,70
Limite di ritiro Wr	9,01	9,81

Limite di ritiro Wr %	9,41
-----------------------	------

Certificato n. 1488/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 18/07/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n.
1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 19/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

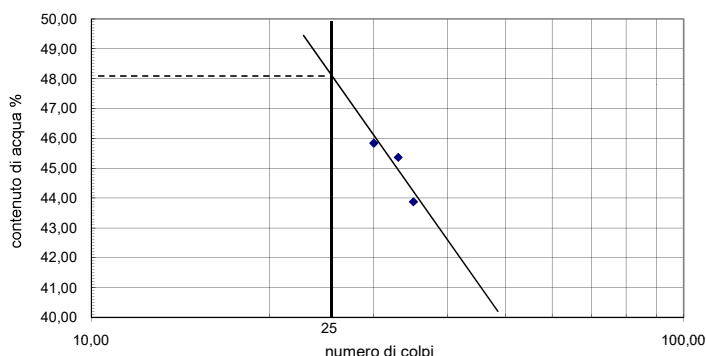
Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto: S5 C2 - frazione
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: limosa

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI LIQUIDITA' E PLASTICITA'
sec. Normativa CNR UNI 10014

LIMITE DI LIQUIDITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	64,36	21,04	17,37
Peso campione umido+tara (g)	77,15	44,17	30,06
Peso campione secco+tara (g)	73,25	36,90	26,10
Peso campione secco (g)	8,89	15,86	8,73
Peso acqua (g)	3,90	7,27	3,96
% contenuto in H ₂ O	43,87	45,84	45,36
Numero colpi	35,00	30,00	33,00



LIMITE DI PLASTICITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	19,80	20,55	22,64
Peso campione umido+tara (g)	21,89	22,81	25,25
Peso campione secco+tara (g)	21,47	22,33	24,72
Peso campione secco (g)	1,67	1,78	2,08
Peso acqua (g)	0,42	0,48	0,53
% contenuto in H ₂ O	25,15	26,97	25,48

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

LL (%)	LP (%)	IP
48,10	25,87	22,23

Certificato n. 1496/04/13 del 18/10/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013 n. 1642/04/13)
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 18/07/2013 Fine prova: 19/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

[Signature]



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di
Progetto: "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO sec. Normativa CNR UNI 10014

	I misura	II misura
Peso della capsula di ritiro (g)	22,80	22,04
Volume del campione umido (volume delle capsula) (cm ³)	28,86	28,86
Peso campione umido + capsula (g)	48,55	53,69
Peso campione secco + capsula (g)	38,58	41,58
Peso campione umido (g)	25,75	31,65
Peso campione secco (g)	15,78	19,54
Volume campione secco (cm ³)	20,78	19,10
% contenuto in H ₂ O iniziale	63,18	61,98
Limite di ritiro W _r	11,98	12,03

Limite di ritiro W _r %	12,00
-----------------------------------	-------

Certificato n. 1497/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 20/07/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n.
1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 23/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

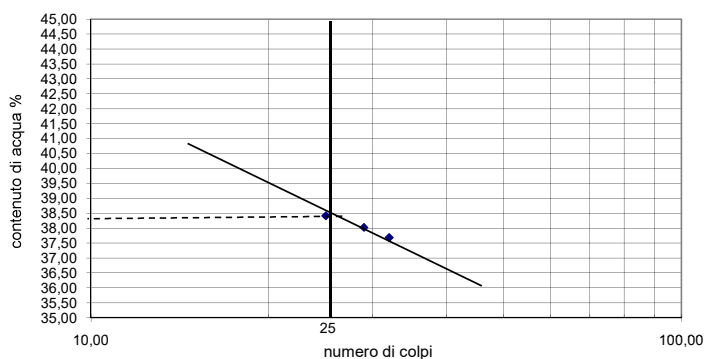
Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto:
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: frazione sabbiosa S5 C2

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI LIQUIDITA' E PLASTICITA'
sec. Normativa CNR UNI 10014

LIMITE DI LIQUIDITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	22,87	17,11	23,27
Peso campione umido+tara (g)	33,68	40,24	44,87
Peso campione secco+tara (g)	30,68	33,91	38,92
Peso campione secco (g)	7,81	16,80	15,65
Peso acqua (g)	3,00	6,33	5,95
% contenuto in H ₂ O	38,41	37,68	38,02
Numero colpi	25,00	32,00	29,00



LIMITE DI PLASTICITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	21,33	22,37	22,09
Peso campione umido+tara (g)	21,97	23,78	23,19
Peso campione secco+tara (g)	21,84	23,53	23,00
Peso campione secco (g)	0,51	1,16	0,91
Peso acqua (g)	0,13	0,25	0,19
% contenuto in H ₂ O	25,49	21,55	20,88

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

LL (%)	LP (%)	IP
38,41	22,64	15,77

Certificato n. 1504/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 20/07/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 22/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott. ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri

[Signature]



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio S5 C2
geognostico Sigla campione: frazione sabbiosa

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO sec. Normativa CNR UNI 10014

	I misura	II misura
Peso della capsula di ritiro (g)	22,80	22,04
Volume del campione umido (volume delle capsula) (cm ³)	28,86	28,86
Peso campione umido + capsula (g)	48,58	49,58
Peso campione secco + capsula (g)	40,32	40,55
Peso campione umido (g)	25,78	27,54
Peso campione secco (g)	17,52	18,51
Volume campione secco (cm ³)	22,50	21,56
% contenuto in H ₂ O iniziale	47,15	48,78
Limite di ritiro W _r	10,84	9,35

Limite di ritiro W _r %	10,10
-----------------------------------	-------

Certificato n. 1505/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 24/07/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 27/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)

Impianto di "Casa Rota"

Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)

Profondità prelievo campione: 15,00 - 15,55

Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005

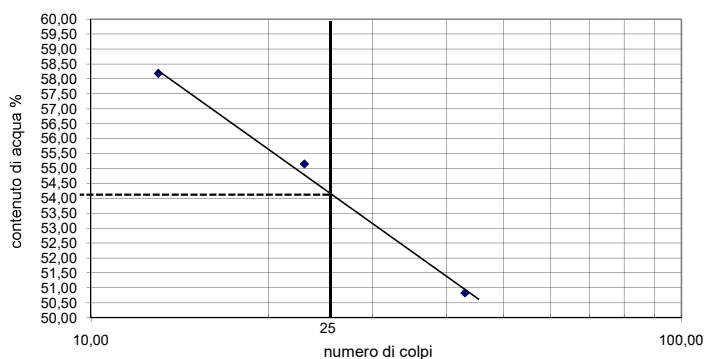
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico

Sigla campione: S6 C2

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI LIQUIDITA' E PLASTICITA'
sec. Normativa CNR UNI 10014

LIMITE DI LIQUIDITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	11,51	14,09	14,09
Peso campione umido+tara (g)	25,22	28,55	31,30
Peso campione secco+tara (g)	20,60	23,41	24,97
Peso campione secco (g)	9,09	9,32	10,88
Peso acqua (g)	4,62	5,14	6,33
% contenuto in H ₂ O	50,83	55,15	58,18
Numero colpi	43,00	23,00	13,00



LIMITE DI PLASTICITA'

	I misura	II misura	III misura
Contenitore n°	1	2	3
Tara contenitore (g)	10,83	23,32	21,06
Peso campione umido+tara (g)	13,77	25,16	22,89
Peso campione secco+tara (g)	13,08	24,73	22,47
Peso campione secco (g)	2,25	1,41	1,41
Peso acqua (g)	0,69	0,43	0,42
% contenuto in H ₂ O	30,67	30,50	29,79

CARATTERISTICHE DI CONSISTENZA

LL (%)	LP (%)	IP
54,10	30,32	23,78

Certificato n. 1512/04/13

Verbale accettazione n. 04/13

Data prelievo campione: 20/07/2013

Data ricevimento campione: 20/07/2013

Inizio prova: 03/08/2013

del 18/10/2013

del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n.

1642/04/13)

Fine prova: 05/08/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

M. Gabriella Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

Emmanuel Maiuri



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 15,00 – 15,55
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di
Progetto: "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio
Descrizione: geognostico Sigla campione: S6 C2

DETERMINAZIONE DEL LIMITE DI RITIRO sec. Normativa CNR UNI 10014

	I misura	II misura
Peso della capsula di ritiro (g)	38,24	38,28
Volume del campione umido (volume delle capsula) (cm ³)	18,00	18,00
Peso campione umido + capsula (g)	65,75	65,88
Peso campione secco + capsula (g)	55,65	55,64
Peso campione umido (g)	27,51	27,60
Peso campione secco (g)	17,41	17,36
Volume campione secco (cm ³)	9,20	9,25
% contenuto in H ₂ O iniziale	58,01	58,99
Limite di ritiro W _r	7,47	8,58

Limite di ritiro W _r %	8,02
-----------------------------------	------

Certificato n. 1513/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 20/07/2013
Data ricevimento campione: 20/07/2013
Inizio prova: 05/08/2013

del 18/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n.
1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 07/08/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott. ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)

Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota" - Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)

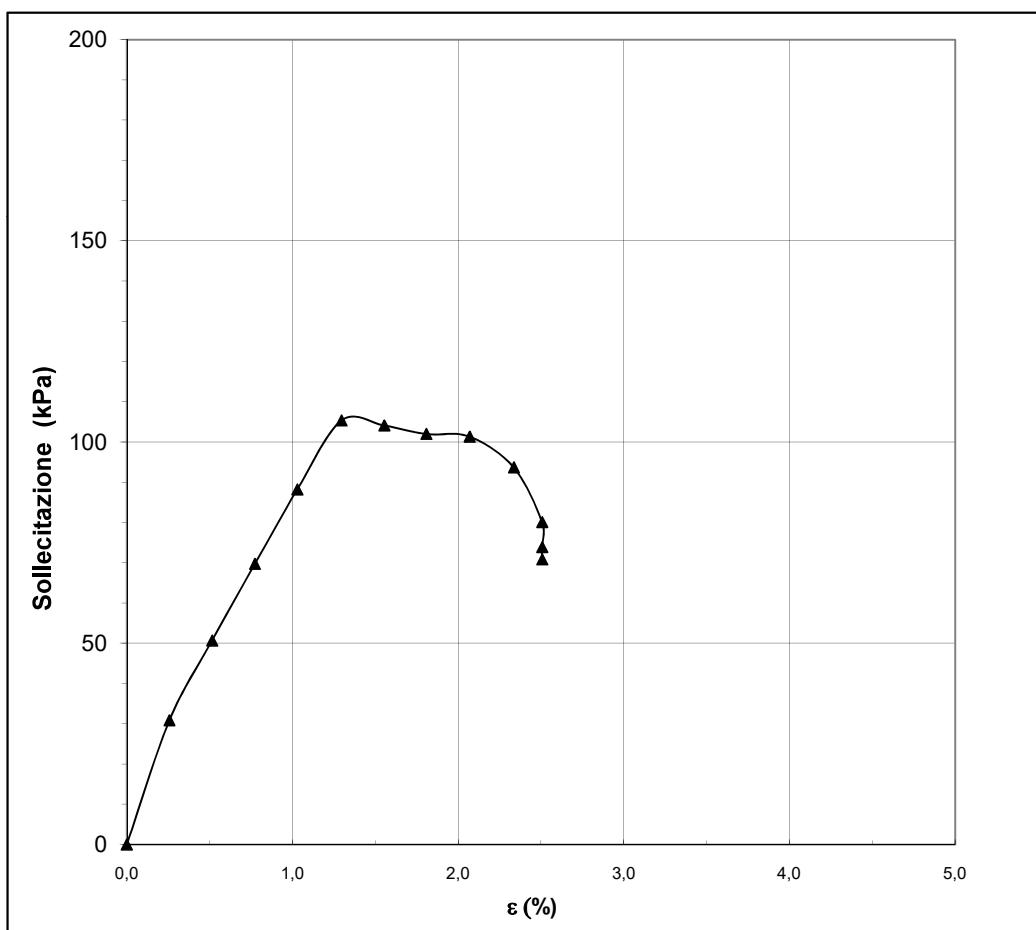
Progetto: Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005

Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60

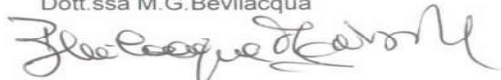
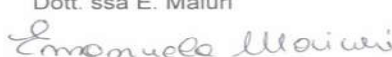
Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa

Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico

Note: *****

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
sec. Normativa ASTM D2166Certificato n. 1500/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 01/08/2013del 07/10/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13
del 03/07/2013 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 01/08/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STCLo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. BevilacquaIl Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Impianto di "Casa Rota"
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantavigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 1,60 - 2,20
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali. CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Progetto:
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico Sigla campione: S5 C1

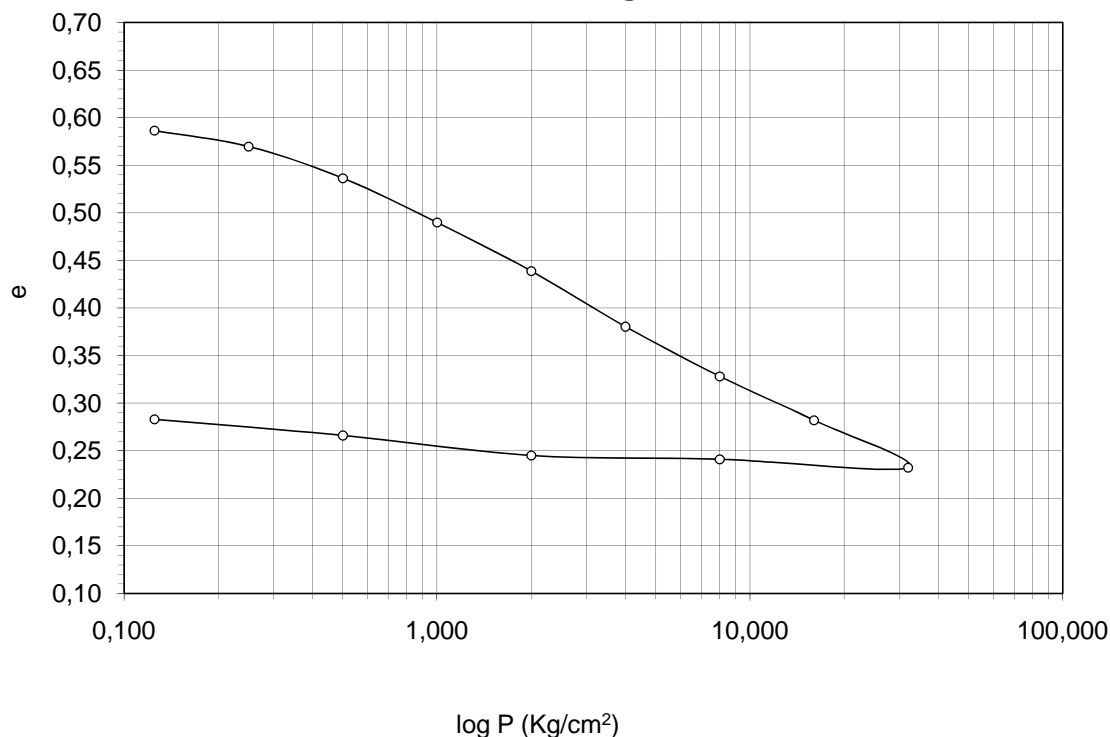
PROVA EDOMETRICA
sec. Normativa Racc. AGI 1994

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONE

Dimensioni del provino:	H = 23 mm	A = 20,00 cm ²	Diametro = 50,47 mm
Temperatura esecuzione prova: 21 C°			
γ_n g/cm ³	γ_s g/cm ³	W%	e
1,917	2,584	17,70	0,590
γ_n KN/m ³	γ_s KN/m ³	W%	e
18,80	25,34	17,70	0,590
γ_d g/cm ³			γ_d g/cm ³
			1,629
γ_d KN/m ³			γ_d KN/m ³
			15,97
			n
			0,370

H mm	e ₀										
20	0,590										
P (Kg/cm ²)	P (Kpa)	dH mm	ϵ_v	e	a _v (cm ² /kg)	a _v (1/KPa)	m _v (cm ² /kg)	m _v (1/KPa)	Ed (kg/cm ²)	Ed (KPa)	
0,125	12,25	0,049	0,245	0,586	***	***	***	***	***	***	
0,25	24,52	0,259	1,295	0,569	0,134	1,36E-03	0,084	8,57E-04	11,905	1167,458	
0,50	49,00	0,677	3,385	0,536	0,133	1,36E-03	0,084	8,52E-04	11,962	1173,044	
1,00	98,07	1,263	6,315	0,490	0,093	9,50E-04	0,059	5,98E-04	17,065	1673,490	
2,00	196,10	1,905	9,525	0,439	0,051	5,20E-04	0,032	3,27E-04	31,153	3055,031	
4,00	392,27	2,638	13,190	0,380	0,029	2,97E-04	0,018	1,87E-04	54,570	5351,514	
8,00	784,53	3,294	16,470	0,328	0,013	1,33E-04	0,008	8,36E-05	121,951	11959,329	
16,00	1569,00	3,873	19,365	0,282	0,006	5,87E-05	0,004	3,69E-05	276,339	27099,551	
32,00	3138,13	4,500	22,500	0,232	0,003	3,18E-05	0,002	2,00E-05	510,367	50049,888	
16,00	1569,00	**	**	**							
8,00	784,53	4,387	21,935	0,241							
4,00	392,27	**	**	**							
2,00	196,10	4,334	21,670	0,245							
1,00	98,07	**	**	**							
0,50	49,00	4,072	20,360	0,266							
0,25	24,52	**	**	**							
0,125	12,25	3,864	19,320	0,283							

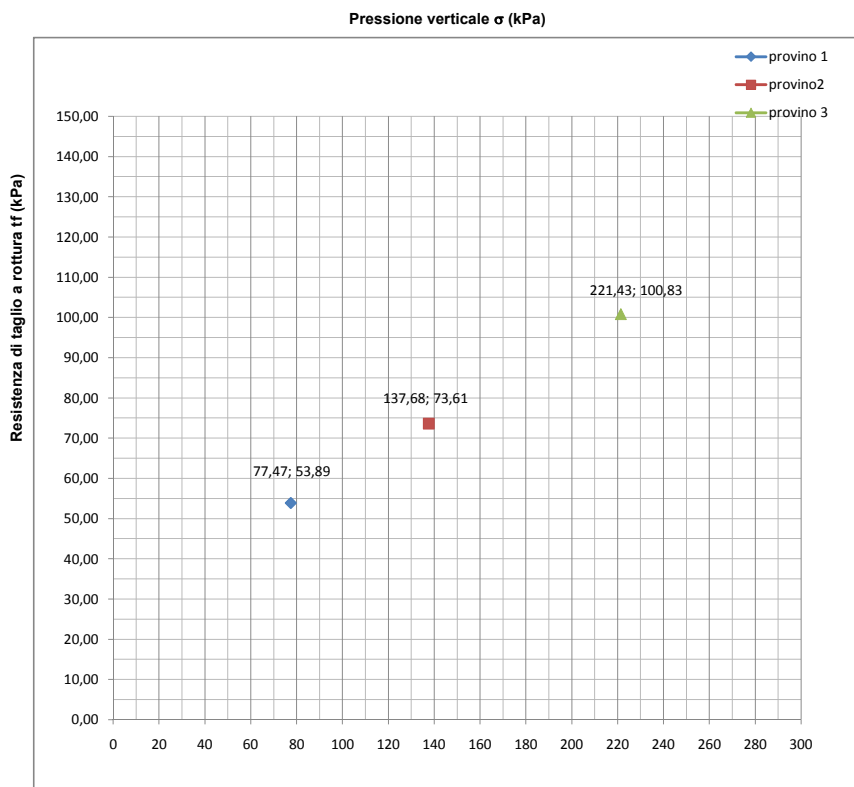
Grafico e - log P



Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota" Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)		Profondità prelievo campione: 12,00 – 12,60
	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali.		
Progetto:	CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005		
Sigla campione:	S5 C2 - frazione limosa		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico		
Note:	*****		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
sec. Raccomandazione AGI 1994
Diagramma " s - t " INVILUPPO DELLA RETTA DI COULOMB

PROVINO 1		PROVINO 2		PROVINO 3	
Carico verticale: σ (kPa)	77,47	Carico verticale: σ (kPa)	137,68	Carico verticale: σ (kPa)	221,43
Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,004	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,004	Velocità scorrimento: V (mm/min)	0,004
Resistenza a rottura: τ_f (kPa)	53,89	Resistenza a rottura: τ_f (kPa)	73,61	Resistenza a rottura: τ_f (kPa)	100,83
Def. orizzontale a rottura: So (mm)	6,700	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	3,350	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	2,600
Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,278	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,076	Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,016



Certificato n. 1499/04/13 del 07/10/2013 N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)
Verbale accettazione n. 04/13 del 03/07/2013
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013 Fine prova: 22/07/2013

GEODES LABORATORI SNC
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Signature]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

[Signature]



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.Iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

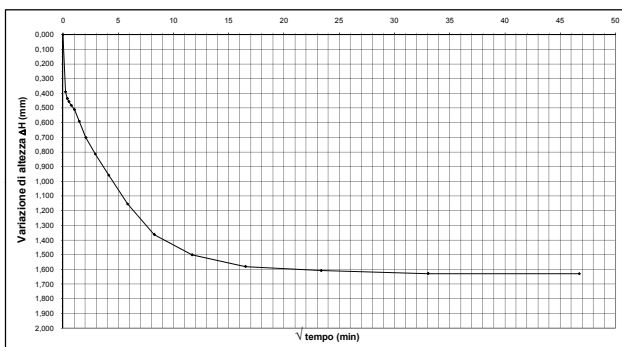
Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali.
Progetto: CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico
Note:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
sec. Raccomandazione AGI 1994
Provino I - carico verticale: 77,47 Kpa

PARAMETRI FISICI INIZIALI DEL PROVINO			FASE DI CONSOLIDAZIONE			FASE DI ROTTURA		
Contenuto di acqua: w	(%)	21,70	Carico verticale: σ	(kPa)	77,47	Carico verticale: σ	(kPa)	77,47
Peso di volume naturale: γ_n	(KN/m ³)	19,88	Tempo di consolidazione: T	(min)	2184	Velocità di scorrimento: V	(mm/min)	0,004
Peso di volume secco: γ_d	(KN/m ³)	16,33	Variazione di altezza: ΔH	(mm)	1,629	Resistenza di taglio a rottura: τ_f	(kPa)	53,889
Peso specifico dei grani: γ_s	(KN/m ³)	26,44	Altezza corretta: H_f	(mm)	18,371	Def. orizzontale a rottura: S_o	(mm)	6,700
Indice dei vuoti: e	(-)	0,620				Def. verticale a rottura: S_v	(mm)	0,278

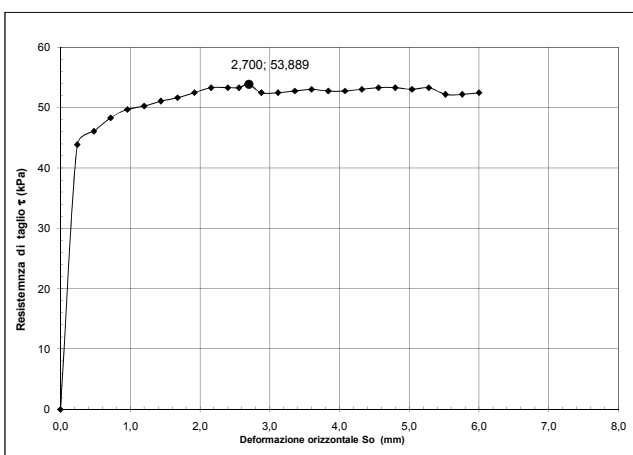
DIMENSIONI DEL PROVINO		Sezione (quadrata):	A	(cm ²)	36,00	Altezza provino:	H _o	(mm)	20,00
------------------------	--	---------------------	---	--------------------	-------	------------------	----------------	------	-------

FASE DI CONSOLIDAZIONE



ΔH (mm)	t (min)	\sqrt{t} (min)
0,000	0,00	0,00
0,389	0,05	0,22
0,435	0,15	0,39
0,456	0,28	0,53
0,481	0,55	0,74
0,511	1,08	1,04
0,590	2,15	1,47
0,701	4,28	2,07
0,814	8,55	2,92
0,957	17,08	4,13
1,154	34,15	5,84
1,362	68,28	8,26
1,500	136,55	11,69
1,580	273,08	16,53
1,608	546,15	23,37
1,628	1092,28	33,05
1,629	2184,00	46,73

FASE DI ROTTURA



ΔS (mm)	ΔH (mm)	t (min)	τ (kPa)
0,000	0,000	0	0,000
0,240	0,006	60	43,889
0,480	0,027	120	46,111
0,720	0,047	180	48,333
0,960	0,057	240	49,722
1,200	0,067	300	50,278
1,440	0,086	360	51,111
1,680	0,099	420	51,667
1,920	0,119	480	52,500
2,160	0,134	540	53,333
2,400	0,152	600	53,333
2,560	0,164	640	53,333
2,700	0,168	675	53,889
2,880	0,184	720	52,500
3,120	0,199	780	52,500
3,360	0,215	840	52,778
3,600	0,229	900	53,056
3,840	0,239	960	52,778
4,080	0,243	1020	52,778
4,320	0,254	1080	53,056
4,560	0,263	1140	53,333
4,800	0,270	1200	53,333
5,040	0,278	1260	53,056
5,280	0,304	1320	53,333
5,520	0,313	1380	52,222
5,760	0,318	1440	52,222
6,000	0,323	1500	52,500

Certificato n. 1499/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013

del 07/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 22/07/2013

GEODES LABORATORI snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
GSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)
Sito prelievo: Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60
Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali.
Progetto: CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005
Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico
Note:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

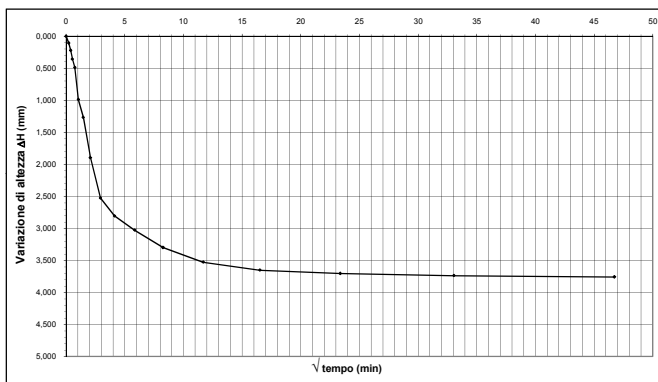
sec. Raccomandazione AGI 1994

Provino II - carico verticale: 137,68 Kpa

PARAMETRI FISICI INIZIALI DEL PROVINO			FASE DI CONSOLIDAZIONE		FASE DI ROTTURA	
Contenuto di acqua: W (%)	21,70		Carico verticale: σ (kPa)	137,68	Carico verticale: σ (kPa)	137,68
Peso di volume naturale: γ_n (KN/m ³)	19,88		Tempo di consolidazione: T (min)	2184	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,004
Peso di volume secco: γ_d (KN/m ³)	16,33		Variazione di altezza: ΔH (mm)	3,757	Resistenza di taglio a rottura: τ_f (kPa)	73,611
Peso specifico dei grani: γ_s (KN/m ³)	26,44		Altezza corretta: Hf (mm)	16,243	Def. orizzontale a rottura: So (mm)	3,350
Indice dei vuoti: e (-)	0,620				Def. verticale a rottura: Sv (mm)	0,076

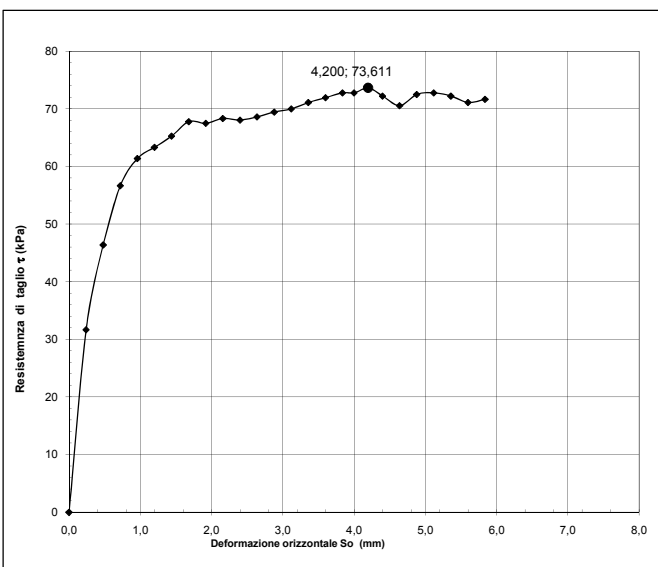
DIMENSIONI DEL PROVINO		Sezione (quadrata): A (cm ²)	36,00	Altezza provino: Ho (mm)	20,00
------------------------	--	--	-------	--------------------------	-------

FASE DI CONSOLIDAZIONE



Δh (mm)	t min	γ_t (min)
0,000	0,00	0,00
0,105	0,05	0,22
0,220	0,15	0,39
0,358	0,28	0,53
0,489	0,55	0,74
0,987	1,08	1,04
1,267	2,15	1,47
1,895	4,28	2,07
2,525	8,55	2,92
2,804	17,08	4,13
3,027	34,15	5,84
3,298	68,28	8,26
3,526	136,55	11,69
3,651	273,08	16,53
3,703	546,15	23,37
3,736	1092,28	33,05
3,757	2184,00	46,73

FASE DI ROTTURA



ΔS (mm)	ΔH (mm)	t (min)	τ (kPa)
0,000	0,000	0	0,000
0,240	0,006	60	31,667
0,480	0,018	120	46,389
0,720	0,037	180	56,667
0,960	0,087	240	61,389
1,200	0,147	300	63,333
1,440	0,201	360	65,278
1,680	0,255	420	67,778
1,920	0,308	480	67,500
2,160	0,351	540	68,333
2,400	0,392	600	68,056
2,640	0,434	660	68,611
2,880	0,466	720	69,444
3,120	0,500	780	70,000
3,360	0,524	840	71,111
3,600	0,546	900	71,944
3,840	0,561	960	72,778
4,000	0,571	1000	72,778
4,200	0,583	1050	73,611
4,400	0,595	1100	72,222
4,640	0,610	1160	70,556
4,880	0,619	1220	72,500
5,120	0,627	1280	72,778
5,360	0,634	1340	72,222
5,600	0,638	1400	71,111
5,840	0,640	1460	71,667
***	***	***	***
***	***	***	***
***	***	***	***

Certificato n. 1499/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013

del 07/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 22/07/2013

GEODES LABORATORI Snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

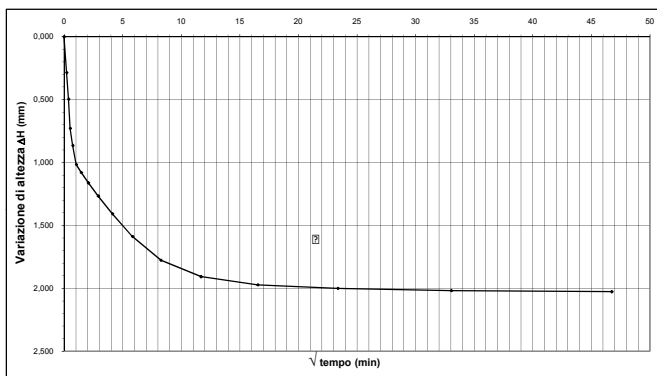
Committente:	Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)		
Sito prelievo:	Impianto di "Casa Rota"		
	Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR)	Profondità prelievo campione:	12,00 - 12,60
Progetto:	Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali.		
Sigla campione:	S5 C2 - frazione limosa		
Descrizione:	Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico		
Note:			

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
sec. Raccomandazione AGI 1994
Provino III - carico verticale: 221,43 Kpa

PARAMETRI FISICI INIZIALI DEL PROVINO			FASE DI CONSOLIDAZIONE		FASE DI ROTTURA	
Contenuto di acqua: W (%)	21,70		Carico verticale: σ (kPa)	221,43	Carico verticale: σ (kPa)	221,43
Peso di volume naturale: γ_n (KN/m ³)	19,88		Tempo di consolidazione: T (min)	2184	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,004
Peso di volume secco: γ_d (KN/m ³)	16,33		Variazione di altezza: ΔH (mm)	2,027	Resistenza di taglio a rottura: τ_f (kPa)	100,833
Peso specifico dei grani: γ_s (KN/m ³)	26,44		Altezza corretta: H_f (mm)	17,973	Def. orizzontale a rottura: S_o (mm)	2,600
Indice dei vuoti: e (-)	0,620				Def. verticale a rottura: S_v (mm)	0,016

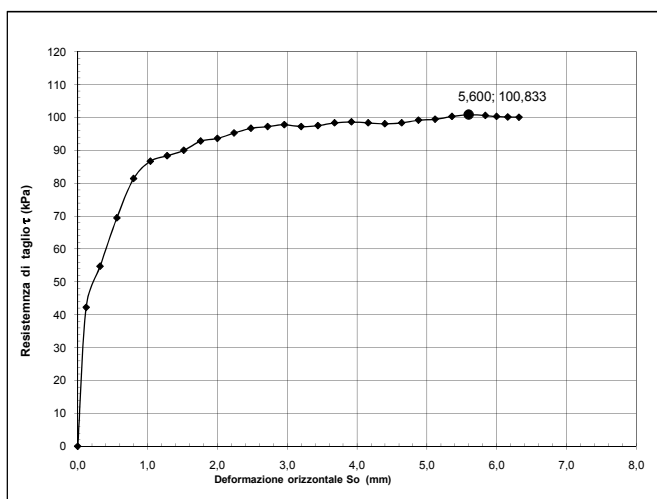
DIMENSIONI DEL PROVINO	Sezione (quadrata):	A (cm ²)	36,00	Altezza provino:	H ₀ (mm)	20,00
------------------------	---------------------	----------------------	-------	------------------	---------------------	-------

FASE DI CONSOLIDAZIONE



ΔH (mm)	t (min)	\sqrt{t} (min)
0,000	0,00	0,00
0,286	0,05	0,22
0,496	0,15	0,39
0,729	0,28	0,53
0,865	0,55	0,74
1,016	1,08	1,04
1,080	2,15	1,47
1,162	4,28	2,07
1,267	8,55	2,92
1,408	17,08	4,13
1,589	34,15	5,84
1,777	68,28	8,26
1,908	136,55	11,69
1,973	273,08	16,53
2,001	546,15	23,37
2,019	1092,28	33,05
2,027	2184,00	46,73

FASE DI ROTTURA



ΔS (mm)	ΔH (mm)	t (min)	τ (kPa)
0,000	0,000	0	0,000
0,120	0,019	30	42,222
0,320	0,090	80	54,722
0,560	0,166	140	69,444
0,800	0,216	200	81,389
1,040	0,252	260	86,667
1,280	0,288	320	88,333
1,520	0,335	380	90,000
1,760	0,378	440	92,778
2,000	0,417	500	93,611
2,240	0,461	560	95,278
2,480	0,502	620	96,667
2,720	0,545	680	97,222
2,960	0,579	740	97,778
3,200	0,614	800	97,222
3,440	0,647	860	97,500
3,680	0,680	920	98,333
3,920	0,713	980	98,611
4,160	0,747	1040	98,333
4,400	0,774	1100	98,056
4,640	0,799	1160	98,333
4,880	0,817	1220	99,167
5,120	0,832	1280	99,444
5,360	0,843	1340	100,278
5,600	0,849	1400	100,833
5,840	0,855	1460	100,556
6,000	0,860	1500	100,278
6,160	0,861	1540	100,111
6,320	0,860	1580	100,058

Certificato n. 1499/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013

del 07/10/2013
del 03/07/2013
Fine prova: 22/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

GEODES LABORATORI snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

Committente: Centro Servizi Ambiente SPA - Via Lungarno 123, Terranuova Bracciolini (AR)

Sito prelievo: Impianto di "Casa Rota"
Str. Prov. 7 di Piantravigne, Terranuova Bracciolini (AR) Profondità prelievo campione: 12,00 - 12,60

Indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali.

Progetto: CIG: 4580877349 - CUP: J73B11000110005

Sigla campione: S5 C2 - frazione limosa

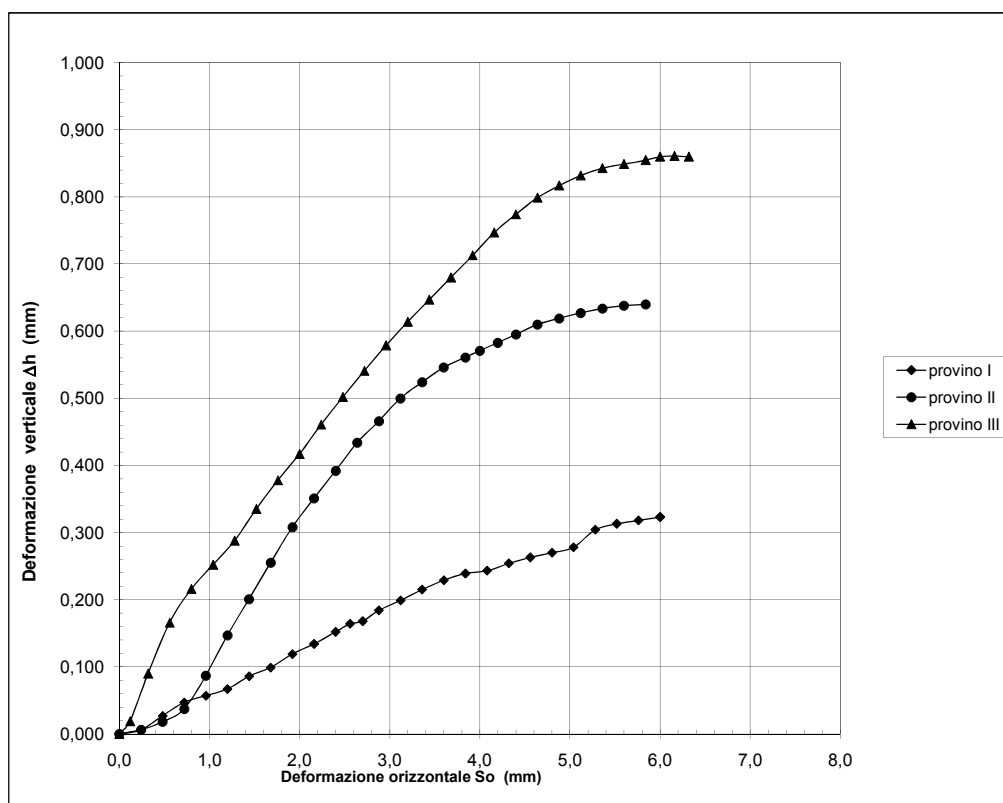
Descrizione: Campione prelevato durante l'esecuzione di un sondaggio geognostico

Note:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA
sec. Raccomandazione AGI 1994

PROVINO I		PROVINO II		PROVINO II	
Carico verticale: σ (kPa)	77,47	Carico verticale: σ (kPa)	137,68	Carico verticale: σ (kPa)	221,43
Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,004	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,004	Velocità di scorrimento: V (mm/min)	0,004
Resistenza di taglio a rottura: τ_f (kPa)	53,89	Resistenza di taglio a rottura: τ_f (kPa)	73,61	Resistenza di taglio a rottura: τ_f (kPa)	100,83
Def. orizzontale a rottura: S_o (mm)	6,700	Def. orizzontale a rottura: S_o (mm)	3,350	Def. orizzontale a rottura: S_o (mm)	2,600
Def. verticale a rottura: S_v (mm)	0,278	Def. verticale a rottura: S_v (mm)	0,076	Def. verticale a rottura: S_v (mm)	0,016

DIMENSIONI DEL PROVINO	Sezione (quadrata): A (cm ²)	36,00	Altezza provino: H_o (mm)	20,00
------------------------	--	-------	-----------------------------	-------

DIAGRAMMA CEDIMENTI VERTICALI - SPOSTAMENTO ORIZZONTALE


Certificato n. 1499/04/13
Verbale accettazione n. 04/13
Data prelievo campione: 15/07/2013
Data ricevimento campione: 15/07/2013
Inizio prova: 19/07/2013

del 07/10/2013
del 03/07/2013

N. Certificati Commessa: 219 (dal n. 1424/04/13 al n. 1642/04/13)

Fine prova: 22/07/2013

GEODES LABORATORI Snc
Prove sulle Terre Decreto n. 2611
Prove in sito Decreto n. 3660
CSLP - STC



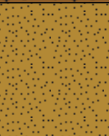
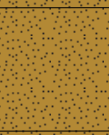
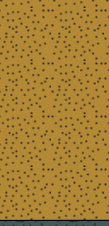
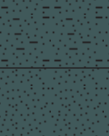

Lo Sperimentatore
Dott.ssa M.G. Bevilacqua

[Firma]

Il Direttore
Dott.ssa E. Maiuri

[Firma]

Committente: CSAI Spa	Profondità sondaggio: 20 metri da p.c.	Quota assoluta p.c.: 138.22 m.s.l.m.	Data inizio: 6 dicembre 2013 Data fine: 9 dicembre 2013
Operatore: Geotecnica Palazzi-Giomarelli srl	Indagine: Indagini integrativa	Tipo carotaggio: Continuo	Scala: 1:100
Direttore Lavori: Geol. Luca Gardone	Sondaggio: S6	Tipo sonda: Beretta T44	Coordinate UTM: X: Y:

Prof (m)	Litologia	Descrizione stratigrafica	% recupero					P.P.-V.T. (kg/cmq)	S.P.T. (n°colpi)	Camp (ind/rim)	H2O (m)	Strum. Incl.		
			20	40	60	80	100							
1.0		Terreno vegetale a granulometria sabbiosa di colore marrone, poco addensato.							4.2	3.0 2-2-3				
1.4									2.4					
2.0		Sabbie da fini a medie debolmente limose, colore ocra, da addensate a poco addensate.							4.2					
									3.4					
3.0									1.4					
3.3		Sabbie limose passante a limi sabbiosi, colore ocra, moderatamente addensati							1.1					
4.0									2.2					
5.0									1.2					
6.0		Sabbie da medie a fine con presenza di acqua. Colore ocra e molto molle, con un livello di ghiaie fine monometriche tra 7.00 e 7.20m.							1.2					
									2.2					
7.0										0.5				
8.0										0.3				
9.0		Limi sabbiosi da colore grigio-azzurro, moderatamente addensati passante a sabbie da media a grossolana, monometriche e monogeniche da colore grigio-azzurro.							0.5					
										6.35				
10.0										3-5-5				
11.0									2.4	7.5			C1	8.0
12.0										3.6			8.1	9-12-15
13.0										4.5				
14.0										2.2				
15.0										3.1				
16.0										4.0				
17.0										4.2				
18.0										4.2				
19.0										5.7				
20.0										4.5				
										4.0				
										4.2				
									4.2					
									5.7					
									4.5					
									4.0					
									5.5					
									4.6					
									Rif					
									4.5					
									Rif					
									3.0					
									4.4					
									4.8					
									5.0	15.0			C2	
									5.0	15.5				
									Rif					
									Rif					
									Rif					
									Rif					
									4.0					
									4.7					
									4.0					
									5.0					
									Rif					
									Rif					
									Rif					



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 80/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data apertura campione: 18/12/13

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 35 cm: sabbia limosa argillosa molto addensata

colore grigio bluastro

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, limiti, limite di ritiro, granulometria,
peso specifico dei grani, edometria e taglio



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 80/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 19/12/13 - 30/12/13

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) = 17.65%

Limite di liquidità (LL) = 30.7%

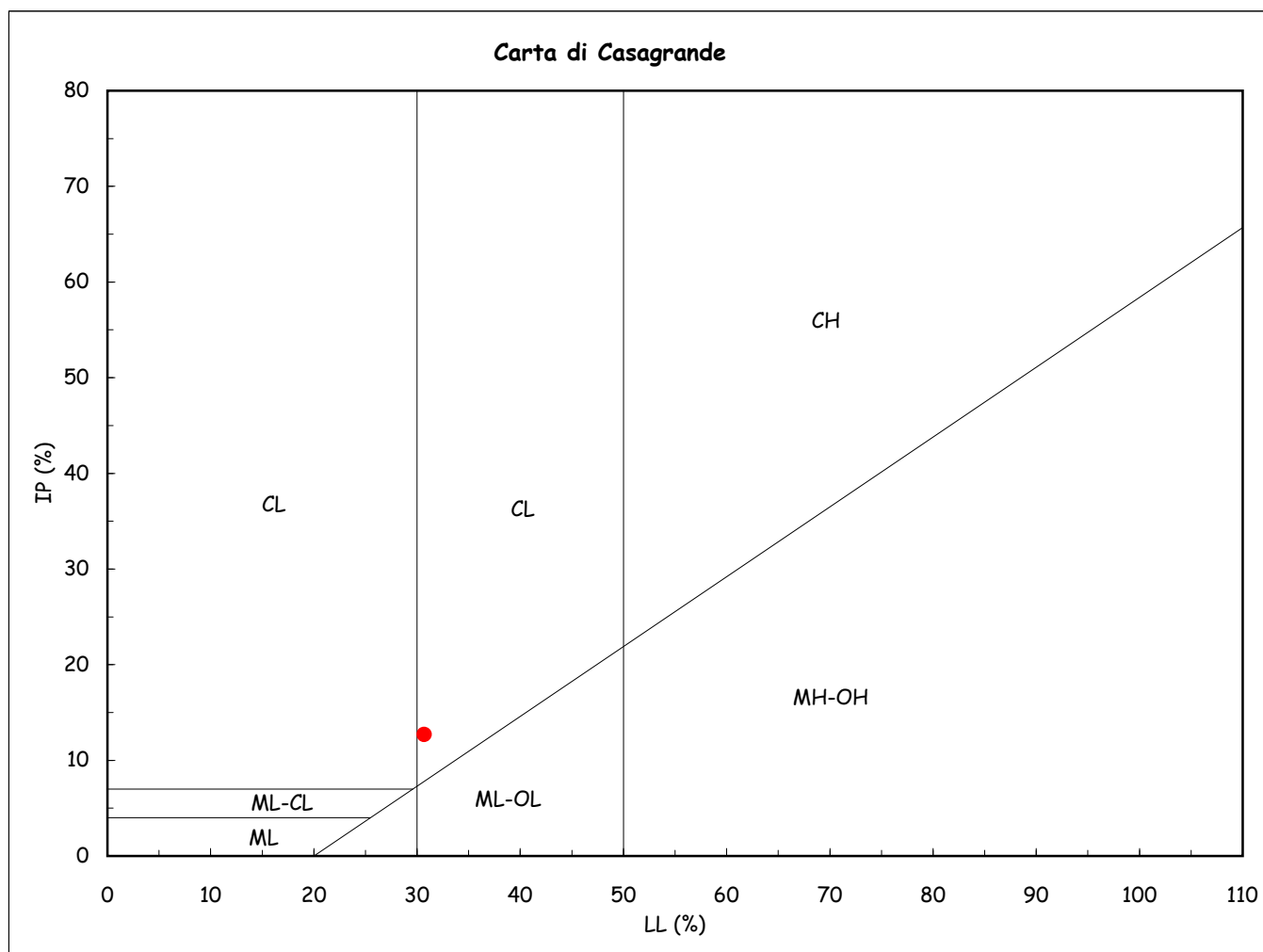
Limite di plasticità (LP) = 18.0%

Indice di plasticità (IP) = 12.7%

Indice di consistenza (Ic) = 1.03

Indice di attività (Iat) = 0.69

CL = argille inorganiche di
media plasticità



Classificazione UNI 10006

Gruppo: A6

Indice di gruppo: 4

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 81/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

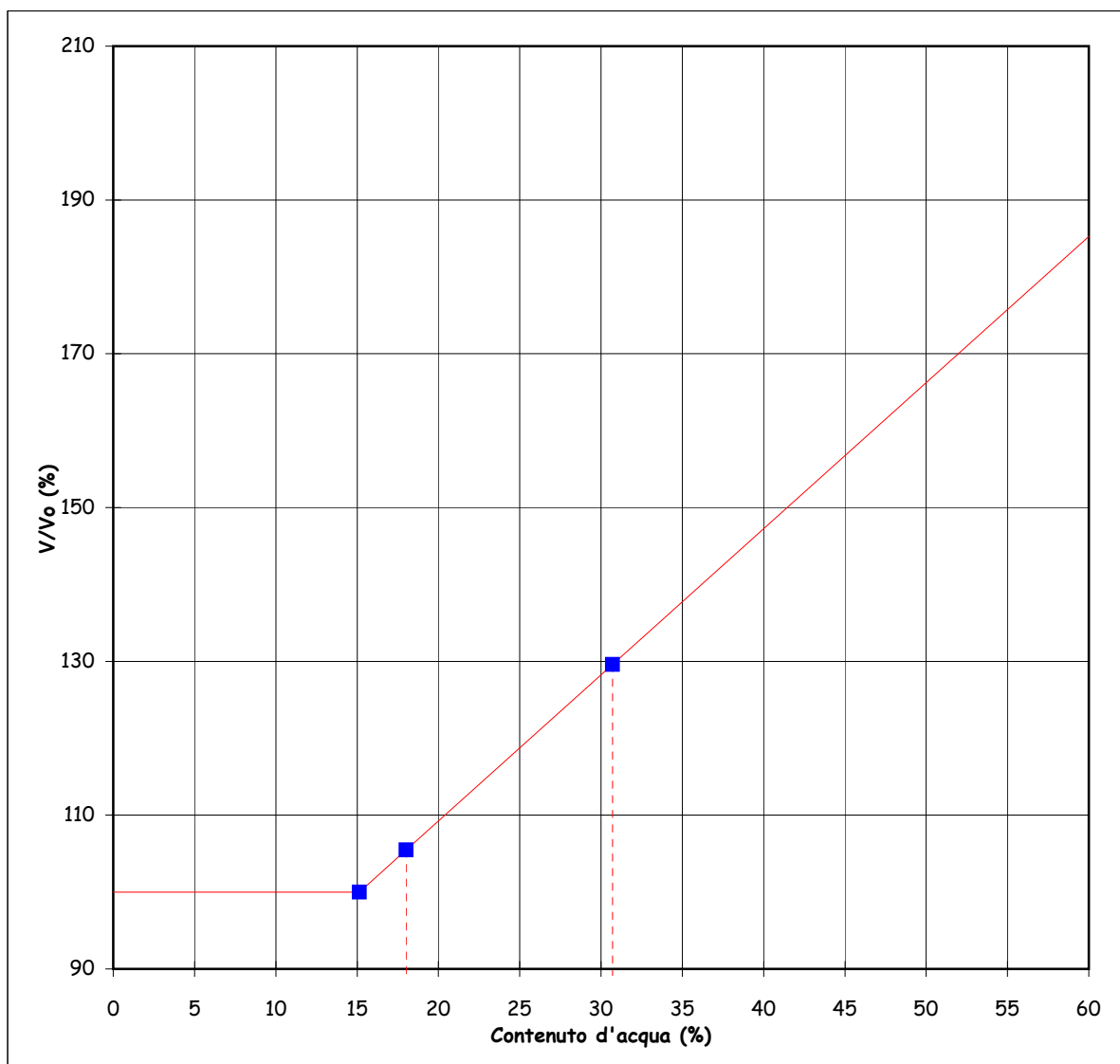
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 19/12/13 - 30/12/13

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (Ws) = 15.1%

Coefficiente di ritiro (Rs) = 1.90



Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 82/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

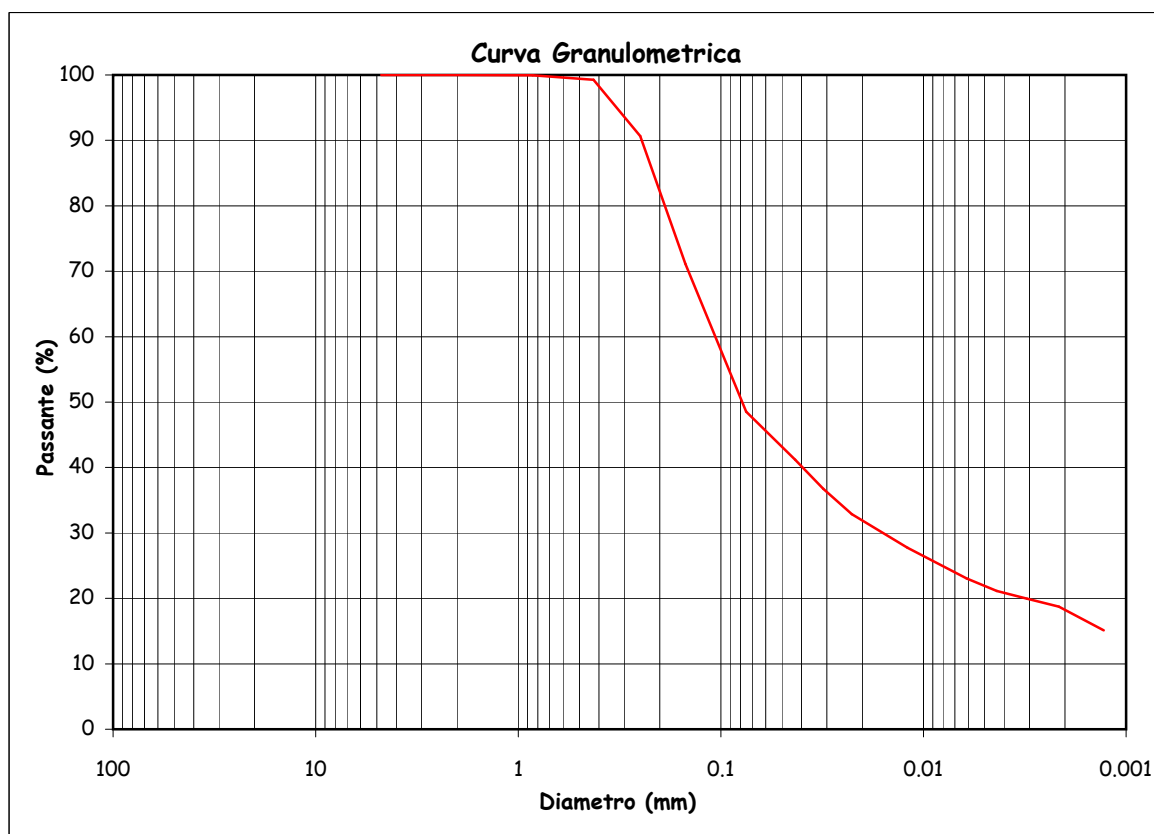
Data prova: 19/12/13 - 31/12/13

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
4.75	100	0.0430	41.2
2	99.99	0.0312	36.7
0.850	99.93	0.0226	32.9
0.425	99.25	0.0120	27.8
0.250	90.67	0.0061	23.1
0.150	71.12	0.0044	21.1
0.075	48.53	0.0031	20.0
		0.0022	18.7
		0.0013	15.1



Ghiaia: 0.0%

Sabbia: 54.4%

Limo: 27.4%

Argilla: 18.2%

Sabbia con limo argillosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160 -

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 83/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 19/12/13 - 30/12/13

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m³) 26.46

Peso di volume secco (kN/m³) 17.2

Indice dei vuoti 0.540

Grado di saturazione (%) 92.78

Contenuto d'acqua (%) 18.55

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 84/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m	Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 18/12/13 - 02/01/14

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19.981	18.412
Volume (cmc)	40.168	37.014
Peso di volume naturale (kN/m ³)	20.4	21.6
Peso di volume secco (kN/m ³)	17.2	18.64
Contenuto d'acqua (%)	18.55	15.70
Indice dei vuoti	0.540	

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m ² /kN)	Av (m ² /kN)
12.2	0.000	0.540	--	--
24.4	0.000	0.540	0.0000000	0.0000000
48.8	0.242	0.537	0.0000992	0.0001528
97.6	0.630	0.531	0.0000796	0.0001225
195.1	1.403	0.519	0.0000792	0.0001220
390.3	2.353	0.504	0.0000487	0.0000750
780.5	4.431	0.472	0.0000533	0.0000820
1561.1	7.232	0.429	0.0000359	0.0000553
3122.2	10.532	0.378	0.0000211	0.0000326
780.5	10.066	0.385	0.0000020	0.0000031
195.1	9.194	0.399	0.0000149	0.0000230
48.8	7.852	0.419	0.0000916	0.0001412

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

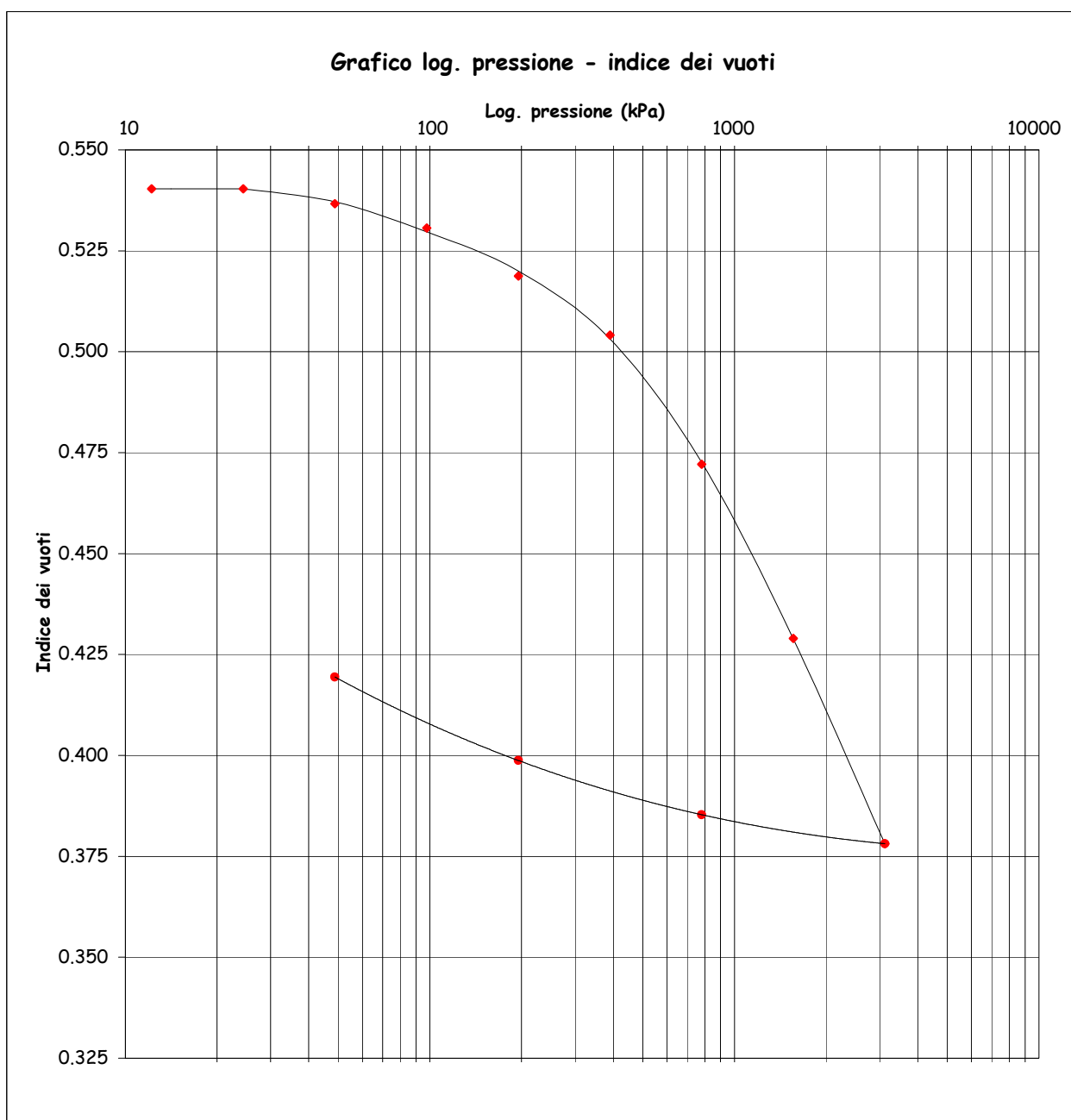
Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 18/12/13 - 02/01/14



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni
Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni
Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 3 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 18/12/13 - 02/01/14

Cedimento in funzione del tempo

carico da 97.6 a 195.1 kPa		carico da 195.1 a 390.3 kPa	
tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)
0.10	293.00	0.10	475.000
0.17	299.15	0.17	483.000
0.25	304.50	0.25	490.500
0.50	315.00	0.50	506.150
1.00	325.50	1.00	524.150
2.00	337.10	2.00	546.900
4.00	348.00	4.00	567.500
8.00	356.00	8.00	584.850
15.00	361.00	15.00	596.250
30.00	365.00	30.00	603.600
60.00	368.15	60.00	610.000
120.00	372.00	120.00	614.500
240.00	374.50	240.00	618.650
500.00	376.85	455.00	623.900
1455.00	381.85	1456.00	628.100

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 4 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

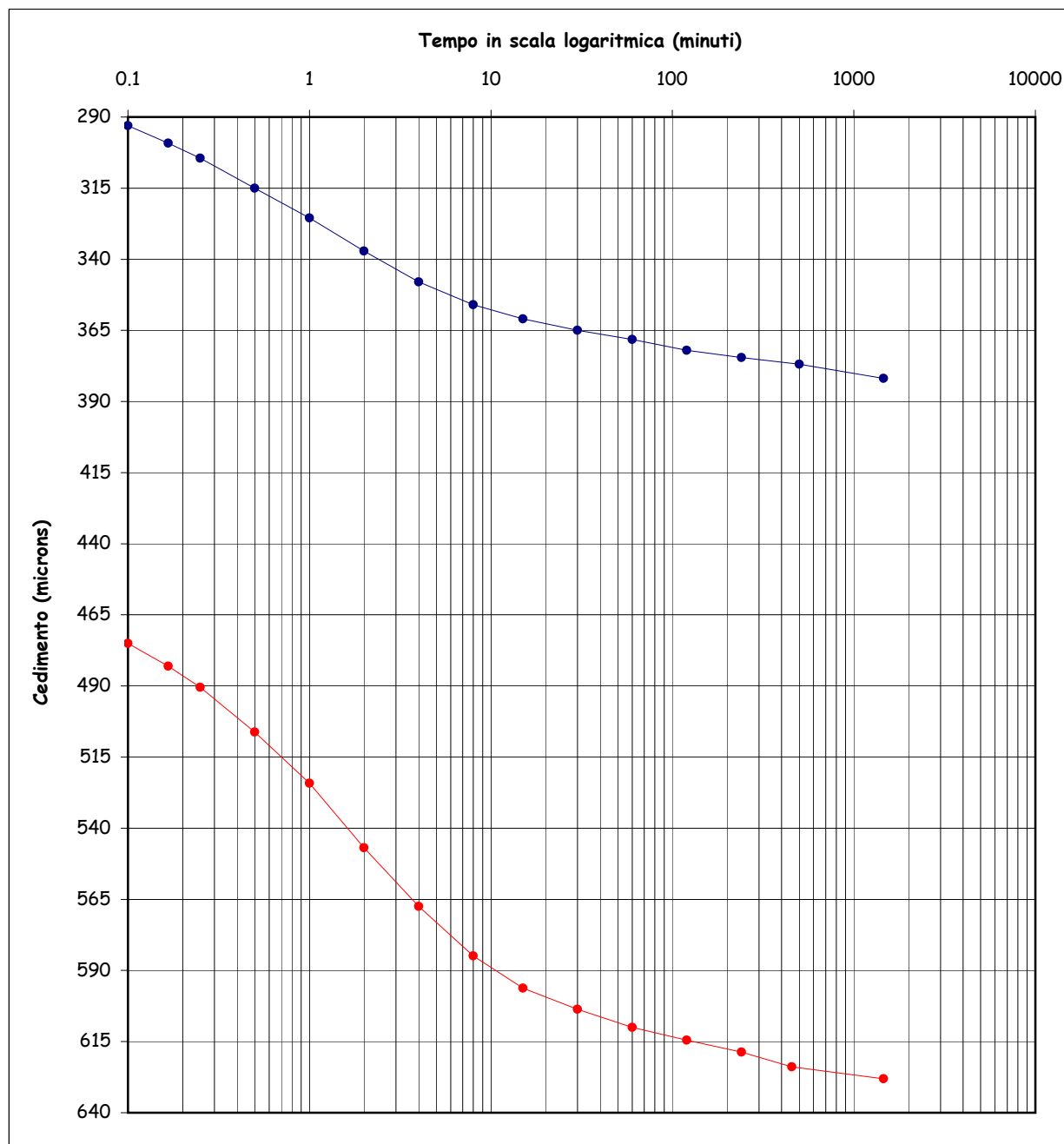
Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 18/12/13 - 02/01/14



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N. 85/2014**

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 18/12/14 - 27/12/14

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)**Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)****Prova di taglio (ASTM D 3080/72)**

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (kN/m ³)	19.9	20.1	20.0
Peso di volume umido finale (kN/m ³)	20.4	21.4	21.2
Peso di volume secco iniziale (kN/m ³)	16.7	17.0	16.7
Peso di volume secco finale (kN/m ³)	16.9	17.7	17.7
Contenuto d'acqua iniziale (%)	19.19	18.58	19.80
Contenuto d'acqua finale (%)	20.85	20.87	20.07
Velocità di deformazione (mm/min.)	0.0020	0.0020	0.0020
Sigma (kPa)	98.1	196.1	294.2
Tau a rottura (kPa)	82.6	136.4	194.7

Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau	Scorrimento	Tau
(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)	(mm)	(kPa)
0.09	4.3	0.08	11.5	0.11	20.3
0.22	11.8	0.15	21.4	0.26	42.8
0.36	16.8	0.25	28.5	0.44	62.9
0.51	22.8	0.41	44.9	0.60	86.5
0.65	29.6	0.56	62.0	0.75	106.6
0.79	35.9	0.72	75.8	0.90	121.5
0.93	41.6	0.89	87.9	1.07	133.4
1.06	46.6	1.05	96.4	1.24	143.4
1.21	51.8	1.22	104.1	1.42	151.8
1.35	56.3	1.40	110.5	1.59	160.1
1.49	60.9	1.58	116.5	1.77	167.0
1.64	65.9	1.76	121.8	1.95	173.1
1.78	69.4	1.94	125.6	2.13	179.0
1.93	73.0	2.12	128.7	2.31	184.2
2.08	76.3	2.31	130.8	2.50	188.0
2.22	79.4	2.49	133.4	2.69	190.8
2.37	81.2	2.68	135.2	2.87	192.5
2.52	82.6	2.88	136.4	3.25	194.7
2.71	82.1	3.12	136.1	3.64	194.2
2.86	81.8	3.32	135.2	4.02	193.3
3.01	81.2	3.53	132.8	4.36	193.0

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro CaloniIl direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 85/2014

CAMPIONE: S6C1 profondità 7.5 - 8.1 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

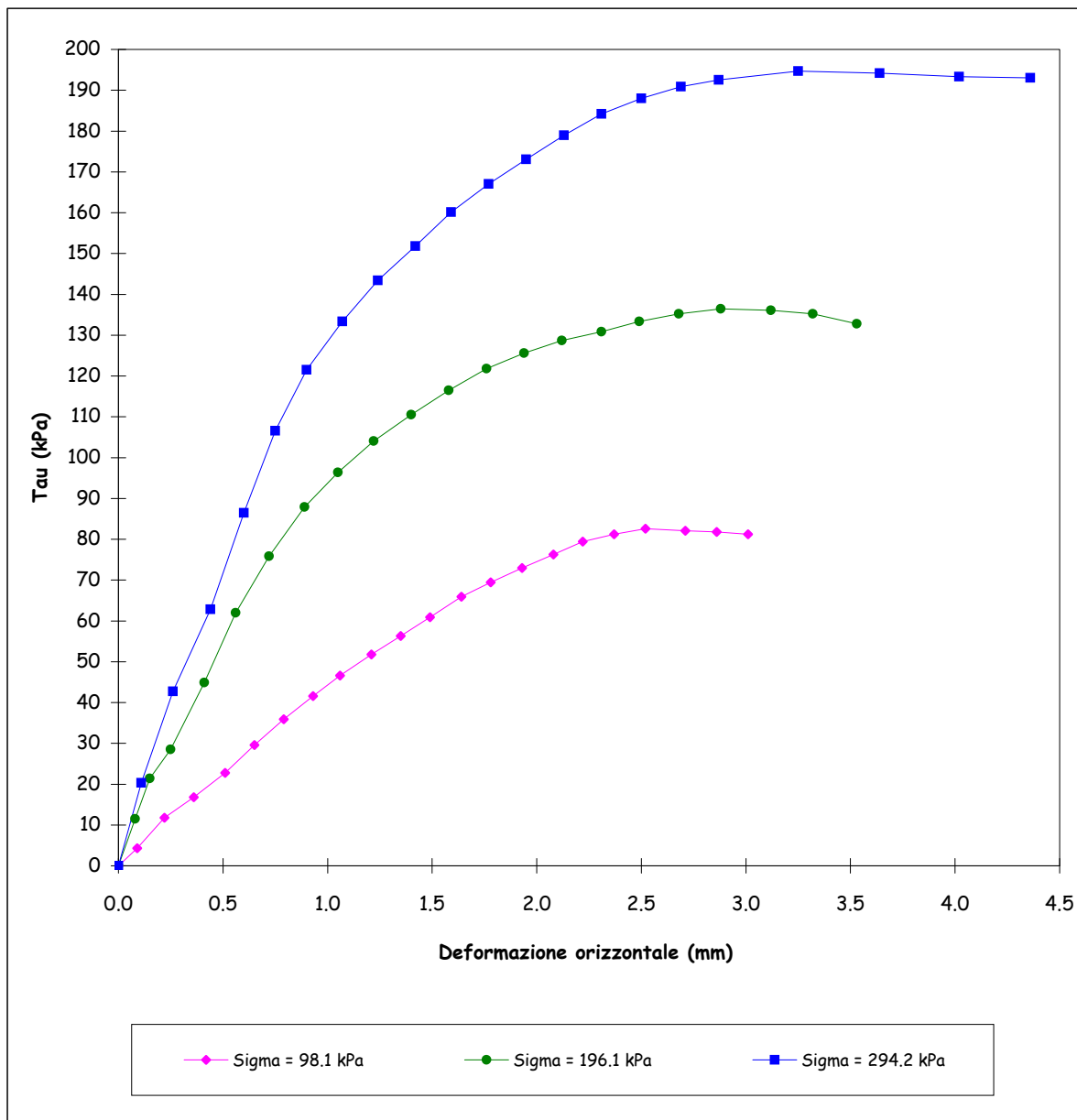
V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 18/12/14 - 27/12/14

Prova di taglio (ASTM D 3080/72)

Grafico Deformazione orizzontale - Tau



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
V.A. n. 221/13 del 10/12/13

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 80-85/2014

CAMPIONE	S6C1
Profondità metri	7.5 - 8.1
Prova di taglio	
C (kPa)	25.8
ϕ (°)	29.8
Prova edometrica	
Cr (indice di ricomprensione)	0.01612
Cc (indice di compressione)	0.15610
Cs (indice di rigonfiamento)	0.02832
σ'_{vmax} (kPa)	409.8
Cv (cm ² /sec)	4.699E-03
K (cm/sec)	1.839E-08
Cv (cm ² /sec)	2.953E-03
K (cm/sec)	1.081E-08
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	20.1
Peso volume secco (kN/m ³)	16.9
Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26.46
Indice dei vuoti	0.540
Grado di saturazione (%)	92.78
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	17.65
Limite liquido (%)	30.7
Limite plastico (%)	18.0
Indice di plasticità (%)	12.7
Indice di consistenza	1.03
Indice di attività	0.69
Classificaz. Casagrande	CL
Limite di Ritiro	
Limite di ritiro (%)	15.1
Coefficiente di ritiro	1.90
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.0
Sabbia (%)	54.4
Limo (%)	27.4
Argilla (%)	18.2
Classificazione UNI 10006	
Gruppo	A6
Indice di gruppo	4

Michèle Calmo





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 2

CERTIFICATO DI PROVA N. 86/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data apertura campione: 18/12/13

Descrizione del campione

Campione indisturbato prelevato con campionatore Shelby di diametro di 88.9 mm
da sondaggio eseguito a rotazione a carotaggio continuo

0 - 53 cm: argilla limosa molto consistente, con sporadiche concrezioni carbonatiche
colore grigio bluastrò chiaro con spalmature oliva

prove eseguite: umidità naturale, peso di volume, limiti, limite di ritiro, granulometria,
peso specifico dei grani, edometria e triassiale C.U.



Classe e grado di qualità (sec. A.G.I.)

Campione indisturbato Q-5

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni



Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni



CERTIFICATO DI PROVA N. 86/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 13/01/14 - 29/01/14

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Limiti di Atterberg (CNR-UNI 10014)

Contenuto d'acqua (Wn) = 30.16%

Limite di liquidità (LL) = 69.2%

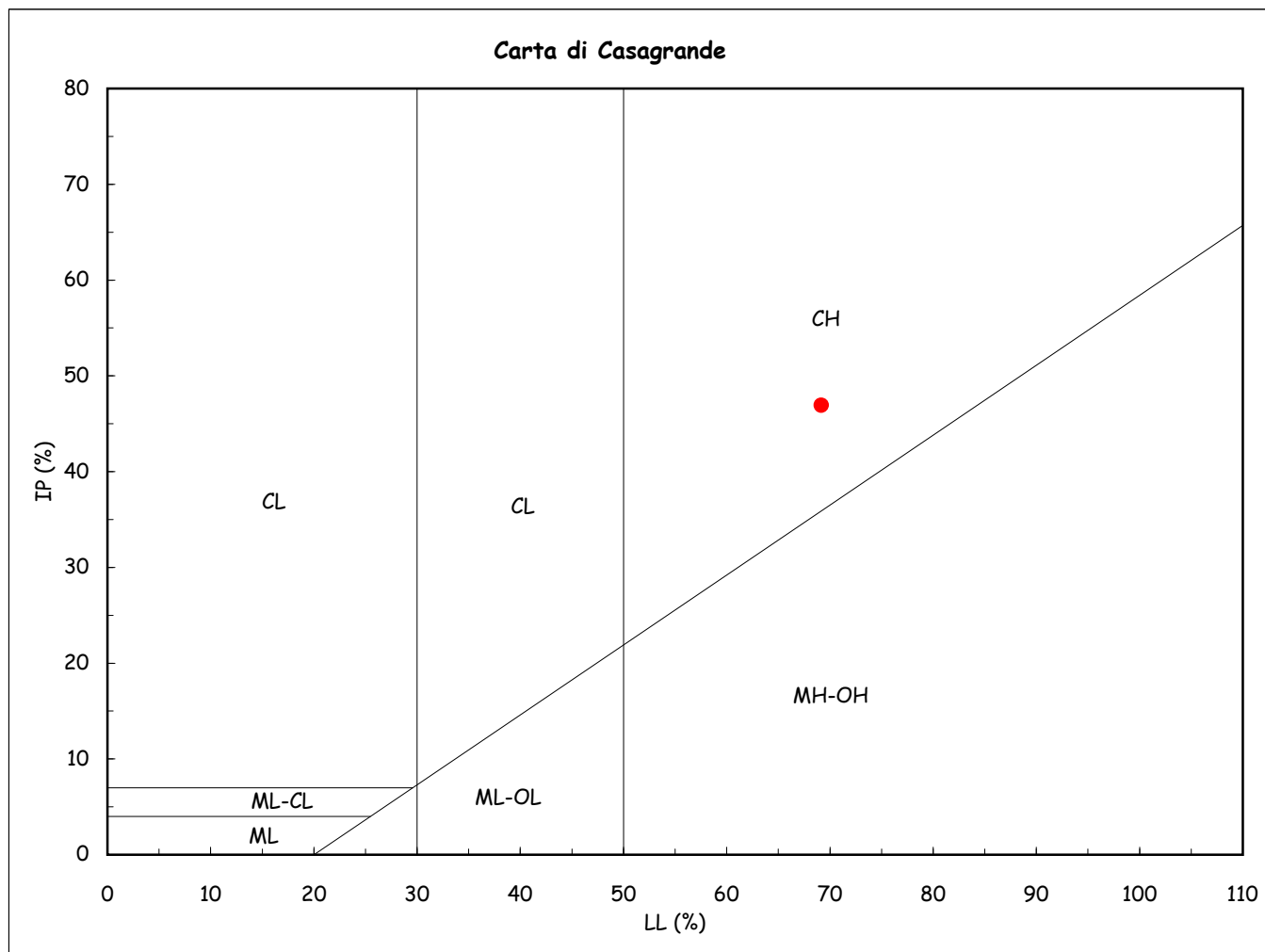
Limite di plasticità (LP) = 22.2%

Indice di plasticità (IP) = 46.9%

Indice di consistenza (Ic) = 0.83

Indice di attività (Iat) = 0.70

CH = argille inorganiche di
alta plasticità



Classificazione UNI 10006

Gruppo: A7-6

Indice di gruppo: 20

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 87/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

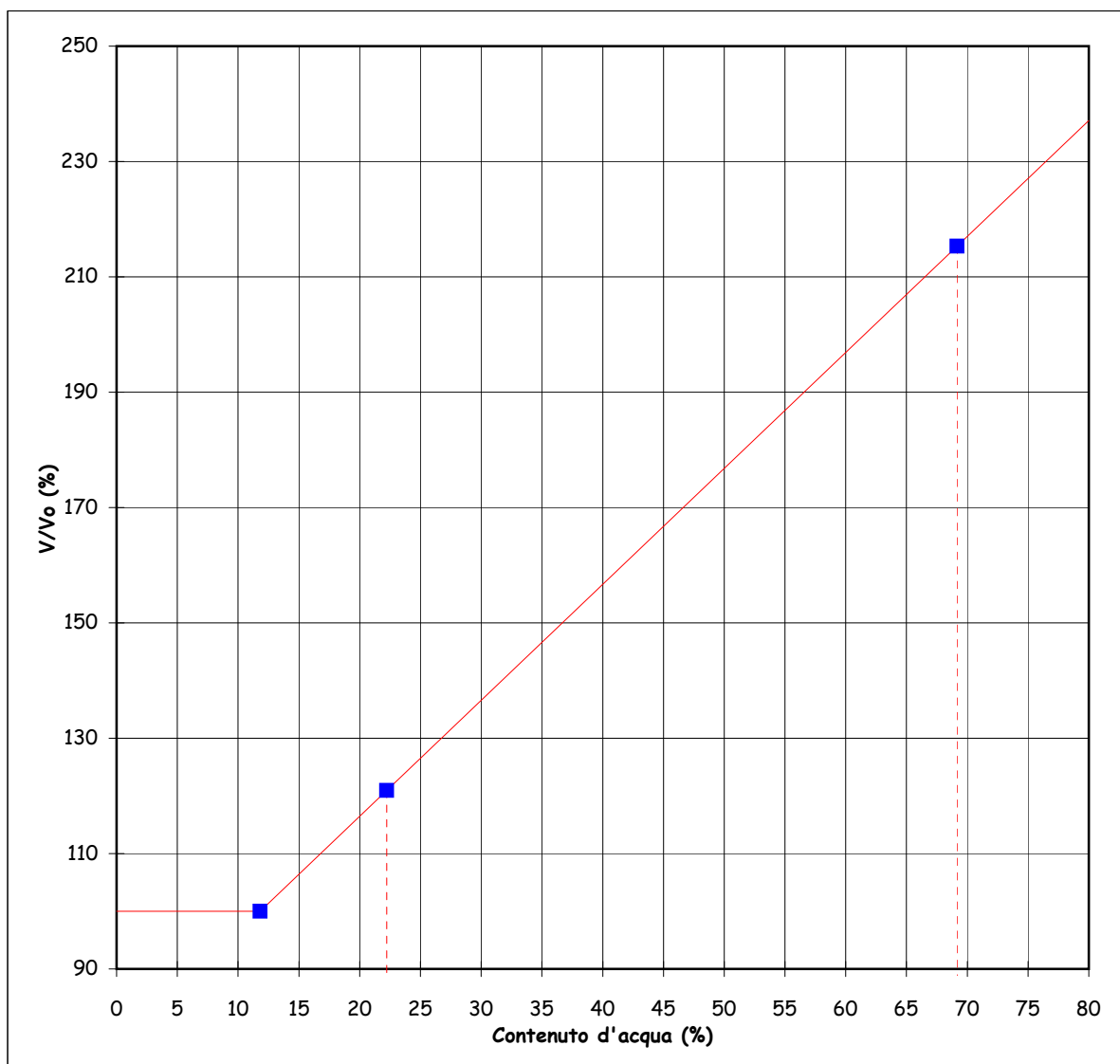
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 13/01/14 - 29/01/14

Limite di ritiro (CNR-UNI 10014)

Limite di ritiro (W_s) = 11.8%

Coefficiente di ritiro (R_s) = 2.01



Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 88/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

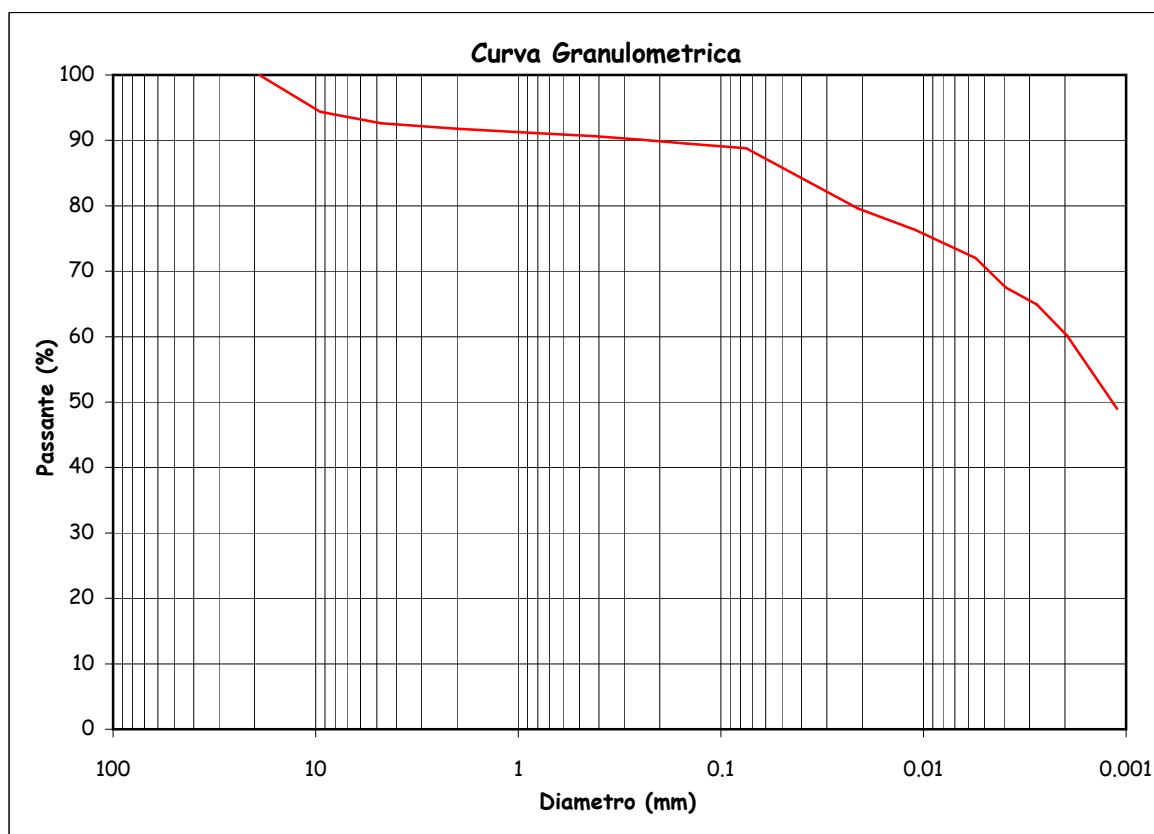
Data prova: 13/01/14 - 25/01/14

Analisi granulometrica

Setacciatura: per via umida (ASTM D 421)

Frazione fine: metodo del densimetro (ASTM D 422)

Setacciatura		Sedimentazione	
Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
19	100	0.0211	79.6
9.50	94.38	0.0110	76.3
4.75	92.64	0.0055	72.0
2	91.79	0.0039	67.5
0.850	91.16	0.0028	64.9
0.425	90.64	0.0020	60.1
0.250	90.11	0.0011	49.0
0.150	89.53	0.0020	60.1
0.075	88.78	0.0011	49.0



Ghiaia: 8.2%

Sabbia: 4.6%

Limo: 26.6%

Argilla: 60.6%

Argilla con limo debolmente ghiaiosa (sec A.G.I.)

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160 -

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 1

CERTIFICATO DI PROVA N. 89/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 23/01/14 - 28/01/14

Peso specifico dei grani (CNR-UNI 10013)

Peso specifico dei grani (kN/m³) 26.92

Peso di volume secco (kN/m³) 15.5

Indice dei vuoti 0.732

Grado di saturazione (%) 99.24

Contenuto d'acqua (%) 26.41

Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni



IGETECMA s.a.s - Sede laboratorio : Via delle Pratella 18/20, Montelupo Fiorentino - tel. 0571/1738160

Fax : 055/7320415 - P.IVA 04576560488 - www.igetecma.it



IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 1 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 90/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 13/01/14 - 28/01/14

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova edometrica a gradini di carico costante (ASTM 2435)

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19.928	19.470
Volume (cmc)	39.727	38.814
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19.7	20.1
Peso di volume secco (kN/m ³)	15.5	15.91
Contenuto d'acqua (%)	26.41	26.42
Indice dei vuoti	0.732	

Pressione (kPa)	Cedimento (%)	Indice dei vuoti	Mv (m ² /kN)	Av (m ² /kN)
12.3	0.000	0.732	--	--
24.6	0.000	0.732	0.0000000	0.0000000
49.2	0.000	0.732	0.0000000	0.0000000
98.4	0.000	0.732	0.0000000	0.0000000
196.8	0.000	0.732	0.0000000	0.0000000
393.5	0.000	0.732	0.0000000	0.0000000
787.1	1.257	0.710	0.0000319	0.0000553
1574.2	4.515	0.654	0.0000414	0.0000717
4722.6	11.966	0.525	0.0000237	0.0000410
6296.7	13.887	0.491	0.0000122	0.0000211
1574.2	11.077	0.540	0.0000059	0.0000103
393.5	6.586	0.618	0.0000380	0.0000659
98.4	2.296	0.692	0.0001453	0.0002517

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

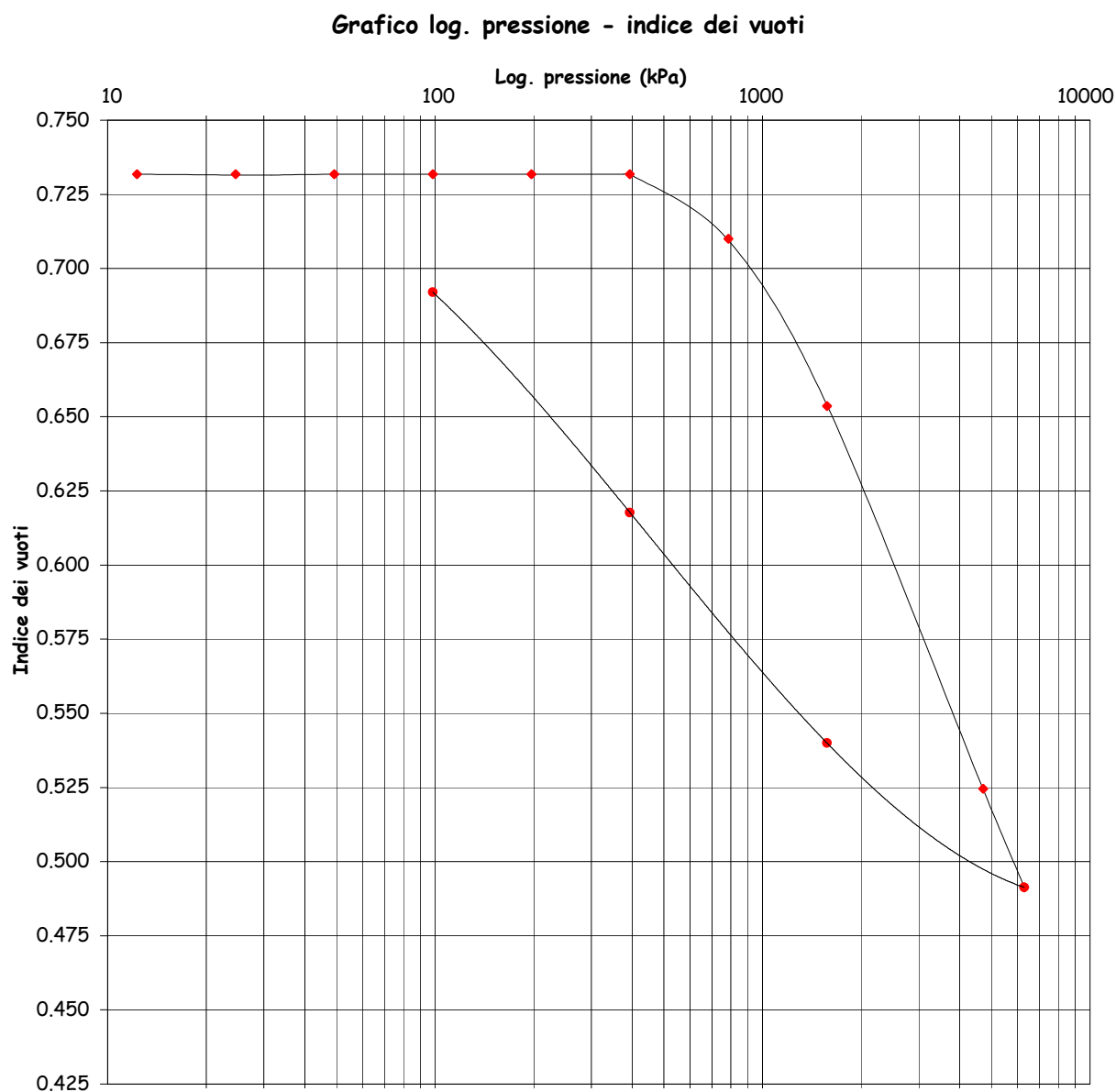
Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 13/01/14 - 28/01/14



Lo sperimentatore

Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio

Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 3 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 13/01/14 - 28/01/14

Cedimento in funzione del tempo

carico da 393.5 a 787.1 kPa		carico da 787.1 a 1574.2 kPa	
tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)	tempo (minuti)	Cedimento (10 ⁻³ mm)
0.10	262.50	0.10	667.000
0.17	268.00	0.17	673.750
0.25	272.50	0.25	679.500
0.50	281.15	0.50	690.600
1.00	291.25	1.00	706.150
2.00	305.65	2.00	726.800
4.00	322.50	4.00	754.650
8.00	345.20	8.00	793.300
15.00	370.55	15.00	841.600
30.00	405.65	30.00	908.600
60.00	448.00	60.00	997.000
120.00	486.60	120.00	1093.400
240.00	522.40	240.00	1186.100
480.00	540.35	487.00	1243.700
1430.00	553.55	1460.00	1282.400

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 4 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 2818/2011

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

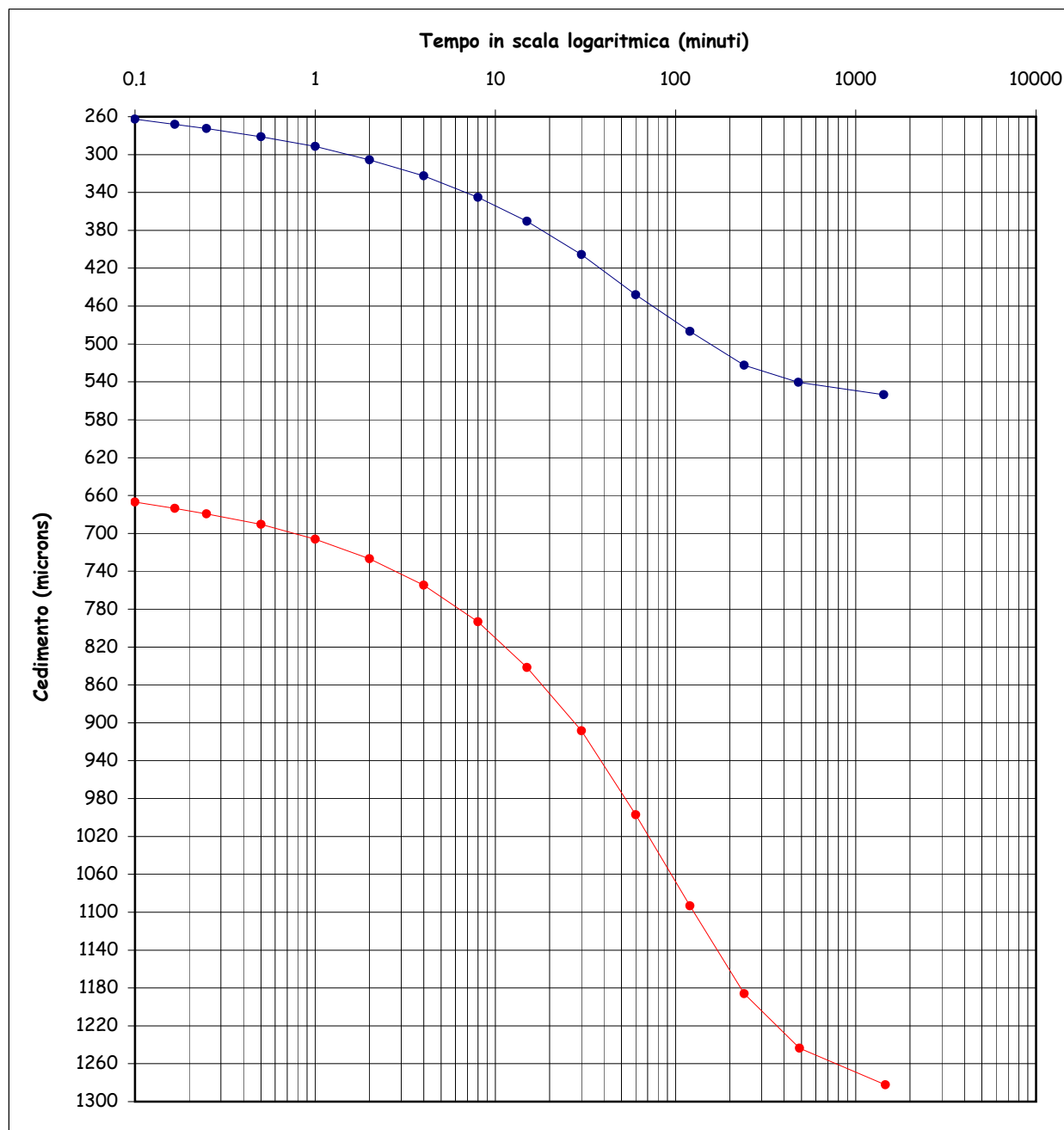
Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 13/01/14 - 28/01/14



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni



**CERTIFICATO DI PROVA N. 91/2014**

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 23/12/13 - 28/12/13

Contenuto d'acqua (CNR - UNI 10008)

Peso di volume (Boll. Uff. CNR n. 40)

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Altezza iniziale (cm)	7.62	7.62	7.62
Diametro iniziale (cm)	3.82	3.82	3.82
Volume iniziale (cmc)	87.11	87.24	87.27
Vel. def. (mm/min)	0.005	0.005	0.005
Condizioni prima della prova			
Peso di volume naturale (kN/m ³)	19.4	19.4	19.2
Peso di volume secco (kN/m ³)	15.6	15.4	15.0
Contenuto d'acqua naturale (%)	24.66	26.54	28.18
Condizioni iniziali della prova			
Pressione laterale totale (kPa)	599.2	699.3	799.3
Back pressure (kPa)	449.3	449.3	449.3
Pressione laterale effettiva (kPa)	149.9	250.0	350.0
Consolidazione			
Variazione di volume ($\Delta V/V$) %	0.61	1.03	2.14
Condizioni a rottura			
Tensione deviatorica (kPa)	205.73	256.27	309.39
Deformazione assiale (%)	10.10	10.22	11.87
Pressione neutra (kPa)	423.5	443.2	472.5
Sovrappresione neutra (kPa)	-25.8	-6.1	23.2
Pressione laterale effettiva (kPa)	175.7	256.1	326.8
Coefficiente di pressione neutra (A)	-0.125	-0.024	0.075

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

Pag. 2 di 4

CERTIFICATO DI PROVA N. 91/2014

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m	Montelupo Fiorentino li 03/02/2014
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.	V.A. n. 221/13 del 10/12/13
LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)	Data prova: 23/12/13 - 28/12/13

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
$\sigma_1 - \sigma_3$	ε	$u - u_0$	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ε	$u - u_0$	A	$\sigma_1 - \sigma_3$	ε	$u - u_0$	A
(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)		(kPa)	(%)	(kPa)	
42.0	0.26	5.1	0.121	41.2	0.26	1.3	0.032	80.2	0.40	14.1	0.176
115.9	0.66	20.8	0.179	122.0	0.79	9.0	0.074	190.0	1.07	36.5	0.192
148.2	1.20	35.8	0.242	151.7	1.33	17.4	0.115	236.5	1.75	45.5	0.192
159.4	1.74	40.2	0.252	168.9	1.86	22.6	0.134	249.5	2.41	51.6	0.207
167.9	2.28	41.1	0.245	182.6	2.38	26.0	0.142	258.9	3.07	54.1	0.209
175.5	2.80	40.3	0.230	192.6	2.91	25.4	0.132	267.3	3.74	54.5	0.204
182.1	3.33	29.8	0.164	202.5	3.45	23.4	0.116	274.6	4.42	53.6	0.195
186.1	3.85	2.8	0.015	209.8	3.99	21.3	0.102	279.4	5.08	51.8	0.185
190.9	4.39	-5.2	-0.027	217.8	4.53	19.1	0.088	283.2	5.75	49.6	0.175
194.8	4.92	-8.9	-0.046	224.8	5.06	16.7	0.074	286.9	6.41	46.9	0.163
197.8	5.46	-12.4	-0.063	229.3	5.58	14.1	0.061	290.1	7.21	43.7	0.151
199.9	5.99	-15.2	-0.076	234.6	6.12	11.5	0.049	296.1	7.88	40.6	0.137
201.7	6.64	-17.6	-0.087	239.4	6.78	8.2	0.034	301.2	8.54	37.7	0.125
203.5	7.30	-19.6	-0.096	245.5	7.56	5.1	0.021	303.0	9.20	34.7	0.115
204.9	8.10	-21.3	-0.104	249.3	8.23	2.2	0.009	304.7	9.86	31.7	0.104
204.9	8.77	-22.8	-0.111	252.2	8.90	-0.3	-0.001	306.3	10.54	28.7	0.094
204.9	9.43	-24.3	-0.119	254.2	9.56	-3.2	-0.013	307.9	11.20	25.9	0.084
205.7	10.10	-25.8	-0.125	256.3	10.22	-6.1	-0.024	309.4	11.87	23.2	0.075
204.9	10.76	-26.8	-0.131	255.5	10.75	-8.1	-0.032	308.5	12.55	21.3	0.069
204.1	11.42	-27.8	-0.136	253.9	11.55	-10.2	-0.040	308.4	13.21	20.0	0.065
202.5	12.09	-28.8	-0.142	252.7	12.22	-11.4	-0.045	307.5	13.87	19.0	0.062

ε : deformazione assiale

$u - u_0$: sovrappressione neutra

$\sigma_1 - \sigma_3$: tensione deviatorica

A : Coefficiente di pressione neutra

Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 91/2014

Pag. 3 di 4

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

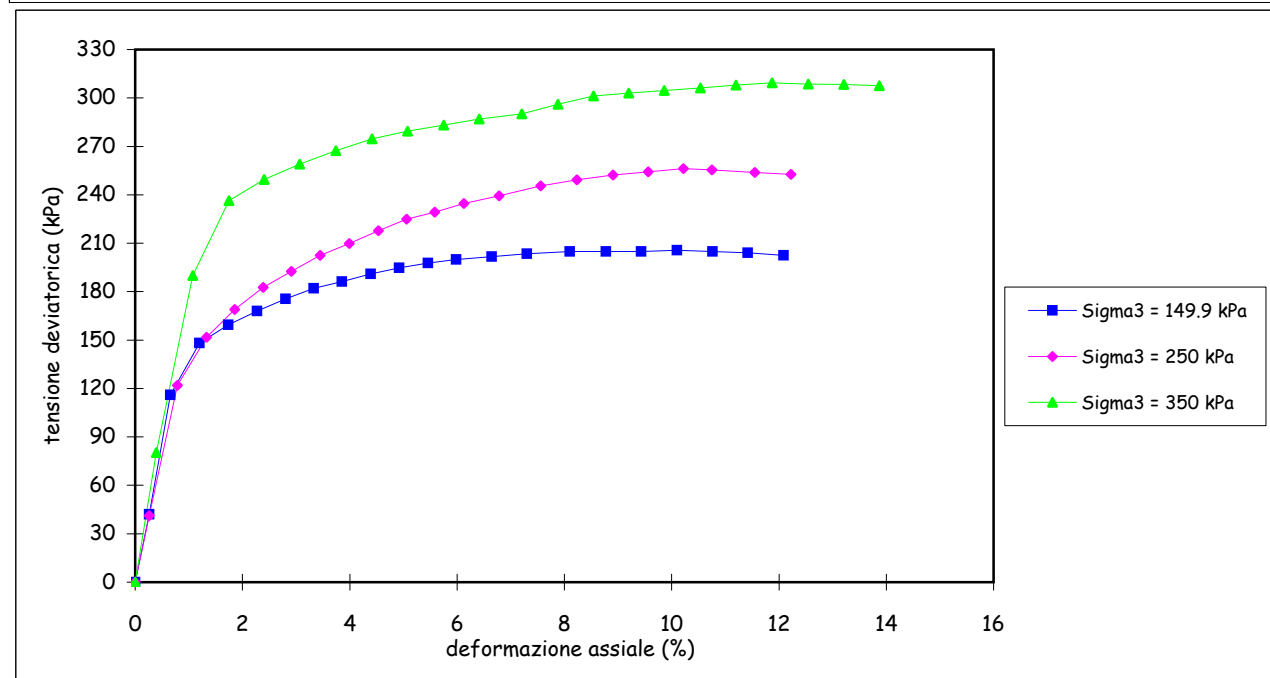
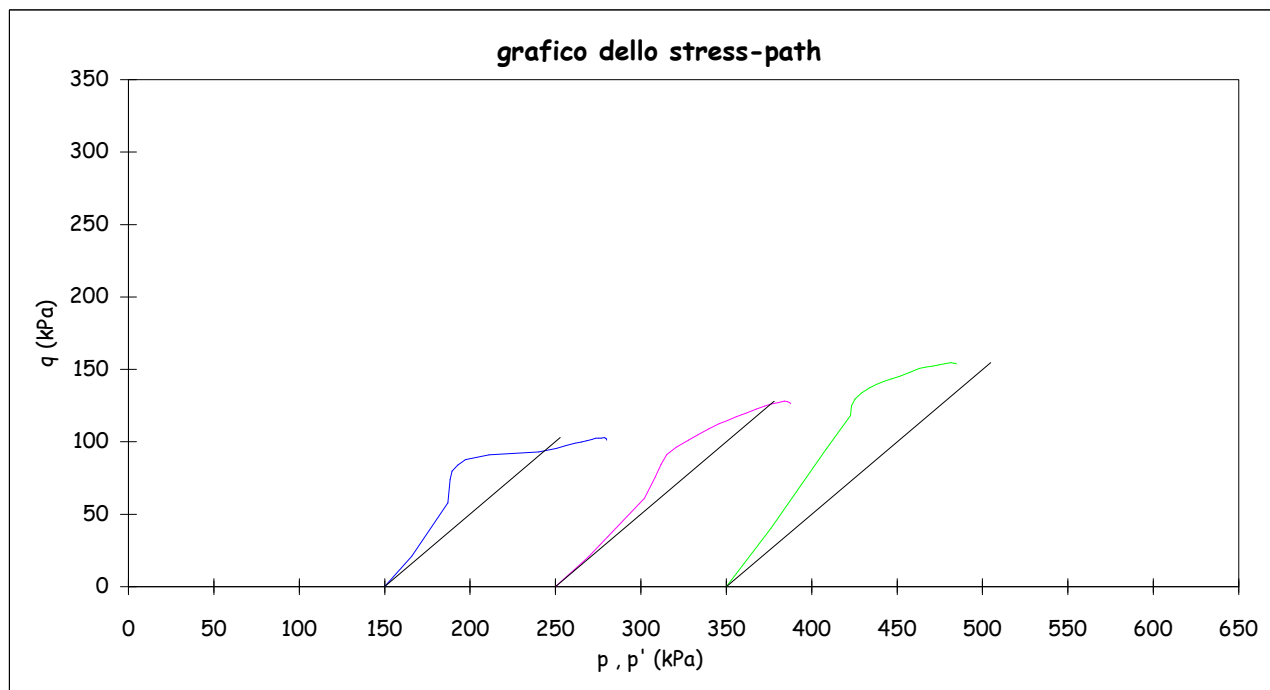
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 23/12/13 - 28/12/13

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

CERTIFICATO DI PROVA N. 91/2014

Pag. 4 di 4

CAMPIONE: S6C2 profondità 15.0 - 15.6 m

Montelupo Fiorentino lì 03/02/2014

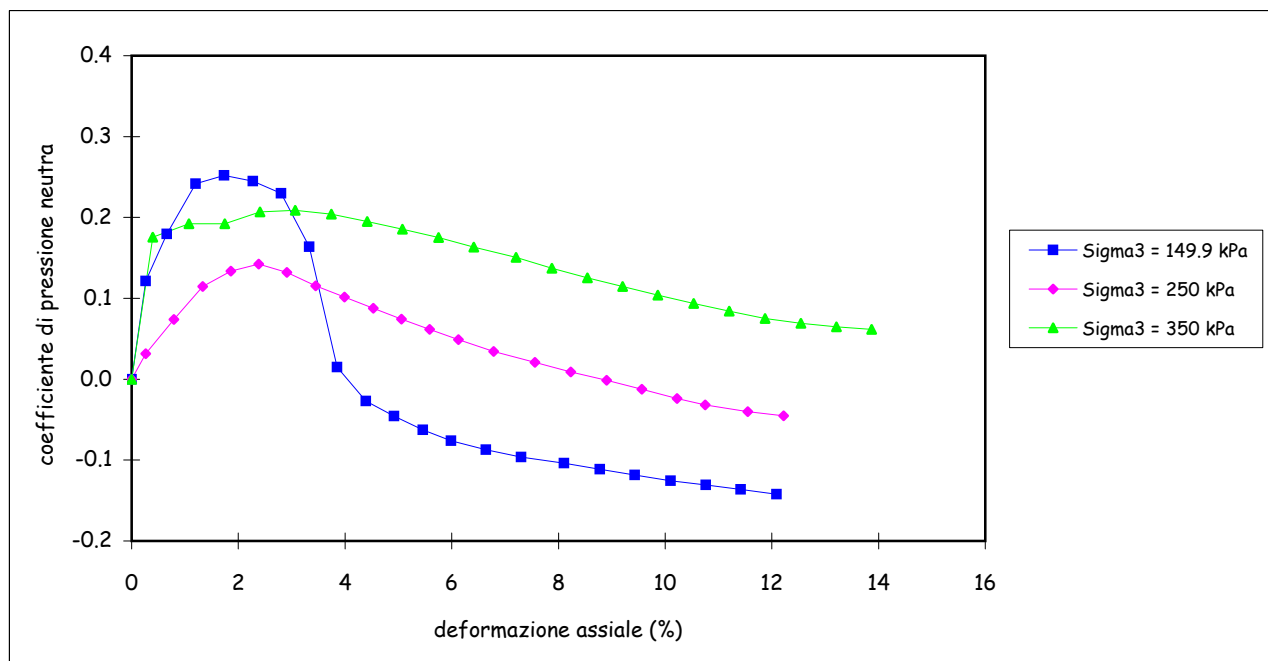
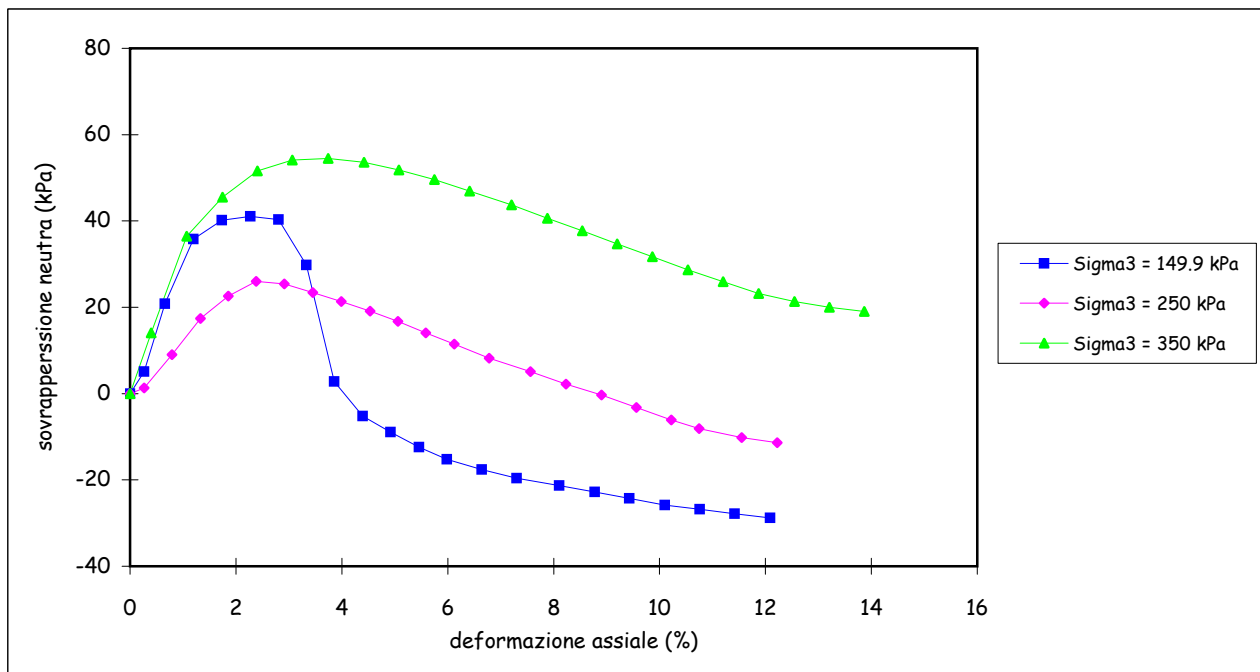
COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

V.A. n. 221/13 del 10/12/13

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Data prova: 23/12/13 - 28/12/13

Prova triassiale consolidata non drenata (ASTM D 2850)



Lo sperimentatore
Sig. Alessandro Caloni

Alessandro Caloni

Il direttore del Laboratorio
Dott. Michele Caloni

Michele Caloni





IGETECMA s.a.s.

Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali

Concessione ministeriale D.M. 54143 del 7/11/05

LOCALITA': Casa Rota, Terranuova Bracciolini (AR)

Montelupo Fiorentino li 03/02/2014

COMMITTENTE: C.S.A.I. S.p.A.

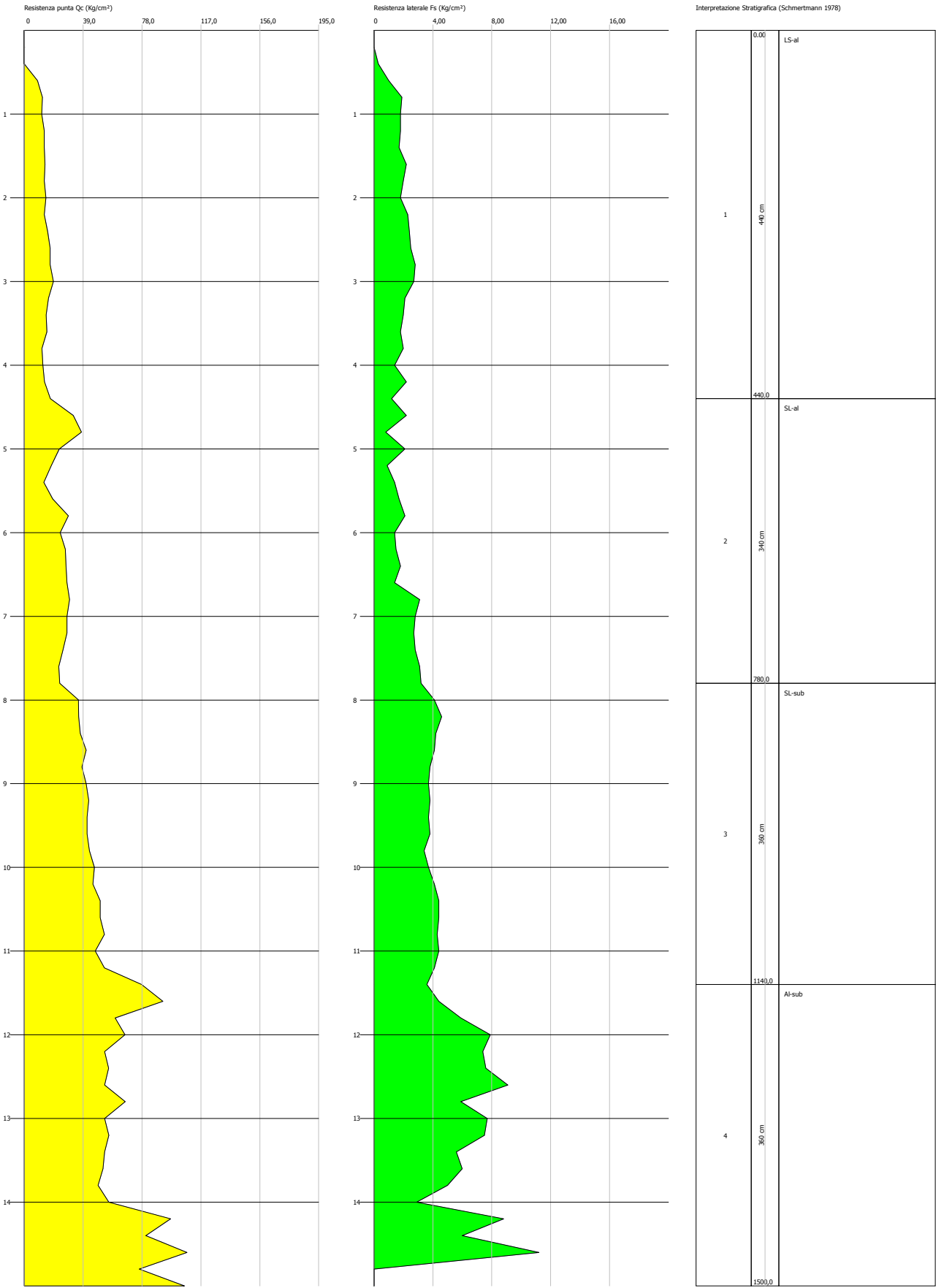
V.A. n. 221/13 del 10/12/13

Tabella riassuntiva Certificati di Prova n. 86-91/2014

CAMPIONE	S6C2
Profondità metri	15.0 - 15.6
Prova triassiale C.U.	
$\phi'(^{\circ})$	14.8
$C' \text{ (kPa)}$	32.3
$\phi(^{\circ})$	11.9
$C \text{ (kPa)}$	51.8
Prova edometrica	
C_r (indice di ricomprensione)	0.12986
C_c (indice di compressione)	0.26982
C_s (indice di rigonfiamento)	0.12628
$\sigma'_{vmax} \text{ (kPa)}$	833.9
$C_v \text{ (cm}^2\text{/sec)}$	1.41E-04
$K \text{ (cm/sec)}$	4.9E-10
$C_v \text{ (cm}^2\text{/sec)}$	8.2E-05
$K \text{ (cm/sec)}$	3.0E-10
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m ³)	19.4
Peso volume secco (kN/m ³)	15.4
Peso specifico dei grani (kN/m ³)	26.92
Indice dei vuoti	0.732
Grado di saturazione (%)	99.24
Limiti di Atterberg	
Umidità naturale (%)	30.16
Limite liquido (%)	69.2
Limite plastico (%)	22.2
Indice di plasticità (%)	46.9
Indice di consistenza	0.83
Indice di attività	0.70
Classificaz. Casagrande	CH
Limite di Ritiro	
Limite di ritiro (%)	11.8
Coefficiente di ritiro	2.01
Granulometria	
Ghiaia (%)	8.2
Sabbia (%)	4.6
Limo (%)	26.6
Argilla (%)	60.6
Classificazione UNI 10006	
Gruppo	A7-6
Indice di gruppo	20

Michèle Colonna







Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737

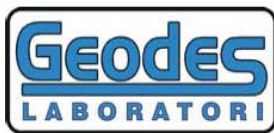


www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

INDICE

1 – PREMESSA.....	3
2 – STRUMENTAZIONE.....	3
3 –METODOLOGIA OPERATIVA.....	4
4 - ELABORAZIONE DATI.....	4
5 - CALCOLO DELLA VS30.....	5
6 –CONCLUSIONI.....	5



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

1 – PREMESSA

Su incarico della Società CSAI S.p.A. di Terranuova Bracciolini, è stata eseguita n°1 prospezione geofisica tipo Down Hole, nell'ambito delle indagini geognostiche in sito, prove geotecniche in sito e di laboratorio propedeutiche alla progettazione definitiva degli interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" e delle relative opere connesse e funzionali, sito sulla Str. Prov. 7 di Piantravigne, nel comune di Terranuova Bracciolini (AR).

2- STRUMENTAZIONE

La prospezione sismica è stata eseguita sul sondaggio definito con la sigla ST6/12/13, che è stato opportunamente intubato e predisposto per l'esecuzione dell'indagine sismica Down - Hole.

Il sistema utilizzato per l'indagine è composto:

- 1) sorgente energizzante composta da una massa metallica ancorata al terreno percossa da massa battente di Kg 10, utilizzata per la produzione di onde di compressione e di taglio;
- 2) sensore costituito da un geofono 3D assemblato dalla Ambrogeo, dotato di ancoraggio per mezzo di due pistoni ad aria compressa, trasmessa tramite apposito serbatoio;
- 3) sistema di acquisizione Dolang DBS 270 WTO a 12 canali collegato ad una Notebook per la registrazione dei segnali e la successiva elaborazione;
- 4) l'elaborazione è stata eseguita per mezzo di apposito software Sismica della Dario Flaccovio.

3 - METODOLOGIA OPERATIVA

Il metodo Down-Hole utilizzato, consiste nella misurazione del tempo impiegato dalle onde sismiche di tipo P ed S a percorrere il tragitto compreso tra la sorgente energizzante,



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

posta in superficie ed il sensore posto all'interno del foro di sondaggio, opportunamente predisposto.

Il sensore, composto come detto da un geofono 3D, viene progressivamente calato all'interno del foro ed ancorato per la lettura a diverse profondità, che nello specifico sono state poste a distanza di 1 mt.

In totale quindi per raggiungere la profondità di investigazione di 30 mt sono state effettuate 30 misurazioni per la stazione di indagine.

4 - ELABORAZIONE DATI

Considerando che la sorgente energizzante deve essere posta ad una certa distanza dall'asse del perforo, per evitare che le onde si trasmettano lungo il materiale usato per il condizionamento falsando dunque i risultati, si effettua in primis una correzione dei tempi registrati.

Successivamente i tempi ottenuti vengono opportunamente diagrammati in grafici che riportano sui due assi rispettivamente la profondità di misurazione e il tempo impiegato dall'onda per raggiungere il sensore.

Otterremo dunque due dromocrone, una per le onde P e una per le onde S, che forniscono la velocità delle onde sismiche nei vari strati attraversati. In particolare la pendenza dei segmenti di linea retta che maggiormente seguono il fitting dei punti di misurazione forniranno la velocità media delle onde sismiche relativa a strati di terreno omogenei.

5 - CALCOLO DELLA V_{s30}

Con l' O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" per definire le azioni sismiche da utilizzare nella progettazione sono state



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

definite cinque tipologie di suolo classificate anche in funzione della velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio nei primi 30 mt di profondità.

La formula che permette il calcolo della cosiddetta Vs30 è la seguente:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

dove

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Di seguito vengono riportate le categorie di suolo così come riportate nell'O.P.C.M. sopra citata:

A - 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 5 m.

B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa).

D - Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa).

E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.



Di Bevilacqua M. Gabriella & C. s.n.c.
Via Provinciale, 20 - 03045 ESPERIA (FR)
Tel. 0776/937086 Fax 0776/938010
P.iva 02388200608 - R.e.a. Frosinone n. 148737



www.geodeslaboratori.eu
mail: info@geodeslaboratori.it

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

In aggiunta a queste categorie, se ne definiscono altre due, per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1 - Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di $V_{s30} < 100$ m/s ($10 < c_u < 20$ kPa)

S2 - Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

6 - CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini eseguite e delle successive elaborazioni effettuate secondo le metodologie sopra esposte, sono stati ottenuti per il sito i risultati che vengono allegati, e che evidenziano due sismostrati principali, determinati dalle seguenti velocità medie delle onde sismiche:

$V_{s1} = 197,07$ m/s – $V_{p1} = 595,81$ m/s – Da 0 mt a 13 mt

$V_{s2} = 377,56$ m/s – $V_{p2} = 981,421$ m/s – Da 13 mt a 30 mt

In base ai calcoli effettuati secondo le formule sopra riportate il suolo ha una V_{s30} pari a 270,29 m/s ed è quindi definibile in base alla citata classificazione come **Suolo di Tipo C**.

Allegati

Grafici tempi-profondità

Il Tecnico Esecutore
Dott. Geol. Gaspare Ruggiero

Il Direttore
Dott.ssa Emanuela Maiuri

Concessione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
Prove sulle Terre - Decreto n. 2611-26/03/2010 Prove in sito - Decreto n. 3660-22/03/2012

