

		
REGIONE BASILICATA	PROVINCIA DI MATERA	COMUNE DI COLOBRARO

Committente

COMUNE DI COLOBRARO

Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSUe sfalci)



PROGETTO DEFINITIVO

REDAZIONE



UTRES AMBIENTE s.r.l.
via Guglielmo Calderini, 68
00196 ROMA (RM)

PROGETTISTA RESPONSABILE

ing. GIOVANNI BATTISTINI
(Direttore Tecnico UTRES AMBIENTE s.r.l.)



Dott. Geol. Pasquale Truncellito
Via Carlo Levi, 3
75029 – Valsinni (MT)



RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

CODICE ELABORATO: UT621-DF-RLT_02

REV	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	DATA
A	Emesso per approvazione	P.T.	G.F.B.	G.B.	Marzo 2022
B					
C					

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

INDICE

PREMESSA

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
1.1 DATI GENERALI E UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO	3
2. REGIME VINCOLISTICO	4
2.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO	4
2.2 PIANO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	5
3. DESCRIZIONI DELLE ATTIVITA' IN PROGETTO	6
3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	6
4. ATTIVITÀ PRELIMINARE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA	6
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	7
5.1 CARATTERI GEOLOGICI-STRUTTURALI E LITOLOGICI.....	7
5.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI	9
5.3 CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI.....	9
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITO	13
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO.....	13
8.1 MODELLO GEOTECNICO.....	13
9 STABILITA' DEI TERRENI	16
10 INTERFERENZE GEOMORFOLOGICHE RILEVATE.....	16
11 CRITICITA' DEI TERRENI.....	16
12 CONCLUSIONI.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	17

ELENCO ALLEGATI

COROGRAFIA (SCALA 1:10.000 e 1:2.000);
 CARTA GEOLOGICA (SCALA 1:2.000);
 SEZIONE GEOLOGICA (SCALA 1:2.000);
 CARTA GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:2.000);
 PIANO STRALCIO DI BACINO (SCALA 1:10.000);
 CARTA DELLE INDAGINI (SCALA 1:2.000);
 CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA (SCALA 1:2.000);
 CARTA DELLA STABILITA' (SCALA 1:2.000);
 CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E
 GEOMORFOLOGICA (SCALA 1:2.000).

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 1 di 18
---	-----------------------	------------------------------------	-----------------

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

PREMESSA

Su incarico della società "UTRES Ambiente S.r.l.", per conto del Comune di Colobraro, nell'ambito del Progetto di "Impianto di Produzione di Biometano, da Matrici Organiche da Raccolta Differenziata Urbana (FORSU, Fanghi e Sfalci), da realizzarsi nel Comune di Colobraro (MT) è stato redatto il presente documento riguardante lo studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e geotecnico dei terreni interessati dall'opera in oggetto.

Esso contiene una completa descrizione di tutti gli studi eseguiti sull'area, elementi necessari ad avviare il procedimento amministrativo legato al rilascio delle varie autorizzazioni, necessarie per la realizzazione dell'opera in oggetto.

In questa fase è stata verificata la compatibilità delle opere in progetto con le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche sismiche e geotecniche dell'area, eseguendo una campagna geognostica puntuale su tutte le aree interessate dal progetto.

Sono stati visionati i risultati di alcune prove sismiche (Down-Hole, Rifrazione) e di analisi di laboratorio eseguite su un campione prelevato nell'area di sedime, nell'ambito di una campagna geognostica fatta realizzare dal Comune di Colobraro nell'anno 2013.

Inoltre, ad integrazione delle indagini preesistenti, sono state realizzate N. 6 prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DPSH).

Il tutto ha permesso di caratterizzare geotecnicamente e sismicamente le aree interessate dal progetto.

Oltre ad analizzare il regime vincolistico, che interessa l'area oggetto degli interventi ed un intorno significativo, sono state individuate le interferenze con le attività produttive presenti nelle vicinanze.

Il fine è quello di valutare la fattibilità delle opere in progetto e verificare le condizioni di stabilità d'insieme dell'area, secondo quanto previsto nel D.M. 11/03/1988 e Circ. del Ministero dei LL.PP. n. 30483 del 24/09/88 e dal Regolamento attuativo (Delib. di G.R. n° 6266 del 18/09/1997) della L. R.B. n° 38 del 06/08/1997, ed in particolare le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica, secondo quanto disciplinato dalle "NTC 2018", dall'Eurocodice EC7 (2002) "Geotechnical Design", dal vincolo idrogeologico (R.D.3267/23 e L.R. Basilicata n. 42/98, integrata e modificata dalla L.R. n. 11/2004) e dall'AdB (Autorità di Bacino di Basilicata).

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 2 di 18
---	-----------------------	------------------------------------	-----------------

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

1.1 DATI GENERALI E UBICAZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Regione: Basilicata

Provincia: Matera

Comune: Colobraro (MT)

Località: Monticelli

Riferimento Geologico:

Foglio n. 507 "Pisticci" Carta Geologica d'Italia, scala 1:50.000 (Prog. CARG)

*Riferimento Catastale Impianto: Foglio n°34 - Comune di Colobraro (MT)
particelle n. 77 - 203*

Coordinate Impianto:

WGS84 : Lat.: 40.214523, Long.: 16.446026

ED50: Lat.: 40,21552, Long. 16,446841

Quota Impianto: da 200 a circa 210 m s.l.m.

L'area interessata dal presente progetto è ubicata all'interno dei limiti amministrativi del Comune di Colobraro (MT), in località Monticelli.



Figura 1: Foto aerea dell'area di intervento

Lo strumento urbanistico attualmente in vigore (PRG) classifica l'area oggetto di studio come "Zona Agricola"

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 3 di 18
---	-----------------------	------------------------------------	-----------------

2 REGIME VINCOLISTICO

2.1 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Gli interventi di progetto ricadono in una porzione del territorio sottoposta a vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D.L. 3267/23 e della L.R. Basilicata n. 42/98 come integrata e modificata dalla L.R. n. 11/2004 e come si evince dallo stralcio riportato (Fig. 5).

Le varie attività, pertanto, sono soggette ad autorizzazione ai sensi del R.D.L. 3267/1923 e secondo le Disposizioni in materia di Vincolo Idrogeologico emanate dalla Regione Basilicata (D.G.R. n. 412 marzo 2015 e rispettivo allegato, oltre che D.G.R. n.454 del 25 maggio 2018).



Figura 2: Perimetrazione vincolo idrogeologico

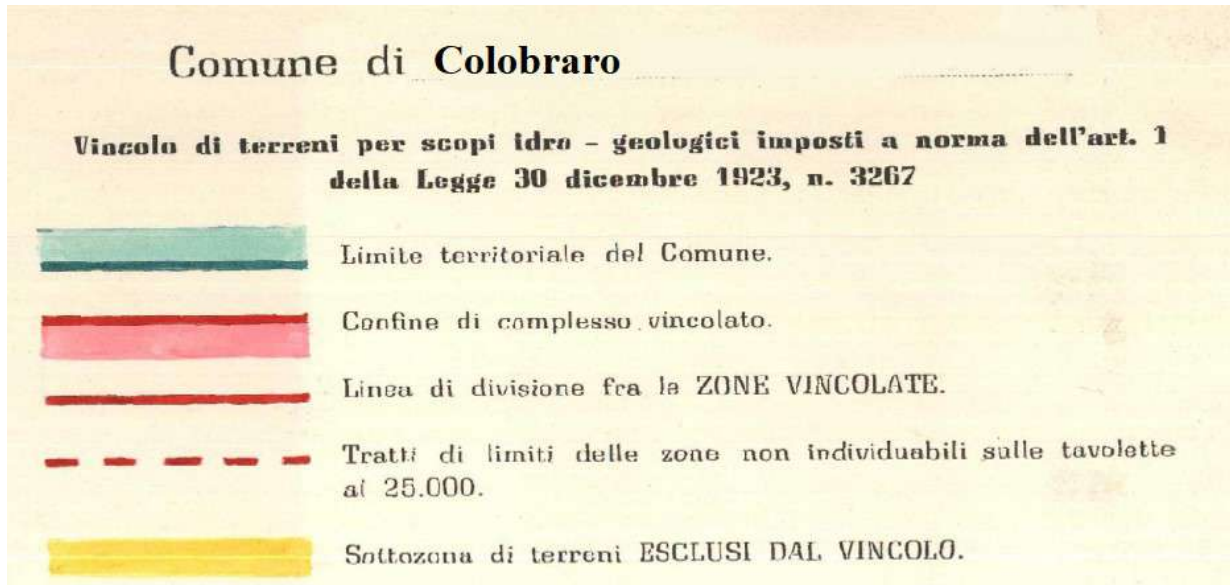


Figura 3: Legenda

2.2 PIANO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

L'area oggetto d'intervento si inserisce nell'ambito territoriale del bacino idrografico del fiume Agri di competenza dell'Autorità di Bacino Interregionale della Basilicata (AdB).

Nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, il sito d'interesse, ricadente nel Bacino idrografico del Fiume Sinni, rientra nella **Tavola n. 507143**, delle "Aree a rischio frana" (Ultimo aggiornamento 2016 - Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico attualmente vigente -



Figura 4: **Tavola n. "507143"** Cartografia ufficiale dell'Autorità di Bacino Interregionale della Regione Basilicata (Fonte: Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, AdB Basilicata)

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

Osservando lo stralcio cartografico, si può notare che l' area in oggetto, non rientra nelle aree a rischio.

3 DESCRIZIONI DELLE ATTIVITA' IN PROGETTO

Nei paragrafi che seguono verrà sintetizzata l'attività che si intende realizzare, rimandando i particolari progettuali agli specifici elaborati.

3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'attività del polo impiantistico di progetto consiste nel trattamento di rifiuti organici raccolti in modo differenziato (FORSU), mediante processo di digestione anaerobica e successivo compostaggio, ed è finalizzata alla produzione di biometano e ammendante compostato misto.

La soluzione progettuale proposta risponde all'esigenza di ottemperare a quanto previsto dalla normativa vigente in merito al trattamento della raccolta differenziata della sostanza organica, con conseguenti vantaggi in termini di produzione di biogas da fonte rinnovabile, riduzione dei volumi di rifiuti da conferire in discarica e riduzione dei flussi di percolato generati in discarica da inviare alla depurazione. La direzione strategica verso cui si muove in generale il sistema di gestione dei rifiuti è infatti il miglioramento alla fonte della qualità delle matrici riutilizzabili. In questo contesto assume una funzione sempre più importante il trattamento della frazione organica dei rifiuti mediante l'integrazione della digestione anaerobica con il compostaggio, che consente di ottenere sia ammendante compostato misto (ACM) che biometano.

La produzione di biometano consente di immettere nella rete di distribuzione un metano proveniente da fonte rinnovabile, preservando le riserve fossili.

Il biometano, avente caratteristiche del tutto analoghe al metano di origine fossile, sarà immesso nella rete del gas naturale.

Si precisa inoltre che il biometano avrà la qualifica di "biometano avanzato" ai sensi del DM 02/03/2018, essendo ottenuto a partire da materie elencate nella parte A dell'allegato 3 del decreto del Ministero dello sviluppo economico del 10 ottobre 2014 e successive modifiche e integrazioni.

La CO₂ prodotta a seguito della raffinazione del biogas sarà recuperata tramite apposita linea impiantistica.

La produzione di ACM ha lo scopo di ridurre gli apporti di concimi di sintesi, con ricadute ambientali ed economiche positive per il settore agricolo. Il recupero e la valorizzazione di unità di azoto, di fosforo e di altri elementi della nutrizione delle piante consentono di evitare emissioni di anidride carbonica, monossido di carbonio, ossidi di azoto e zolfo, legati alla produzione e distribuzione su suolo agricolo di fertilizzanti di sintesi.

L'impianto sarà dotato di tutte le strutture ed i macchinari utili per le varie trasformazioni descritte (Vedasi progetto).

4 ATTIVITÀ PRELIMINARE A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

In questa fase oltre ad esaminare i risultati ottenuti da una campagna geognostica fatta eseguire dal comune di Colobrarò nell'anno 2013, consistente in prove sismiche e geotecniche di laboratorio, sono state realizzate sei prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DPSH) atte a caratterizzare geotecnicamente l'intera area.

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 6 di 18
---	-----------------------	------------------------------------	-----------------

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Nei successivi paragrafi si riportano le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche che caratterizzano l'area interessata dal progetto.

5.1 CARATTERI GEOLOGICI-STRUTTURALI E LITOLOGICI

L'area interessata dal progetto si sviluppa all'interno dell'Appennino Campano - Lucano, il quale è costituito da una serie di falde di ricoprimento suddivise in unità stratigrafico-strutturali che si sovrappongono tra loro. La geologia dell'Appennino Meridionale è rappresentata in prevalenza da coltri di terreni appartenenti alle Unità Sicilidi e Liguridi, sovrascorse e accavallate (scivolamento gravitativo) sui terreni dei domini precedentemente esistenti aventi vergenza adriatica.

La struttura geologica è rappresentata da "graben" ribassati e dislocati da alcune faglie inverse appartenenti al sistema di sovrascorrimento che presenta direzione NO-SE e da "horst" su cui si impostano le alture che determinano la morfologia dominante del settore in esame. Le discontinuità tettoniche sono costituite da faglie inverse facenti parte del sistema di dislocazione prodotto durante l'orogenesi della catena appenninica dal sovrascorrimento delle Argille Varicolori.

Le faglie sono presenti nel versante nei pressi di "Masseria del Comune" e "Masseria Ferrari", con direzione NO-SE.

Un asse di anticlinale è presente nell'affioramento delle Marne Arenacee di Serra Cortina, dove è presente il tipico andamento a pieghe.

Sovrascorrimenti sono presenti al limite tra le Marne Arenacee di Serra Cortina e le Argille Varicolori Superiori.

Lungo i versanti sono presenti estese e talora potenti "coltri di alterazione", "coltri eluvio-colluviali" e accumuli di frana, lo spessore varia da un metro a una ventina di metri in funzione dei caratteri litologici, strutturali e geomorfologici locali.

Gli accumuli di frana sono stati rilevati in particolare nelle depressioni e nelle zone di impluvio in relazione ai caratteri litologici, geomorfologici e strutturali, con maggior frequenza nei pendii costituiti da depositi argillosi e marnoso argillosi, che interessano i versanti fino al fondovalle.

Le morfologie di frane presenti nei versanti sono riferibili a differenti stadi evolutivi, da attive a quiescenti, a paleofrane ormai stabilizzate.

Al fine di ricostruire le geometrie ed i rapporti tra le singole unità affioranti nel sito del progetto è stato condotto un rilevamento geologico-strutturale che ha permesso di definire le caratteristiche strutturali, litostratigrafiche e sedimentologiche dei differenti corpi geologici. A seguire verranno, pertanto, descritte le varie unità tettonostratigrafiche riconoscibili nell'area fornendo, inoltre, le descrizioni originali così come riportate nella bibliografia esistente (cfr. Progetto Carg – Fig.5) nelle aree tipo al fine di poter effettuare correlazioni circostanziate con le varie successioni riscontrate anche nei sondaggi consultati e ai litotipi rinvenuti in sito.

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 7 di 18
---	-----------------------	-----------------------------	-----------------



Figura 5: Stralcio del Foglio N. 507 della Carta geologica d'Italia Scala 1:50.000

Descrizione dei litotipi affioranti:

Depositi di frana: sono costituiti da accumuli caotici formati da litotipi eterogenei ed eterometrici, immersi in matrice argilloso-sabbiosa. Lo spessore è compreso tra qualche metro ed alcune decine di metri (Olocene – Attuale).

Depositi alluvionali attuali: Sono costituiti da ghiaie, sabbie e limi argilloso costituenti l'alveo di piena e di magra in corso di formazione dei principali corsi d'acqua. In particolare l'area esaminata è interessata da un corso d'acqua a carattere stagionale: Fosso Polacco.

Argille Marnose Azzurre del T. Sauro

Lateralmente a tali depositi, è stata rilevata la formazione delle Argille Marnose Azzurre.

Trattasi di argille marnose azzurre o grigio-verdi, a frattura concoide, con fitte intercalazioni sottili di sabbie giallastre nella parte medio-alta.

In tutta l'area studiata ed in quelle limitrofe, è anche possibile osservare una variabilità spaziale dei sedimenti, sia nella composizione, che nelle dimensioni dei costituenti solidi.

L'origine di tali depositi è dovuta ad una generalizzata fase di sollevamento della Fossa Bradanica in Basilicata, avvenuta nel corso del Pleistocene Inferiore. Il sollevamento è principalmente caratterizzato da movimenti verticali a scatti di riequilibrio isostatico successivo alle fasi neogeniche.

In generale si può affermare che l'area interessata dal progetto previsto, ha raggiunto un equilibrio geostatico che può essere considerato definitivo.

Argille Diatomitiche Bianche di Monticelli

Le argille diatomitiche bianche interessano la parte finale del cavidotto e si presentano generalmente fogliettate con più o meno abbondante frazione argilloso-sabbiosa grigia e con locali intercalazioni di sabbie giallastre, passanti verso il basso e lateralmente alle sabbie e calcareniti.

Tali sedimenti, attribuibili al Pliocene inferiore-medio e aventi spessore variabile da m 20,0 a m 150,0 troncano tettonicamente in alto le Unità del Torrente Cerreto e Argille Varicolori appartenenti al Complesso Sicilide che affiorano ampiamente a Sud - Est dell'area esaminata.

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

La disposizione dei terreni descritti e la loro successione stratigrafica sono visibili negli allegati: Carta Geologica e Sezioni Geologiche.

5.2 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il sito oggetto dove sarà realizzato l'impianto si colloca su un'area a pendenza bassa (4-5°) in alcuni tratti subpianeggiante le cui quote variano da circa 200,00 a 210 m s.l.m., in località Monticelli.

Nell'intorno dell'area oggetto di studio, sono interessate state rilevati alcuni movimenti franosi di tipo scorrimento rototraslazionale, dovuti ad infiltrazioni idriche all'interno dei terreni nei periodi di particolari eventi meteorici, da deflusso superficiale delle acque dilavanti che alimenta in genere l'erosione e il trasporto delle particelle solide superficiali che si incanalano negli impluvi che caratterizzano il territorio.

Dal rilevamento effettuato questi movimenti sono di modesta entità e poco profondi; tali aree non sono state cartografate nelle carte del rischio idrogeologico, redatte dall'Autorità di Bacino della Basilicata.

Calanchi: in corrispondenza di versanti costituiti da argilla pliocenica e con direzione d'immersione a SE, si sviluppano forme calanchive in versanti con classe di acclività molto alta. Essi sono costituiti da vallette ripide, con versanti ripidi e spogli. L'acqua piovana, agendo sull'argilla, asporta le lamelle staccate dal disseccamento, le spappola, porta con se in sospensione questo materiale ed altro che riesce ad asportare, previa imbibizione superficiale. Agendo sul fondo lungo l'asse della vallecola, l'acqua, dotata di sufficiente forza viva e di vera capacità di erosione, tende ad approfondire il solco che eventuali colate di fango tenderebbero invece a colmare.

Queste forme hanno un discreto sviluppo lungo il versante a Nord dell'area in esame (vedi Carta Geomorfologica).

Fossi di ruscellamento:

L'area è interessata da alcuni fossi di ruscellamento e linee di impluvio a carattere stagionale che confluiscono nel sottostante "Fosso Polacco", il quale confluisce nel fiume Sinni.

5.3 CARATTERI IDROLOGICI E IDROGEOLOGICI

Idrologia

L'area sulla quale è prevista la realizzazione dell'Impianto è caratterizzata da uno scarso reticolo idrografico.

Come detto in precedenza, i fossi vicini alimentano il Fosso Polacco, il quale confluisce a sua volta nel fiume Sinni.

Le aree limitrofe invece sono solcate da un'idrografia di superficie articolata e complessa, con un pattern di drenaggio di tipo "dendritico".

Nell'area non sono presenti sorgenti di rilevante importanza ma solo emergenze localizzate dovute alla presenza di litotipi impermeabili.

Idrogeologia

Da una prima analisi su area vasta, l'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di unità geologiche prevalentemente argillose che presentano una scarsa permeabilità per porosità primaria. Ne consegue una scarsa infiltrazione verso gli acquiferi profondi ed un'elevata mobilità superficiale la quale si traduce in raccolta di rivoli e fossi di raccolta, confluenti negli alvei dei torrenti principali. La

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 9 di 18
---	-----------------------	-----------------------------	-----------------

conseguente incisione di questi rivoli determina una elevata erosione con conseguente restituzione di versanti spesso acclivi e incisioni profonde.

La distribuzione degli acquiferi e la circolazione idrica sotterranea sono condizionate dal quadro geologico, risultante dalla distribuzione spaziale dei litotipi presenti e dal modo in cui gli stessi vengono a contatto tra loro, nonché dalla loro permeabilità.

Nel dettaglio i litotipi rilevati e presenti nell'area di interesse (alternanze di argille e marne) presentano una scarsa permeabilità.

La falda locale non è stata individuata durante le indagini eseguite.

Dal punto di vista idrogeologico le formazioni del substrato sono caratterizzate da una permeabilità primaria generalmente bassa o nulla, riferita all'ammasso, per la presenza di abbondante frazione argillosa. La permeabilità secondaria, dovuta alla presenza di discontinuità acquisite dall'ammasso principalmente per cause tettoniche, può giungere a valori medi, e solo localmente elevati, dove prevalgono litotipi arenacei o calcarei (nella Formazione di Monte Sant'Arcangelo e delle Tufiti di Tusa) che, fratturati, possono dar luogo a livelli acquiferi sospesi: questi generalmente non risultano potenzialmente molto produttivi per quanto riguarda la portata ma possono alimentare piccole sorgenti anche perenni.

In generale per le unità del substrato, a prescindere dalla presenza dei livelli fessurati, la capacità di drenaggio varia anche in funzione del grado di alterazione esercitato dagli agenti atmosferici: tende a diminuire verso il basso, dove aumenta il grado di compattezza dei terreni.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Sulla base della distribuzione degli epicentri dei terremoti catalogati dall'anno 1000 al 1986, l'Appennino meridionale, presenta una storia sismica tra le più severe d'Italia, sia in termini di intensità, sia in termini di frequenza di terremoti, dovuti all'elevata attività neotettonica dell'Appennino. Tra i terremoti più significativi, si annoverano:

Anno	Scala MCS	Magnitudo
1456	XI	7.10
1857	XI	7.10
1930	X	6.70
1980	X	6.90

In particolare, l'area oggetto di studio, secondo il CNR Progetto finalizzato Geodinamica, Gruppo di lavoro "Scuotibilità", "Distribuzione delle massime intensità osservabili", risulta essere interessata da fenomeni sismici di bassa frequenza e di intensità massima pari al VI-VII grado della Scala Mercalli Modificata, tale condizione, è suffragata anche dalla Mappa delle Massime Intensità Macrosismiche, pubblicata congiuntamente, da GNDT "Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti", ING "Istituto Nazionale di Geofisica", SSN "Servizio Sismico Nazionale" nell'aprile 1996. Inoltre, l'area oggetto di studio rientra, secondo la "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo", nell'intervallo **0.100g – 0.125g**.

In base a queste informazioni ed in ottemperanza della Legge 64/74, L.R. 06.08.97 n°38, L.R. n°23 del 1999 e tenendo conto della Delibera N.731 del 19/11/2003 della III Commissione Consiliare Permanente (Attività Produttive – Territorio e Ambiente) del Consiglio Regionale di Basilicata, il Comune di Colobrarò è stato dichiarato sismico appartenente alla **Zona 2**, mentre, considerando la

recente L.R. del 07/06/2011 n.9, appartiene alla **Zona 3a**, con valori della coppia “Magnitudo-Distanza” pari a **6.7 – 80 km**, ed un valore di PGA di subzona pari a **0.150 g**.

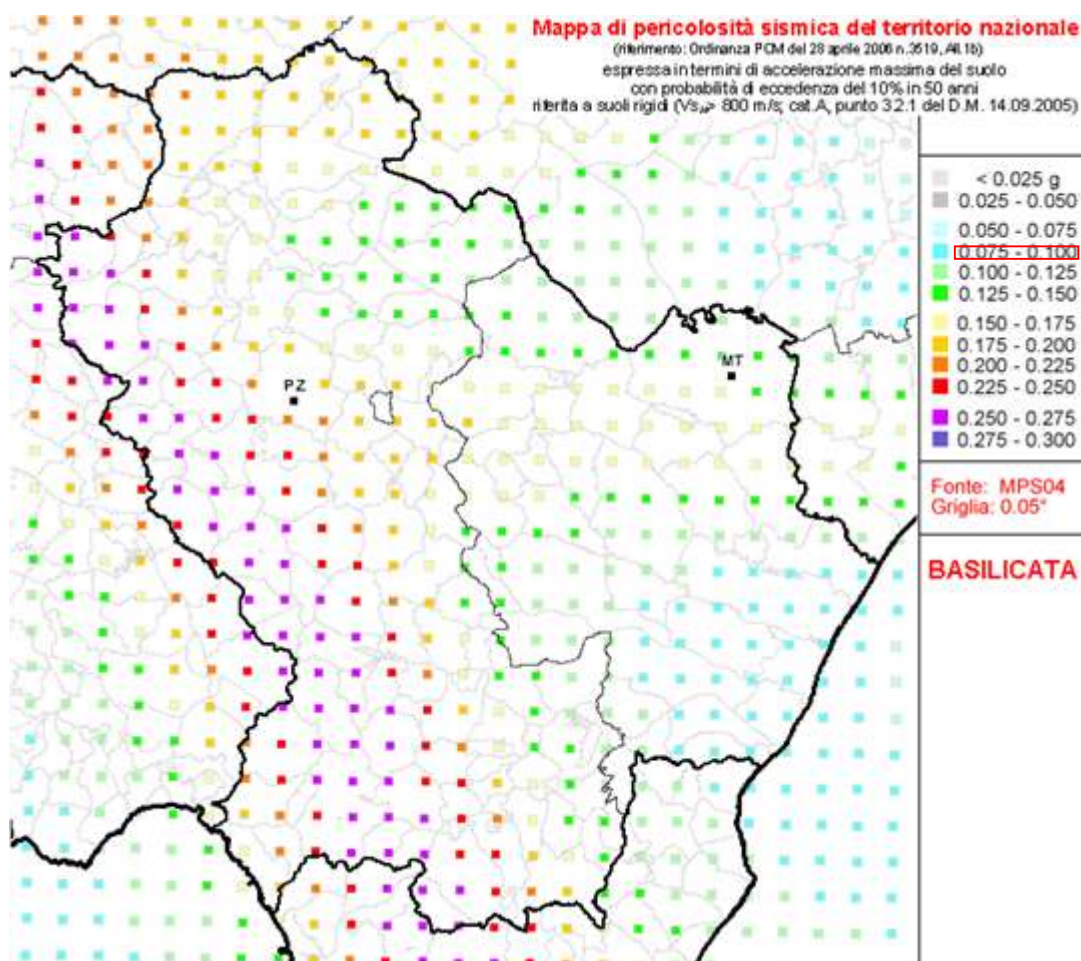


Figura 6: Valori di pericolosità sismica del territorio della Regione Basilicata.

Con il **D.M. 14.01.2008** l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in “reticoli” aventi ai vertici delle coordinate. I territori ricadenti all'interno di questi “reticoli” hanno delle determinate caratteristiche sismiche che determinano poi la “Pericolosità Sismica”.

Il sito in oggetto nello specifico ha le seguenti coordinate geografiche:

WGS84 : Lat.: 40.214523, Long.: 16.446026
 ED50: Lat.: 40,21552, Long. 16,446841

Il Comune di Colobrarò, in particolare l'area indagata, ricade all'interno del reticolo avente le seguenti coordinate:

Sito 1	ID: 35898	Lat: 40,1963 - Lon: 16,4347	Distanza: 2371,402
Sito 2	ID: 35899	Lat: 40,1946 - Lon: 16,5001	Distanza: 5090,153
Sito 3	ID: 35677	Lat: 40,2445 - Lon: 16,5024	Distanza: 5716,316
Sito 4	ID: 35676	Lat: 40,2463 - Lon: 16,4370	Distanza: 3518,541

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

Considerando gli Stati Limite di Esercizio (SLE) e gli Stati Limite Ultimi (SLU), si hanno i seguenti valori di a_g , F_0 , T_c^* .

Vita Nominale (V_N): anni 50

Periodo di riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1$ (Classe d'uso II) = 50 anni

STATO LIMITE	Tr (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
SLO	30	0,037	2,424	0,279
SLD	50	0,045	2,448	0,319
SLV	475	0,098	2,640	0,455
SLC	975	0,122	2,690	0,500

Dove 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.

Dalla litologia presente nell'area interessata e da dati ricavati dall'esecuzione di una prova Down-Hole, eseguita durante la campagna di indagini realizzata nell'anno 2013, la V_{s30} , velocità delle onde S (onde di taglio) è risultata essere compresa tra 180 e 360m/s, per cui la categoria del suolo di fondazione è "C".

Con riferimento al software "Spettri NTC vers 1.0.3" del Ministero delle Infrastrutture - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici che per l'individuazione della pericolosità del sito, in base alla "Categoria di Suolo" (C) e alla "Categoria Topografica" (T1), si hanno ulteriori parametri da tenere in considerazione in fase di calcolo:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss Amplificazione Stratigrafica	1.50	1.50	1.50	1.50
Cc Coeff. Funz. Categoria	1.60	1.53	1.36	1.32
St Amplificazione Topografica	1.00	1.00	1.00	1.00
Kh	0.010	0.012	0.027	0.044
Kv	0.005	0.006	0.013	0.022
A max	0.537	0.661	1.444	1.789
Beta	0.180	0.180	0.180	0.240

Si considerano i valori di SLV (Stato Limite Vitale).

7 INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE IN SITO

Vista l'ampiezza dell'area, è stato necessario integrare le indagini eseguite precedentemente (2013), con una serie di indagini per determinare le caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni interessati dal presente progetto.

A tale scopo, il piano di indagini si è sviluppato attraverso le seguenti fasi:

- esecuzione di sei prove penetrometriche dinamiche superpesanti, del tipo DPSH, per la determinazione delle caratteristiche geotecniche delle aree interessate dal progetto nei primi metri (fino ad un massimo di 7 metri circa).

Tutte le prove eseguite, con i relativi risultati conseguiti, sono visibili negli specifici allegati (Report Indagini Geognostiche).

8 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

La caratterizzazione geotecnica del sito, è stata desunta attraverso i risultati degli studi geotecnici effettuati in questa fase nell'area di Impianto e dalle analisi di laboratorio realizzate durante la precedente campagna geognostica del 2013.

8.1 MODELLO GEOTECNICO

La formazione geologica interessata è quella delle Argille Marnose Azzurre del Torrente Sauro, nella quale, esaminando i risultati delle analisi geotecniche di laboratorio eseguite precedentemente (2013) si possono distinguere due Unità Geotecniche:

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori indicativi delle diverse Unità Geotecniche

Unità Geotecnica N.01 (UG1)

Argilla Mediamente Consolidata

Spessore variabile da circa 1.00 a 2.00m. Tale unità è costituita prevalentemente da limo argilloso di media consistenza

Angolo di attrito interno ϕ (gradi)	Coesione efficace C' (Kpa)	Coesione non drenata Cu (Kpa)	Peso di volume naturale γ_n (KN/mc)	Modulo Edometrico KPa
18.50	52.44	384.45	21.08	17150

Unità Geotecnica N.02 (UG2)

Argilla Altamente Consolidata

Spessore di oltre 10.00 m. Tale unità è costituita prevalentemente da limo argilloso di alta consistenza

Angolo di attrito interno ϕ (gradi)	Coesione efficace C' (Kpa)	Coesione non drenata Cu (Kpa)	Peso di volume naturale γ_n (KN/mc)	Modulo Edometrico KPa
24.9	17.80	167.4	437.30	20809

Con l'esecuzione delle Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti (DPSH), realizzate durante questa fase, si è evidenziata la disomogeneità dell'area, sia dal punto di vista geolitologico che litotecnico. I risultati sono evidenziati nel seguente schema:

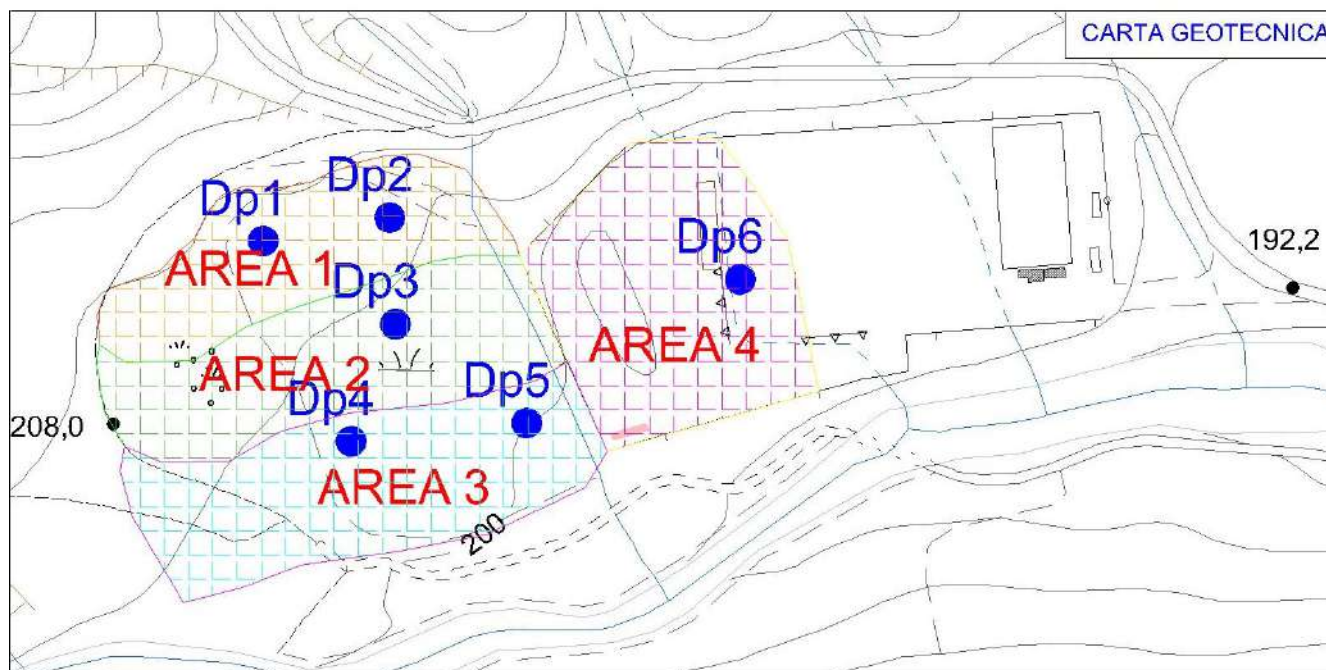


Fig. 7 – Schema delle “Aree Geotecniche”

La correlazione dei dati ottenuti dalle Prove Penetrometriche (DPSH) ha portato ai risultati rappresentati dalle seguenti figure:

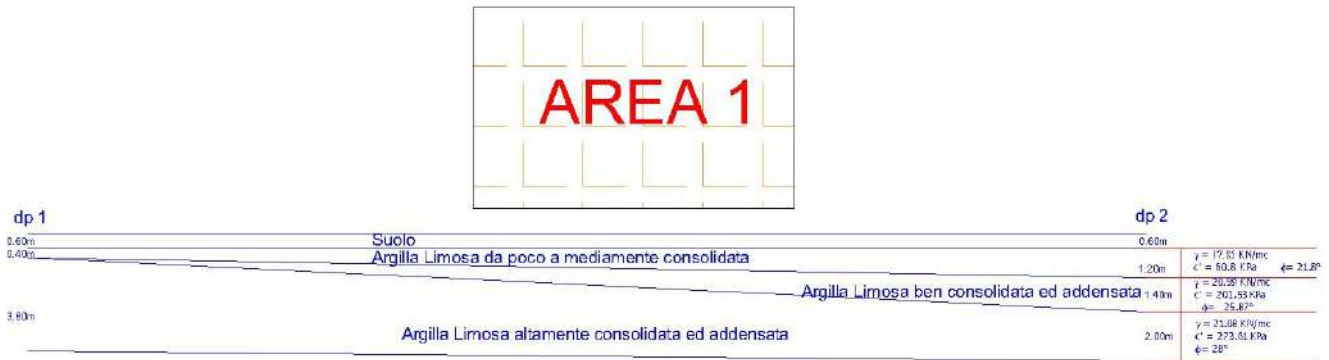


Fig. 8 – Sezione Litotecnica Area 1



Fig. 9 – Sezione Litotecnica Area 2



Fig. 10 – Sezione Litotecnica Area 3



Fig. 11 – Sezione Litotecnica Area 4

Cautelativamente, tra le varie prove confrontate, sono stati scelti i parametri con valore minore.

Tutti gli altri parametri geotecnici ricavati dalle prove Penetrometriche (DPSH) sono visibili nello specifico allegato.

9 STABILITA' DEI TERRENI

Al fine di valutare la pericolosità idrogeologica del territorio ed interpolando i risultati della carta geolitologica, e geomorfologica, è stato possibile mettere in evidenza le relazioni che intercorrono tra la litologia dell'area, la pendenza dei versanti, le forme di dissesto rilevate.

Dal rilevamento effettuato si evince che l'area oggetto di intervento non risulta essere soggetta a movimenti franosi in atto.

Vista la bassa pendenza del sito, non si ritiene necessario eseguire analisi della stabilità del versante.

10 INTERFERENZE GEOMORFOLOGICHE RILEVATE

Area Impianto: In seguito agli studi effettuati, sia geomorfologici che geotecnici, in questa area è stata rilevata una zona interessata, stagionalmente da acque di ruscellamento superficiale, convogliata dai fossi provenienti da monte tramite un tombino di scolo. Tale area, è stata comunque classificata utilizzabile, previo allontanamento di tali acque, o tramite incanalamento in struttura scatolare, o con intercettazione e deviazione nel tombino esistente a monte della strada. Inoltre sono presenti nell'area due linee di impluvio verso i fossi sottostanti. Anche in queste aree, nonostante non siano interessate dal progetto, dovranno essere realizzate opere di regimentazione delle acque di scorrimento superficiale, al fine di convogliarle nel sottostante "Fosso Polacco".

11 CRITICITA' DEI TERRENI

Rappresenta la sintesi delle analisi svolte e costituisce l'elaborato a cui bisogna far riferimento per la realizzazione dell'opera.

Gli elementi che hanno concorso alla sua elaborazione sono rappresentati da:

- Caratterizzazione litostratigrafica dei litotipi affioranti;
- Caratterizzazione morfologica e idrogeologica del territorio;
- Caratterizzazione elastica delle diverse unità sulla base di indagini indirette (prospezioni sismiche). Tenuto conto delle caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, degli incrementi sismici e

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

della stabilità dell'area, la sua criticità risulta essere non critica e, più precisamente, appartiene alla **classe Ia** – Aree di pianura (aree di pianura non interessate da fenomeni di instabilità gravitativa) e **classe IIa** – Aree di pianura (aree di pianura con criticità puntuali e moderate).

L'area risultante in classe IIa, sarà utilizzabile, previo allontanamento delle acque di ruscellamento superficiale, come specificato in precedenza.

CONCLUSIONI

Il presente studio è stato eseguito con lo scopo di accertarsi delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche, geotecniche e di stabilità globale, dei terreni in rapporto alla progettazione dell'opera in oggetto.

A tale fine lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

1^a Fase, caratterizzata da:

- Rilevamento geolitologico in scala 1:2.000, indispensabile per l'individuazione dei caratteri generali di tipo litologico e geologico delle formazioni superficiali e per la costruzione di un modello stratigrafico – strutturale e idrogeologico del sottosuolo;

- Rilevamento geomorfologico di dettaglio in scala 1:2.000;

2^a Fase, caratterizzata da:

- Acquisizione dati attraverso la bibliografia esistente dell'area, attualmente disponibile;

- Realizzazione delle indagini geognostiche, come descritto nel cap. 7

3^a Fase, caratterizzata da:

- Redazione della "Relazione geologica";

- Realizzazione dei seguenti elaborati:

- 1) Corografia dell'area a scala 1: 10.000 e 1 : 2000;

- 2) Carta Geologica a scala 1 : 2000;

- 3) Sezione Geologica a scala 1 : 2000;

- 4) Carta Geomorfologica a scala 1 : 2000;

- 5) Stralcio della carta del PAI (ADB Basilicata) a scala 1 : 10000;

- 6) Carta delle Indagini a scala 1: 2000;

- 7) Carta della Microzonazione Sismica (Livello 1) a scala 1 : 2000;

- 8) Carta della Stabilità a scala 1 : 2000;

- 9) Carta di Sintesi della Pericolosità e Criticità Geologica e Geomorfologica a scala 1 : 2000.

A seguito degli studi effettuati sull'area oggetto di intervento e, da quanto emerge dalla presente relazione, è stato possibile, dunque, affermare che gli interventi previsti per la realizzazione dell'impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU, fanghi e sfalci) e delle aree esterne ad esso ricadono in una porzione del territorio sottoposta a vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D.L. 3267/23 e della L.R. Basilicata n. 42/98, per cui si rende necessario richiedere il nulla osta alla competente autorità regionale.

Tale area non rientra tra quelle a rischio idrogeologico, come si evince dal Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Basilicata (PAI) attualmente vigente (2016) – TAV. 507143

Una accurata regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale dovrà essere valutata con la finalità di evitare eventuali fenomeni di instabilità nelle aree interessate dall'intervento.

Vista la bassa pendenza dell'area (max 5°) non si è ritenuto opportuno eseguire verifiche di stabilità del versante.

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 17 di 18
---	-----------------------	-----------------------------	------------------

COMUNE DI COLOBRARO	Progetto di Impianto di Produzione di Biometano da matrici organiche da raccolta differenziata urbana (FORSU e sfalci)	PROGETTO DEFINITIVO
------------------------	--	------------------------

Alla luce dei risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico-idrologico, sismico e geotecnico dell'area oggetto d'interesse, si può affermare che essa risulta idonea a quanto previsto in progetto.

Valsinni, Marzo 2022

Il Geologo
Dott. Pasquale Truncellito



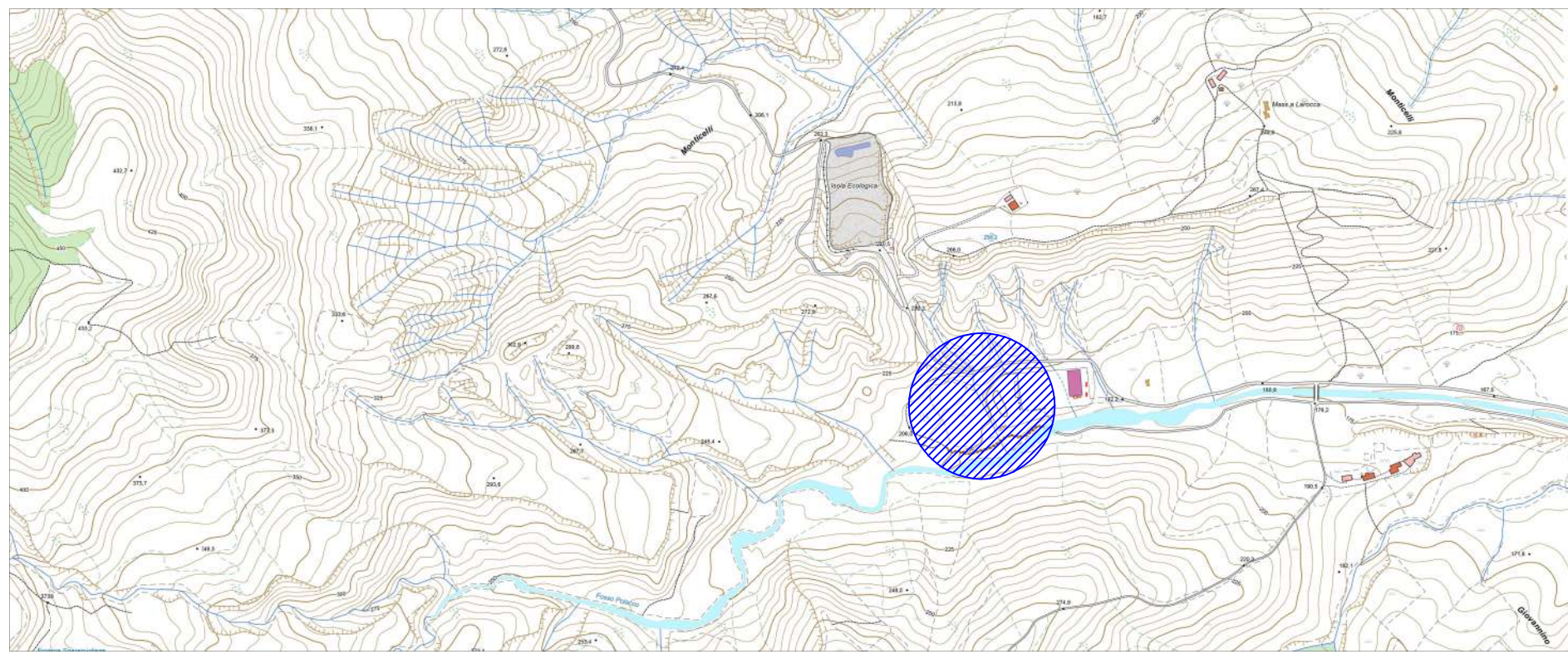
BIBLIOGRAFIA

- *Autorità di Bacino Interregionale della Regione Basilicata - Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico;*
- *<http://rsdi.regione.basilicata.it> – Portale Cartografico della Regione Basilicata;*
- *Carta Geologica al 50.000 - Progetto CARG;*
- *www.geostru.com – Parametri sismici*

	UTRES Ambiente s.r.l.	RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 18 di 18
---	-----------------------	------------------------------------	------------------

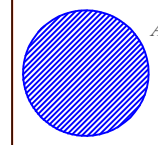
ALLEGATI

COROGRAFIA – TAV. (SCALA 1:10.000 e 1:2.000);
CARTA GEOLOGICA – (SCALA 1:2.000);
SEZIONE GEOLOGICA – (SCALA 1:2.000);
CARTA GEOMORFOLOGICA - (SCALA 1:2.000);
PIANO STRALCIO DI BACINO (PAI) – TAV. 5071430 - (SCALA 1:10.000);
CARTA IDROGEOLOGICA – (SCALA 1:2000);
CARTA DELLE INDAGINI – (SCALA 1:2.000);
CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA – (SCALA 1:2.000);
CARTA DELLA STABILITA' – (SCALA 1:2.000);
CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' E CRITICITA' GEOLOGICA E
GEOMORFOLOGICA – (SCALA 1:2.000);
INDAGINI PREGRESSE.



COROGRAFIA

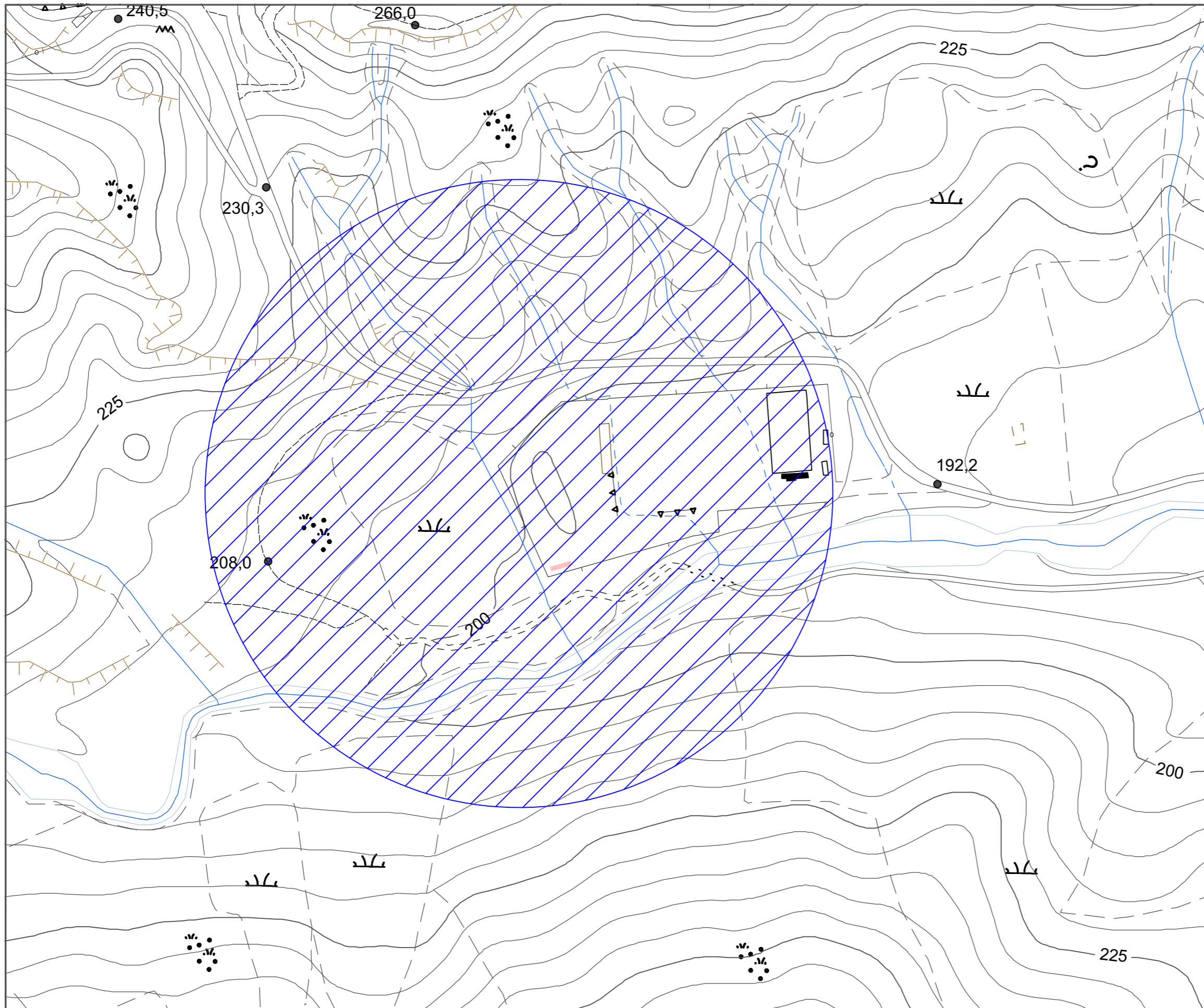
LEGENDA



Area Interessata

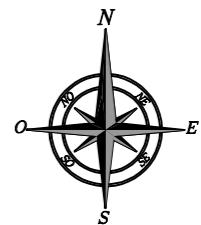
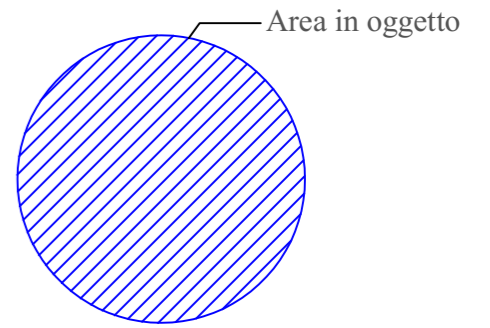


SCALA 1 : 10.000



COROGRAFIA






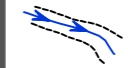


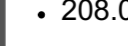

LEGENDA

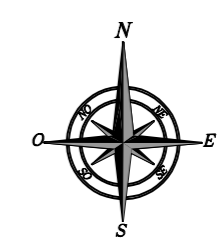


SCALA 1 : 2000

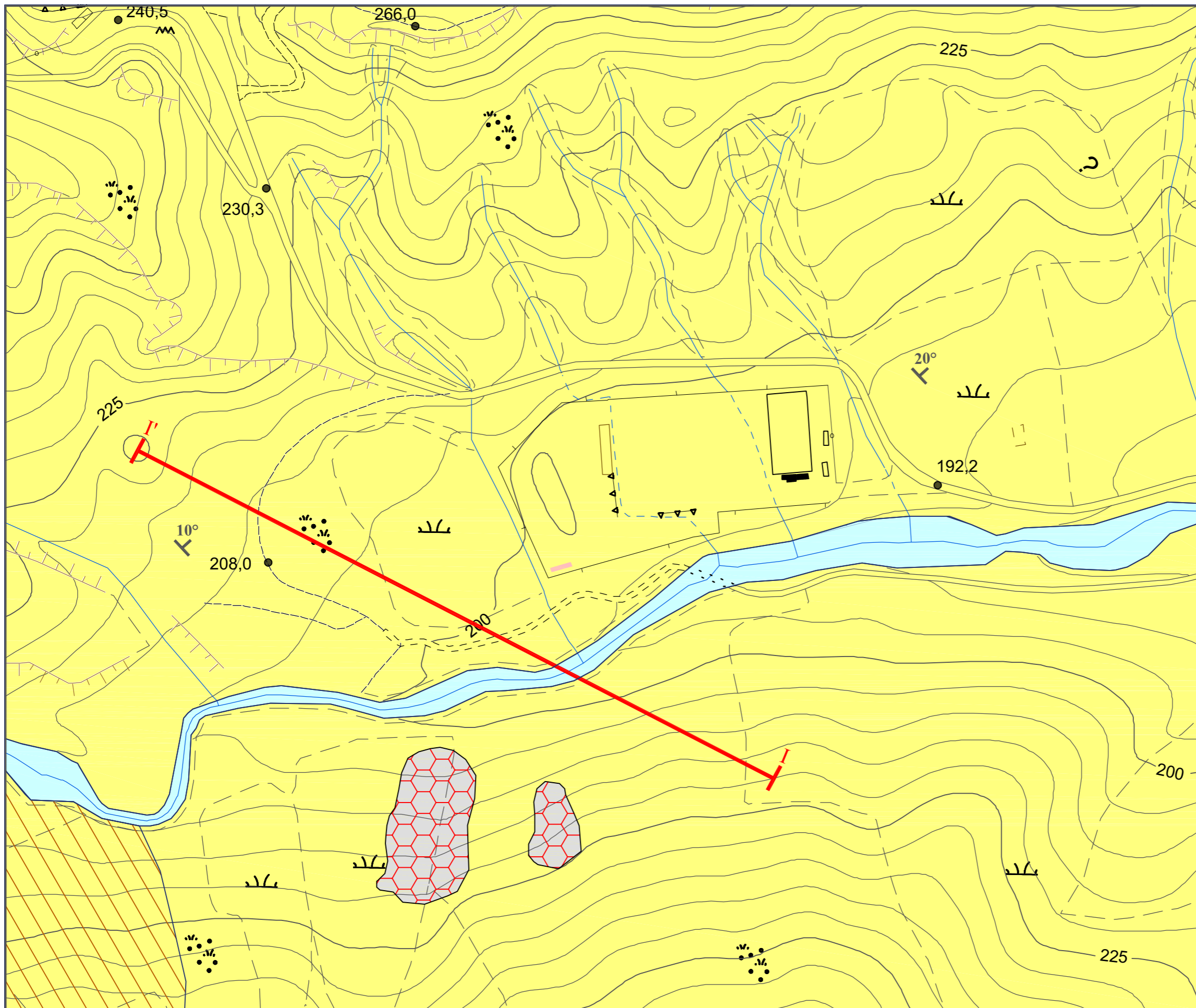
CARTA GEOLOGICA

LEGENDA

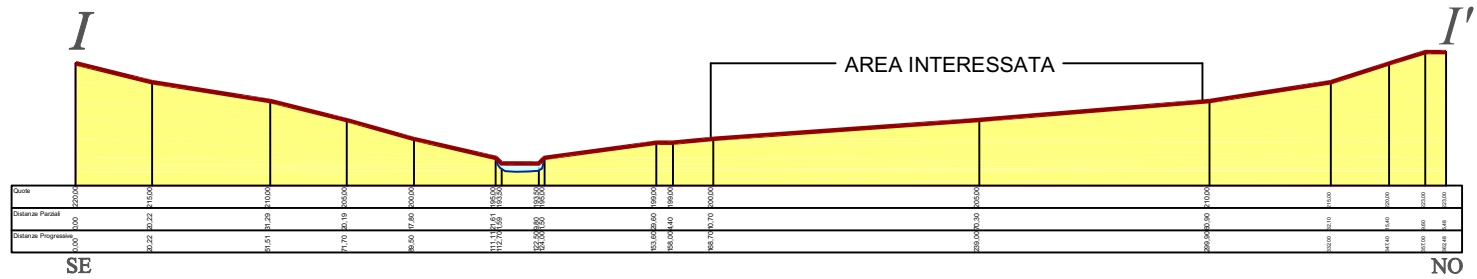
-  Depositi Alluvionali Recenti e Attuali (Olocene)
-  Argille Marnose Azzurre del Torrente Sauro
Argille Marnose azzurre o grigio-verdi, a frattura concoide. (Pleistocene Sup.)
-  Argille Diatomitiche Bianche di Monticelli
Argille Diatomitiche bianche, fogliettate con frazione sabbiosa-argillosa, passanti verso il basso e lateralmente, alle sabbie e calcareniti. (Pleistocene Sup.)
-  Frana
-  30°
Giacitura degli strati (il numero indica l'angolo d'inclinazione)
-  Fosso di ruscellamento
-  30°
Curva direttrice
-  Curva ordinaria
-  • 208,00
Quota al suolo
-  Traccia della Sezione geologica



SCALA 1 : 2000



SEZIONE I - I'

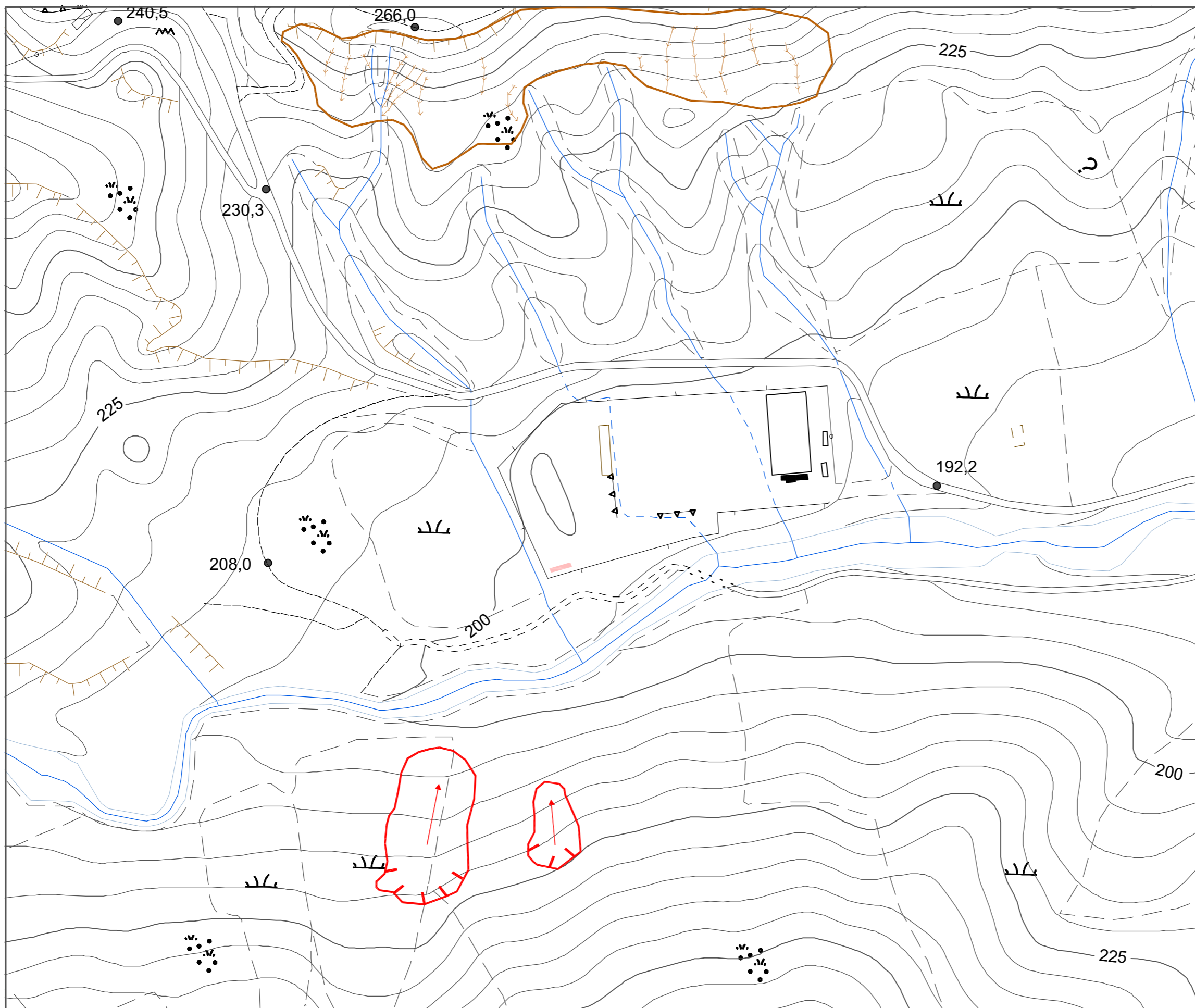


SEZIONE GEOLOGICA

LEGENDA

- Depositi Alluvionali Recenti e Attuali
- Argille Marnose Azzurre del Torrente Sauro

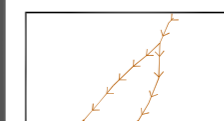
SCALA 1 : 2000



CARTA GEOMORFOLOGICA

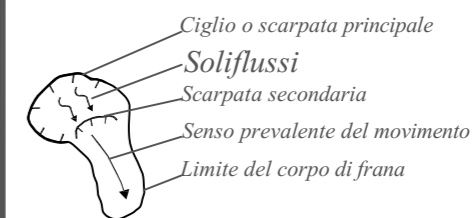
LEGENDA

Forme, processi e depositi dovuti alle acque superficiali



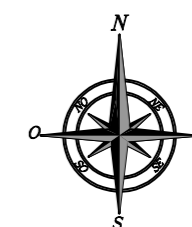
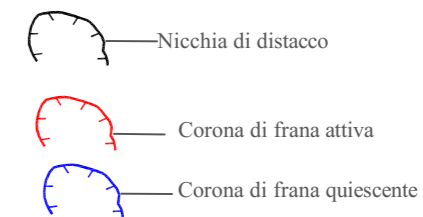
Calanchi

Forme, processi e depositi di versante



Tipologia di frana

Frana per scorrimento rotazionale



SCALA 1 : 2000



Autorità
Interregionale
di Bacino
della Basilicata

Piano stralcio
per la difesa
dal rischio
idrogeologico

Tavola:
507143

Aggiornamento 2014

Legenda

-  limiti amministrativi
-  limiti AdB

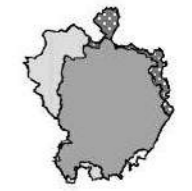
Tipologie di rischio:

-  R4 - molto elevato
-  R3 - elevato
-  R2 - medio
-  R1 - moderato
-  ASV - aree assoggettate a verifica idrogeologica
-  P - aree pericolose

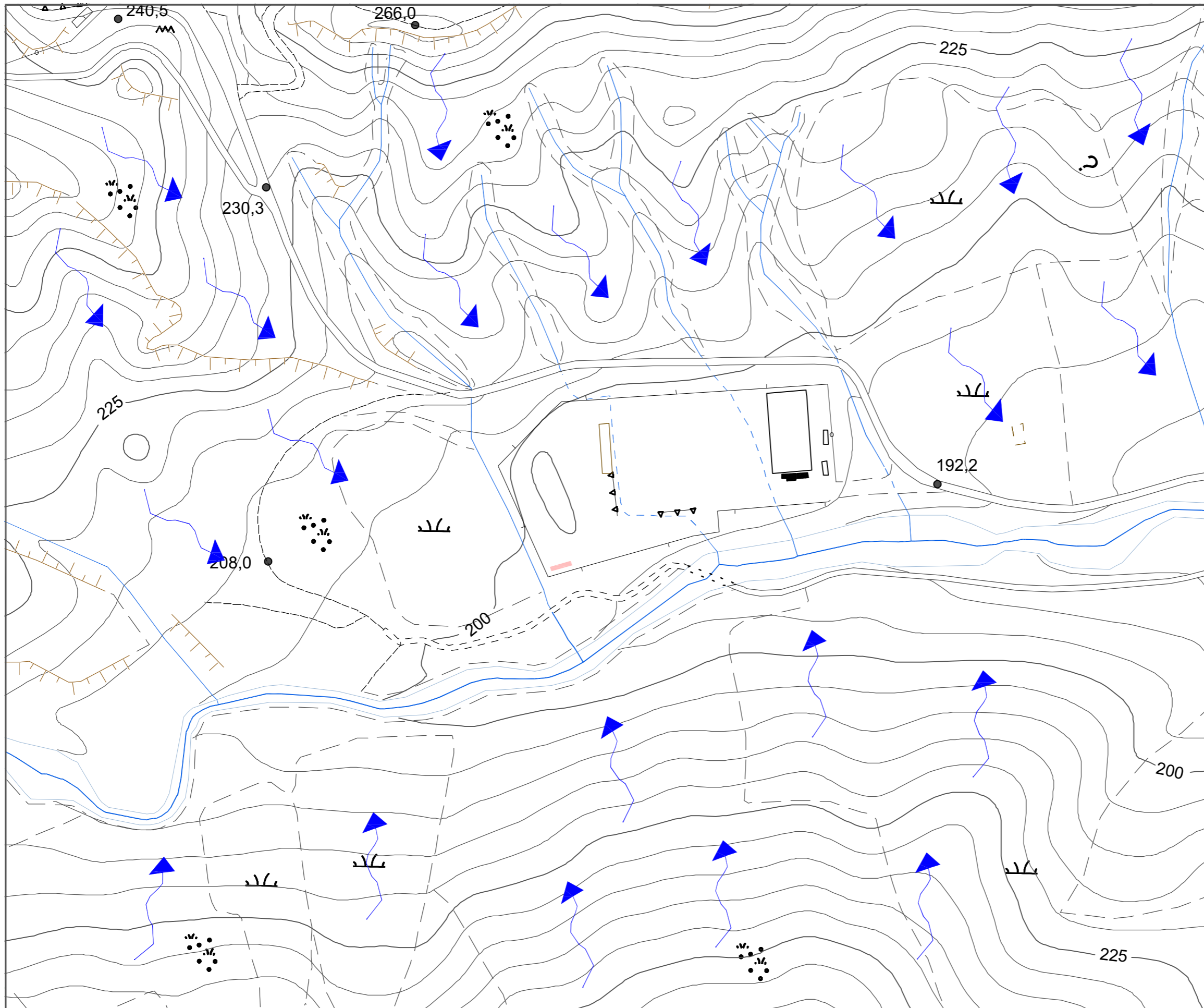
Scala 1:10.000

Piano stralcio
delle aree
di versante

**B - CARTA
DEL RISCHIO**

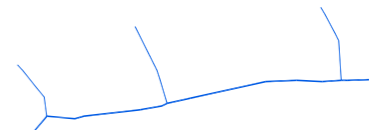


www.adb.basilicata.it



CARTA IDROGEOLOGICA

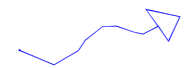
LEGENDA



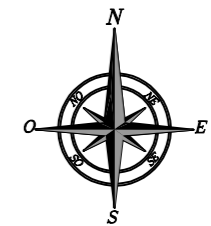
Reticolo Idrografico



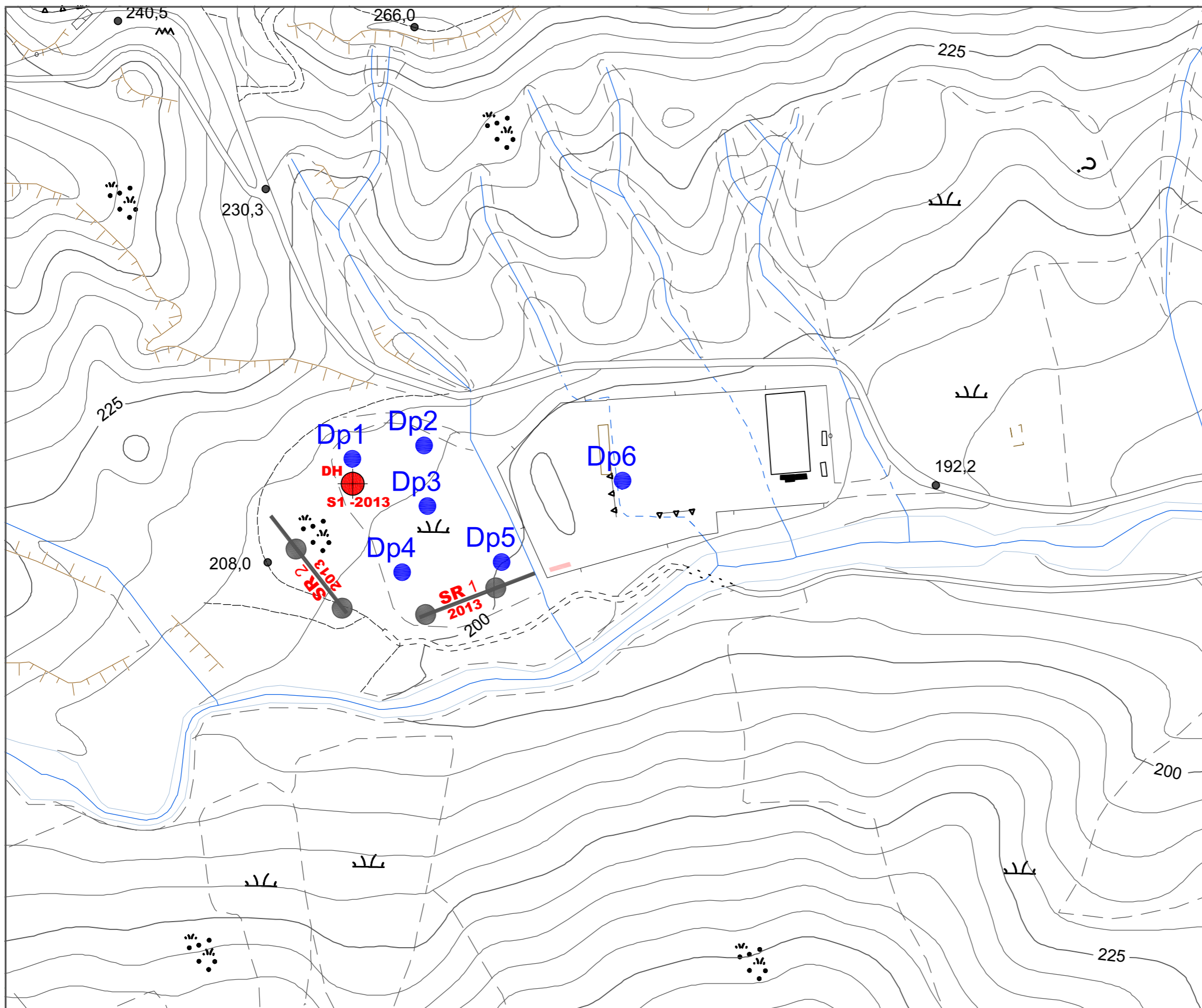
Reticolo Idrografico Interrato



Deflusso Idrico Superficiale



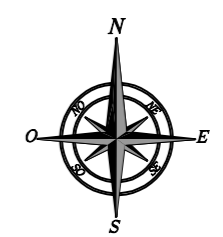
SCALA 1 : 2000



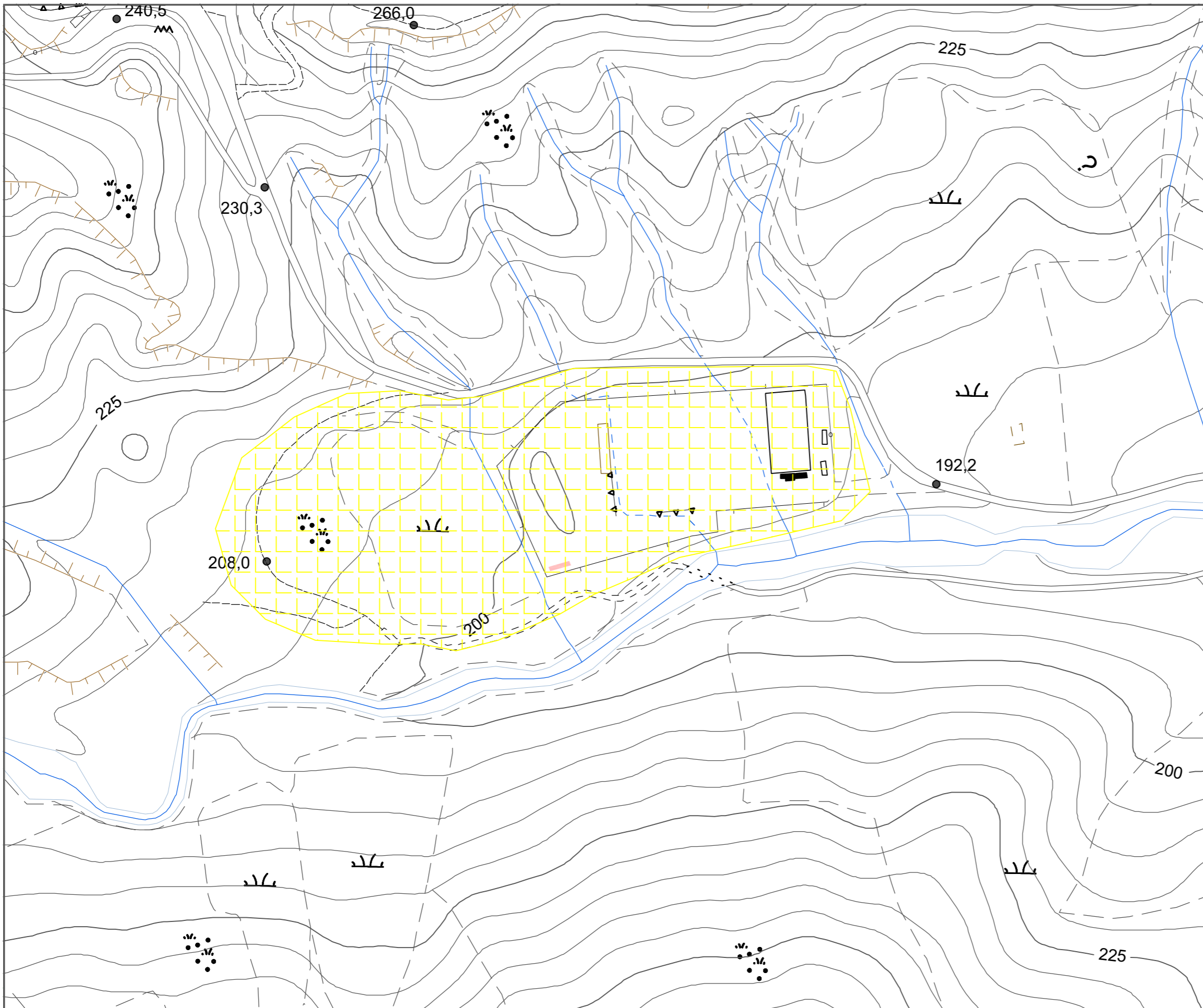
CARTA delle INDAGINI

LEGENDA

- DH** Sondaggi a carotaggio continuo con prelievo campioni e prova sismica in foro (DH) - 2013
- SR** Prospezioni Sismiche a Rifrazione - 2013
- Dp1** Prove penetrometriche Super Pesanti (DPSH) 2022



SCALA 1 : 2000



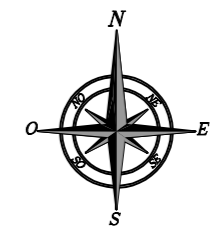
CARTA DELLA
MICROZONAZIONE SISMICA
LEGENDA



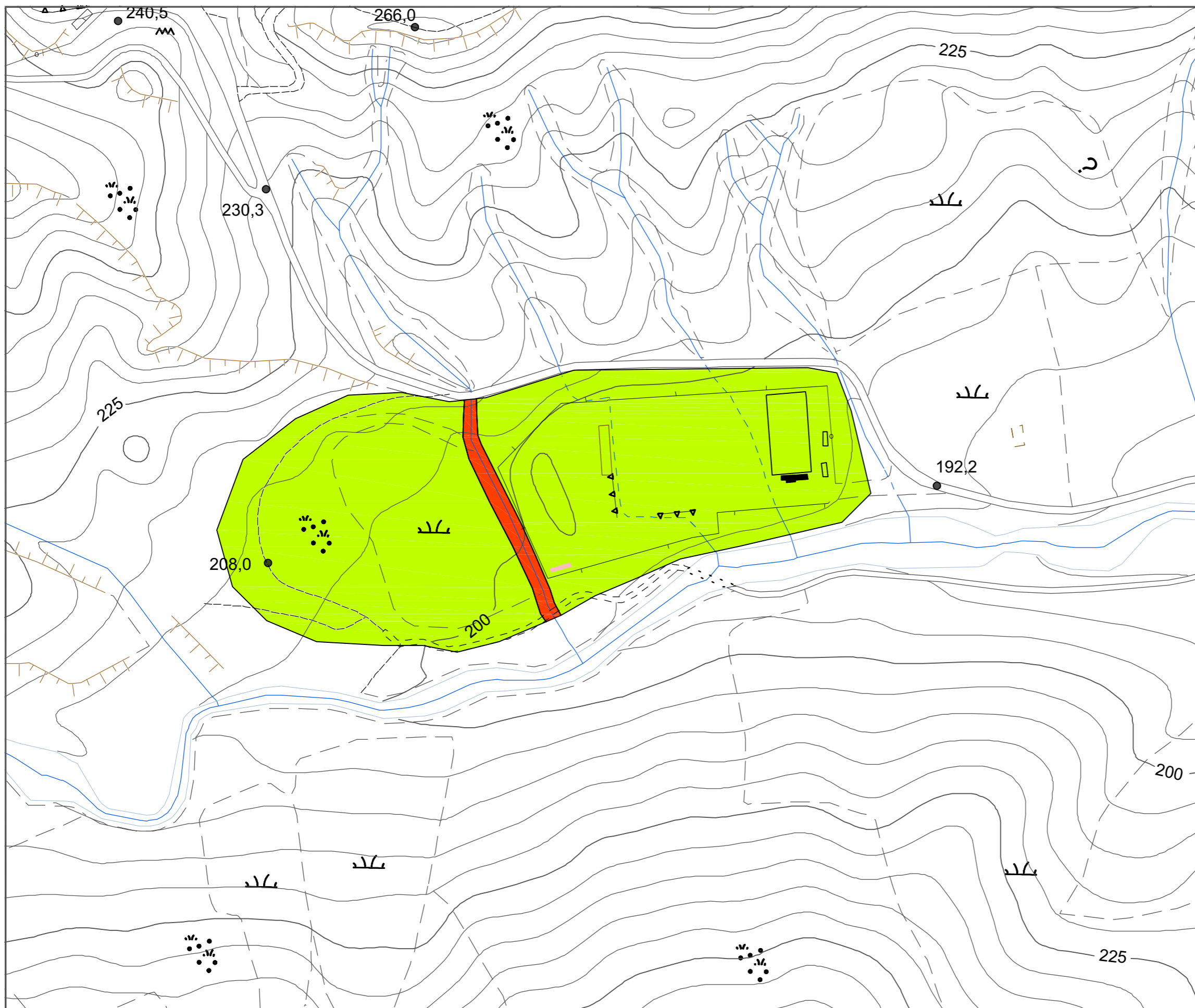
COORDINATE SITO WGS84 SD	
Lat.	40.214523
Long.	16.446026

Vs30	338.00m/sec
Categoria Suolo	C
Classe Ipotizzata	II

	Accelerazione orizz. max al sito di rif. rigido	Valore max fattore amplificazione spettro acceler. orizz.	Periodo inizio tratto a velocità cost. spettro acceler. orizz. (sec)	Amplificazione stratigrafica
SLV	ag = 0.098g	fo = 2.64	T = 0.455	Ss = 1.00
	Coefficiente funzione Categoria Suolo	Amplificazione Topografica Categoria T2	Accelerazione Orizz. al sito amax= Sa*St*ag	Accelerazione Orizz. al sito amax= Sa*St*agmax
SLV	Cc = 1.36	St = 1.00	0.098g	0.147m/sq



SCALA 1 : 2000



CARTA DELLA STABILITA'

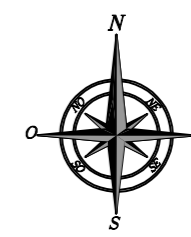
LEGENDA

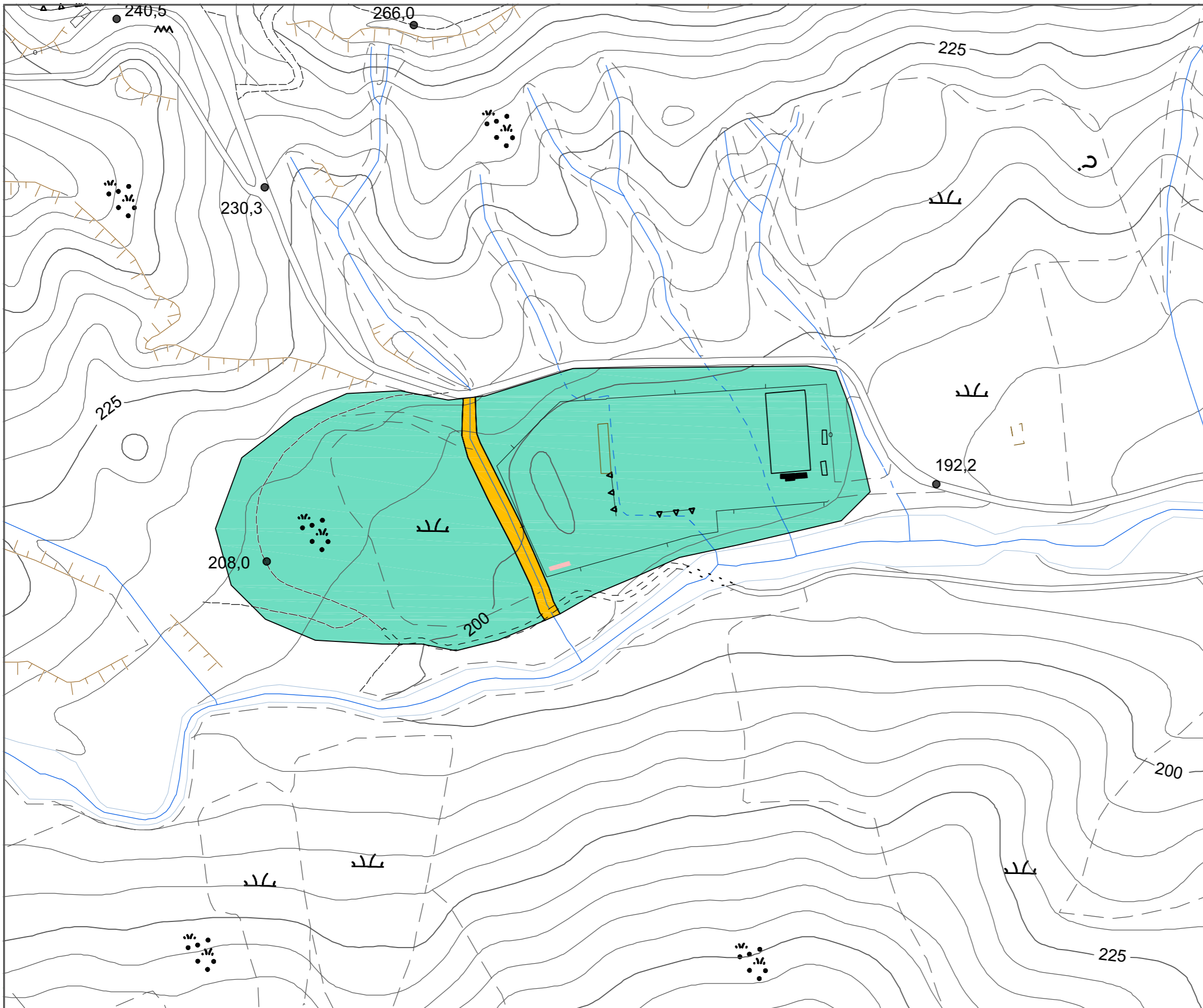
AS AREE STABILI

Aree Stabili
 Aree a pendenza bassa , con litologia rappresentata principalmente, dalle Argille Marnose Azzurre del Torrente Sauro
 Assenza di fenomeni gravitativi ed erosivi.

API AREA POTENZIALMENTE INSTABILE

Aree Potenzialmente Instabili
 Aree a pendenza bassa , con litologia rappresentata principalmente, dalle Argille Marnose Azzurre del Torrente Sauro
 Presenza di acque di ruscellamento superficiale.





**CARTA DI SINTESI DELLA
PERICOLOSITA' E CRITICITA'
GEOLOGICA E
GEOMORFOLOGICA**

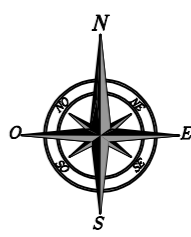
LEGENDA



AREE NON CRITICHE - I -
Ia : Aree di pianura
 Aree non esondabili ed esenti da
 criticità idrauliche e/o idrologiche,
 costituite da materiale argilloso
 appartenente alla formazione delle
 Argille Marnose Azzurre del torrente
 Sauro.
 Aree Utilizzabili



**AREE CON CRITICITA' PUNTUALI
E MODERATE - II -**
IIa : Aree di pianura
 aree non esondabili con fenomeni di
 erosione localizzati, costituite da
 materiale argilloso appartenente alla
 formazione delle Argille Marnose
 Azzurre del torrente Sauro.
 Aree Utilizzabili previo allontanamento
 delle acque di ruscellamento superficiale



INDAGINI GEOFISICHE

Prospezione sismica a rifrazione onda P

Il principio della sismica a rifrazione si basa sulla misurazione del ritardo con cui un segnale prodotto da una sorgente energizzante viene registrato da vari sensori (geofoni) posti in superficie.

Riportando su un diagramma tali ritardi in funzione delle distanze reciproche fra i geofoni è possibile tracciare degli inviluppi rettilinei che individuano una spezzata (dromocrona) in cui ogni segmento rettilineo rappresenta uno spessore di terreno con un valore medio della velocità delle onde P ed S.

La velocità di propagazione del segnale è funzione delle caratteristiche elastiche del terreno, queste proprietà derivano dalla densità e dalla compattezza (quindi dalla rigidità) di ogni singolo strato nel sottosuolo; in sintesi, minore è lo stato di addensamento di un terreno e minore sarà la velocità dell'onda sismica che l'attraversa. La strumentazione registra l'onda rifratta dall'interfaccia fra due strati sovrapposti geometricamente l'uno all'altro e caratterizzati da un contrasto di rigidità.

Nel nostro caso l'indagine si è svolta con l'esecuzione di due prospezioni sismiche con la seguente geometria:

Stendimento sismico	N° Canali	Distanza Intergeofonica	Lunghezza base sismica
S.S. 1	24	2.50 m	60 m
S.S. 2	24	2.50 m	60 m

E' stata fissata una distanza intergeofonica di 2.50 m per entrambe le prove, con 24 canali di acquisizione, per una lunghezza complessiva di 120. Sono state prese in considerazione le onde di compressione "Vp" generate da un energizzatore (energizzatore sismico della MAE srl) con l'utilizzo di una mazza battente ed attraverso il metodo ABC depth

computation sono stati registrati i tempi di arrivo delle onde ai geofoni disposti lungo uno stendimento prefissato.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali (Re.Mi., S.A.S.W., M.A.S.W.).



L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale: Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves).

Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP. Tutte le operazioni possono essere gestite in modo intuitivo toccando lo schermo con l'apposito stilo che sostituisce il mouse normalmente utilizzato sui PC desk.

L'acquisizione dei dati e la codifica dei file in formato Seg-2 sono stati elaborati con il software WinSism10 della GeoSoft.

In allegato per ciascuna linea sismica si riportano:

- * grafico spazio-tempo (dromocrona);
- * sezione sismostratigrafica.

Le correlazioni proposte tra sismozone e litologie dei terreni sono state effettuate sulla base dei dati delle conoscenze geologiche di campagna e delle indagini geognostiche dirette condotte nell'area indagata. L'interpretazione dei dati di campagna è stata effettuata utilizzando il programma Winsism10, il quale consente di determinare la profondità al di sotto di ogni geofono attraverso l'analisi delle velocità e degli spessori degli strati, individuandone le variazioni laterali nell'elaborazione di un modello interpretativo. Riportando su un grafico le distanze dal punto di scoppio dei geofoni ed i tempi dei primi arrivi (onde P) si ottengono rette spezzate chiamate dromocrone.

Dall'inclinazione di queste rette e mediante algoritmi al computer si risale al numero di sismostrati presenti nel sottosuolo, al loro spessore e alla velocità di ciascuno di essi. Quest'ultima è funzione delle caratteristiche meccaniche del tipo litologico, in particolare dei moduli elastici (di Young, di Poisson) e della densità.

Le velocità delle onde sismiche nei sismostrati e le profondità dei rifrattori individuati sono leggibili graficamente nelle sezioni sismostratigrafiche allegate. Per comodità di lettura i dati registrati ed elaborati vengono riassunti di seguito.

I profili sismici sono stati realizzati nell'area di interesse così come riportato nella planimetria con ubicazione delle indagini, con l'intento di ricostruire l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo e individuare gli spessori degli strati superficiali.

I modelli di velocità ottenuti dalle prospezioni sismiche hanno consentito di investigare profondità di circa 16.00 metri.

Dalla osservazione delle risultanze stratigrafiche del sondaggio effettuato e sulla base dei valori di velocità delle onde P misurati, si dà una descrizione grossolana dei litotipi presenti.

Sismostrato	Spessore m	V _{Pmedio} m/s	V _{Smedio} m/s	Litologia
1	Da 0.00 a 1.90	441	-	Terreno di riporto
2	Da 1.90 a 6.40	1283	-	Limi argillosi
3	Da 6.40 a 16.00	2356	-	Argille

Tabella riassuntiva Stendimento Sismico S.S. 1

Sismostrato	Spessore m	V _{Pmedio} m/s	V _{Smedio} m/s	Litologia
1	Da 0.00 a 0.80	333	-	Terreno di riporto
2	Da 0.80 a 6.10	870	-	Limi argillosi
3	Da 6.10 a 18.00	1965	-	Argille

Tabella riassuntiva Stendimento Sismico S.S. 2

Si precisa che tali valori devono essere considerati orientativi per l'area oggetto di studio, ciò a causa della variabilità delle caratteristiche elastiche, anche di specifici litotipi, per piccole variazioni delle loro condizioni chimico-fisiche in natura, ossia, grado di compattezza, porosità, tessitura, grado di alterazione e/o fratturazione, composizione mineralogica e contenuto dei fluidi.

Profilo SS1 onda P

Il profilo in parola, è stato ubicato lungo la direzione NE-SW ed ha avuto una lunghezza pari a 60 ml, per una profondità utile di investigazione pari a max 16 m circa.

Nell'ambito del rilievo, sono state notate variazioni di quota significative tra i geofoni posti sullo stendimento; per tale motivo nell'interpretazione dei dati è stata effettuata la correzione topografica della quota dei vari geofoni.

	Vel. P (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	441	1.90
II° Sismostr.	1.283	6.39
III° Sismostr.	2.356	max indagine

Parziali (m)	Prof. Rifratt.1 da p.c. (m)	Prof. Rifratt.2 da p.c. (m)	Topografia Relativa (m slm)	Quota Rifratt.1 Relativa (m slm)	Quota Rifratt.1 Relativa (m slm)
0.00	1.40	5.50	202.00	200.60	196.50
2.50	1.60	5.40	202.13	200.53	196.73
5.00	1.40	5.90	202.26	200.86	196.36
7.50	1.70	5.40	202.39	200.69	196.99
10.00	1.70	5.60	202.52	200.82	196.92
12.50	1.50	6.00	202.65	201.15	196.65
15.00	1.60	6.10	202.78	201.18	196.68
17.50	1.50	6.00	202.91	201.41	196.91
20.00	1.50	6.70	203.04	201.54	196.34
22.50	1.80	6.70	203.17	201.37	196.47
25.00	1.80	7.10	203.30	201.50	196.20
27.50	1.80	6.80	203.43	201.63	196.63
30.00	1.90	6.00	203.57	201.67	197.57
32.50	2.30	5.10	203.70	201.40	198.60
35.00	2.60	4.90	203.83	201.23	198.93
37.50	2.50	5.80	203.96	201.46	198.16
40.00	2.50	5.90	204.09	201.59	198.19
42.50	2.40	6.50	204.22	201.82	197.72
45.00	2.40	6.80	204.35	201.95	197.55
47.50	2.50	6.30	204.48	201.98	198.18
50.00	2.30	6.80	204.61	202.31	197.81
52.50	1.90	8.00	204.74	202.84	196.74
55.00	1.50	9.00	204.87	203.37	195.87
57.50	1.60	9.10	205.00	203.40	195.90

MEDIA	MEDIA
1.90	6.39

L'analisi della sezione sismostratigrafica mostra la presenza di n° 3 sismostrati, divisi da rifrattori ad andamento a media regolarità, a testimonianza della presenza nel sottosuolo investigato di corpi con discreto contrasto di velocità e geometrie abbastanza regolari.

I valori delle velocità lette nel primo sismostrato ($V_p = 441$ m/s), appartengono ad un ammasso “prevalentemente terroso” correlabile a terreno di copertura agrario, areato, a bassa consistenza, poco eterogeneo lateralmente, in media presente sino a 1.90 m da p.c..

Il secondo sismostrato, presente sino alla profondità di 6.40 m dal p.c., possiede velocità pari a $V_p = 1283$ m/s, ed è attribuibile ad un ammasso “prevalentemente roccioso” correlabile a limo argilloso a media consistenza, abbastanza eterogeneo lateralmente.

Il terzo sismostrato, presente sino alla profondità massima di indagine, possiede velocità pari a $V_p = 2356$ m/s, ed è attribuibile ad un ammasso “prevalentemente roccioso” correlabile ad argilla limosa a medio-alta consistenza, poco eterogeneo lateralmente.

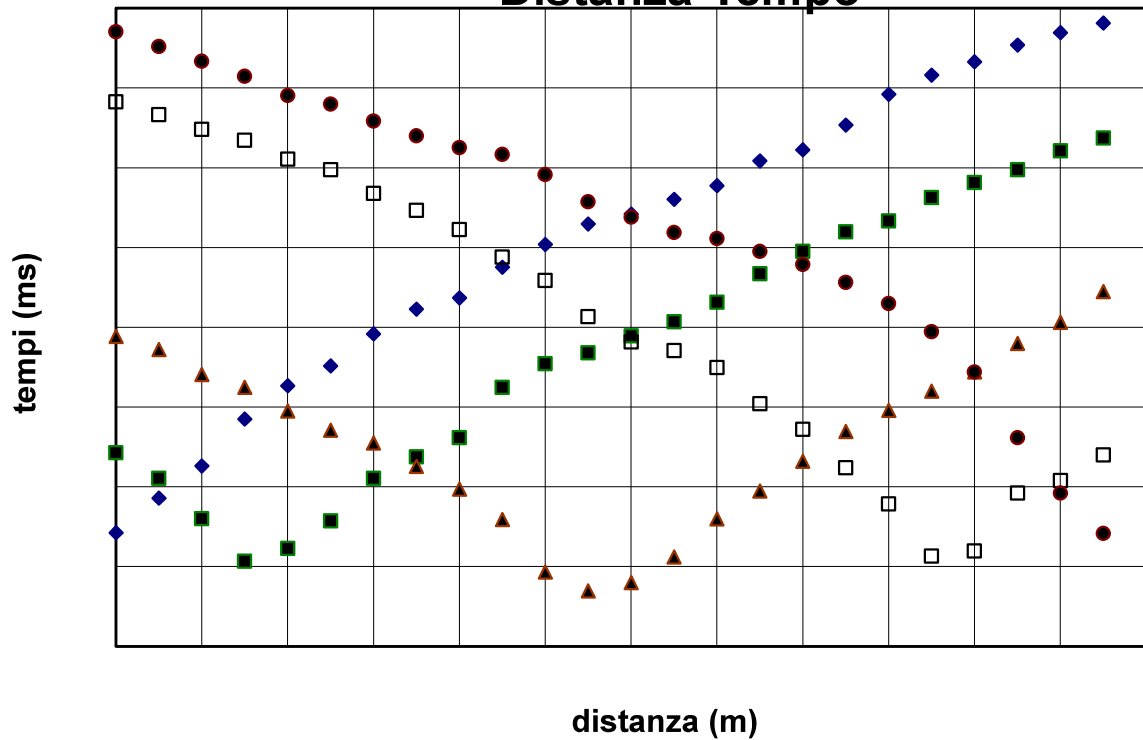
Di seguito si riportano i parametri di configurazione dello stendimento e il tempo di primo arrivo individuato su ciascun ricevitore per ciascun punto di scoppio:

N shot			1	2	3	4	5
Distanza relativa (m)			-1.25	8.75	28.75	48.75	58.75
Quota relativa (m)			202	202.5	203.5	204.55	205
Geofono	Distanza relativa (m)	Quota relativa (m)	Tempi del primo arrivo per ciascuno shot (ms)				
			1	2	3	4	5
1	0	202	7.12	12.13	19.43	34.13	38.53
2	2.5	202.13	9.29	10.53	18.61	33.33	37.6
3	5	202.26	11.31	8	17.04	32.4	36.67
4	7.5	202.39	14.25	5.33	16.25	31.73	35.73
5	10	202.52	16.34	6.13	14.76	30.53	34.53
6	12.5	202.65	17.58	7.87	13.56	29.87	34
7	15	202.78	19.59	10.53	12.74	28.4	32.93
8	17.5	202.91	21.14	11.87	11.28	27.33	32
9	20	203.04	21.84	13.07	9.86	26.13	31.27
10	22.5	203.17	23.77	16.24	7.96	24.4	30.83
11	25	203.3	25.2	17.71	4.67	22.93	29.57
12	27.5	203.43	26.48	18.4	3.47	20.67	27.86
13	30	203.57	27.1	19.47	4	19.07	26.9
14	32.5	203.7	28.03	20.35	5.6	18.53	25.94
15	35	203.83	28.88	21.57	8	17.47	25.57
16	37.5	203.96	30.43	23.35	9.73	15.2	24.75
17	40	204.09	31.13	24.76	11.6	13.6	23.94
18	42.5	204.22	32.68	25.98	13.47	11.2	22.82
19	45	204.35	34.61	26.67	14.8	8.93	21.49
20	47.5	204.48	35.81	28.13	16	5.65	19.73
21	50	204.61	36.64	29.07	17.2	5.98	17.2
22	52.5	204.74	37.7	29.87	18.99	9.6	13.07
23	55	204.87	38.47	31.07	20.31	10.4	9.6
24	57.5	205	39.07	31.87	22.24	12	7.07

Nel grafico distanza tempo sono riportati i tempi del primo arrivo da cui si individuano le dromocrone e tramite linearizzazione si individuano i principali rifrattori al di sotto di ciascun shot:

STENDIMENTO SS1P - "SURUS Energia Sociale"

Distanza-Tempo



Profilo SS2 onda P

Il profilo in parola, è stato ubicato lungo la direzione NW-SE ed ha avuto una lunghezza pari a 60 ml, per una profondità utile di investigazione pari a max 18 m circa.

Nell'ambito del rilievo, sono state notate variazioni di quota significative tra i geofoni posti sullo stendimento; per tale motivo nell'interpretazione dei dati è stata effettuata la correzione topografica della quota dei vari geofoni.

	Vel. P (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	333	0.78
II° Sismostr.	870	6.10
III° Sismostr.	1.965	max indagine

Parziali (m)	Prof. Rifratt.1 da p.c. (m)	Prof. Rifratt.2 da p.c. (m)	Topografia Relativa (m slm)	Quota Rifratt.1 Relativa (m slm)	Quota Rifratt.1 Relativa (m slm)
0.00	0.60	5.20	217.00	216.40	211.80
2.50	1.20	4.20	216.61	215.41	212.41
5.00	0.70	5.50	216.22	215.52	210.72
7.50	0.70	5.60	215.83	215.13	210.23
10.00	0.80	5.40	215.43	214.63	210.03
12.50	0.70	5.40	215.04	214.34	209.64
15.00	0.50	5.90	214.65	214.15	208.75
17.50	0.40	5.90	214.26	213.86	208.36
20.00	0.50	6.00	213.87	213.37	207.87
22.50	0.50	6.30	213.48	212.98	207.18
25.00	0.30	6.60	213.09	212.79	206.49
27.50	0.20	7.30	212.70	212.50	205.40
30.00	0.30	7.90	212.30	212.00	204.40
32.50	0.70	7.00	211.91	211.21	204.91
35.00	1.00	6.40	211.52	210.52	205.12
37.50	1.10	6.00	211.13	210.03	205.13
40.00	1.10	5.90	210.74	209.64	204.84
42.50	0.90	6.40	210.35	209.45	203.95
45.00	0.50	7.00	209.96	209.46	202.96
47.50	0.90	6.40	209.57	208.67	203.17
50.00	1.20	6.00	209.17	207.97	203.17
52.50	1.40	5.80	208.78	207.38	202.98
55.00	1.20	6.30	208.39	207.19	202.09
57.50	1.30	6.10	208.00	206.70	201.90

MEDIA	MEDIA
0.78	6.10

L'analisi della sezione sismostratigrafica mostra la presenza di n° 3 sismostrati, divisi da rifrattori ad andamento a media regolarità, a testimonianza della presenza nel sottosuolo investigato di corpi con discreto contrasto di velocità e geometrie abbastanza regolari.

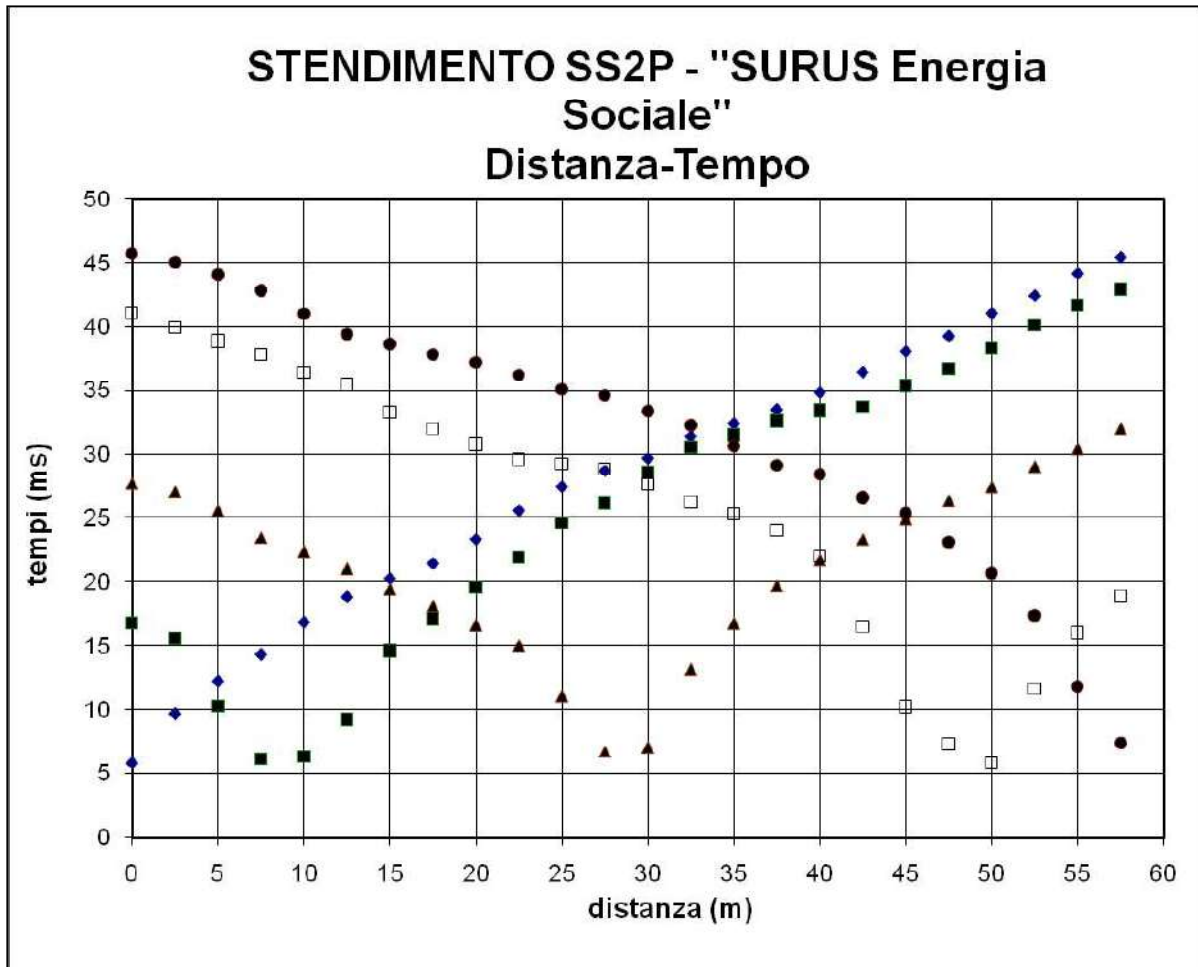
I valori delle velocità lette nel primo sismostrato ($V_p = 333$ m/s), appartengono ad un ammasso "prevalentemente terroso" correlabile a terreno di copertura agrario, areato, a bassa consistenza, poco eterogeneo lateralmente, in media presente sino a 0.80 m da p.c. Il secondo sismostrato, presente sino alla profondità di 6.10 m dal p.c., possiede velocità pari a $V_p = 870$ m/s, ed è attribuibile ad un ammasso "prevalentemente roccioso" correlabile a limo argilloso a medio-bassa consistenza, eterogeneo lateralmente.

Il terzo sismostrato, presente sino alla profondità massima di indagine, possiede velocità pari a $V_p = 1965$ m/s, ed è attribuibile ad un ammasso "prevalentemente roccioso" correlabile ad argilla limosa a medio-alta consistenza, eterogeneo lateralmente.

Di seguito si riportano i parametri di configurazione dello stendimento e il tempo di primo arrivo individuato su ciascun ricevitore per ciascun punto di scoppio:

N shot			1	2	3	4	5
Distanza relativa (m)			-1.25	8.75	28.75	48.75	58.75
Quota relativa (m)			217	215.6	215.5	209.3	208
Geofono	Distanza relativa (m)	Quota relativa (m)	Tempi del primo arrivo per ciascuno shot (ms)				
			1	2	3	4	5
1	0	217	5.75	16.8	27.73	41.07	45.69
2	2.5	216.61	9.62	15.58	27.07	39.91	45.03
3	5	216.22	12.13	10.24	25.6	38.86	44.04
4	7.5	215.83	14.29	6.11	23.47	37.81	42.78
5	10	215.43	16.81	6.3	22.4	36.41	40.96
6	12.5	215.04	18.78	9.21	21.07	35.46	39.38
7	15	214.65	20.22	14.59	19.47	33.25	38.65
8	17.5	214.26	21.39	17.11	18.13	31.98	37.81
9	20	213.87	23.28	19.54	16.67	30.8	37.21
10	22.5	213.48	25.53	21.89	15.07	29.62	36.22
11	25	213.09	27.41	24.58	11.07	29.22	35.05
12	27.5	212.7	28.67	26.14	6.72	28.83	34.6
13	30	212.3	29.66	28.57	7.08	27.64	33.34
14	32.5	211.91	31.37	30.57	13.12	26.22	32.27
15	35	211.52	32.36	31.53	16.8	25.27	30.65
16	37.5	211.13	33.43	32.57	19.71	24.01	29.12
17	40	210.74	34.78	33.41	21.75	21.95	28.4
18	42.5	210.35	36.4	33.73	23.35	16.51	26.6
19	45	209.96	38.02	35.35	24.95	10.19	25.35
20	47.5	209.57	39.19	36.65	26.37	7.27	23.1
21	50	209.17	40.96	38.3	27.47	5.78	20.67
22	52.5	208.78	42.33	40.04	29.08	11.6	17.35
23	55	208.39	44.11	41.6	30.49	16.03	11.77
24	57.5	208	45.39	42.9	32.03	18.9	7.37

Nel grafico distanza tempo sono riportati i tempi del primo arrivo da cui si individuano le dromocrone e tramite linearizzazione si individuano i principali rifrattori al di sotto di ciascun shot:



Prospezione sismica in foro down-hole

Nel foro di sondaggio è stata condotta una indagine sismica (down hole) al fine di individuare le caratteristiche di rigidezza dei litotipi e per classificare sismicamente il suolo dell'area su cui saranno realizzate le opere in progetto.

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1, 2).

Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

- ★ una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
- ★ uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema pneumatico di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
- ★ un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
- ★ un trasduttore (trigger) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

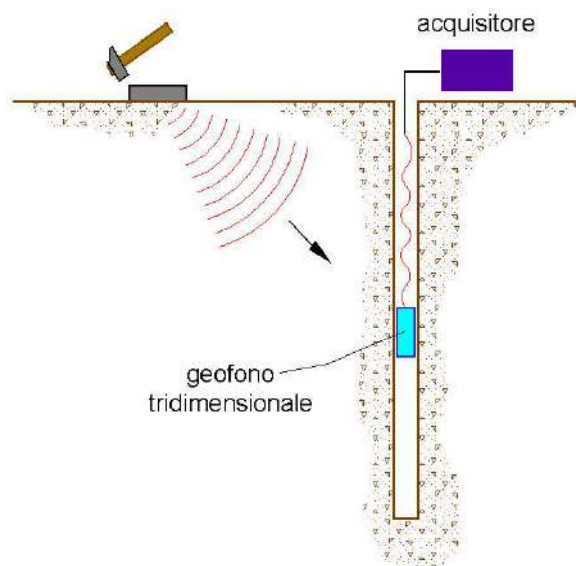


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

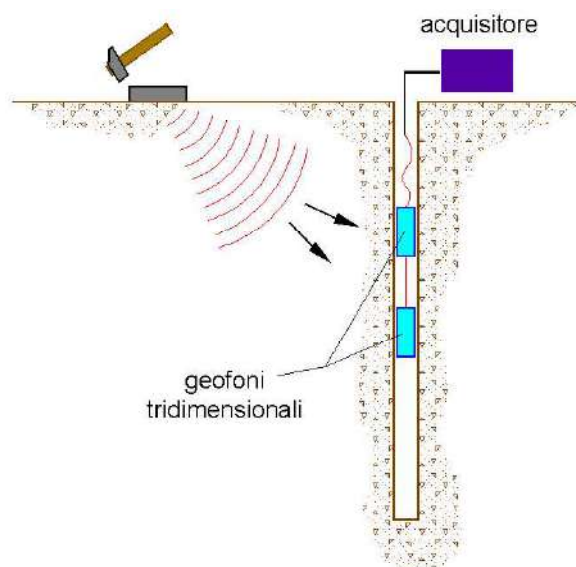


Figura 2 – Schema down hole a due ricevitori

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente ϕ circa 15 cm).

I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.

Prima di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come trigger.

Se si dispone di due ricevitori, questi vengono collegati in modo da impedirne la rotazione relativa e da fissarne la distanza. Il primo dei due ricevitori viene raccordato ad una batteria di aste che ne permette l'orientamento dalla superficie e lo spostamento.

Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).

A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di trigger e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0) t_{\text{corr}} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{\text{corr}} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

★ coefficiente di Poisson medio:

$$2.0) \nu_{\text{medio}} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

★ modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0) G_{\text{medio}} = \rho V_s^2$$

★ modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0) E_{\text{dmedio}} = \rho V_p^2$$

* modulo di Young medio:

$$5.0) E_{\text{medio}} = 2\rho V_s^2 (1 + \nu)$$

* modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0) E_{\text{vmedio}} = \rho \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 5) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo).

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$7.0) V_{p,s} = \frac{Z_2 - Z_1}{t_{2\text{corr}} - t_{1\text{corr}}}$$

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

Il metodo intervallo presenta però dei limiti:

- * non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;
- * non è applicabile nel caso in cui $t_{2\text{corr}} < t_{1\text{corr}}$.

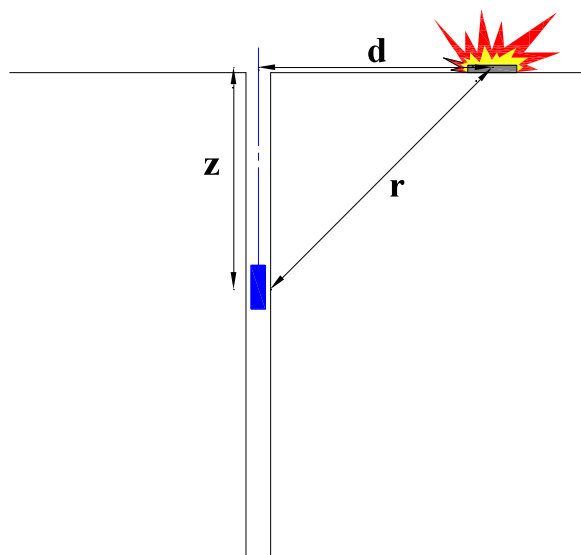


Figura 3 – Schema di down hole con metodo diretto

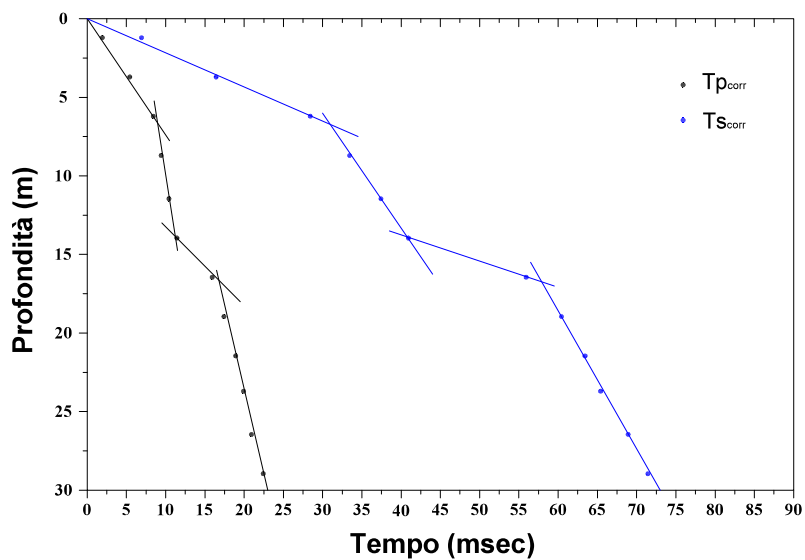


Figura 4 – Dromocrone

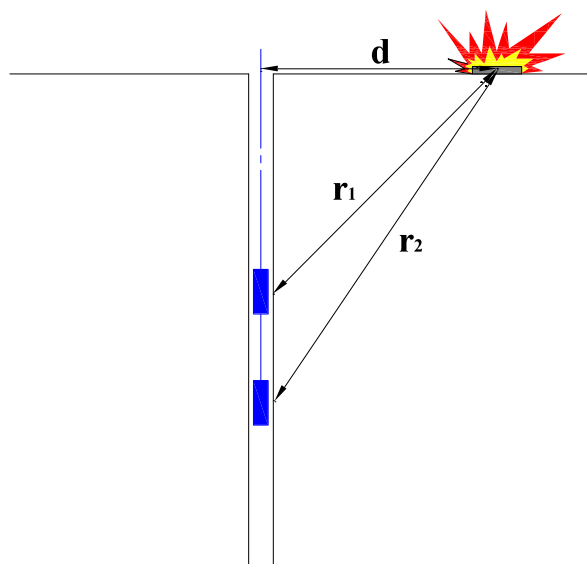


Figura 5 – Schema di down hole con metodo intervallo

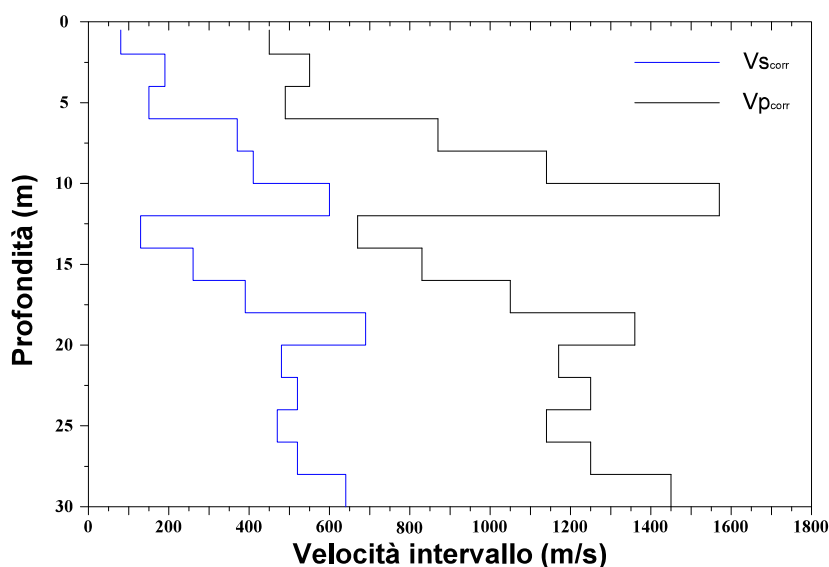


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ambedue le procedure d'interpretazione sopra descritte sono comunque suscettibili di una critica fondamentale, cioè si basano sull'ipotesi che i percorsi delle onde siano rettilinei e coincidenti con quelli che collegano la sorgente ai ricevitori.

Di solito ciò non è esatto, dato che, prima di giungere ai ricevitori, le onde subiscono fenomeni di rifrazione che ne modificano il percorso.

Nel nostro caso l'interpretazione del rilievo in foro con il metodo diretto ha consentito di determinare una velocità VS30 pari a 338 m/s, pertanto, è possibile classificare i terreni presenti in loco nella categoria **C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT,30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu,30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).**

I parametri sismoelastici sono stati determinati attraverso i risultati del rilievo sismico down hole eseguito per la determinazione della VS30 nell'area oggetto di studio, secondo quanto richiesto dalle nuove norme in vigore definite "NTC 2008". I valori ottenuti sono quelli riportati nella tabella seguente:

PARAMETRI SISMOELASTICI									
		Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
		Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa
STRATO		prof.media(m)							
I	2.00	0.197	0.072	0.42	1.39	209	74	452	0.2
II	13.00	0.788	0.465	0.23	1.81	9842	3992	6141	73.2
III	30.00	1.621	0.455	0.46	2.08	12774	4383	49788	109.9
Vs30		=	0.338	(Km/sec)	SUOLO CATEGORIA :			C	

Legenda parametri dinamici

Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	Edin	Modulo di Elasticità dinamico
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	Gdin	Modulo di Taglio dinamico
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec	Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec	Estat	Modulo di Elasticità statico
μ	Coefficiente di Poisson	-		
δ	Densità geofisica	T/m ³		

Parametri statistici

	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
	Km/sec.	Km/sec.		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa
Minimo	0.20	0.07	0.23	1.39	209	74	452	0.2
Media	0.87	0.33	0.37	1.76	7609	2816	18794	61.1
Massimo	1.62	0.47	0.46	2.08	12774	4383	49788	109.9
Varianza	0.51	0.03	0.01	0.12	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Deviazione	0.72	0.18	0.12	0.35	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

STENDIMENTO SS1P

Cantiere: Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani in località Monticello - Colobraro (MT)

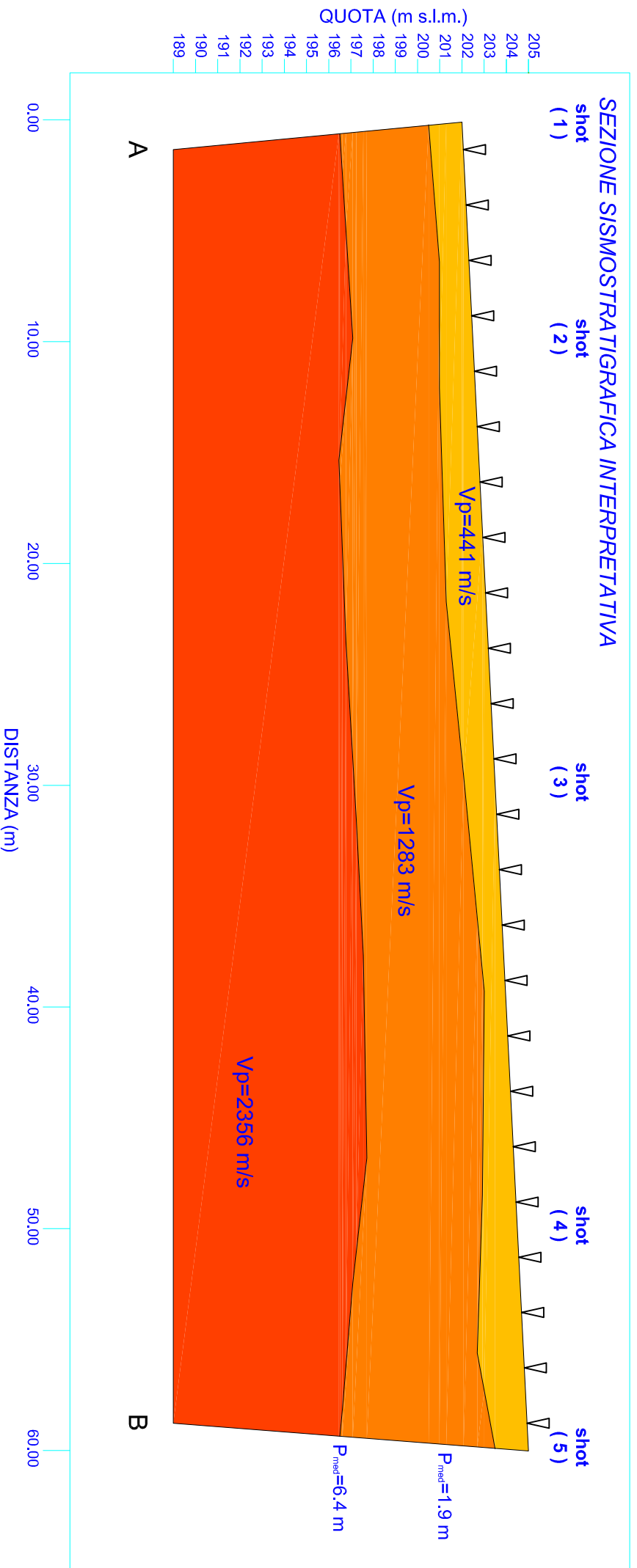
Committente: SURUS ENERGIA SOCIALE - Società cooperativa sociale

Data Rilievo: 06 giugno 2013

legenda

- ▽ Geofoni
- shot Punti di scoppio
- 123 Velocità onde P (m/s)
- P_{med} Profondità media (m)

scala 1:250



STENDIMENTO SS2P

Cantiere: Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani in località Monticello - Colobraro (MT)

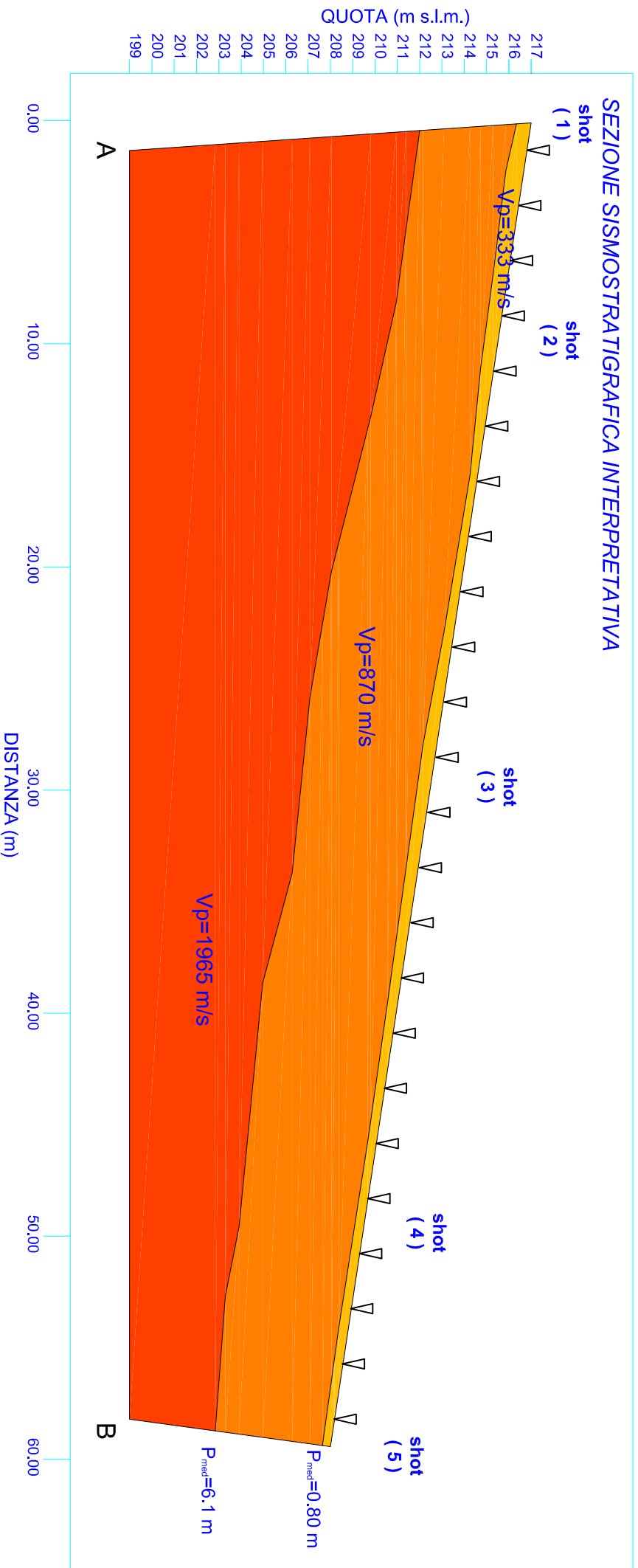
Committente: SURUS ENERGIA SOCIALE - Società cooperativa sociale

Data Rilievo: 06 giugno 2013

scala 1:250

legenda

- ▽ Geofoni
- shot Punti di scoppio
- 123 Velocità onde P (m/s)
- P_{med} Profondità media (m)



DOWN-HOLE D.H.1

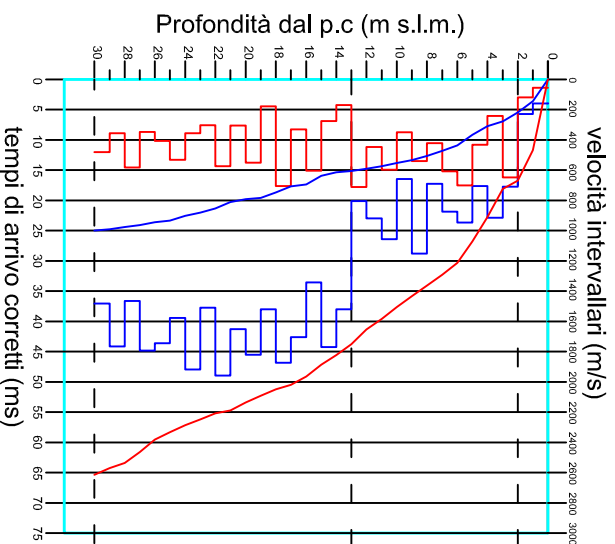
Rif.: Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani in località Monticello - Colobraro (MT).

Committente: **SURUS ENERGIA SOCIALE - Società cooperativa sociale**





Data Rilievo: **06 giugno 2013**

scala **1:500**

DATI SPERIMENTALI



legenda

-  velocità intervallari Vp onda P
-  velocità intervallari Vs onda S
-  tempi di arrivo corretti Tv onda P
-  tempi di arrivo corretti Tv onda S

MODELLO STRATIGRAFICO

stratigrafia	litotipi	Vp (m/s)	Vs (m/s)	μ	$\delta(T/m^3)$	Edln (Kg/cm ²)	Gdin (Kg/cm ²)	Kdin (Kg/cm ²)	Estat (Mpa)
	Terrano superficiale arenato	197	72	0.42	1.39	209	74	452	0.2
	Limo con argilla	788	465	0.23	1.81	9842	3992	6141	73.2
	Argilla	1621	455	0.46	2.08	12774	4383	49788	109.9

PARAMETRI ELASTICI

$V_{s30} = 338$ m/s

- μ Coeff. di Poisson
- $\delta(T/m^3)$ Densità Geofisica
- Edln (Kg/cm²) Mod. di Elasticità dinamico
- Gdin (Kg/cm²) Mod. di Taglio dinamico
- Kdin (Kg/cm²) Mod. di Compressibilità dinamico
- Estat (Mpa) Mod. di Elasticità statico



Laborgeo s.r.l.

**Via Dei Mestieri n° 16 – 75100 MATERA
Tel. 0835.387641 - E-mail: laborgeo@tin.it**

***LABORATORIO GEOTECNICO PROVE SU TERRE, AUTORIZZATO AI SENSI
DELL'ART. 59 DEL D.P.R. N° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005 e rinnovi***

**Impianto di digestione anaerobica (<1MWe) mediante
l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei
rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello nel Comune di Colobraro
(MT).**

Committente:

**SURUS ENERGIA SOCIALE
Via Petrarca n° 8
75026 ROTONDELLA (MT)**

Verbale di accettazione n° 114/2013 del 24.05.2013

Certificati emessi dal n° 1908/2013 al n° 1923/2013

QUADRO RIASSUNTIVO E INTERPRETATIVO DELLE ANALISI GEOTECNICHE
 LAVORO: IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA (<1 MWe) MEDIANTE L'UTILIZZO DI SCARTI DELL'AGROINDUSTRIA E FRAZIONE UMIDA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI,
 IN LOC. MONTICELLO – COLOBRARO (MT)

Sond.	Camp.	Profondità m	W %	γ_r KN/m ³	γ_d KN/m ³	γ_{sat} KN/m ³	γ_s KN/m ³	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m ² ϕ°	E.L.L. cu KN/m ²	COMPRESSIONE EDOMETRICA P (KPa) - Cv (cm ² /sec) - K (cm/sec)	UNI	
1	1	1.40 - 1.90	20.22	21.08	17.53	21.16	27.50	0.568	36.24	97.84	0.00	3.69	51.11	45.20	55	32	23	52.44 - 18.5°	384.45	P=196.13 - k=2.71E-08 - Cv=2.47E-03 P=392.27 - k=5.85E-09 - Cv=5.84E-04	A - 7 - 5 MH	
1	2	7.40 - 7.90	16.46	20.94	17.98	21.47	27.60	0.535	34.85	84.91	0.00	3.69	54.48	41.84	66	34	32	17.8 - 24.9°	437.30	P=196.13 - k=3.92E-08 - Cv=4.88E-03 P=392.27 - k=1.62E-08 - Cv=2.19E-03	A - 7 - 5 MH	

Legenda:

W= Umidità naturale - γ_r = Peso di volume naturale - γ_d = Peso di volume secco - γ_s = Peso specifico - e= Indice dei vuoti - n= Porosità - Sr=Grado di saturazione - γ_{sat} =Peso di volume saturo - L.L.= Limite liquido - L.P.= Limite plastico - IP= Indice plastico - c=Coessione non drenata - ϕ° = Angolo di attrito interno

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1908 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)				
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Profondità:	1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.				

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)**

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm ²
Volume del provino	72.00	72.00	cm ³

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	152.22	151.38	g
Volume provino	72.00	72.00	cm ³
Peso dell'unità di volume	21.14	21.03	KN/m ³
Peso dell'unità di volume medio	21.08		KN/m ³

Data Inizio Prova: 30.05.2013
Note:

Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1909 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.

**MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)**

Misura	1	2	U.M.
Massa tara	71.28	68.15	g
Massa tara + massa campione umido	1.020.72	1.014.26	g
Massa tara + massa campione secco	860.40	855.80	g
Contenuto naturale d'acqua	20.32	20.12	%
Contenuto naturale medio d'acqua	20.22		%

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 29.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1910 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobrarò (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)				
Sondaggio n°	1	Campione n°	1	Profondità	1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione viva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.				

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)**

Misura	1	2	U.M.
Massa picnometro	36.55	37.20	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.66	62.28	g
Massa campione secco	25.11	25.08	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	167.26	171.36	g
Massa picnometro + massa acqua	142.15	146.28	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	158.14	162.23	g
Volume del campione	9.12	9.13	cm ³
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	27.53	27.47	kN/m ³
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	27.5		kN/m ³

Data Inizio Prova: 29.05.2013

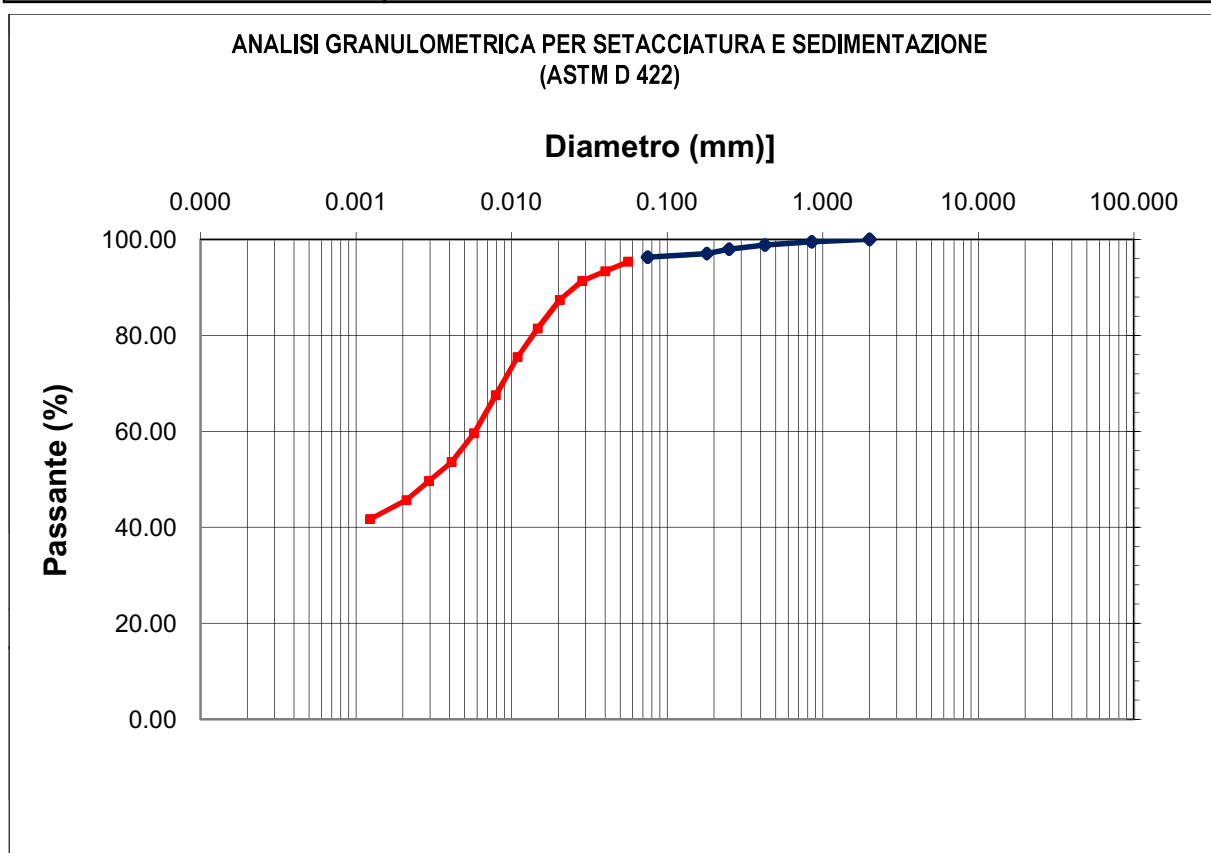
Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1911 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità:	1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo di contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.		



Apertura setaccio, mm	Passante %	Diametro equivalente (mm)	Passante %
2.000	100.00	0.05616	95.35
0.850	99.50	0.03999	93.36
0.425	98.84	0.02847	91.37
0.250	97.97	0.02041	87.40
0.180	97.05	0.01471	81.44
0.075	96.31	0.01095	75.48
		0.00793	67.54
		0.00574	59.59
		0.00413	53.63
		0.00295	49.66
		0.00211	45.69
		0.00123	41.71

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1912 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobrarò (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	16	26	37	
Massa campione umido + tara	29.24	28.98	29.73	g
Massa campione secco + tara	26.02	25.64	26.34	g
Massa acqua contenuta	3.22	3.34	3.39	g
Massa tara	20.38	19.54	19.81	g
Massa campione secco	5.64	6.1	6.53	g
Contenuto d'acqua	57.09	54.75	51.91	%
LIMITE LIQUIDO	55.00			%

MISURA	1	2	U.M.
Massa campione umido + tara	20.56	21.10	g
Massa campione secco + tara	18.70	19.27	g
Massa acqua contenuta	1.86	1.83	g
Massa tara	12.92	13.63	g
Massa campione secco	5.78	5.64	g
Contenuto d'acqua	32.18	32.45	%
LIMITE PLASTICO	32.00		%

INDICE PLASTICO	23.00	%
------------------------	-------	---

Data Inizio Prova: 29.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campioni	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità:	1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	20.22	20.25	20.28	%
Peso dell'unità di volume	21.08	21.08	21.08	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.50	27.50	27.50	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	17.53	17.53	17.53	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.568	0.569	0.569	
Grado di saturazione	97.84	97.92	97.99	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	19.71	19.73	19.75	%
Peso dell'unità di volume	21.13	21.13	21.13	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.50	27.50	27.50	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	17.65	17.65	17.65	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.558	0.558	0.559	
Grado di saturazione	97.14	97.19	97.25	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	Lato	6.0 cm	Area media	36.00 cm ²	Volume medio	72.0 cm ³
Tipo di scatola	Quadrata			Velocità di deformazione	5.00E-08 m/s		
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1	100.00	kPa					
Tensione Normale provino 2	200.00	kPa					
Tensione Normale provino 3	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 Dati Sperimentali della Fase di Taglio**

Provino 1		
δx	F	δh
0.08	64	-0.1
0.18	118	-0.3
0.32	166	-0.4
0.46	210	-0.5
0.63	251	-0.6
0.8	274	-0.6
0.98	294	-0.7
1.11	300	-0.7
1.23	303	-0.8
1.34	301	-1
1.44	298	-1.1
1.55	293	-1.2

Provino 2		
δx	F	δh
0.23	118	-1.3
0.44	230	-2
0.66	315	-2.4
0.88	364	-2.8
1.07	391	-3.1
1.21	412	-3.3
1.35	423	-3.5
1.52	431	-3.7
1.66	436	-3.8
1.8	440	-4
1.94	442	-4.2
2.08	440	-4.3
2.22	436	-4.4
2.36	431	-4.5

Provino 3		
δx	F	δh
0.13	83	-0.1
0.27	166	-0.2
0.41	230	-0.3
0.54	281	-0.5
0.66	312	-0.6
0.8	338	-0.7
0.92	360	-0.9
1.09	385	-1.1
1.26	398	-1.4
1.44	412	-1.6
1.65	430	-1.8
1.83	445	-2.1
1.98	459	-2.3
2.12	471	-2.6
2.25	481	-2.8
2.42	492	-3
2.57	502	-3.3
2.71	513	-3.6
2.88	521	-3.8
3.04	528	-4.1
3.22	537	-4.3
3.4	544	-4.6
3.55	542	-4.8
3.7	539	-5

δx =Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh =Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Calcoli della fase di taglio

Provino 1		
δx	T	δh
0	0	0
0.08	17.80	-0.1
0.18	32.72	-0.3
0.32	46.19	-0.4
0.46	58.21	-0.5
0.63	69.76	-0.6
0.8	76.02	-0.6
0.98	81.79	-0.7
1.11	83.23	-0.7
1.23	84.19	-0.8
1.34	83.71	-1
1.44	82.75	-1.1
1.55	81.31	-1.2

Provino 2		
δx	T	δh
0	0	0
0.23	32.72	-1.3
0.44	63.99	-2
0.66	87.56	-2.4
0.88	101.03	-2.8
1.07	108.73	-3.1
1.21	114.50	-3.3
1.35	117.39	-3.5
1.52	119.80	-3.7
1.66	121.24	-3.8
1.8	122.20	-4
1.94	122.68	-4.2
2.08	122.20	-4.3
2.22	121.24	-4.4
2.36	119.80	-4.5

Provino 3		
δx	T	δh
0	0	0
0.13	23.09	-0.1
0.27	46.19	-0.2
0.41	63.99	-0.3
0.54	77.94	-0.5
0.66	86.60	-0.6
0.8	93.82	-0.7
0.92	100.07	-0.9
1.09	106.81	-1.1
1.26	110.66	-1.4
1.44	114.50	-1.6
1.65	119.32	-1.8
1.83	123.65	-2.1
1.98	127.49	-2.3
2.12	130.86	-2.6
2.25	133.75	-2.8
2.42	136.64	-3
2.57	139.52	-3.3
2.71	142.41	-3.6
2.88	144.81	-3.8
3.04	146.74	-4.1
3.22	149.14	-4.3
3.4	151.07	-4.6
3.55	150.59	-4.8
3.7	149.63	-5

δx =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

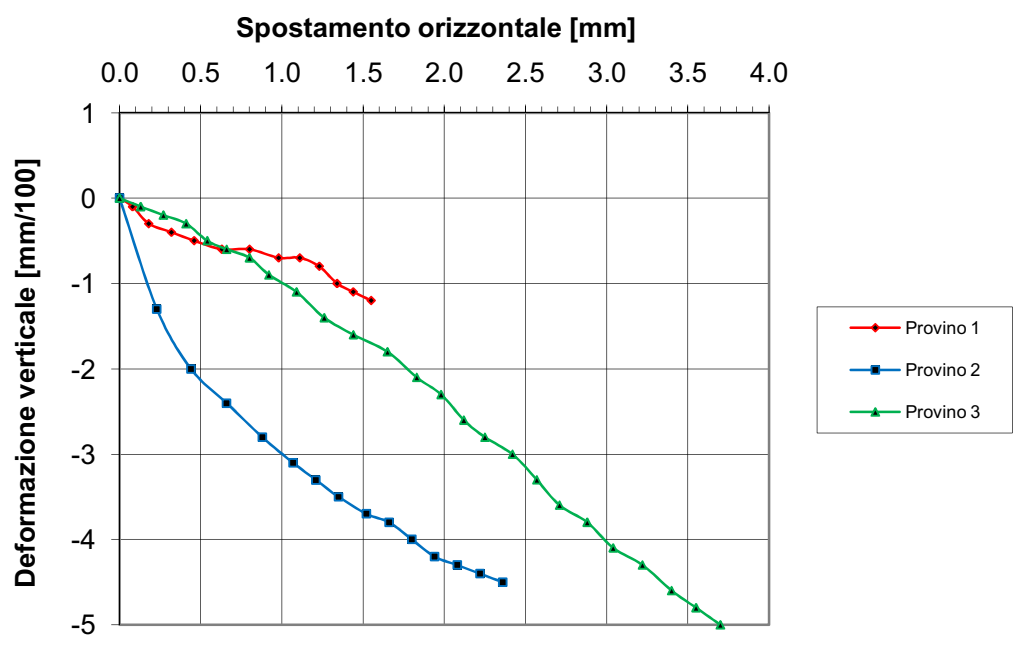
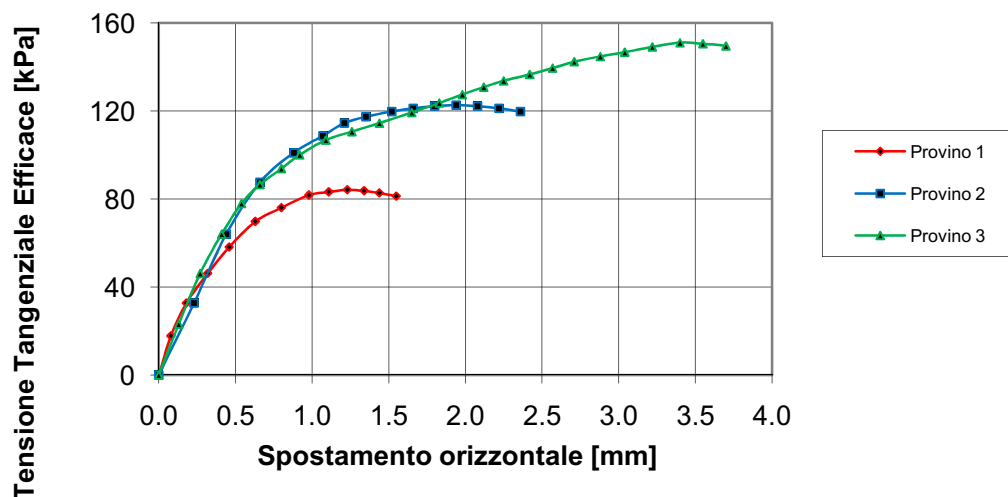
Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO Diagrammi della fase di taglio

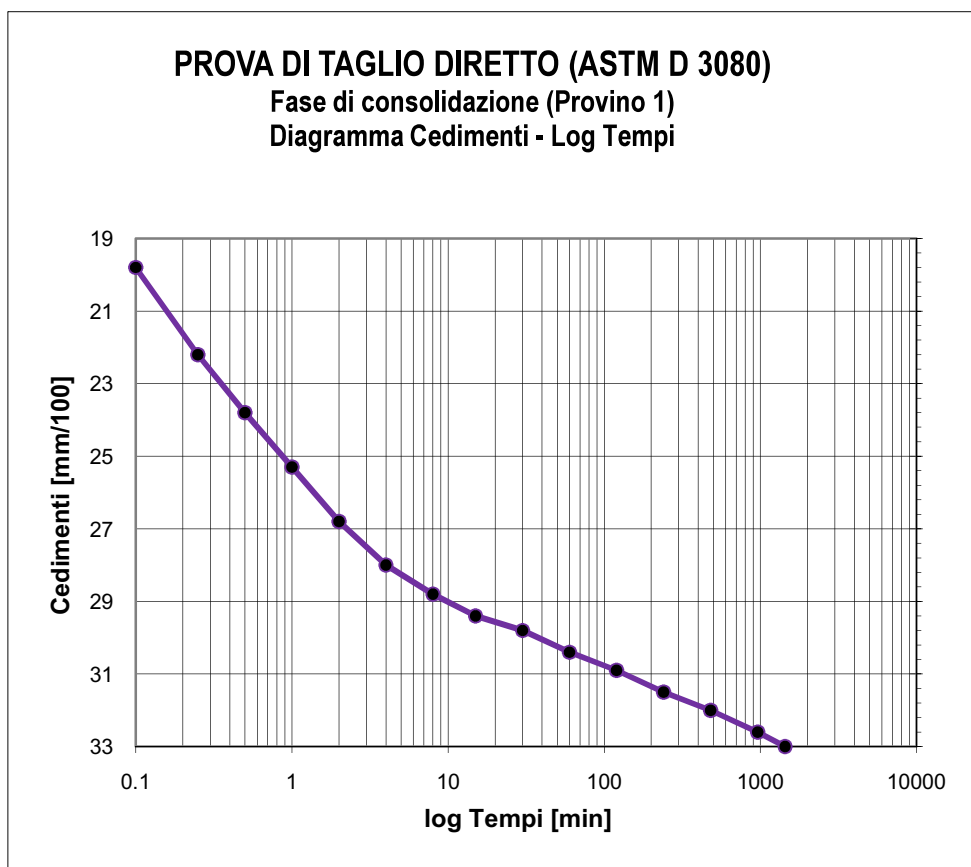


Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	19.8
0.25	22.2
0.5	23.8
1	25.3
2	26.8
4	28
8	28.8
15	29.4
30	29.8
60	30.4
120	30.9
240	31.5
480	32
960	32.6
1440	33

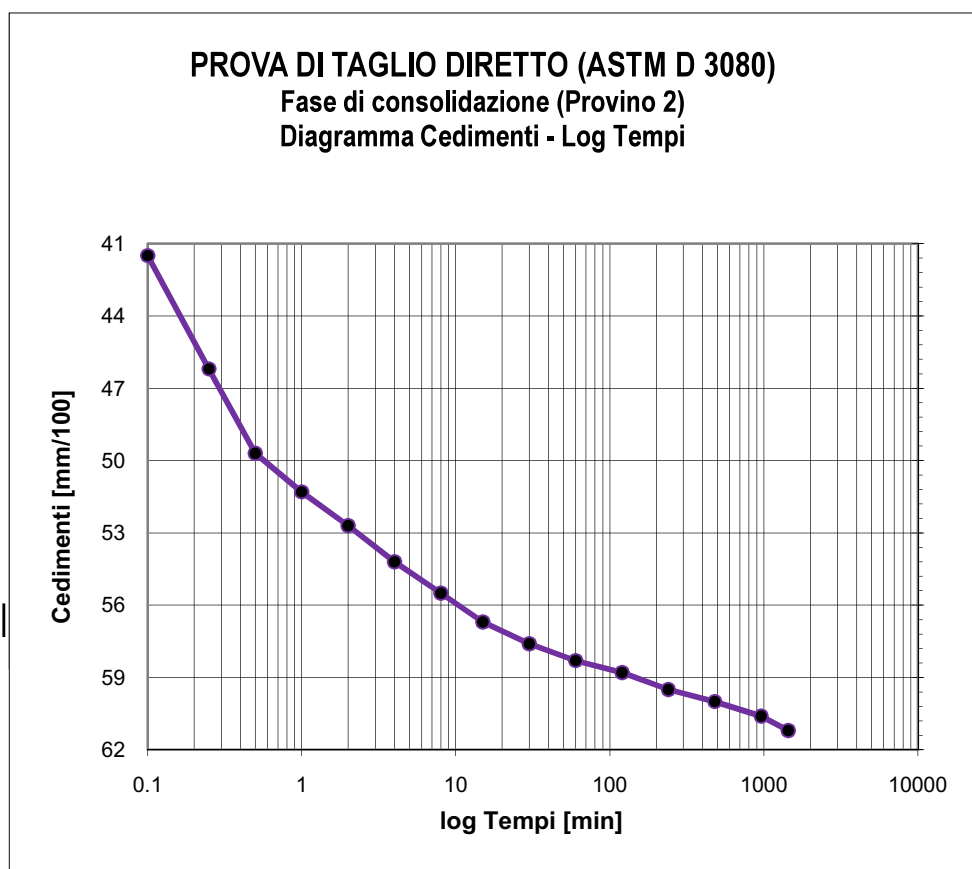
Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	111.22	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	41.5
0.25	46.2
0.5	49.7
1	51.3
2	52.7
4	54.2
8	55.5
15	56.7
30	57.6
60	58.3
120	58.8
240	59.5
480	60
960	60.6
1440	61.2

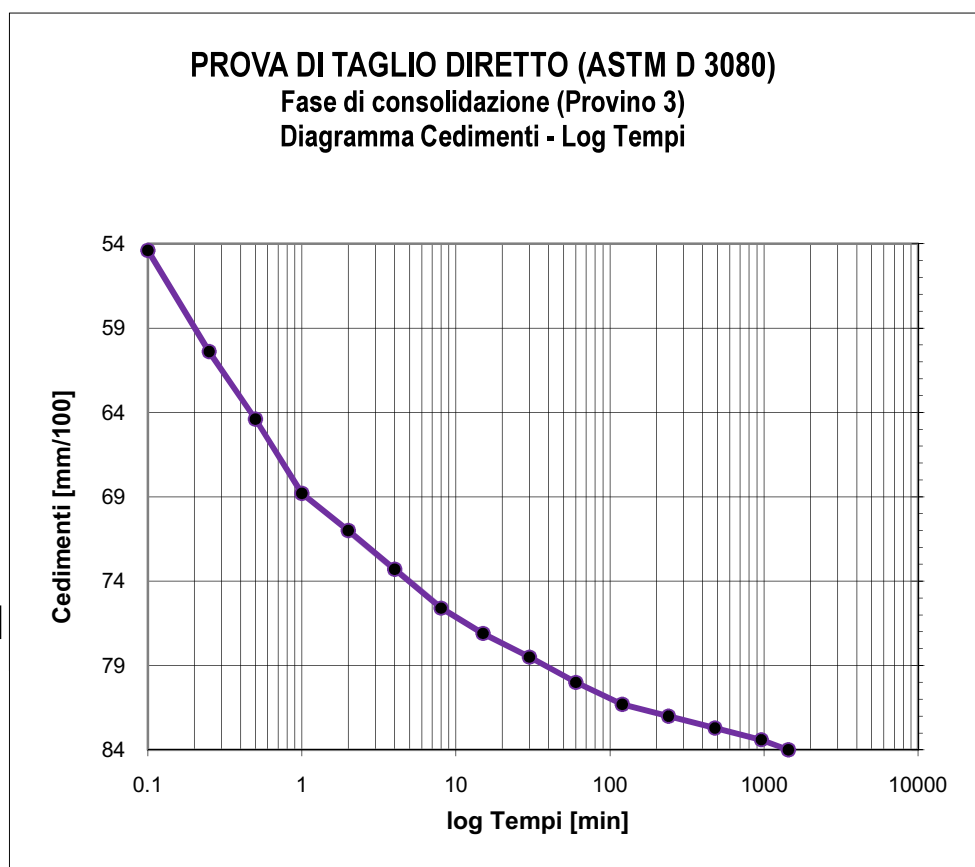
Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	114.56	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1913 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	54.4
0.25	60.4
0.5	64.4
1	68.8
2	71
4	73.3
8	75.6
15	77.1
30	78.5
60	80
120	81.3
240	82
480	82.7
960	83.4
1440	84

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	116.77	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.003	mm/min

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1914 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione:	COLOBRARO (MT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 1 Profondità: 1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)**

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Dimensioni iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Altezza media	7.60	cm
Diametro medio	3.8	cm
Sezione media	11.34	cm ²
Volume medio	86.15	cm ³
Rapporto H/D	1.99	

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Massa provino	179.54	g
Contenuto d'acqua	20.22	%
Peso dell'unità di volume	21.08	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.50	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	17.53	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.568	-
Grado di saturazione	97.84	%

Tipo di campione	indisturbato
------------------	--------------

Velocità di deformazione	1.67E-05	m/s
--------------------------	----------	-----

Data Inizio Prova: 30.05.2013
Note:

Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1914 Del 04.06.2013

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Dati della fase di compressione

δh	F
0.50	177
1.00	355
1.50	488
2.00	601
2.50	715
3.00	772
3.50	824
4.00	866
4.50	890
5.00	923
5.50	940
6.00	951
6.50	955
7.00	941
7.50	915
8.00	844

F= Carico Assiale (N);

Δh = Deformazione verticale (mm)

Data Inizio Prova: 30.05.2013

Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1914 Del 04.06.2013

**PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
ASTM D2166**

Calcoli della fase di compressione

ϵ	$\sigma_1 - \sigma_3$
0	0
0.66	155.06
1.32	308.93
1.97	421.84
2.63	516.04
3.29	609.77
3.95	653.90
4.61	693.17
5.26	723.48
5.92	738.36
6.58	760.38
7.24	768.94
7.89	772.42
8.55	770.13
9.21	753.38
9.87	727.25
10.53	665.92

$\sigma_1 - \sigma_3$ = Tensione deviatorica (kPa);

ϵ = Deformazione assiale (%)

Data Inizio Prova: 30.05.2013

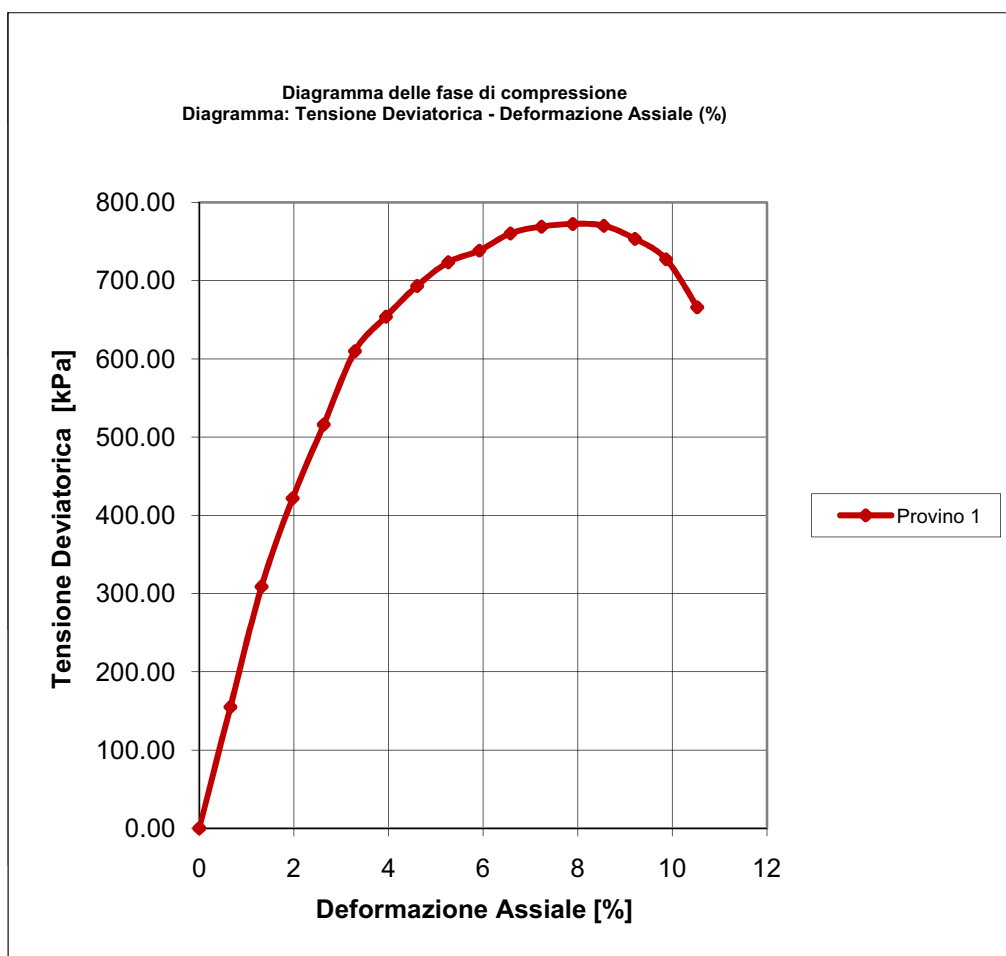
Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1914 Del 04.06.2013

**PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)**



Data Inizio Prova: 30.05.2013

Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1915 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campioni	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	1
		Profondità:	1.40 - 1.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva	Argilla di colore verdastro, a bassa plasticità.		

**PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA
(ASTM D2435)**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROVINO

Contenuto d'acqua iniziale	20.22	%	Contenuto d'acqua finale	17.86
Peso dell'unità di volume iniziale	21.08	kN/m ³	Peso dell'unità di volume finale	21.40
Peso unità di volume secco iniziale	17.53	kN/m ³	Peso unità di volume secco finale	18.16
Indice dei vuoti iniziale	0.568		Indice dei vuoti finale	0.515
Grado di saturazione iniziale	97.84	%	Grado di saturazione finale	95.45
Peso specifico dei grani	27.50	kN/m ³	Peso specifico dei grani	27.50

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.00 cm	Diametro medio	5.047 cm	Volume medio	40.01 cm ³
Temperatura di prova	20°C	Altezza cella edometrica	2.00 cm		
Carico di base	12.26 kPa	Tipo di campione	RIMANEGGIATO		

Tensione normale (kPa)	Cedimenti cumulativi (mm)	$\Delta H/H$ (%)	Indice dei vuoti	Modulo edometrico KPa
0	0	0.000	0.568	
12.26	0	0.000	0.568	
24.52	0	0.000	0.568	
49.03	0	0.000	0.568	
98.07	0.078	0.390	0.562	12574.4
196.13	0.297	1.485	0.545	8955.3
392.27	0.692	3.460	0.514	9931.1
784.53	1.257	6.285	0.470	13885.3
1569.06	2.010	10.050	0.411	20837.5
3138.13	2.864	14.320	0.344	36746.4
784.56	2.312	11.560	0.387	
196.13	1.516	7.580	0.449	
49.03	0.678	3.390	0.515	

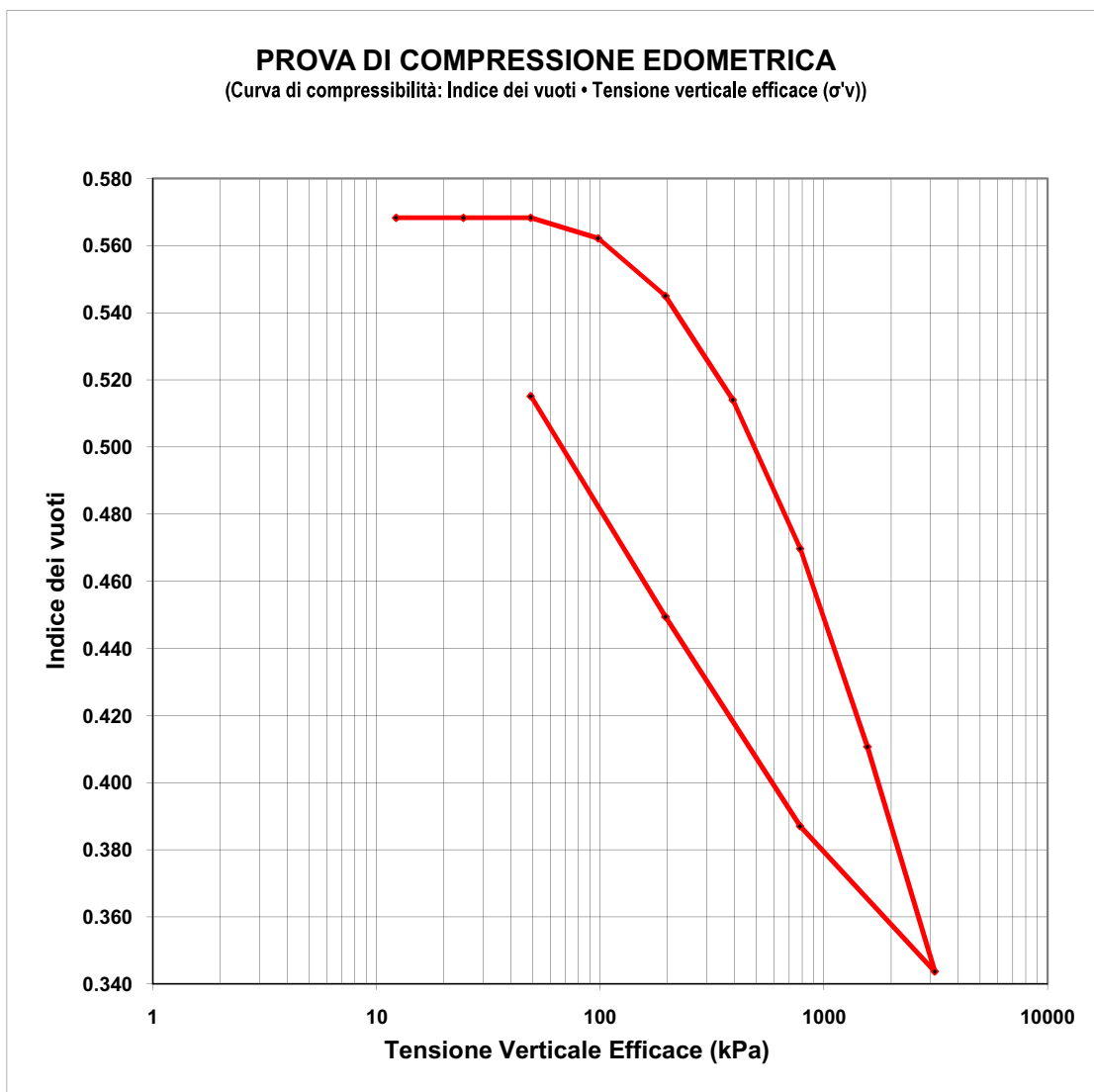
Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1915 Del 04.06.2013



Data Inizio Prova: 27.05.2013

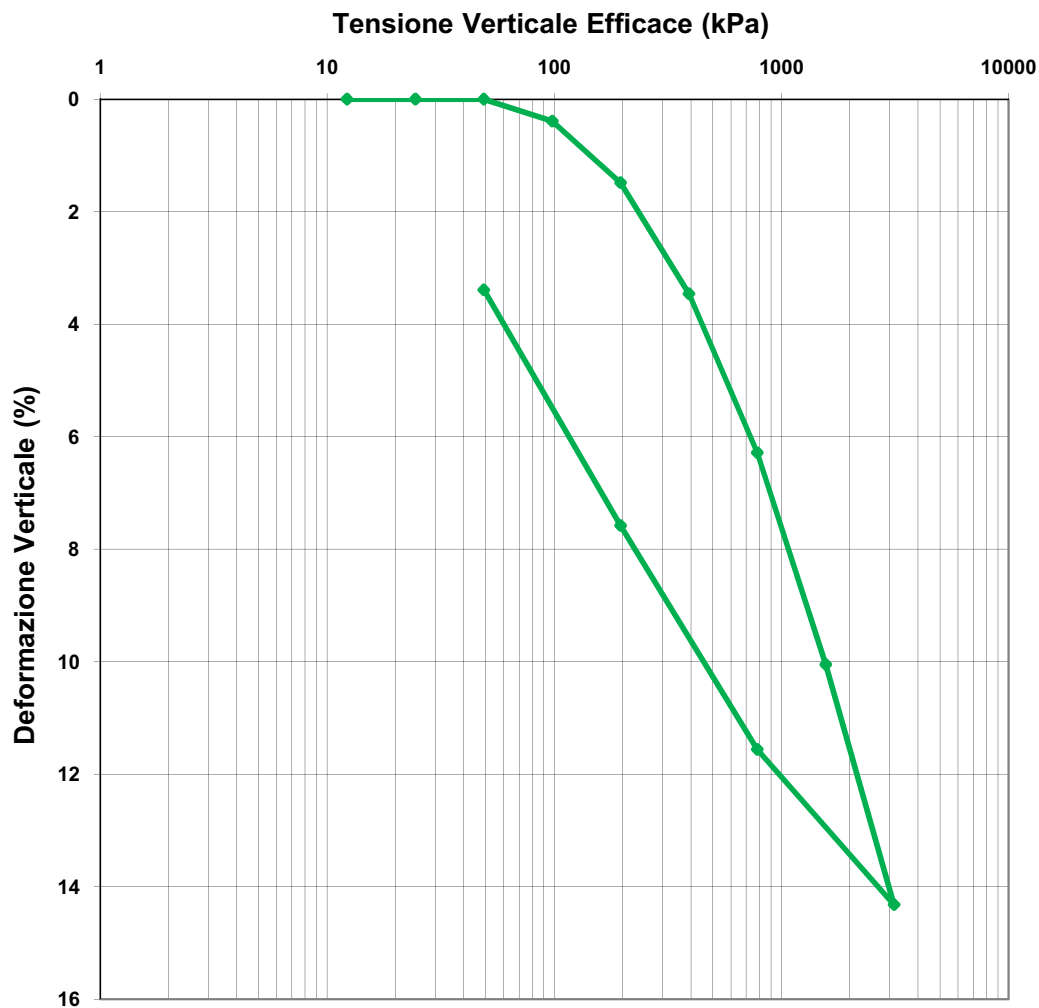
Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1915 Del 04.06.2013

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(Curva di compressibilità: Deformazione verticale • Tensione verticale efficace (σ_v))

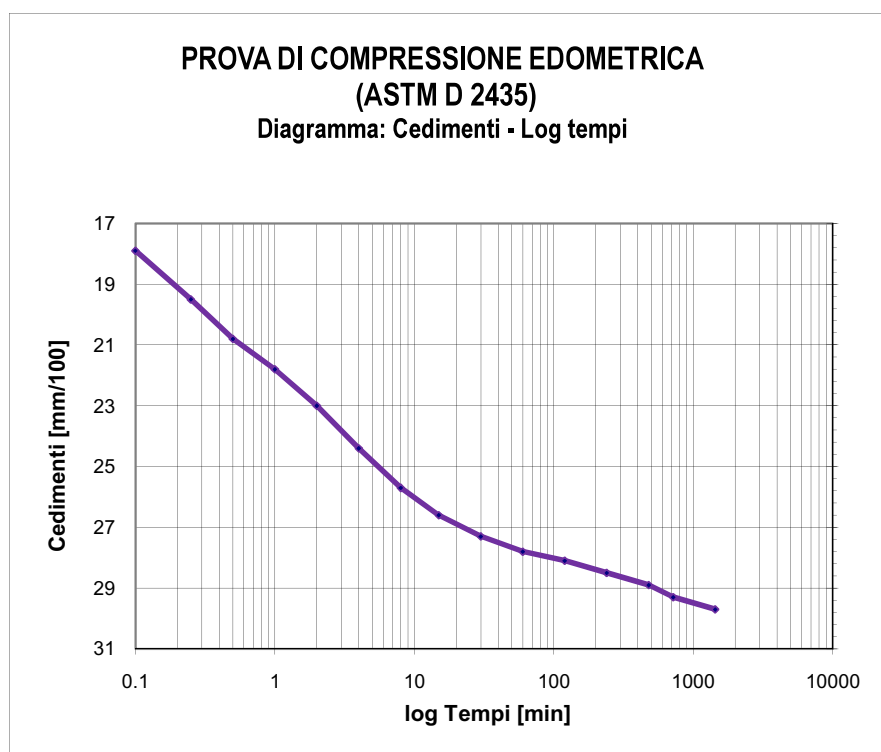


Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1915 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0.1	17.9
0.25	19.5
0.5	20.8
1	21.8
2	23
4	24.4
8	25.7
15	26.6
30	27.3
60	27.8
120	28.1
240	28.5
480	28.9
720	29.3
1440	29.7

Tensione di consolidazione da 98.07 kPa a 196.13 kPa

T50 = 1.30 min

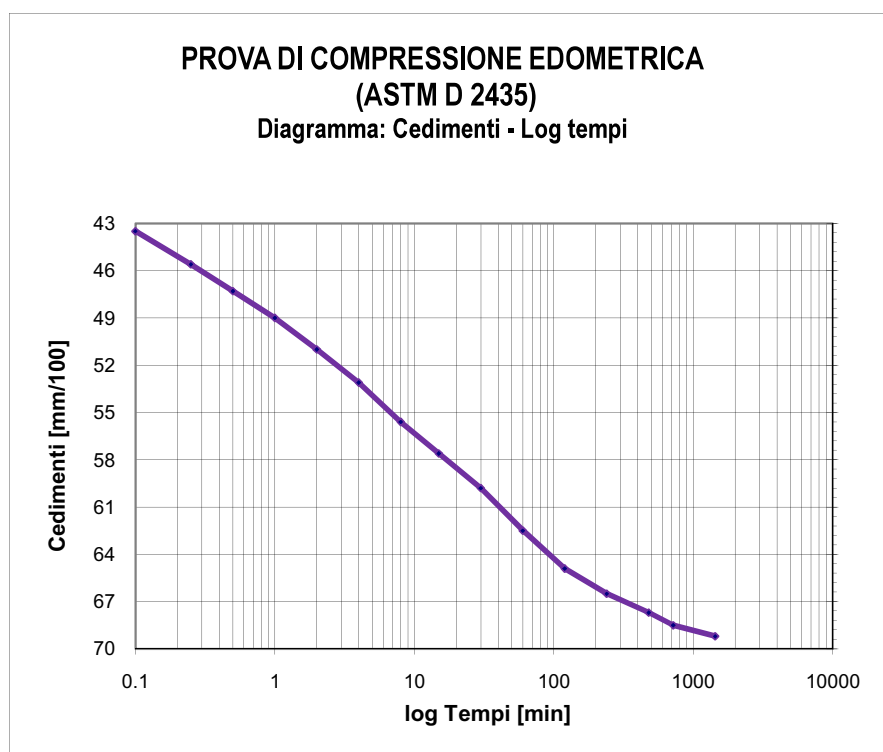
T100 = 18.85 min

Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1915 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0.1	43.5
0.25	45.6
0.5	47.3
1	49
2	51
4	53.1
8	55.6
15	57.6
30	59.8
60	62.5
120	64.9
240	66.5
480	67.7
720	68.5
1440	69.2

Tensione di consolidazione da 196.13 kPa a 392.27 kPa

T50 = 5.32 min

T100 = 179.18 min

Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1916 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)				
Sondaggio n°	1	Campione n°	2	Profondità:	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby		
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.				

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME
(BS 1377T15/e)**

Caratteristiche geometriche dei provini

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Altezza media	2.00	2.00	cm
Lato del provino	6.00	6.00	cm
Area del provino	36.00	36.00	cm ²
Volume del provino	72.00	72.00	cm ³

Numero provino	Provino 1	Provino 2	U.M.
Massa provino	151.15	150.38	g
Volume provino	72.00	72.00	cm ³
Peso dell'unità di volume	20.99	20.89	KN/m ³
Peso dell'unità di volume medio	20.94		KN/m ³

Data Inizio Prova: 30.05.2013
Note:

Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1917 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n° 1	Campione n° 2	Profondità:	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.		

**MISURA DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA
(ASTM D2216)**

Misura	1	2	U.M.
Massa tara	63.32	68.15	g
Massa tara + massa campione umido	766.13	755.12	g
Massa tara + massa campione secco	667.83	657.03	g
Contenuto naturale d'acqua	16.26	16.66	%
Contenuto naturale medio d'acqua	16.46		%

Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1918 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobrarò (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2
		Profondità	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione viva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.		

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI
(ASTM D854)**

Misura	1	2	U.M.
Massa picnometro	36.90	37.05	g
Massa picnometro + massa campione secco	61.95	62.14	g
Massa campione secco	25.05	25.09	g
Massa picnometro + massa campione secco + massa acqua	171.50	171.69	g
Massa picnometro + massa acqua	146.45	146.60	g
Massa picnometro + massa acqua + massa campione	162.41	162.59	g
Volume del campione	9.09	9.10	cm ³
Temperatura di prova	20	20	°C
Peso specifico dei grani a T=20°C	27.56	27.57	kN/m ³
Peso specifico dei grani medio a T=20°C	27.6		kN/m ³

Data Inizio Prova: 29.05.2013

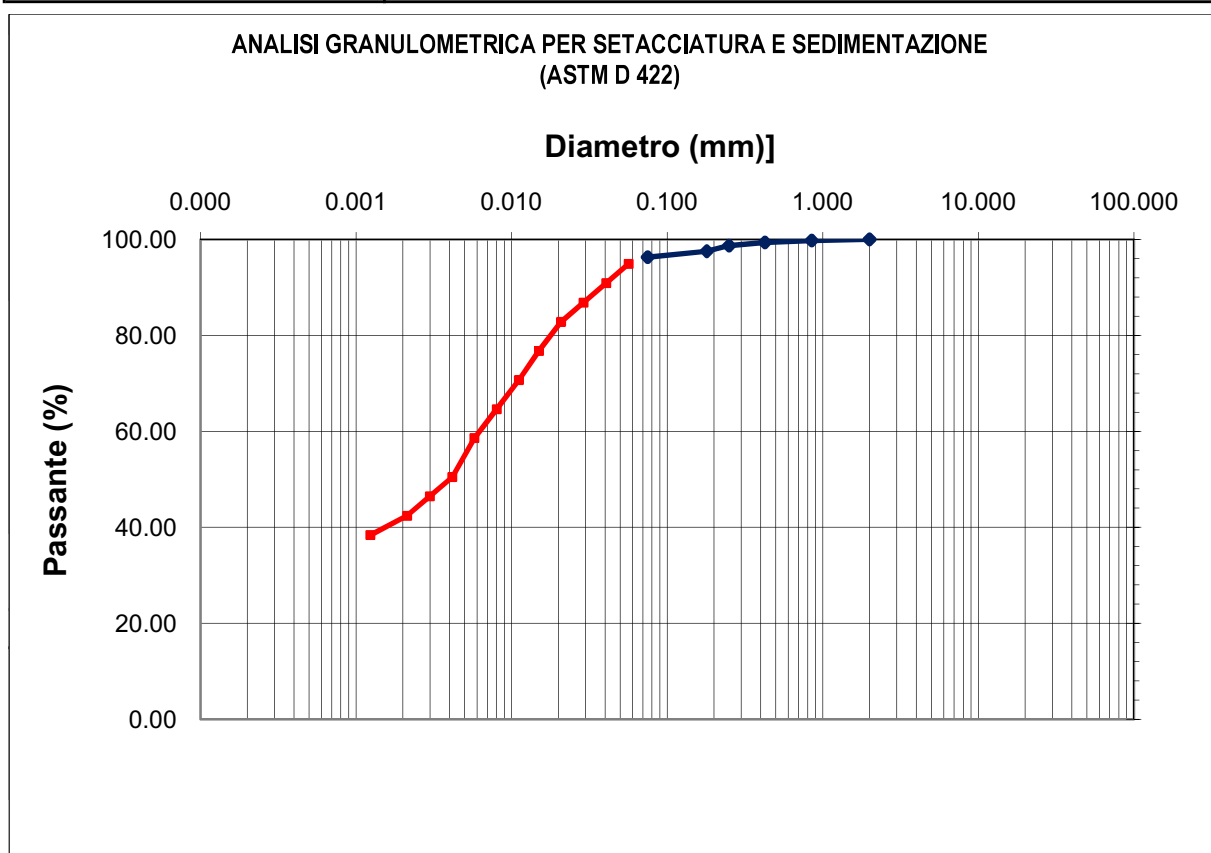
Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1919 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2
		Profondità:	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo di contenitore:	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.		



Apertura setaccio, mm	Passante %	Diametro equivalente (mm)	Passante %
2.000	100.00	0.05655	94.94
0.850	99.77	0.04054	90.90
0.425	99.37	0.02905	86.86
0.250	98.70	0.02081	82.82
0.180	97.55	0.01499	76.76
0.075	96.31	0.01115	70.70
		0.00802	64.64
		0.00577	58.58
		0.00417	50.50
		0.00298	46.46
		0.00213	42.42
		0.00124	38.38

Data Inizio Prova: 28.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1920 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campione	COLOBRARO (MT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 2 Profondità: 7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore: Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.

DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA

LIMITE LIQUIDO E PLASTICO

(ASTM D4318)

MISURA	1	2	3	U.M.
Numero dei colpi	13	24	35	
Massa campione umido + tara	29.76	31.58	30.72	g
Massa campione secco + tara	25.66	27.42	27.02	g
Massa acqua contenuta	4.10	4.16	3.70	g
Massa tara	19.64	21.08	21.28	g
Massa campione secco	6.02	6.34	5.74	g
Contenuto d'acqua	68.11	65.62	64.46	%
LIMITE LIQUIDO		66.00		%

MISURA	1	2	U.M.
Massa campione umido + tara	21.16	20.78	g
Massa campione secco + tara	19.28	18.89	g
Massa acqua contenuta	1.88	1.89	g
Massa tara	13.83	13.37	g
Massa campione secco	5.45	5.52	g
Contenuto d'acqua	34.50	34.24	%
LIMITE PLASTICO		34.00	%

INDICE PLASTICO	32.00	%
------------------------	-------	---

Data Inizio Prova: 29.05.2013

Data Fine Prova: 31.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campioni	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2
		Profondità:	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva del campione	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.		

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Caratteristiche fisiche dei provini

Caratteristiche fisiche iniziale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	16.46	16.41	16.49	%
Peso dell'unità di volume	20.94	20.94	20.94	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.60	27.60	27.60	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	17.98	17.99	17.98	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.535	0.534	0.535	
Grado di saturazione	84.91	84.76	85.01	%

Caratteristiche fisiche finale dei provini	Provino 1	Provino 2	Provino 3	U.M.
Contenuto d'acqua	15.95	15.90	15.97	%
Peso dell'unità di volume	20.99	20.99	20.99	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.60	27.60	27.60	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	18.10	18.11	18.10	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.525	0.524	0.525	
Grado di saturazione	83.91	83.75	83.97	%

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.0 cm	Lato	6.0 cm	Area media	36.00 cm ²	Volume medio	72.0 cm ³
Tipo di scatola	Quadrata	Velocità di deformazione	5.00E-08 m/s				
Tipo di campione	indisturbato						
Tensione Normale provino 1	100.00	kPa					
Tensione Normale provino 2	200.00	kPa					
Tensione Normale provino 3	300.00	kPa					

Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
Dati Sperimentali della Fase di Taglio**

Provino 1		
δx	F	δh
0.07	66	0.3
0.19	128	0.5
0.34	168	0.7
0.47	192	0.8
0.62	211	0.9
0.75	222	0.9
0.88	229	1
1.01	232	1.2
1.12	234	1.3
1.23	232	1.4
1.31	230	1.5
1.4	227	1.6

Provino 2		
δx	F	δh
0.11	83	-0.3
0.23	161	-0.5
0.35	232	-0.7
0.5	291	-0.9
0.66	333	-1.2
0.8	367	-1.5
0.94	381	-1.7
1.06	390	-1.8
1.18	393	-2
1.32	391	-2.2
1.45	388	-2.4
1.56	383	-2.6

Provino 3		
δx	F	δh
0.08	90	-1.2
0.21	170	-2.1
0.35	272	-2.7
0.49	355	-3.3
0.64	423	-3.7
0.77	471	-4.1
0.93	509	-4.4
1.08	535	-4.7
1.22	554	-5
1.36	566	-5.3
1.52	568	-5.5
1.65	566	-5.7
1.77	563	-6
1.9	558	-6.2

δx =Spostamento orizzontale (mm); F=Forza di taglio (N); δh =Deformazione verticale (mm/100)

Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Calcoli della fase di taglio

Provino 1

δx	T	δh
0	0	0
0.07	18.28	0.3
0.19	35.60	0.5
0.34	46.67	0.7
0.47	53.40	0.8
0.62	58.70	0.9
0.75	61.58	0.9
0.88	63.51	1
1.01	64.47	1.2
1.12	64.95	1.3
1.23	64.47	1.4
1.31	63.99	1.5
1.4	63.03	1.6

Provino 2

δx	T	δh
0	0	0
0.11	23.09	-0.3
0.23	44.74	-0.5
0.35	64.47	-0.7
0.5	80.83	-0.9
0.66	92.37	-1.2
0.8	102.00	-1.5
0.94	105.84	-1.7
1.06	108.25	-1.8
1.18	109.21	-2
1.32	108.73	-2.2
1.45	107.77	-2.4
1.56	106.33	-2.6

Provino 3

δx	T	δh
0	0	0
0.08	25.02	-1.2
0.21	47.15	-2.1
0.35	75.53	-2.7
0.49	98.63	-3.3
0.64	117.39	-3.7
0.77	130.86	-4.1
0.93	141.45	-4.4
1.08	148.66	-4.7
1.22	153.96	-5
1.36	157.32	-5.3
1.52	157.80	-5.5
1.65	157.32	-5.7
1.77	156.36	-6
1.9	154.92	-6.2

δx =Spostamento orizzontale (mm); T=Tensione Tang. Eff. (kPa); δh =Deformazione Verticale (mm/100)

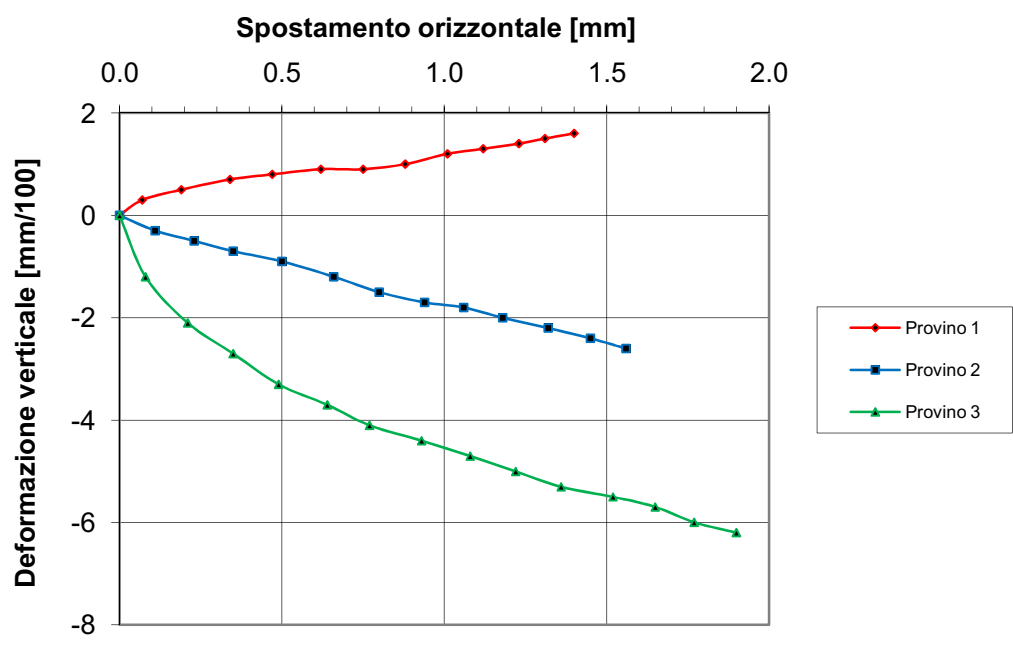
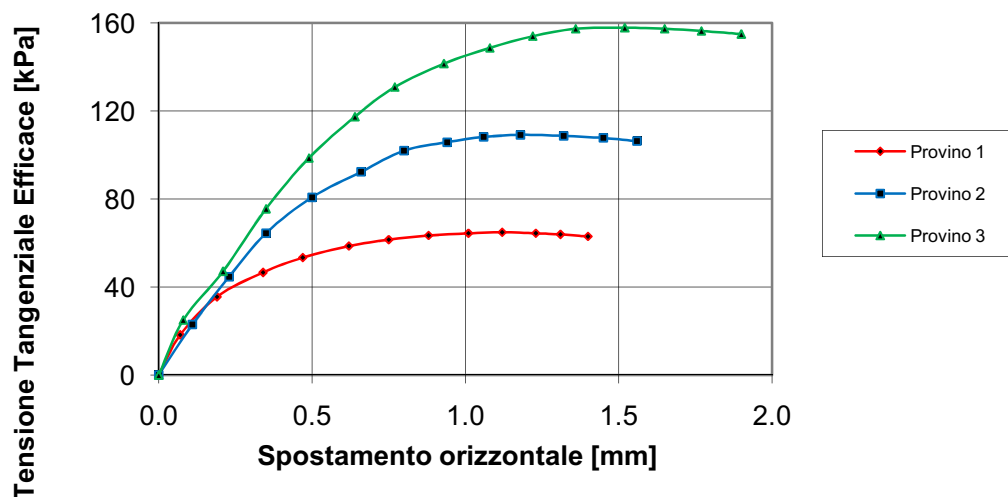
Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013

PROVA DI TAGLIO DIRETTO Diagrammi della fase di taglio

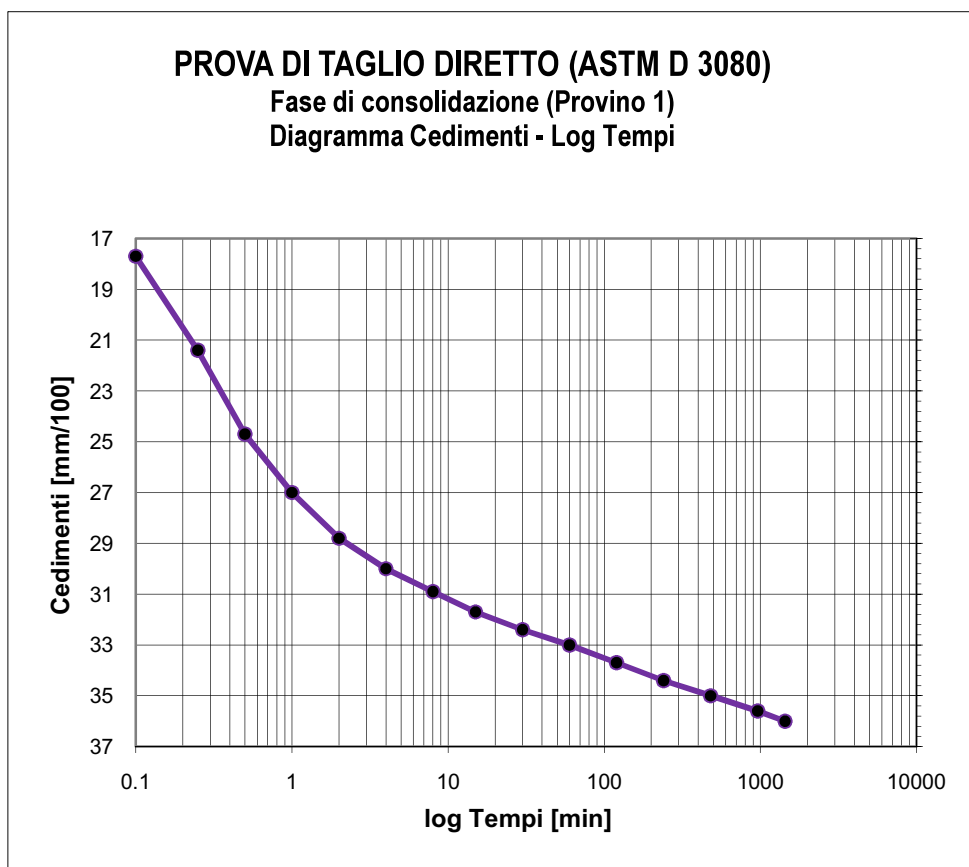


Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	17.7
0.25	21.4
0.5	24.7
1	27
2	28.8
4	30
8	30.9
15	31.7
30	32.4
60	33
120	33.7
240	34.4
480	35
960	35.6
1440	36

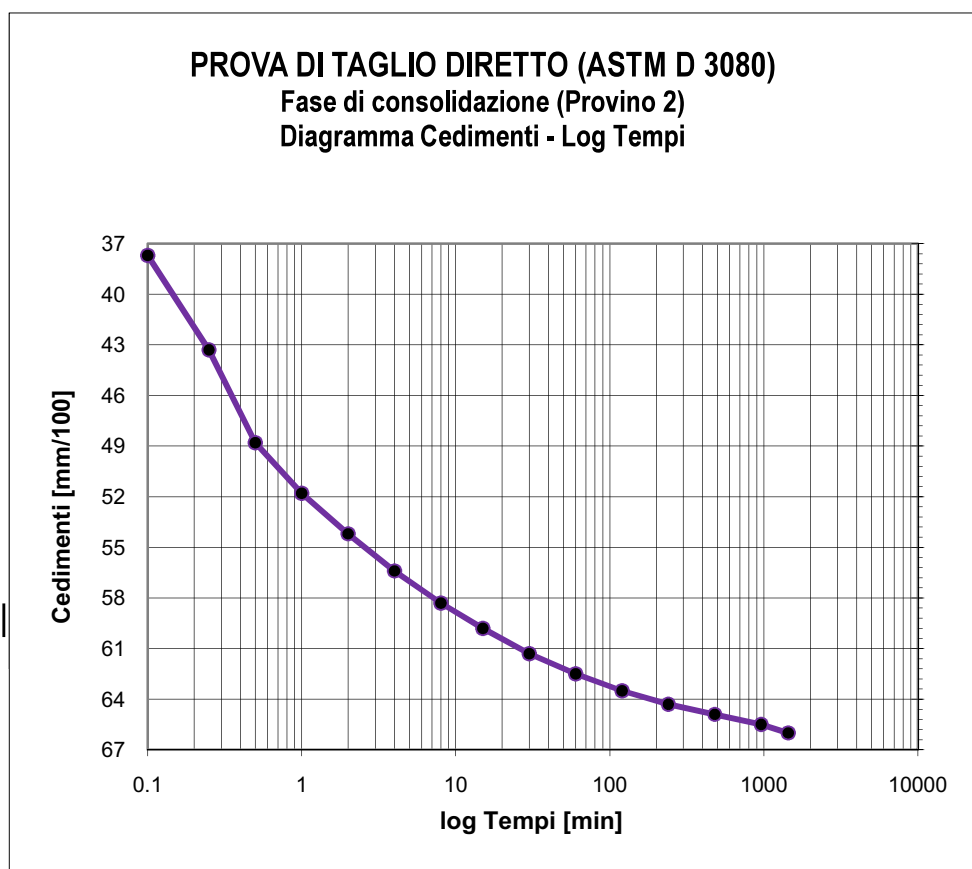
Tensione di consolidazione	100	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	112.33	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	37.7
0.25	43.3
0.5	48.8
1	51.8
2	54.2
4	56.4
8	58.3
15	59.8
30	61.3
60	62.5
120	63.5
240	64.3
480	64.9
960	65.5
1440	66

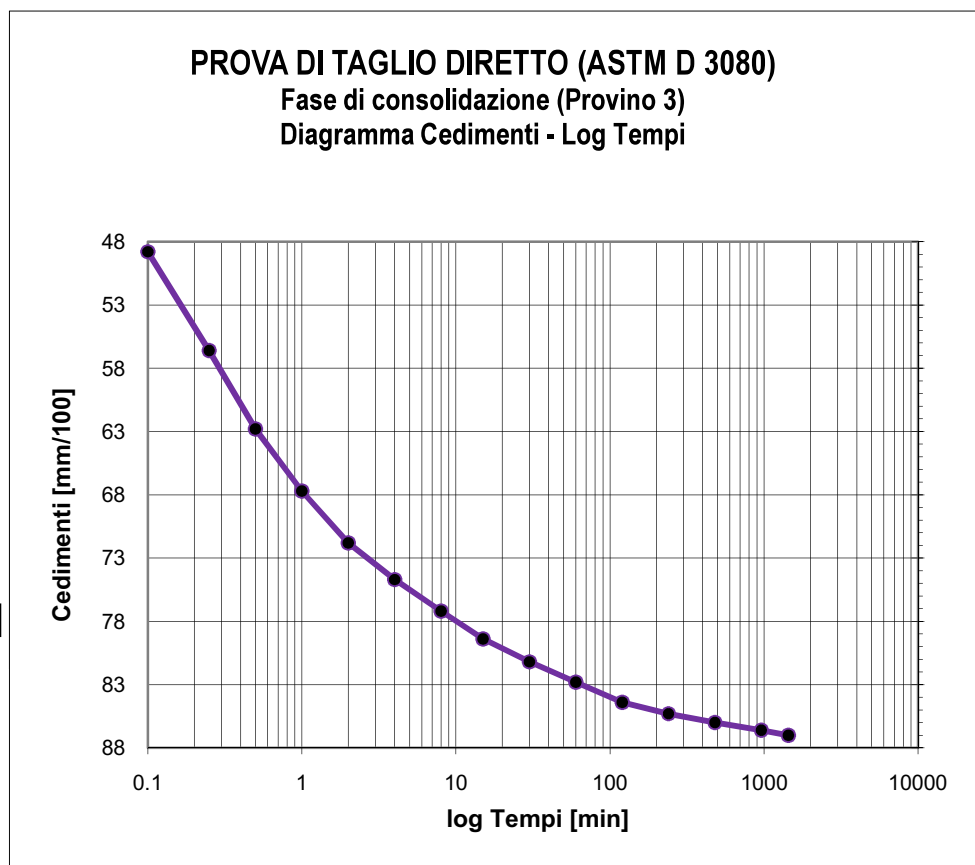
Tensione di consolidazione	200	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	109.04	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
 Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1921 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0	0
0.1	48.8
0.25	56.6
0.5	62.8
1	67.7
2	71.8
4	74.7
8	77.2
15	79.4
30	81.2
60	82.8
120	84.4
240	85.3
480	86
960	86.6
1440	87

Tensione di consolidazione	300	kPa
Altezza provino	2	cm
Sezione provino	36	cm ²
T100	108.76	min
Deformazione a rottura stimata	5	mm
Velocità stimata di prova	0.004	mm/min

Data Inizio Prova: 26.05.2013

Data Fine Prova: 28.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1922 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello - Colobraro (MT)

Località prelievo campione:	COLOBRARO (MT)
Sondaggio n° 1	Campione n° 2 Profondità: 7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5 Tipo contenitore Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)**

Tipo di attrezzatura impiegata: macchina elettronica con acquisizione dati automatizzata

Dimensioni iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Altezza media	7.60	cm
Diametro medio	3.8	cm
Sezione media	11.34	cm ²
Volume medio	86.15	cm ³
Rapporto H/D	1.99	

Caratteristiche fisiche iniziali dei provini	Provino 1	U.M.
Massa provino	183.65	g
Contenuto d'acqua	16.46	%
Peso dell'unità di volume	20.94	kN/m ³
Peso specifico dei grani	27.60	kN/m ³
Peso dell'unità di volume secco	17.98	kN/m ³
Indice dei vuoti	0.535	-
Grado di saturazione	84.91	%

Tipo di campione	indisturbato
------------------	--------------

Velocità di deformazione	1.67E-05	m/s
--------------------------	----------	-----

Data Inizio Prova: 30.05.2013
Note:

Data Fine Prova: 30.05.2013

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1922 Del 04.06.2013

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Dati della fase di compressione

δh	F
0.50	66
1.00	146
1.50	298
2.00	474
2.50	658
3.00	810
3.50	944
4.00	1035
4.50	1058
5.00	1035
5.50	988
6.00	890

F= Carico Assiale (N);

Δh = Deformazione verticale (mm)

Data Inizio Prova: 30.05.2013

Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1922 Del 04.06.2013

**PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
ASTM D2166**

Calcoli della fase di compressione

ε	$\sigma_1 - \sigma_3$
0	0
0.66	57.82
1.32	127.05
1.97	257.60
2.63	406.99
3.29	561.16
3.95	686.09
4.61	794.11
5.26	864.66
5.92	877.74
6.58	852.65
7.24	808.20
7.89	722.87

$\sigma_1 - \sigma_3$ = Tensione deviatorica (kPa);

ε = Deformazione assiale (%)

Data Inizio Prova: 30.05.2013

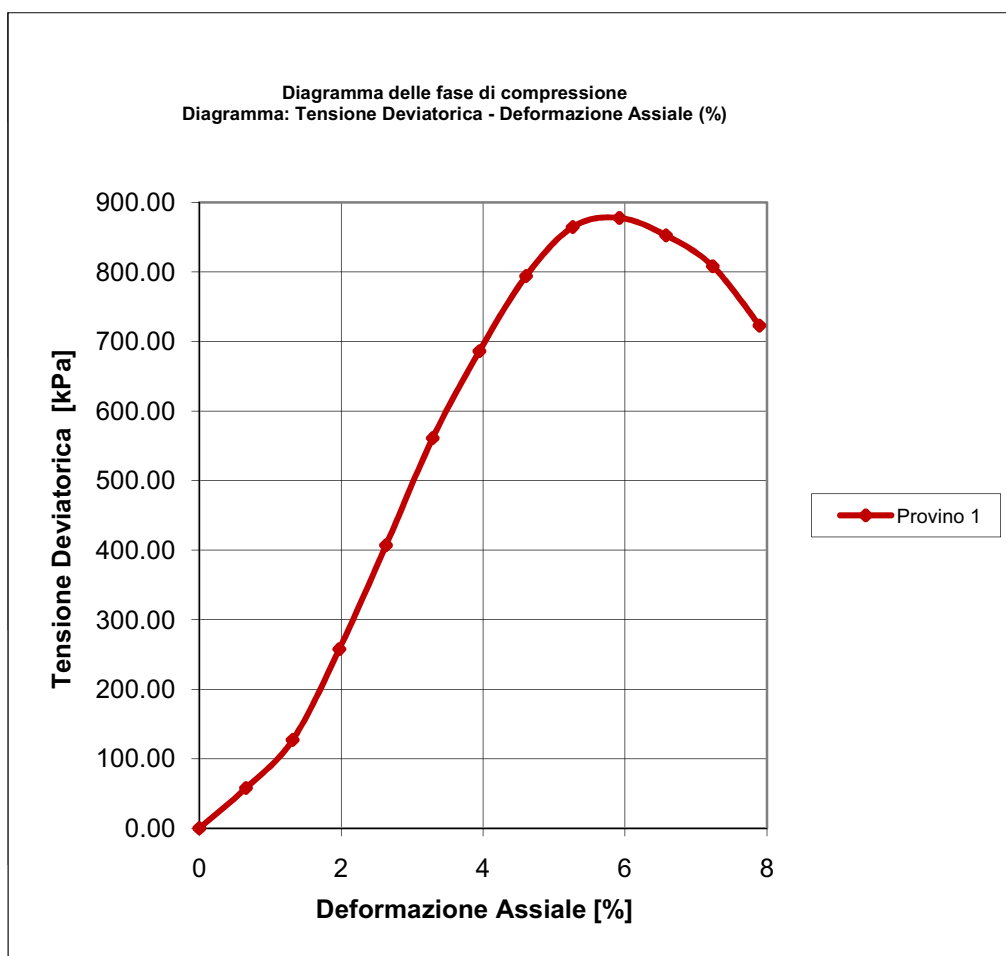
Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1922 Del 04.06.2013

**PROVA DI COMPRESIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA
(ASTM D2166)**



Data Inizio Prova: 30.05.2013

Data Fine Prova: 30.05.2013

Note:

**Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005**

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1923 Del 04.06.2013

Committente	SURUS ENERGIA SOCIALE
Indirizzo	Via Petrarca n° 8 - 75026 Rotondella (MT)
Progetto/Lavoro	Impianto di digestione anaerobica (<1 MWe) mediante l'utilizzo di scarti dell'agroindustria e frazione umida dei rifiuti solidi urbani, in loc. Monticello – Colobraro (MT)

Località prelievo campioni	COLOBRARO (MT)		
Sondaggio n°	1	Campione n°	2
		Profondità:	7.40 - 7.90 m
Classe di qualità dichiarata	Q.5	Tipo contenitore	Fustella metallica tipo Shelby
Descrizione visiva	Argilla di colore grigio scuro, a bassa plasticità. Scagliosità elevata.		

**PROVA DI COMPRESIONE EDOMETRICA
(ASTM D2435)**

CARATTERISTICHE FISICHE DEL PROVINO

Contenuto d'acqua iniziale	16.46	%	Contenuto d'acqua finale	14.81
Peso dell'unità di volume iniziale	20.94	kN/m ³	Peso dell'unità di volume finale	21.20
Peso unità di volume secco iniziale	17.98	kN/m ³	Peso unità di volume secco finale	18.47
Indice dei vuoti iniziale	0.535		Indice dei vuoti finale	0.495
Grado di saturazione iniziale	84.91	%	Grado di saturazione finale	82.63
Peso specifico dei grani	27.60	kN/m ³	Peso specifico dei grani	27.60

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE INIZIALI DEL PROVINO E MODALITA' DI PROVA

Altezza media	2.00 cm	Diametro medio	5.047 cm	Volume medio	40.01 cm ³
Temperatura di prova	20°C	Altezza cella edometrica	2.00 cm		
Carico di base	12.26 kPa	Tipo di campione	RIMANEGGIATO		

Tensione normale (kPa)	Cedimenti cumulativi (mm)	$\Delta H/H$ (%)	Indice dei vuoti	Modulo edometrico KPa
0	0	0.000	0.535	
12.26	0	0.000	0.535	
24.52	0	0.000	0.535	
49.03	0	0.000	0.535	
98.07	0.075	0.375	0.529	13077.3
196.13	0.235	1.175	0.517	12257.5
392.27	0.528	2.640	0.494	13388.4
784.53	1.091	5.455	0.451	13934.6
1569.06	1.741	8.705	0.401	24139.4
3138.13	2.394	11.970	0.351	48057.3
784.56	2.059	10.295	0.377	
196.13	1.391	6.955	0.428	
49.03	0.521	2.605	0.495	

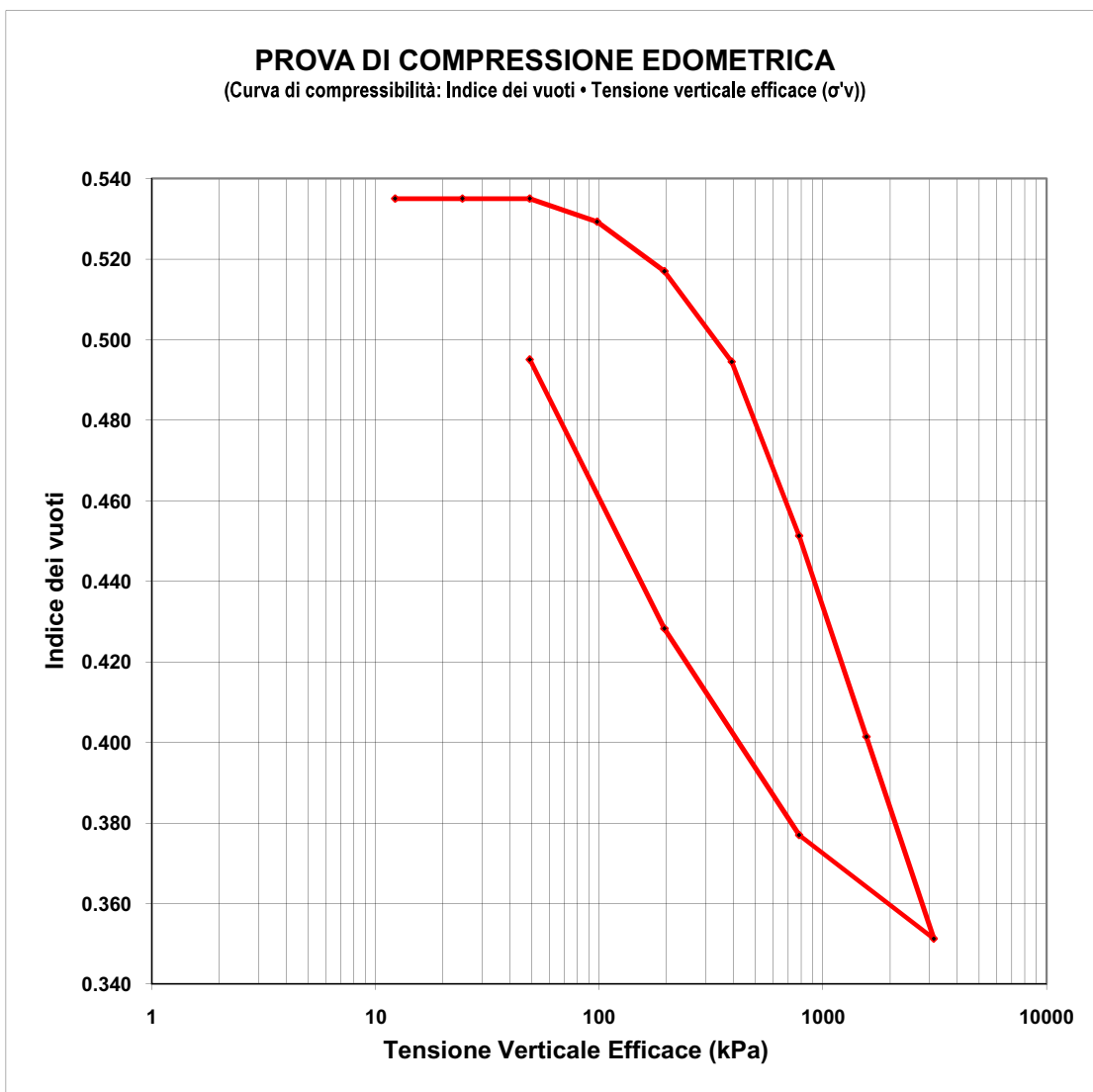
Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Note:

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1923 Del 04.06.2013



Data Inizio Prova: 27.05.2013

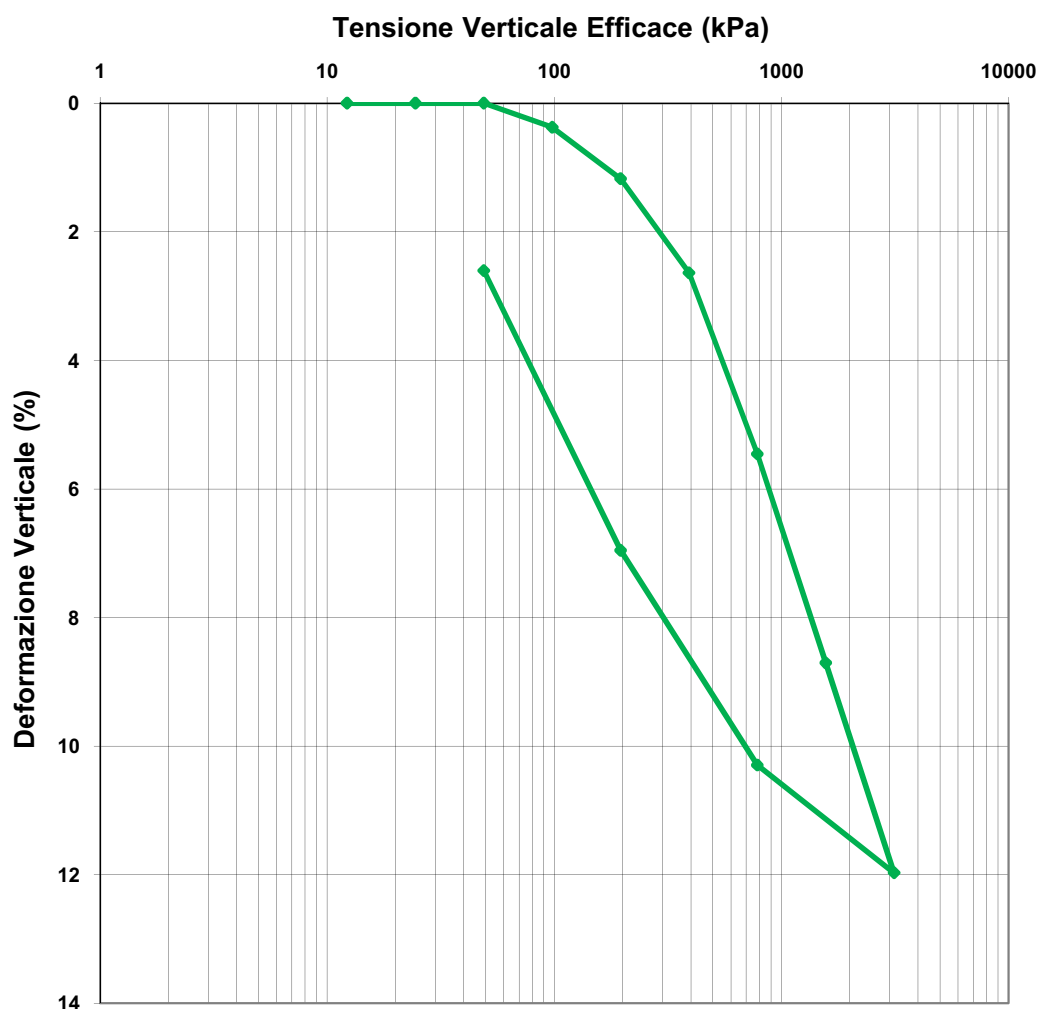
Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1923 Del 04.06.2013

PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA

(Curva di compressibilità: Deformazione verticale • Tensione verticale efficace (σ_v))

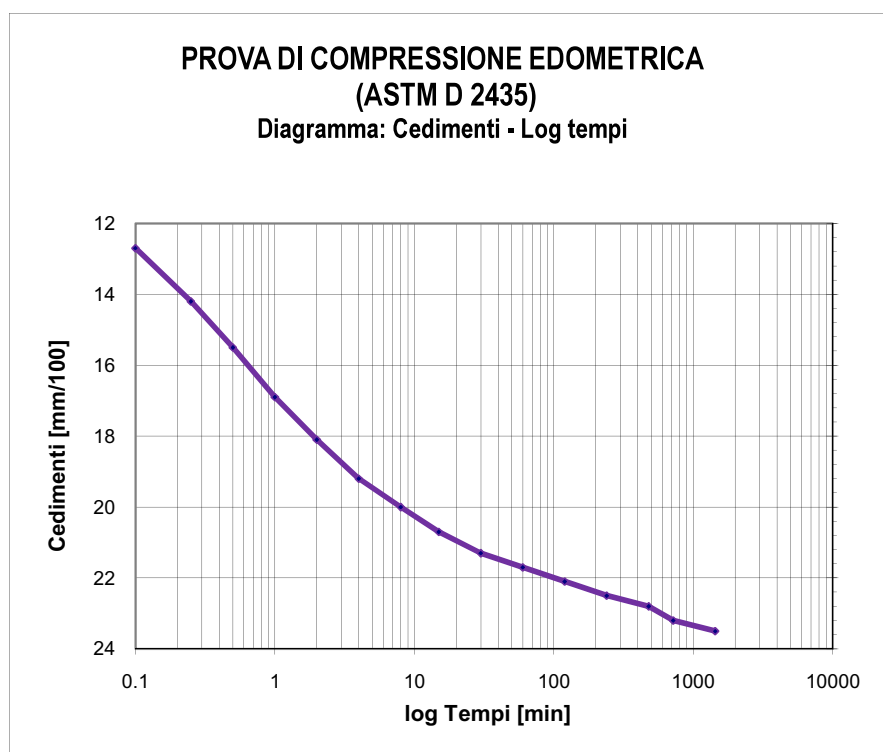


Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1923 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0.1	12.7
0.25	14.2
0.5	15.5
1	16.9
2	18.1
4	19.2
8	20
15	20.7
30	21.3
60	21.7
120	22.1
240	22.5
480	22.8
720	23.2
1440	23.5

Tensione di consolidazione da 98.07 kPa a 196.13 kPa

T50 = 0.66 min

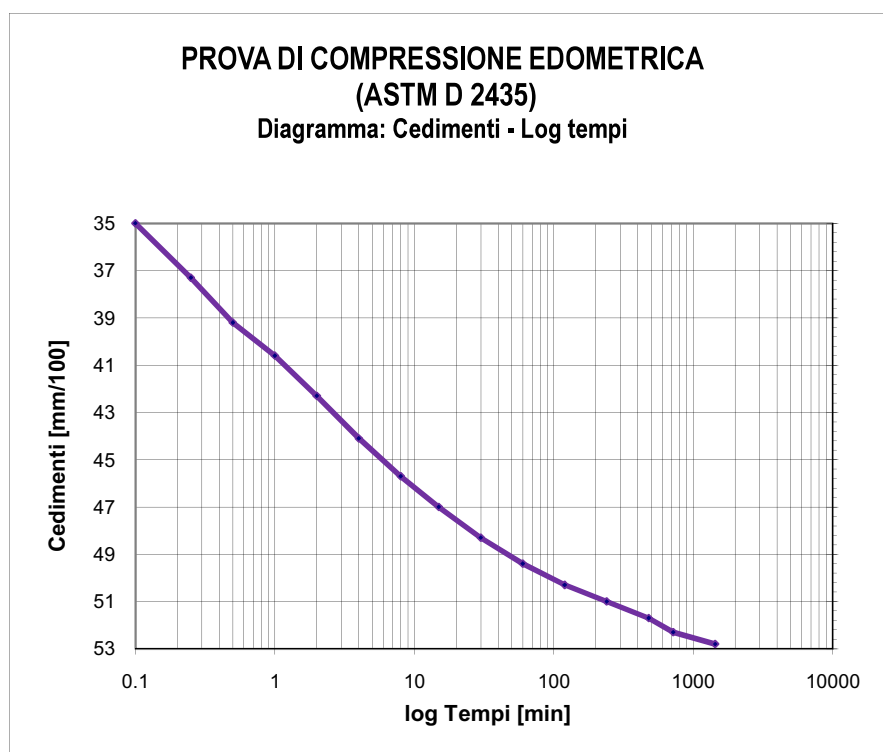
T100 = 7.64 min

Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013

Laboratorio Geotecnico Prove su Terre, autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n° 380/2001
Aut. Min. Infrastrutture e Trasporti n° 54111 del 10.11.2005

Verbale Accettazione N. 114/2013 Del 24.05.2013 Certificato N. 1923 Del 04.06.2013



Tempo (min)	Cedimenti (mm/100)
0.1	35
0.25	37.3
0.5	39.2
1	40.6
2	42.3
4	44.1
8	45.7
15	47
30	48.3
60	49.4
120	50.3
240	51
480	51.7
720	52.3
1440	52.8

Tensione di consolidazione da 196.13 kPa a 392.27 kPa

T50 = 1.44 min

T100 = 27.64 min

Data Inizio Prova: 27.05.2013

Data Fine Prova: 03.06.2013