

**ARGILLITI s.r.l.**

Miniera di "Sa Pigada Bianca"  
Cantiere "Casiddu" Comune di Ittiri (SS)

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA E  
GEOTECNICA AI SENSI DELL'ART. 25  
DELLE NORME DI PAI

VERIFICA DI STABILITA' DEI VERSANTI NELLA  
CONFIGURAZIONE DI RIPRISTINO FINALE AL  
TERMINE DELLA COLTIVAZIONE

**ELABORATO:** 03 RSR

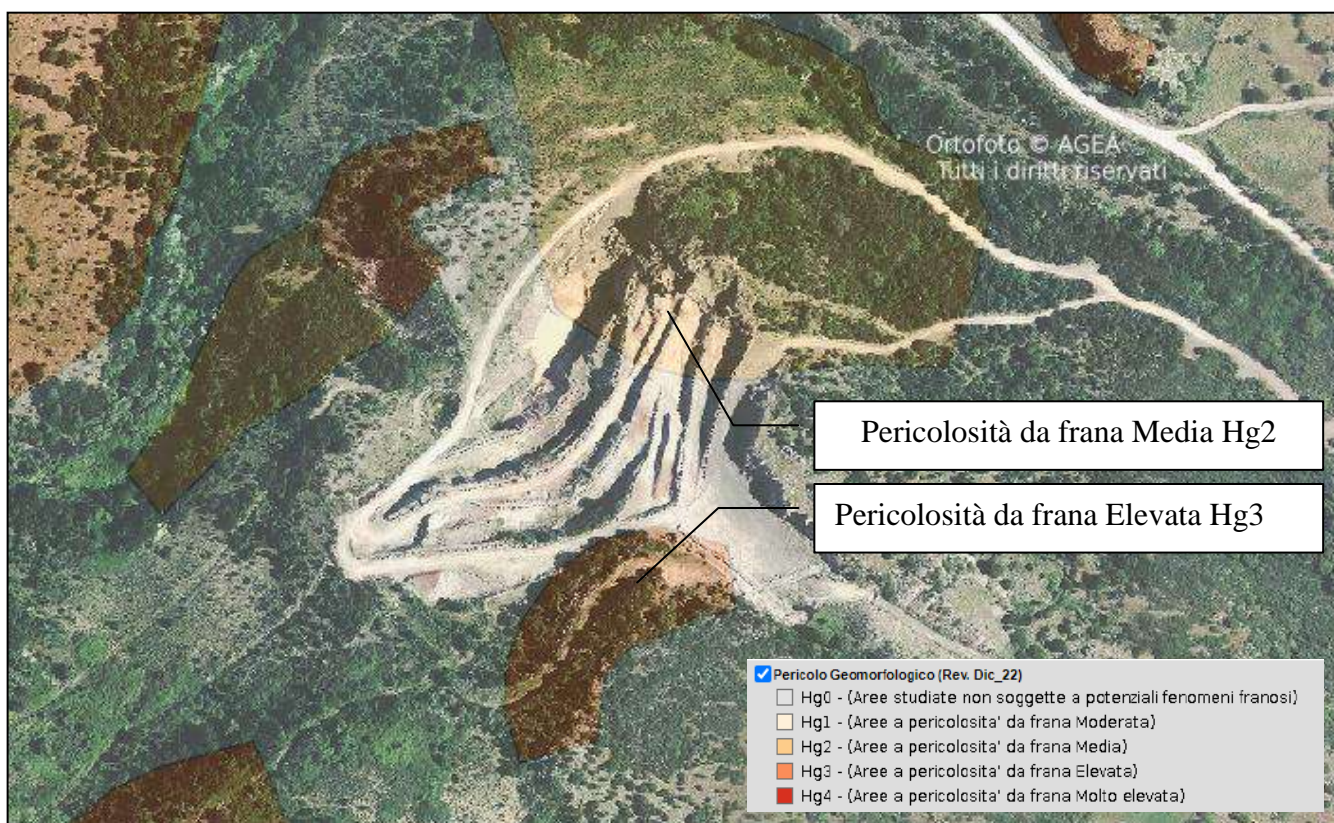
**Cagliari Novembre 2023**

**I Tecnici:**

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione tratta la verifica delle condizioni di stabilità dei versanti nella configurazione di ripristino finale al termine della coltivazione del cantiere "Casiddu" nella miniera di "Sa Pigada Bianca" sul territorio del Comune di Ittiri (SS).

Nell'area interessata dalle lavorazioni la cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) evidenzia la presenza di due porzioni a pericolosità geomorfologica Hg3 (aree a pericolosità da frana Elevata) e Hg2 (area a pericolosità da frana Media) così come riportato schematicamente nella successiva figura.

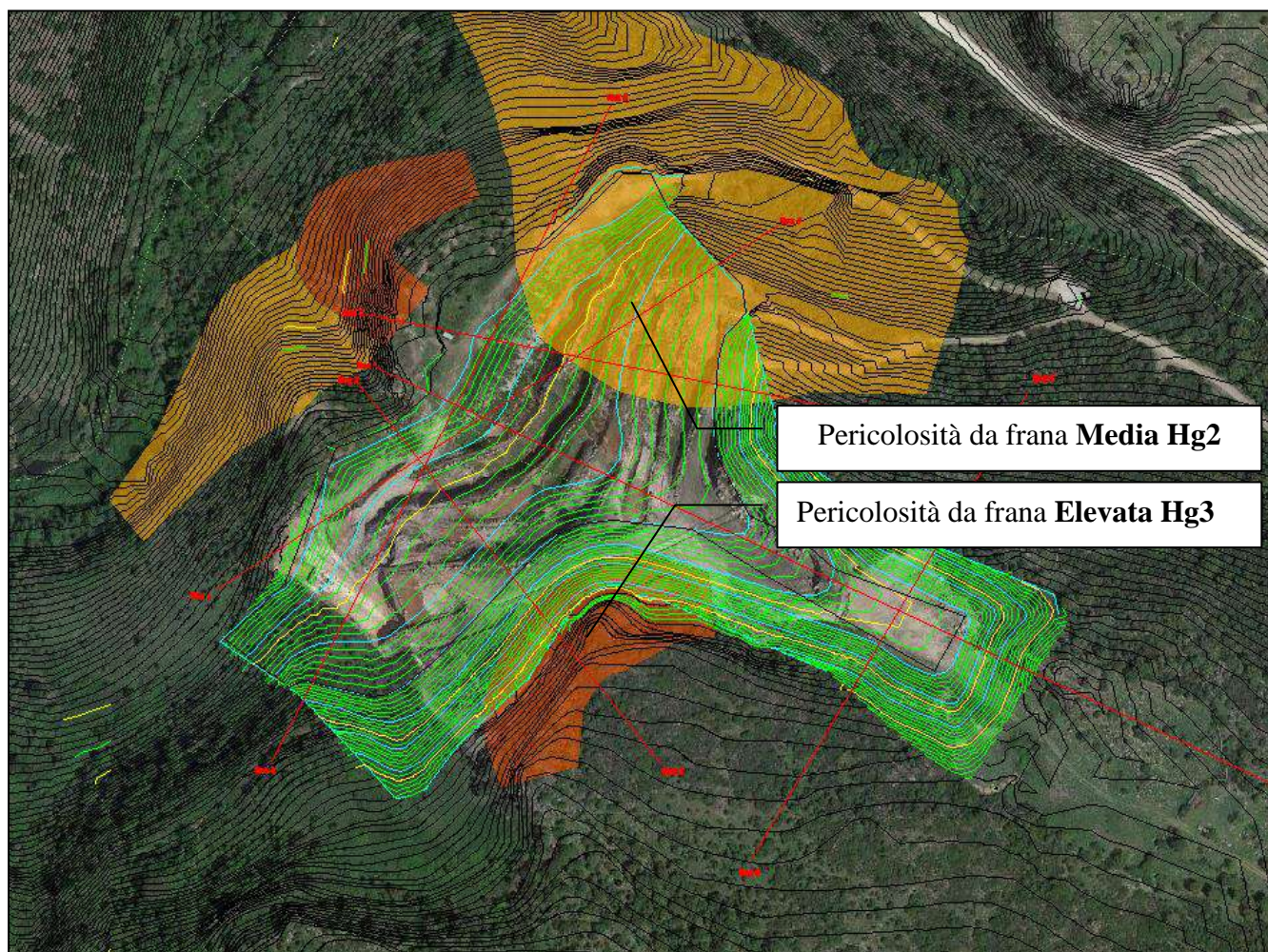


**Figura n. 1** – Estratto della cartografia P.A.I. per il cantiere "Casiddu" nella miniera Sa Pigada Bianca.

A questo proposito si evidenzia come il cantiere "Casiddu" risulta operativo a partire dall'anno 2009 ovvero prima dell'entrata in vigore delle suddette perimetrazioni che, pertanto, vengono recepite con la richiesta di ampliamento nell'ambito dello studio di compatibilità ambientale in corso.

Il progetto di ampliamento della coltivazione comporta infatti l'interferenza delle lavorazioni con tali aree così come riportato nella successiva figura tratta dalla tavola del Progettista sovrapposta alla perimetrazione P.A.I.





**Figura n. 2** – Estratto della tavola di progetto per l'ampliamento della coltivazione nel cantiere "Casiddu" della miniera "Sa Pigada Bianca" sovrapposta alla perimetrazione P.A.I da pericolosità geomorfologica.

Ai sensi delle Norme di Attuazione del P.A.I. (Deliberazione del C.I. n. 15 del 22 Novembre 2022 rettificata con Del. C.I. n. 19 del 27 Dicembre 2022) il Titolo III Il controllo del rischio nelle aree a pericolosità idrogeologica, Capo I Norme Comuni per la disciplina degli interventi nelle aree a pericolosità idrogeologica, all'art. 23 Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree a pericolosità idrogeologica, al punto 6 prescrive come:

6. Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:  
a. se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;  
b<sup>51</sup>. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli **nell'ambito del procedimento**<sup>52</sup> di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.



Al richiamato comma 9 si legge inoltre come:

9. Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da

- a. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
- b. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
- c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
- d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative della capacità di invasamento delle aree interessate;
- e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;
- f. favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;
- g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;
- h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
- i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
- l. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito; in caso di interventi di mitigazione del rischio che determinano nuove o più gravose situazioni di rischio, l'intervento è sostenibile a condizione che il proponente dimostri che tali variazioni sono non significative rispetto ai complessivi benefici generali, connessi alla riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, ottenuti dall'intervento medesimo e che il progetto preveda quanto indicato alla successiva lett. m)<sup>65</sup>;
- m. assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti, anche mediante valutazione dell'indice Vp nel caso concreto;<sup>66</sup>
- n. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistenti;
- o. garantire coerenza con i piani di protezione civile.

E ancora all'art. 25 in riferimento allo studio di compatibilità geologica e geotecnica viene evidenziato quanto riportato in estratto con particolare riferimento ai criteri da seguire riportati nell'allegato F delle norme di attuazione.

#### **ARTICOLO 25 Studi di compatibilità geologica e geotecnica**

1. In applicazione dell'articolo 23, comma 6, lettera b., nei casi in cui è espressamente richiesto dalle presenti norme i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità molto elevata, elevata e media da frana sono accompagnati da uno studio di compatibilità geologica e geotecnica predisposto secondo i criteri indicati nei seguenti commi.
2. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica non sostituisce le valutazioni di impatto ambientale, le valutazioni di incidenza, gli studi di fattibilità, le analisi costi-benefici e gli altri atti istruttori di qualunque tipo richiesti dalle leggi dello Stato e della Regione Sardegna.
3. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica:
  - a)<sup>62</sup>, è firmato da un ingegnere esperto in geotecnica e da un geologo, ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali;
  - b. valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;
  - c. analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dei dissesti attivi o potenziali dell'area interessata;
  - d. verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;
  - e. prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.
4. Nei casi in cui leggi regionali o norme di piani territoriali e piani di settore della Regione Sardegna subordinino l'approvazione di progetti localizzati in aree di pericolosità da frana alla formazione di studi geomorfologici equivalenti agli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui al presente articolo questi ultimi possono essere sostituiti dai primi a condizione che contengano elementi valutativi di pari livello e che tale equivalenza sia espressamente dichiarata dal Segretario Generale dell'Autorità di Bacino.<sup>63</sup>
5. Lo studio di compatibilità geologica e geotecnica è predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato F alle presenti norme.
6. I soggetti pubblici o privati titolari dell'attuazione degli interventi di mitigazione delle condizioni di pericolosità da frana e di rischio geomorfologico sono tenuti a formare e trasmettere alla Regione, al fine di predisporre elementi per le eventuali varianti del PAI di cui all'articolo 37, nuove mappature delle aree pericolose interessate dagli interventi elaborate alla scala della cartografia del PAI e con formati compatibili con il SIT della Regione.
7. È attribuita alla competenza dei comuni l'approvazione degli studi di compatibilità idraulica e degli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui alle norme tecniche di attuazione del Piano di assetto idrogeologico (PAI), riferiti a interventi rientranti interamente nell'ambito territoriale comunale, inerenti al patrimonio edilizio pubblico e privato, alle opere infrastrutturali a rete o puntuali, alle opere pubbliche o di interesse pubblico nonché agli interventi inerenti l'attività di ricerca e i prelievi idrici e per la conduzione delle attività agricole, silvocolturali e pastorali. Qualora tali interventi interessino l'ambito territoriale di più comuni, ovvero per tutte le altre tipologie di intervento ed in particolare le opere di mitigazione della pericolosità e del rischio, le opere in alveo e gli attraversamenti dei corsi d'acqua, la competenza all'approvazione degli studi di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica è attribuita all'Autorità di bacino di cui alla legge regionale 6 dicembre 2006, n. 19 (Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici).<sup>64</sup>
8. Laddove le presenti norme prevedano la relazione asseverata, la stessa è redatta e firmata secondo quanto indicato nel comma 3 lett. a).



La presente relazione, pertanto, deve intendersi quale supporto geologico e geotecnico allo studio di compatibilità geologica e geotecnica dello stato di ripristino finale del cantiere sia per quanto riguarda la verifica di stabilità come previsto dalla normativa vigente sia relativamente alla interferenza con le due aree a pericolosità da frana evidenziate nella cartografia.

Nel prosieguo, pertanto, saranno discussi i lineamenti geomorfologici e stratigrafici locali e la parametrizzazione geotecnica e sismica dei litotipi su cui si concentra l'attività estrattiva e utilizzati per la verifica di stabilità dello stato finale successivamente al completamento dei lavori di coltivazione e al ripristino di progetto.

La verifica di stabilità dei fronti di scavo, ovvero dello stato intermedio e durante le lavorazioni, infatti, viene analizzata annualmente in funzione degli sviluppi della coltivazione e delle geometrie di progetto ai sensi della normativa vigente sull'attività mineraria.

Lo studio è stato impostato secondo la seguente metodologia operativa:

- rilievi ed osservazioni di campagna eseguiti nei vari anni con aggiornamento allo stato attuale;
- esecuzione di misurazioni geotecniche in sito con strumenti di campagna (*Pocket penetrometer* e *Vane test*);
- nel 2014 sono stati prelevati campioni indisturbati rappresentativi dei livelli bentonitici presenti nei due cantieri e sui quali sono state realizzate prove di laboratorio per la definizione dei parametri geotecnici;
- rilievo geomeccanico dei livelli a consistenza litoide;
- studio delle condizioni geologico-tecniche connesse alla stabilità dei fronti di scavo;
- verifiche di stabilità dei fronti di scavo;
- esecuzione di specifiche indagini geofisiche consistenti in profili sismici con il metodo M.A.S.W. e misure passive H.V.S.R. per la ricostruzione del modello sismico di sito.

Il rilievo di campagna è consistito in:

- esecuzione di un rilievo topografico mediante uso di drone e ancorato a terra con misure di una serie di punti rilevati con stazione totale;
- sopralluogo presso il cantiere "Casiddu" con rilievo delle sezioni di studio e misurazione/stima dei parametri geotecnici;

Per quanto riguarda la parametrizzazione geotecnica dei litotipi interessati dalla coltivazione si è fatto riferimento sia ai risultati delle prove di laboratorio eseguite su campioni indisturbati, provenienti dai due cantieri e riportate nell'allegato IV della relazione relativa all'anno 2014 dalla quale sono state estratte le tabelle di sintesi riproposte in allegato, sia a quanto è stato possibile misurare direttamente in sito.

Nel seguito saranno discussi gli aspetti sismici, geologici e geotecnici.

## 2. CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE DI APPROFONDIMENTO

### 2.1 Indagine sismica con il metodo M.A.S.W.

Il cantiere "Casiddu" è stato investigato dal punto di vista sismico ricorrendo a profili sismici con il metodo M.A.S.W. e di rumore sismico passivo H.V.S.R. così come riportato nella relazione specialistica allegata.

Nel mese di Agosto 2023 la ditta *Dr. Antonello Angius* ha eseguito la campagna di indagini geofisiche concordata preliminarmente e ubicata come riportato nella successiva figura tratta dalla relazione specialistica allegata a cui si rimanda per i necessari approfondimenti.



**Figura n. 3** – Campagna di indagini geofisiche eseguita presso il cantiere "Casiddu" nella miniera Sa Pigada Bianca a Ittiri (SS).

Le indagini sono state eseguite principalmente per la caratterizzazione sismica del sito e per giungere alla definizione della categoria di sottosuolo al fine di poter eseguire le verifiche di stabilità nella configurazione definitiva al termine della coltivazione.

Sono stati scelti tre punti rappresentativi del cantiere ognuno caratterizzato da una peculiare stratigrafia tra zone ripristinate o in fase di ripristino e zone in coltivazione con differenti configurazioni tra banchi sterili (prevalentemente litoidi) e mineralizzati (argillosi) al fine di giungere ad un modello complessivo che tenga conto delle varie condizioni giacitureali riscontrabili in cantiere.

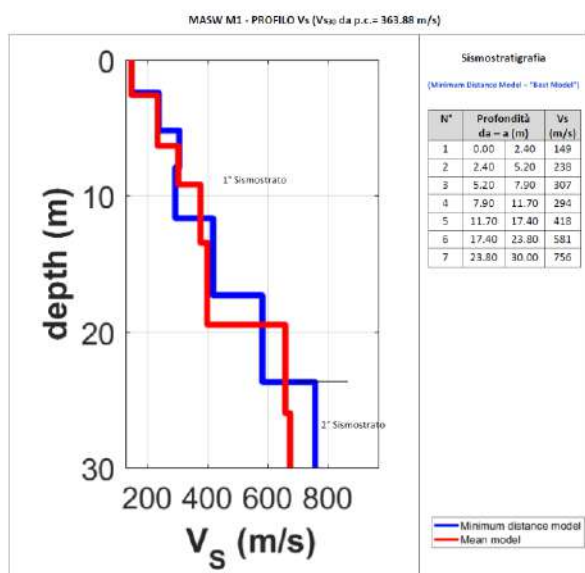
In particolare l'indagine eseguita nella parte inferiore del cantiere ovvero a Nord-Ovest, insiste su di un'area ripristinata con riporto del materiale detritico nelle medesime condizioni con cui tutta l'area sarà restituita alla fine della coltivazione.

L'abbinamento delle misure sismiche passive o dei micro-tremori H.V.S.R. permette di ricavare ulteriori informazioni circa l'eventuale presenza di particolari contrasti di impedenza sismica ovvero di orizzonti stratigrafici a differente rigidità con stima dello spessore della copertura.

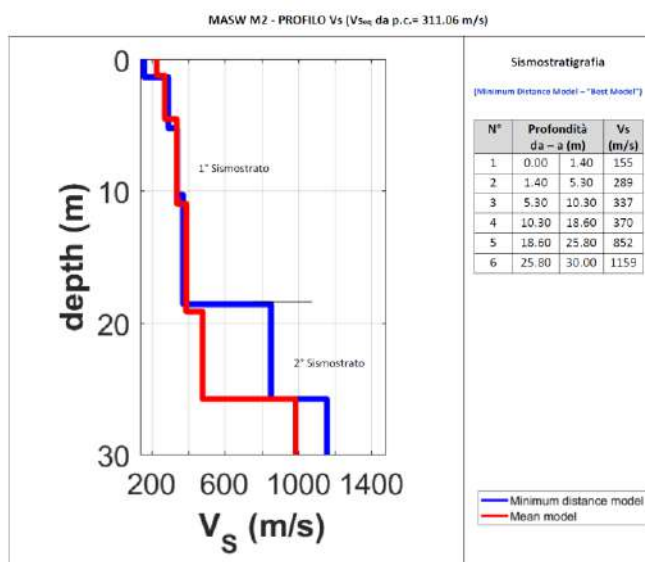


Facendo riferimento alla relazione specialistica nelle successive figure si riportano i risultati ottenuti con i profili M.A.S.W. in cui è stato possibile individuare due sismostrati riconducibili alla copertura detritica e al banco mineralizzato (che mostrano analoga risposta sismica) e al substrato ignimbrico compatto, coerentemente con le ricostruzioni stratigrafiche riscontrate.

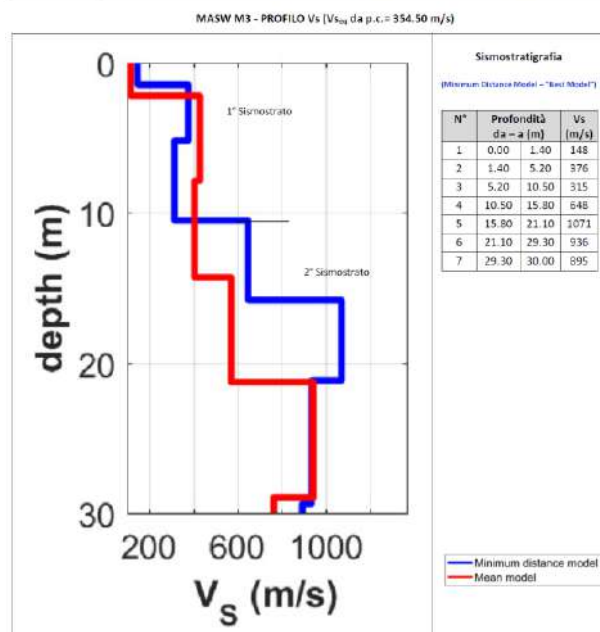
Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 23.80	1° sismostrato con Vs tra 149 e 581 m/s, terre di riporto e copertura detritica
23.80 – 30.00	2° sismostrato con Vs di 756 m/s, substrato ignimbrico compatto



Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 18.60	1° sismostrato con Vs tra 155 e 370 m/s, copertura detritica e livelli di bentonite
18.60 – 30.00	2° sismostrato con Vs tra 852 e 1159 m/s, possibile substrato ignimbrico compatto



Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 10.50	1° sismostrato con Vs tra 148 e 315 m/s, copertura detritica livelli di bentonite
10.50 – 30.00	2° sismostrato con Vs tra 648 e 1071 m/s, possibile substrato ignimbrico compatto



**Figure n. 4, 5 e 6** – Profili di velocità ed interpretazione stratigrafica per le tre linee sismiche con il metodo M.A.S.W. M1, M2 e M3 eseguite presso il cantiere "Casiddu".

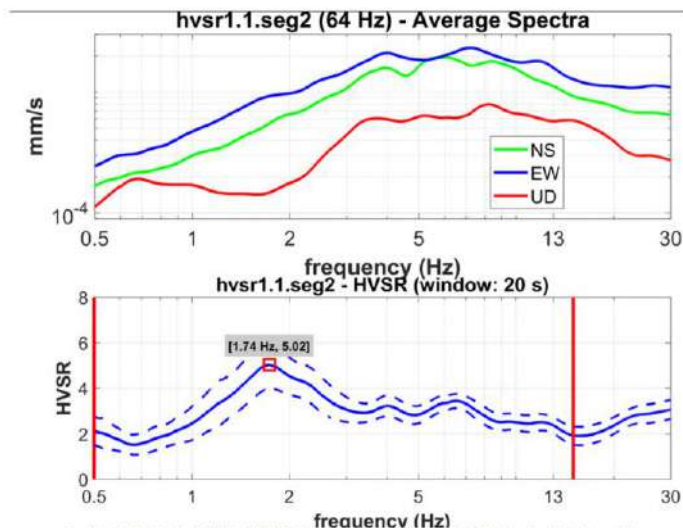
Le indagini eseguite e tarate con i dati stratigrafici rilevati hanno permesso di ricavare il modello sismo-stratigrafico del sito con particolare riferimento alle zone già oggetto di ripristino.

## 2.2 Indagine sismica con il metodo H.V.S.R.

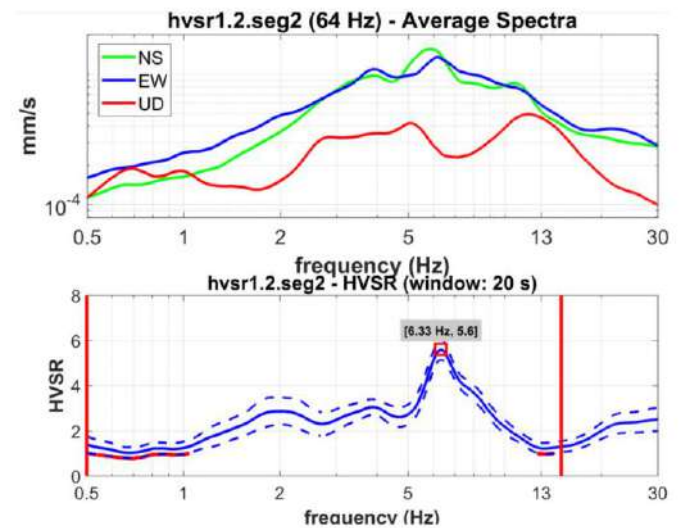
Lungo ciascun profilo sismico eseguito sono state acquisite n. 02 misure di rumore sismico ambientale H.V.S.R. rilevato mediante un geofono 3D da superficie le cui caratteristiche sono riportate nella relazione specialistica a cui si rimanda per i necessari approfondimenti.

Nelle successive figure si riportano le tre coppie di elaborazioni ricavate con evidenziati i picchi di frequenza ritenuti significativi.

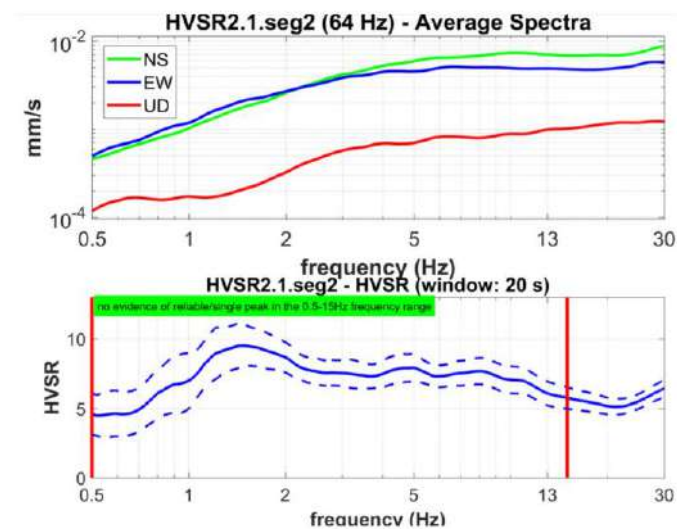
6.1 HVSR 1.1



6.2 HVSR 1.2



6.3 HVSR 2.1



6.4 HVSR 2.2

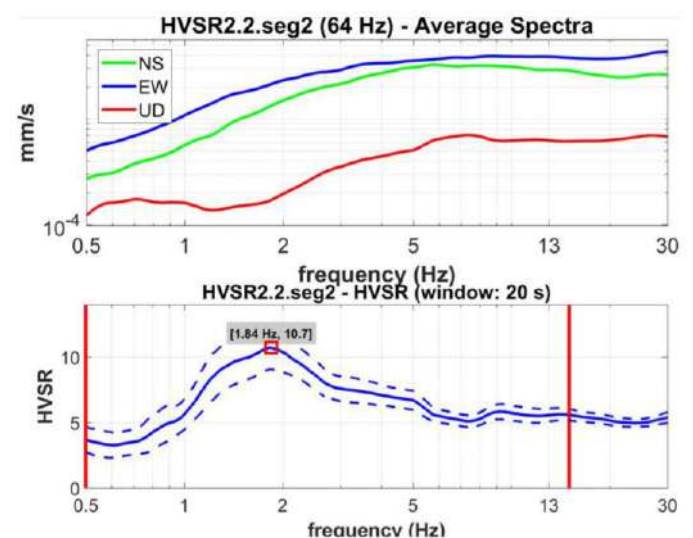
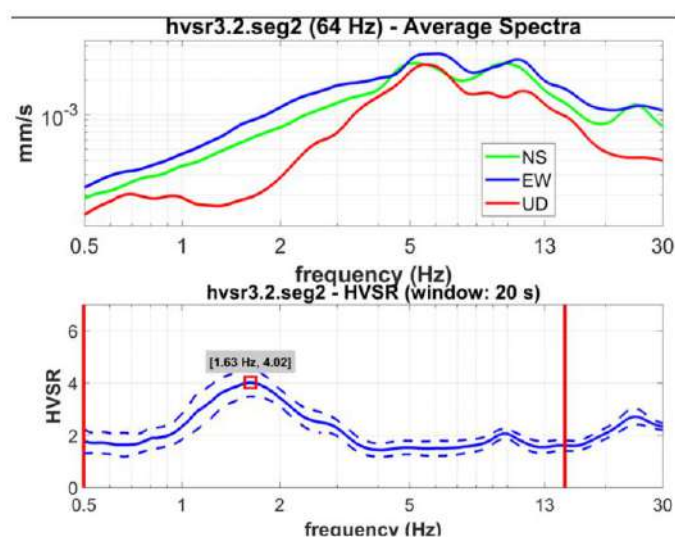
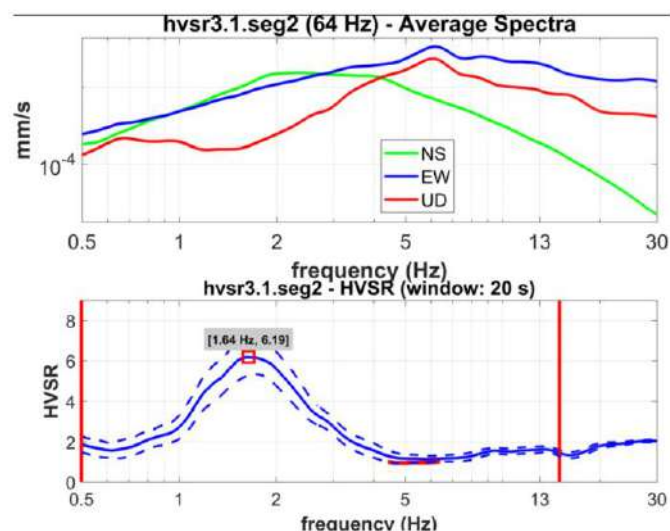


Figure n. 7, 8, 9 e 10 – Elaborazioni delle coppie di misure H.V.S.R. 1 e 2 eseguite nel cantiere "Casiddu".





**Figure n. 11 e 12** – Elaborazioni delle coppie di misure H.V.S.R. 3 eseguite nel cantiere “Casiddu”.

Nella successiva tabella si riassumono per ogni punto di misura i contrasti rilevati in termini di frequenza e relativa profondità indicativa a cui è possibile collocare il passaggio sulla base del seguente abaco per la stima dello spessore delle coperture a partire dai valori delle frequenze di risonanza proposto da Albarello D. e Castellaro S. nel 2011.

*Tab. 1 - Abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza ( $f_0$ ) determinate dalle misure H/V.*

$F_0$ (Hz)	h (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

Misura H.V.S.R.	Frequenze (Hz)	Profondità contrasto (m)	Note
1.1	1,74	50 -- 100	Molto accentuato
	4,00	10 -- 30	Poco accentuato
	6,33		
1.2	6,33	10 -- 30	Molto accentuato
	1,74	50 -- 100	Poco accentuato
	4,00	10 -- 30	
2.1	1,60	50 -- 100	Poco accentuato
	5,00	10 -- 30	
2.2	1,84	50 -- 100	Molto accentuato
	5,00	10 -- 30	Poco accentuato
3.1	1,64	50 -- 100	Molto accentuato
3.2	1,63	50 -- 100	Molto accentuato
	9,50	5 -- 10	Poco accentuato

I risultati ottenuti con le misure di rumore sismico H.V.S.R. hanno permesso di stimare le profondità dei contrasti sismici ovvero delle discontinuità correlabili alla locale stratigrafia

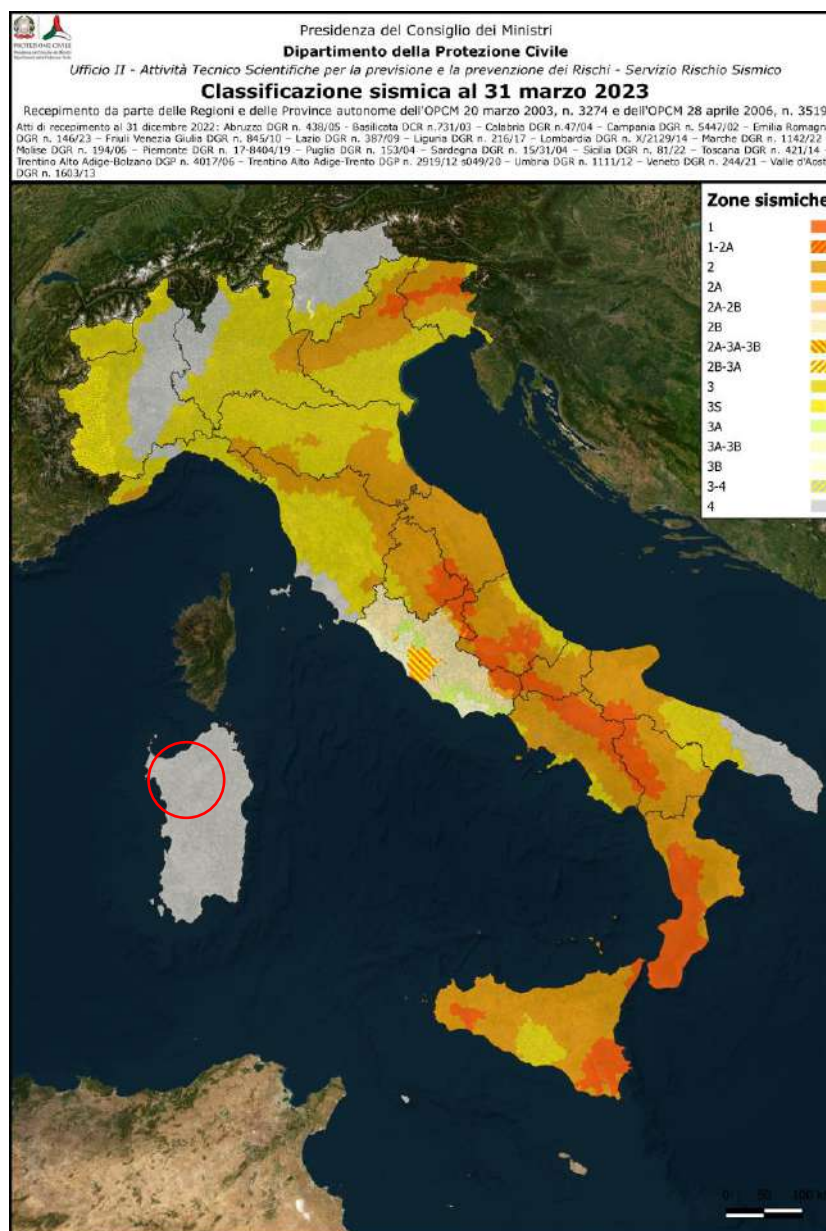
ovvero alla copertura detritica e/o di riporto e al substrato ignimbrítico maggiormente compatto (da 5 a 30 m di profondità ) nonché ad un substrato ignimbrítico estremamente più compatto (50 – 100 m di profondità).

I dati rilevati confermano la stratigrafia emersa dall'attività mineraria eseguita sul sito.

### 3. SISMICITA' E INDIVIDUAZIONE DEL SITO

#### 3.1 Sismicità storica

Dal punto di vista sismico la Sardegna viene classificata ai sensi dell'OPCM 20 Marzo 2003 n.3274 e dell'OPCM 28 Aprile 2006 n. 3519 nella zona sismica 4 secondo l'atto di recepimento al 31 Dicembre 2022 così come mostrato nella successiva carta di zonazione sismica relativa alla classificazione sismica dell'intero territorio nazionale al 31 Marzo 2023.



**Figura n. 13** – Classificazione sismica nazionale al 31 Marzo 2023 con evidenziata nel cerchio rosso l'area in esame.

Ricadendo il sito in esame sull'isola della Sardegna i parametri sismici non sono riferiti ad una maglia regolare come per il resto dell'Italia ma ad un punto centrale della stessa avente le seguenti coordinate (WGS84):



Coordinate WGS84	
Latitudine	Longitudine
40.086143°	8.980026°

a cui corrispondono le seguenti coordinate nel formato ED50:

Coordinate ED50	
Latitudine	Longitudine
40.087200°	8°981002

### 3.2 Individuazione della categoria di sottosuolo

La categoria di sottosuolo per il sito in esame è stata ricavata facendo riferimento alle specifiche indagini sismiche eseguite.

L'indagine evidenzia come per le profondità massime che è stato possibile investigare sia stato rilevato il substrato sismico di riferimento ovvero dotato di  $V_s$  non inferiore a 800 m/sec quanto meno nelle misure M2 e M3 mentre nella misura M1 lo stesso sembra essere posizionato a profondità maggiore di 30 m.

I calcoli delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  (in m/sec) corrispondente nel caso della misura M1 alla  $V_{s,30}$  secondo le relazioni riportate nelle N.T.C. 2018, eseguiti sulla base delle sismo-stratigrafia come ricostruite con tale indagine geofisica a partire dal locale p.c. conduce ai seguenti valori :

Sigla	Profondità Piano di posa [m da p.c.]	Profondità substrato [m]	$V_{Seq}$ [m/s]	Categoria sottosuolo (NTC2018)
M1	0.00	> 30.00	363.88	B
M2	0.00	18.60	311.06	E
M3	0.00	15.80	354.50	E

Per i profili M2 e M3 si ricava un valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio inferiore a 360 m/sec che, in abbinamento alla presenza di un substrato sismico posto di norma a profondità < 30 m conduce alla categoria di sottosuolo E.

Nel caso del profilo M1 si ricava un valore leggermente superiore a 360 m/sec che in abbinamento ad un substrato sismico posto a profondità maggiore di 30 m conduce ad una categoria B.

Ai fini della verifica di stabilità da eseguirsi lungo le sezioni relative allo stato finale dopo il ripristino e tenendo conto del possibile comportamento sismico dei materiali di riempimento in aderenza alla misura M1 eseguita appositamente a tal fine, si ritiene maggiormente cautelativa l'adozione di una **categoria di sottosuolo di tipo E** corrispondente a:

*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

### 3.3 Coefficiente di amplificazione topografica

Per quanto riguarda il coefficiente di amplificazione topografica così come riportato nella tabella 3.2.V delle norme tecniche e dato che il sito in esame è posto su di un versante con inclinazione media locale di circa 20° in posizione mediana, si potrà cautelativamente applicare una categoria topografica T3 a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica  $S_T=1,2$ .

### 3.4 Individuazione dei nodi del reticolo di riferimento e calcolo dei parametri sismici

Dalle informazioni fornite dal progettista l'intervento in esame può rientrare nel **tipo di costruzione 2** secondo quanto riportato nella tab. 2.4.I delle NTC (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale), per il quale è stato previsto una vita nominale  **$V_N=50$  anni**.

Analogamente è stato definito dal progettista strutturale che tale intervento possa essere assimilato ad una **classe d'uso II** (*costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali....., ambienti ad uso residenziale.....*). La tab. 2.4.II delle NTC prevede che per tale classe d'uso sia computabile un relativo **coefficiente d'uso** pari a  $C_u=1,0$  parametro necessario per poter ricavare il **periodo di riferimento  $V_R$**  in relazione al quale saranno valutate le azioni sismiche sulla costruzione.

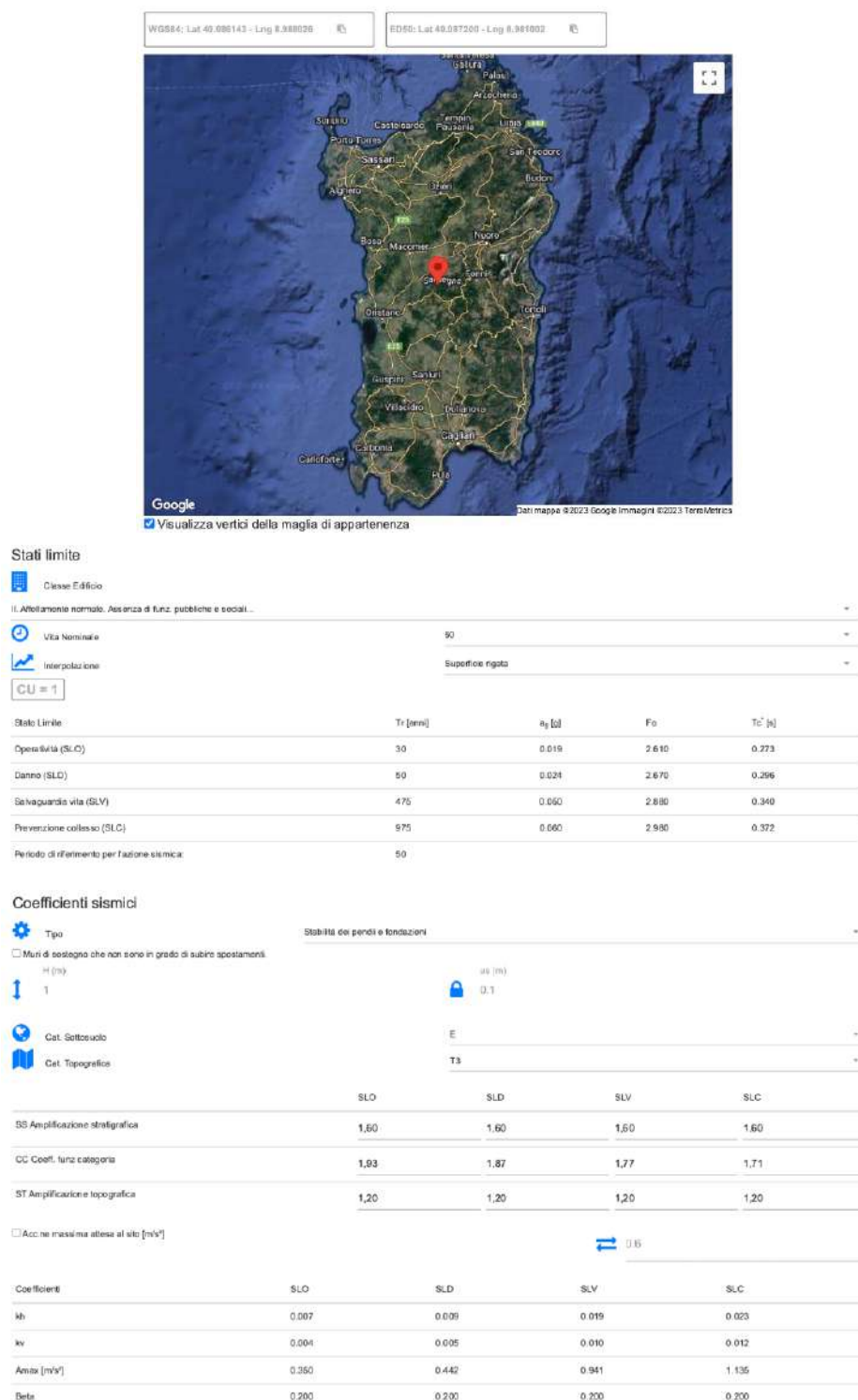
Di seguito sono riportati schematicamente tutti i parametri sismici necessari per determinare i coefficienti sismici sul sito di riferimento:

Tabella riepilogativa parametri sismici		
Tipo di costruzione		<b>2</b>
Vita nominale	$V_N$	<b>50 anni</b>
Classe d'uso		<b>II</b>
Coefficiente d'uso	$C_U$	<b>1,0</b>
Periodo di riferimento per l'azione sismica	$V_R=V_N \cdot C_U$	<b>50</b>
Categoria di sottosuolo individuata da indagine sismica		<b>E</b>
Categoria topografica individuata		<b>T3</b>

Per il calcolo dei parametri sismici e l'interpolazione dei parametri di base dei nodi del reticolo ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ ) in funzione delle distanze del sito in esame dagli stessi, si è fatto ricorso al software on line PS della *GeoStru*, inserendo le coordinate del sito come ricavate in precedenza (WGS84 trasformate automaticamente dal programma in ED50) ed i parametri relativi alla classe dell'edificio, alla vita nominale, periodo di riferimento nonché la categoria di sottosuolo e la categoria topografica.

Questo permette di ricavare per i vari stati limite sia di esercizio (SLO, SLD) sia ultimi (SLV, SLC) e relativi e prefissati tempi di ritorno dell'azione sismica  **$T_R$** , i coefficienti sismici del sito in esame.

Tutti i parametri e i coefficienti utilizzati per l'elaborazione nonché i valori di accelerazione sismica ricavati sono riportati in allegato.



**Figura n. 14** – Determinazione parametri sismici per il sito in esame con il software on line PS della GeoStru.

### 3.5 Suscettibilità alla liquefazione

La liquefazione è un fenomeno che interessa i depositi sabbiosi saturi per effetto di un rapido e significativo aumento della pressione interstiziale. In tali condizioni i terreni sabbiosi non-cementati raggiungono valori nulli o estremamente modesti della resistenza al taglio trasformandosi di fatto in un liquido pesante. L'aumento della pressione interstiziale può essere indotto da fenomeni di filtrazione o da un forte evento sismico.



Per condurre a liquefazione un terreno suscettibile alla liquefazione è necessaria l'occorrenza di un forte sisma. In termini di accelerazione di picco su roccia ( $a_g$ ), i fenomeni di liquefazione completa si hanno solitamente per terremoti con  $a_g > 0,15$ . L'occorrenza della liquefazione ha effetti in superficie solamente in particolari condizioni. Nel caso di terreno pianeggiante, gli effetti in superficie sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale non liquefacibile è maggiore dello spessore dello strato sottostante liquefacibile.

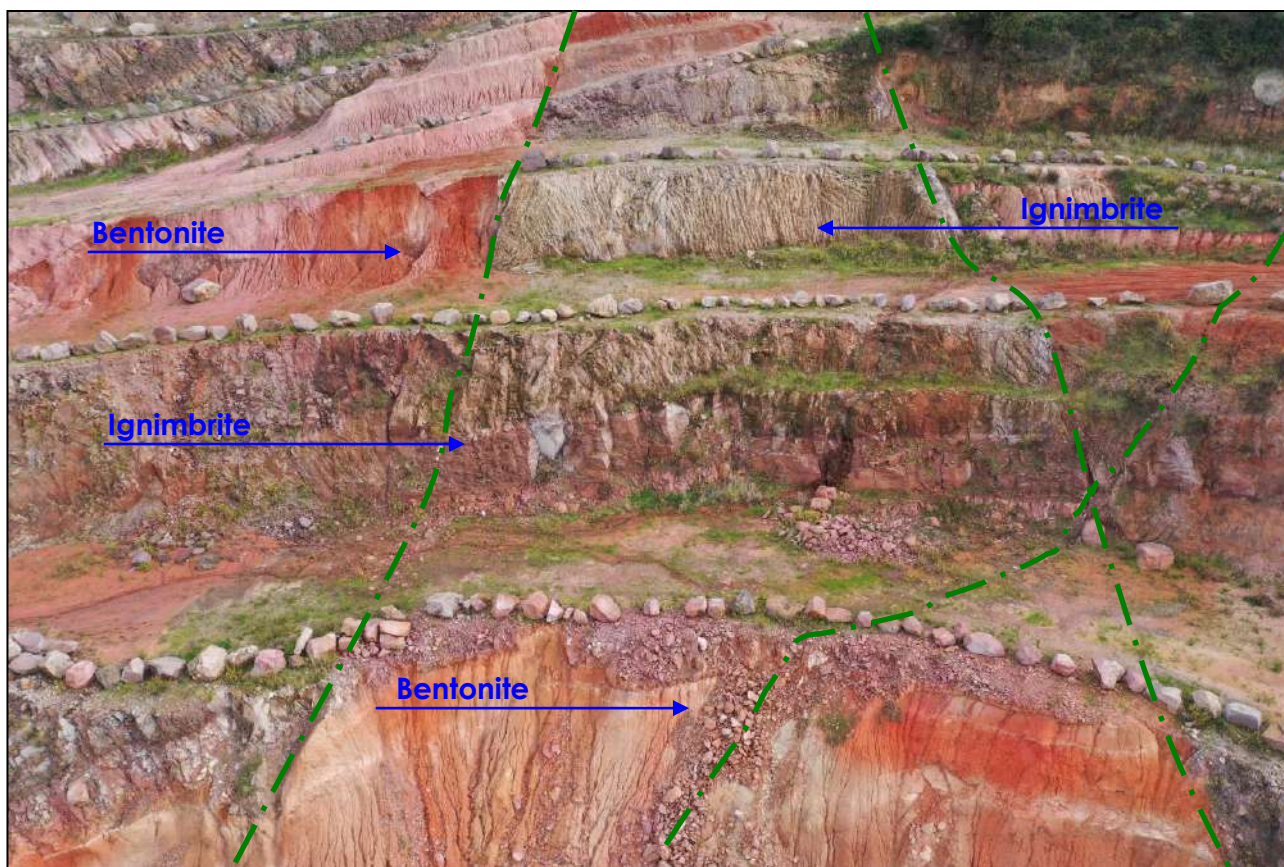
Nel caso in esame tale fenomeno co-sismico può essere realisticamente escluso in quanto oltre alla presenza di termini stratigrafici litoidi (ignimbriti) e argillosi (bentoniti) il ripristino sarà eseguito con una miscela di blocchi e infimi litici e terreni detritici particolarmente ricchi di una componente fine limoso-argillosa prodotti con i lavori di coltivazione. L'assenza, infine, di una superficie piezometrica a meno della eventuale saturazione temporanea ed occasionale a seguito di eventi meteorologici particolarmente intensi e/o persistenti esclude ulteriormente l'occorrenza di tale fenomeno.

#### 4. CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

##### 4.1 Assetto strutturale e stratigrafico del sito

Il cantiere in esame si presenta ad oggi con una morfologia naturalmente "gradonata" imposta dalle caratteristiche litostratigrafiche per l'alternanza di livelli ignimbritici litoidi e livelli tufacei più o meno argillificati con basso gradiente morfologico.

I lavori di progetto prevedono l'arretramento e l'approfondimento progressivo della suddetta gradonatura al fine di poter asportare l'argilla bentonitica in condizioni di sicurezza come visibile nella successiva documentazione fotografica (si veda la foto n. 4).



**Foto n. 1** – Particolare del fronte NW in lavorazione presso il cantiere "Casiddu" con indicati i banchi di sterile (ignimbrite litoide) e di minerale (bentonite). In verde le tracce di alcuni esemplari dei sistemi di faglie con direzione NW-SE e immersione verso Nord-Est e Sud-Ovest.

L'assetto strutturale del giacimento è dominato dalla presenza di due sistemi di faglie. Il sistema principale è costituito da una serie di faglie dirette con orientazione NE-SW che

ribassa la porzione NW; il secondo sistema, con andamento sub-ortogonale al precedente ovvero NW-SE, è costituito da una serie di faglie dirette che ribassano i lati orientali in modo tale da condizionare la geometria e l'impostazione dei gradoni. Al secondo sistema si associano linee di faglia accessorie, con la stessa direzione NW-SE ma con immersione a SW, che "scalettano" il lato Sud-Ovest.

In generale la stratigrafia che si riscontra durante le lavorazioni dall'alto verso il basso può essere ricondotta alla seguente serie:

- **ignimbrite di colore grigio da rossastro e nerastro**, a consistenza litoide con intensa fratturazione che individua blocchi di varie dimensioni; lo spessore di questo livello risulta fino a 25 mt nell'area di studio;
- **bentonite superiore** con spessore variabile fino a 10 metri circa in cui è stato prelevato il campione indisturbato n°1-2014;
- **ignimbrite di colore grigio da rossastro a nerastro**, a consistenza litoide con intensa fratturazione che individua blocchi di varie dimensioni; lo spessore di questo livello risulta pari a 19 mt nell'area di studio potendo variare da 15,0 a 20,0 mt;
- **bentonite inferiore** con spessore variabile fino a 10,0 mt circa in cui è stato prelevato il campione indisturbato n°2-2014;
- **ignimbrite inferiore di colore rosso-violacea** con caratteristiche simili alla precedente.

La presenza di un litotipo ignimbritico per spessori di circa 15 – 20 mt separato dai banchi mineralizzati comporta la necessità di eseguire considerazioni in merito alle caratteristiche geomeccaniche ed alla possibile formazioni di strutture cinematicamente rimovibili durante la coltivazione.

Visto il contesto stratigrafico caratteristico del cantiere *Casiddu*, l'analisi della stabilità dei fronte di norma prevede di trattare i litotipi bentonitici con i principi della meccanica delle terre e di analizzare gli strati ignimbritici attraverso uno studio geomeccanico tipico degli ammassi rocciosi.

#### **4.2 Caratterizzazione geotecnica dei livelli bentonitici (ferrosi)**

Sui due campioni indisturbati prelevati nel 2014 sono state seguite le seguenti prove:

- Contenuto Acqua (**W**);
- Peso Volume (**y**);
- Peso Specifico (**Gs**);
- Limiti consistenza (**LL**);
- Limite di Ritiro (**LR**);
- Granulometria (**Gr**);
- Compressione (**ELL**);
- Triassiale (**TX CU**);

Per tutti i risultati ottenuti si rimanda alle tabelle di sintesi e ai certificati delle prove allegati. Nella successiva tabella si riassumono i parametri geotecnici riferiti alle prove di taglio e di compressione utilizzati nelle successive verifiche di stabilità.

<b>Principali parametri geotecnici dei livelli bentonitici del cantiere "Casiddu"</b>				
<b>Campione</b>	<b>Peso di Volume</b> (kN/m <sup>3</sup> )	<b>TX CU</b>		<b>ELL</b>
		<b>C' (kPa)</b>	<b>φ' (°)</b>	<b>kPa</b>
SPB Casiddu 1 (I° livello)	16,8	131	28	704
SPB Casiddu 2 (II° livello)	17,0	289,2	26,5	978,6

In merito al risultato delle prove ELL (espansione laterale libera) si può cautelativamente assumere un valore di  $C_u = 352$  kPa ovvero  $C_u = 3,58$  kg/cm<sup>q</sup> per il I° livello e  $C_u = 489,3$  kPa ovvero  $C_u = 4,98$  kg/cm<sup>q</sup> per il II° livello.



**Foto n. 2 e 3** – Particolari dei campioni cubici all'apertura nel laboratorio geotecnico.

Ai fini della successiva verifica di stabilità ed in assenza di un significativo set di dati su cui eseguire un trattamento statistico, tali valori possono essere comunque ritenuti "caratteristici".

#### **4.3 Caratterizzazione geomeccanica dei livelli rocciosi**

Durante i sopralluoghi eseguiti nel mese di Settembre 2023 si è provveduto ad aggiornare il quadro geomeccanico-strutturale complessivo derivato dai rilievi eseguiti negli anni precedenti e a partire dal 2013; tale rilievo è stato condotto in maniera speditiva lungo i fronti di arretramento della copertura litoide ignimbratica sommitale con valutazione della immersione ed inclinazione e delle caratteristiche generali dei giunti.

Nel seguito si riportano i diagrammi polari equiareali di *Schmidt* relativi agli anni 2013, 2014, 2015, 2017, il complessivo dal 2018 al 2020 e quello complessivo dal 2013 al 2020 con, in questo ultimo caso, rappresentati anche i raggruppamenti ritenuti maggiormente significativi ai fini delle verifiche di stabilità. Come risulta dal confronto il rilievo eseguito nel Settembre 2023 non modifica il trend strutturale emerso in passato per il settore esaminato potendo pertanto ritenere validi i raggruppamenti medi come individuati.

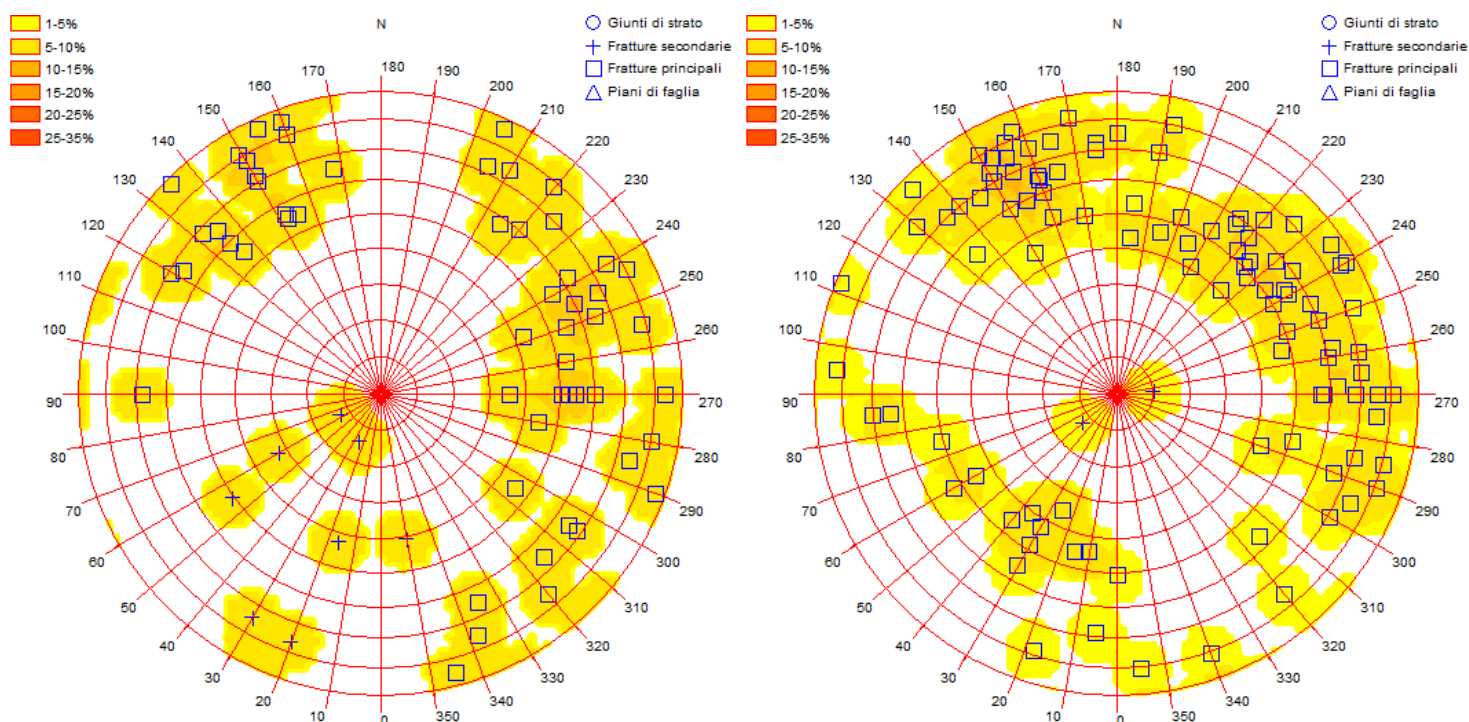
Si rileva infatti la presenza di 4 raggruppamenti medi (K1, K2, K3 e K4) di cui due (K2 e K3) suddivisibili in altrettanti sistemi in funzione della presenza di giunti ribaltati sulla verticale ovvero con immersione opposta (K2.1, K2.2, K3.1, K3.2), mentre uno (K1) suddivisibile in quattro raggruppamenti (K1.1, K1.2, K1.3 e K1.4). In totale si evidenziano nove raggruppamenti medi come riassunto nella successiva tabella:

<b>Sistema medio</b>	<b>Immersione (°)</b>	<b>Inclinazione (°)</b>
<b>K1.1</b>	153	73
<b>K1.2</b>	345	79
<b>K1.3</b>	123	81
<b>K1.4</b>	293	68
<b>K2.1</b>	250	59
<b>K2.2</b>	93	72
<b>K3.1</b>	214	62
<b>K3.2</b>	31	49
<b>K4</b>	8	10

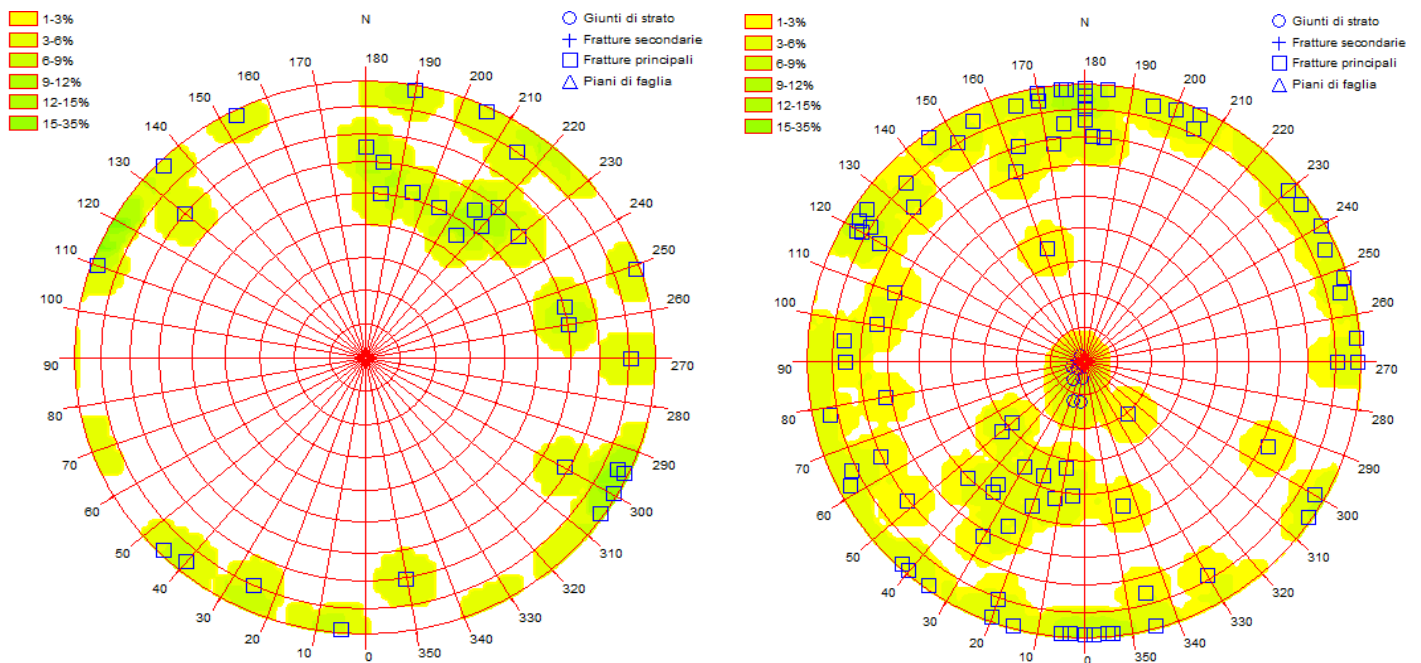
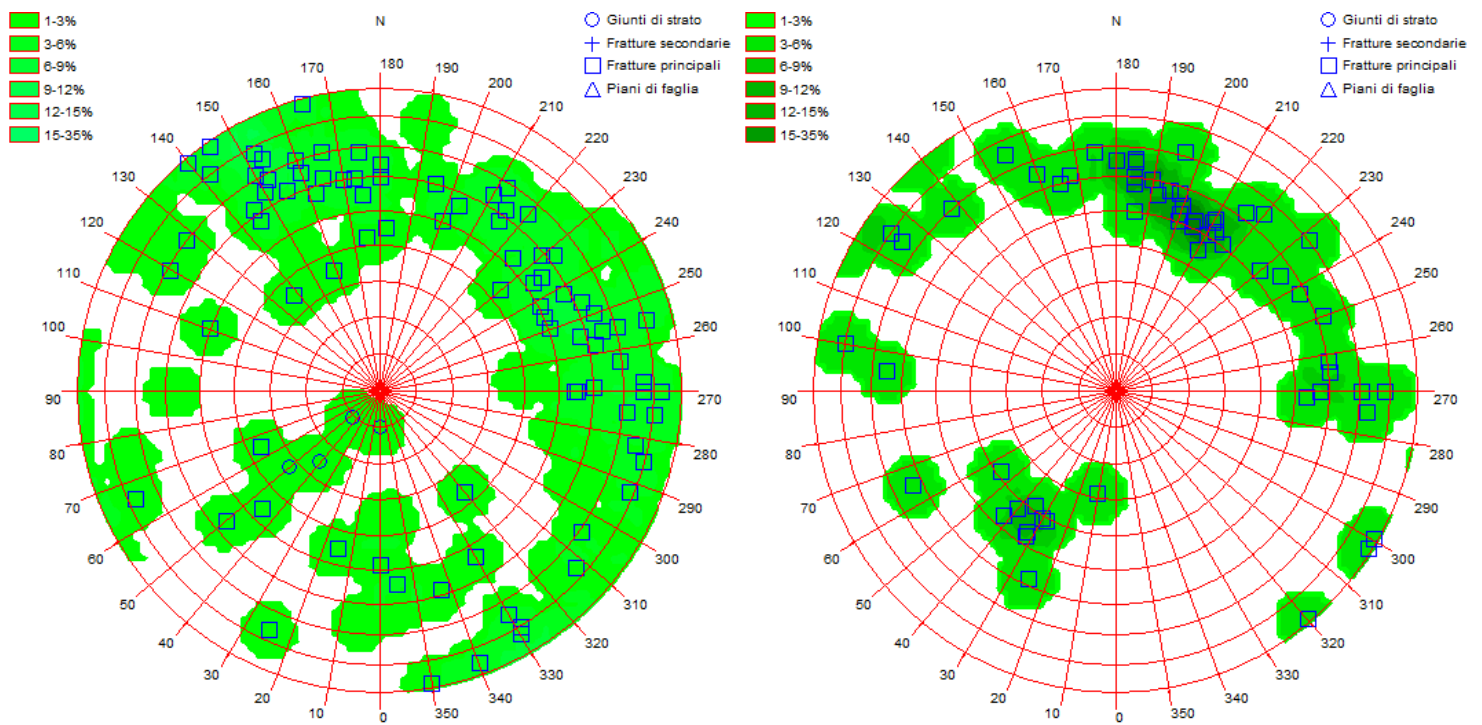


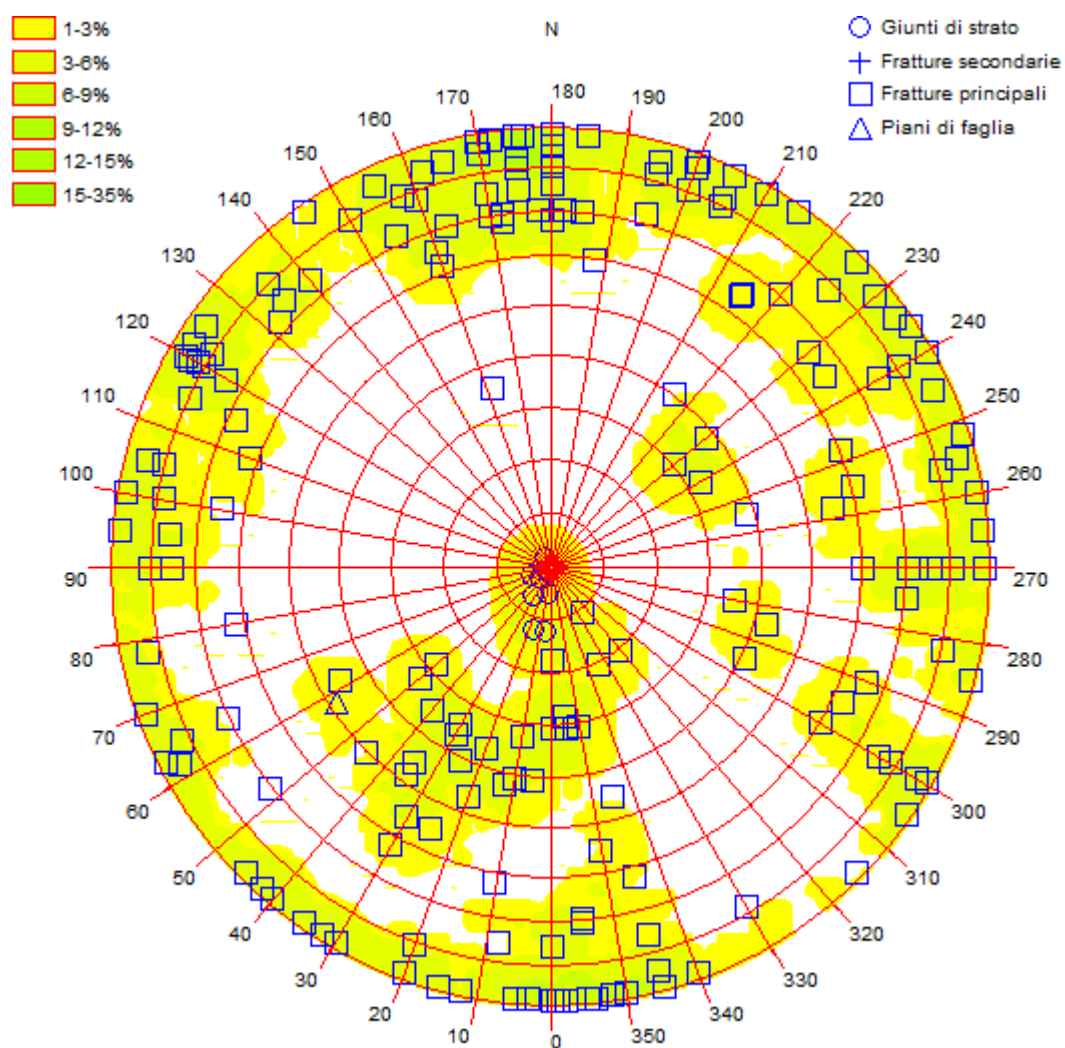
Generalmente tali sistemi si presentano dotati di una persistenza variabile (da 3 – 10 a >20 mt), spaziatura 0,4 – 0,6 metri (localmente 1 – 2 metri), apertura da esposta a >5 mm e riempimento da assente a costituito da materiale argilloso con frammenti litici; le superfici si presentano in genere da debolmente rugose a rugose a piccola scala, andamento da ondulato a planare localmente scalettato a grande scala, alterazione da media a elevata e asciutte. Le suddette superfici tendono a isolare l'ammasso in blocchi da 1 a 3 mc; localmente si rilevano blocchi ciclopici completamente disarticolati.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geomeccanica, sulla base delle caratteristiche stesse dell'ammasso e facendo riferimento al criterio di rottura empirico di *Hoek-Brown* possono essere ritenuti congrui in via cautelativa valori di  $\phi = 40^\circ - 45^\circ$  e  $c' = 1,0 - 2,0$  kg/cmq.



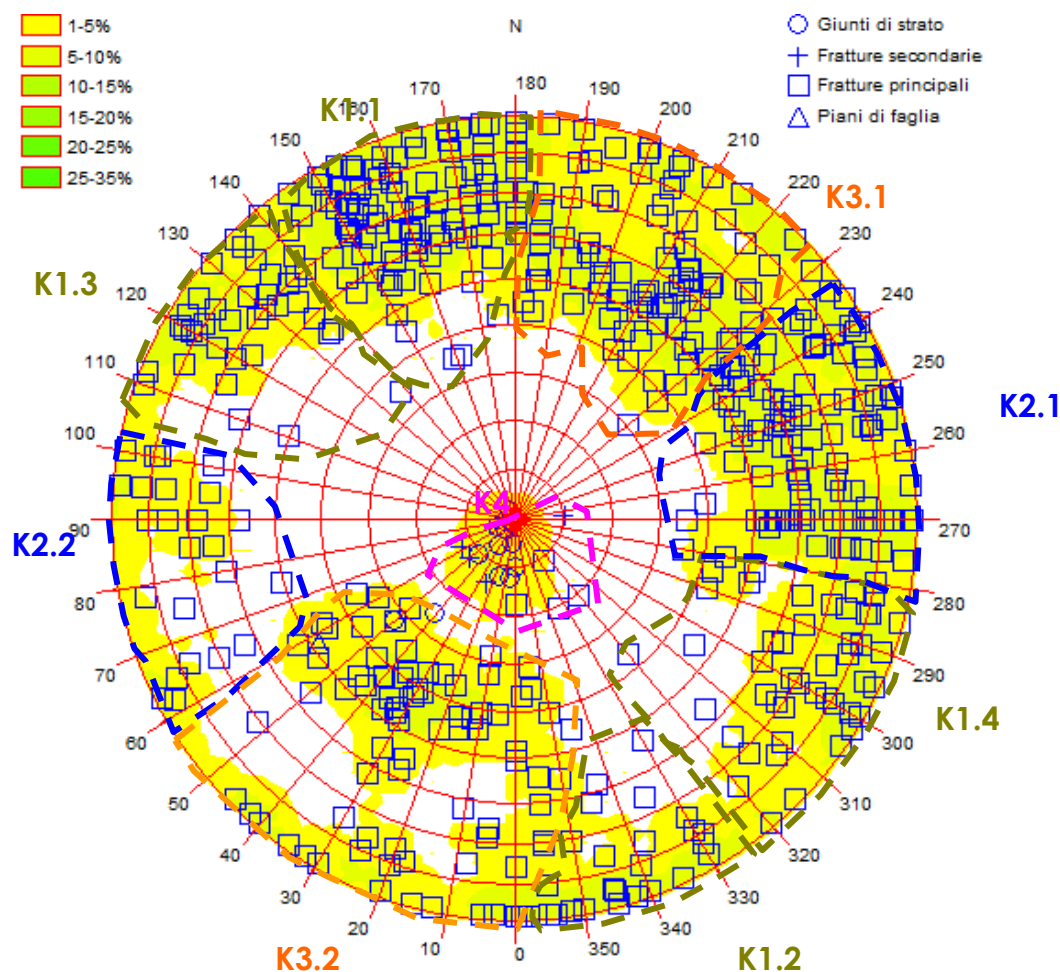
**Figure n. 15 e 16** – Rappresentazione equiareale dei poli delle superfici di frattura rilevate presso il cantiere Casiddu negli anni 2013 (a sx) e nell'anno 2014 (a dx).





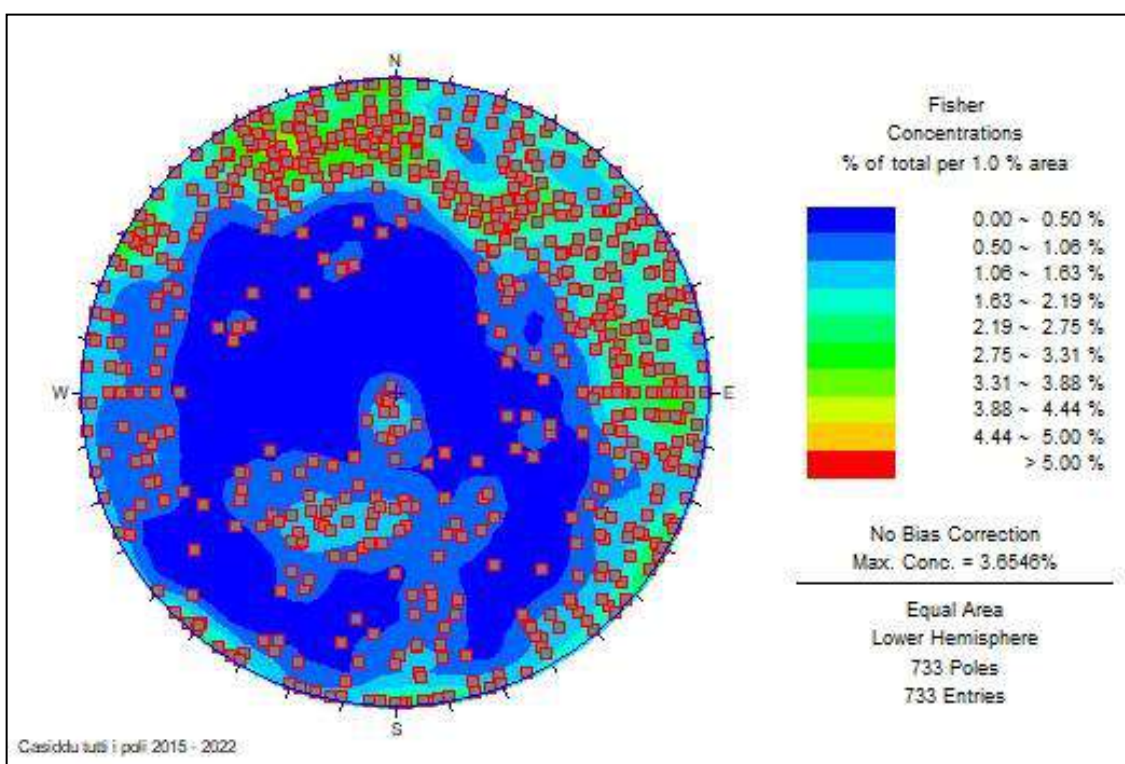
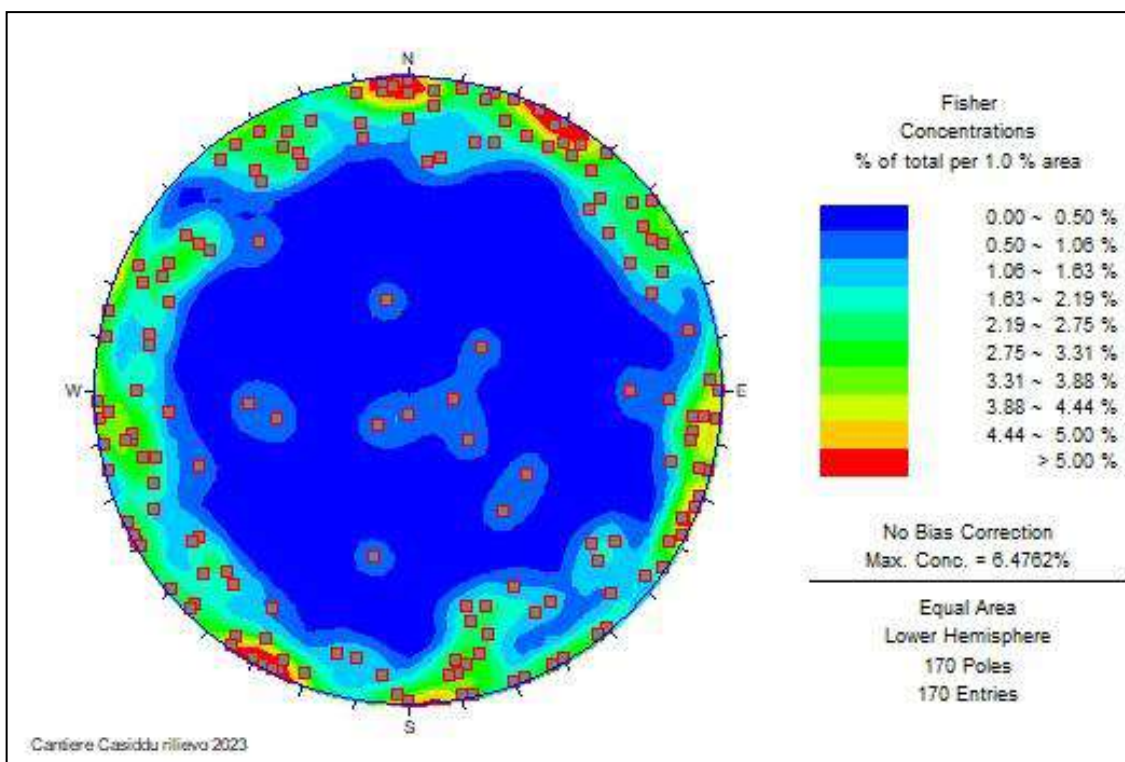
**Figura n. 21** – Rappresentazione equiareale dei poli delle superfici di frattura rilevate presso il cantiere Casiddu nel periodo 2018 - 2020.





**Figura n. 22** – Rappresentazione equiareale totale dei poli delle superfici di frattura rilevate presso il cantiere *Casiddu* negli anni dal 2013 al 2020 e raggruppamenti medi ritenuti rappresentativi.

L'aggiornamento eseguito ad oggi e riportato nelle successive figure conferma di fatto il medesimo trend strutturale investigato e utilizzato per le verifiche di stabilità del litotipo ignimbrítico senza particolari deviazioni e/o ulteriori raggruppamenti. Per questo motivo e al fine della presenta relazione si può ritenere idonea la precedente rappresentazione geomeccanica.



**Figure n. 23 e 24** – Rappresentazione equiareale dell'aggiornamento eseguito nell'anno 2023 (in alto) e il totale dei poli delle superfici di frattura rilevate presso il cantiere *Casiddu* ad oggi (in basso).

## 5. ANALISI DI STABILITA' NELLA CONFIGURAZIONE FINALE DI RIPRISTINO

### 5.1 Verifica di stabilità

La verifica di stabilità dei versanti oggetto di coltivazione nella loro configurazione finale dopo l'avvenuto ripristino è stata eseguita lungo le sezioni morfo-stratigrafiche ritenute maggiormente rappresentative adottando i parametri geotecnici usualmente utilizzati per il livello terroso e quello litoide durante le verifiche annuali della stabilità dei fronti, così come discusso in precedenza, imponendo valori geotecnici cautelativi al materiale di riporto, assumendo la possibile presenza di una falda e adottando le sollecitazioni sismiche di progetto.

Per le verifiche di stabilità si è fatto riferimento a quanto indicato nelle N.T.C. 2018 in relazione alle verifiche di stabilità dei versanti utilizzando l'Approccio 1 - Combinazione 2 – DA1-C2 utilizzando i coefficienti di riduzione A2+M2+R2 riportati nella successiva tabella 6.3.II con M2=M1=1 per le condizioni sismiche e M2 per le condizioni statiche, adottando un coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza  $\gamma_R$  R2=1,1 sia in condizione statica sia in condizione dinamica (non essendo previste opere di sostegno sul versante).

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

L'analisi di stabilità ha preso in considerazione le sezioni 1 – 1', 2 – 2' e 3 – 3' riportate nelle tavv. 1 e 2 allegate in quanto maggiormente rappresentative della configurazione finale del cantiere e, soprattutto, della fascia di raccordo con la morfologia non oggetto di coltivazione.

Il ripristino finale del cantiere, infatti, prevede la collocazione del detrito proveniente dalla coltivazione secondo una morfologia che prevede estese porzioni di versante a debole inclinazione (6°-12° ca.) e dei raccordi sommitali con la morfologia naturale caratterizzate da inclinazioni che raggiungono un angolo di circa 26°-30° e sui quali si sono concentrate le verifiche di stabilità.

Tali analisi sono state effettuate in condizioni drenate ovvero a lungo termine in quanto maggiormente cautelative e utilizzando i parametri geotecnici così come riassunto nelle successive tabelle.

Per quanto riguarda il litotipo ignimbrico e sulla base delle valutazioni e considerazioni geomeccaniche come in precedenza discusse, si sono utilizzati in via cautelativa valori di  $\phi=40^\circ$  e  $c'=1,0$  kg/cmq.

Parametri geotecnici del livello ignimbrico utilizzati nella verifica di stabilità per il cantiere Casiddu				
Stato indagato	Peso di volume naturale ( $\gamma$ )	Peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )	Angolo di attrito interno efficace ( $\varphi'$ )	Coesione efficace ( $C'$ )
Verifica a lungo termine (tensioni efficaci)	2500 kg/mc	2500 kg/mc	40° (*)	1,00 kg/cm <sup>2</sup> (*)

(\*) = valori stimati sulla base delle caratteristiche litoidi dell'ignimbrite assimilandolo nel comportamento ad un terreno detritico esclusivamente ai fini del calcolo.

Per quanto riguarda il litotipo bentonitico o terroso sono stati utilizzati i seguenti parametri come derivati dalle analisi e determinazioni discusse in precedenza



Parametri geotecnici del livello bentonitico utilizzati nella verifica di stabilità per il cantiere Casiddu				
Stato indagato	Peso di volume naturale ( $\gamma$ )	Peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )	Angolo di attrito interno efficace ( $\phi'$ )	Coesione efficace ( $C'$ )
Verifica a lungo termine (tensioni efficaci)	1710 kg/mc I° livello	2050 kg/mc I° livello	28° I° livello	1,3 kg/cm <sup>2</sup> I° livello
	1730 kg/mc II° livello	2050 kg/mc II° livello	26,5° II° livello	2,9 kg/cm <sup>2</sup> II° livello

Per quanto riguarda il peso di volume saturo del livello bentonitico, nelle verifiche di stabilità è stato assunto un valore cautelativo (2050 kg/mc) rispetto a quanto ricavabile dalle prove di laboratorio.

Per quanto riguarda il materiale detritico di riporto con cui si prevede di completare il colmamento dei vuoti di coltivazione e il rimodellamento finale della miniera, trattandosi di un materiale eterometrico ed eterogeneo con un assortimento granulometrico variabile da grossolano in profondità a maggiormente ghiaioso con una matrice fine nella porzione più superficiale e considerando la progressiva compattazione meccanica e per azione degli agenti esogeni, sono stati utilizzati i seguenti parametri ritenuti caratteristici e rappresentativi.

Parametri geotecnici del materiale detritico di riporto utilizzati nella verifica di stabilità per il cantiere Casiddu				
Stato indagato	Peso di volume naturale ( $\gamma$ )	Peso di volume saturo ( $\gamma_{sat}$ )	Angolo di attrito interno efficace ( $\phi'$ )	Coesione efficace ( $C'$ )
Verifica a lungo termine (tensioni efficaci, condizioni drenate)	1750 kg/mc	1950 kg/mc	35°	0,03 kg/cm <sup>2</sup> (**)

(\*\*) = valori ritenuto realistico e prudentiale in funzione delle operazioni di costipamento e compattazione meccanica a cui sarà sottoposto il detrito.

Naturalmente i risultati delle verifiche di stabilità non possono essere rapportati e/o confrontati con lo stato pre-esistente in quanto il cantiere è in attività da 14 anni e le prime fasi di lavorazione hanno comportato l'asportazione progressiva delle porzioni detritiche di copertura fino allo scoprimento totale degli orizzonti litoidi ignimbrici oggetto a loro volta di abbattimento in funzione dell'avanzamento della coltivazione.

In ogni caso l'avanzamento dei fronti di coltivazione avviene in conformità della L. 624/96 art. 52 che prevede il mantenimento degli stessi con coefficienti di sicurezza tali da garantire la stabilità così come riportato nelle relazioni annuali sulla stabilità dei fronti.

La stabilità del fronte di coltivazione nella configurazione finale e prima del colmamento dei vuoti con il materiale detritico è pertanto verificata con le suddette analisi che riguardano sia la matrice detritica e/o terrosa in generale sia la componente litoide.

In questo ultimo caso, infatti, le lavorazioni prevedono sempre la pulizia ed il disgaggio di tutte le porzioni potenzialmente instabili al fine di garantire la sicurezza dei fronti.

Lo sbancamento della copertura litoide secondo le direzioni di avanzamento della lavorazione tiene conto della possibile emersione di strutture cinematicamente rimovibili che, laddove rilevate, vengono rimosse lasciando il fronte in una condizione di sicurezza.

Tali operazioni permettono di ottenere superfici residuali dei fronti rocciosi stabili che saranno ulteriormente protetti dall'azione degli agenti atmosferici e "sostenuti" dal riporto detritico messo a dimora per il ripristino del cantiere.

Di fatto le lavorazioni eseguite ed in corso nel cantiere rimuovono gran parte della porzione detritica superficiale rimodellando l'alternanza ignimbrica e argillosa lungo profili residuali stabili secondo quanto verificato annualmente, che saranno ulteriormente protetti e sostenuti dal riporto del detrito di ripristino e da opportune coperture arboree e

arbustive nelle parti ripristinate più acclivi in accordo ai piani di recupero approvati dalle autorità in sede di autorizzazione di impatto ambientale.

La verifica di stabilità, pertanto, prenderà in esame e sarà maggiormente rappresentativa del comportamento dello strato di riporto eseguito a ripristino dello stato dei luoghi soprattutto nelle porzioni di cantiere poste al raccordo con la originale morfologia laddove l'inclinazione risulta maggiore rispetto alla porzione centrale.

## 5.2 Risultati dell'analisi di stabilità

Per ciascuna delle tre sezioni esaminate si è provveduto ad eseguire una verifica di stabilità secondo le modalità discusse in precedenza in condizione statica e imponendo il sisma di progetto; in questo ultimo caso ed in linea con le Norme Tecniche sulle Costruzioni, si è omessa la riduzione dei parametri geotecnici.

In entrambe le verifiche non è stato computato il coefficiente di riduzione globale ( $\gamma_r=1,1$ ) e pertanto la condizione di equilibrio si realizza con  $FS=1,00$  mentre la condizione di stabilità per  $FS_{min}=1,10$ .

Nella successiva tabella si riassumono i valori dei coefficienti di sicurezza evidenziati per ciascuna sezione esaminata.

Sezione esaminata	Stato esaminato	Falda	Sisma	Riduzione parametri geotecnici	Cerchi esaminati	Fattore di sicurezza minimo
1 - 1'	Verifica a lungo termine (condizione drenata)	Si	No	Si	840	1,20
			Si	No		1,42
2 - 2'			No	Si	793	1,28
			Si	No		1,52
3 - 3'			No	Si	841	1,52
			Si	No		1,80

Le verifiche eseguite mostrano come le porzioni di cantiere ripristinate secondo le modalità e con le geometrie discusse nella relazione del Progettista possano essere ritenute stabili e prive di particolari instabilità connesse alla coltivazione sia per la presenza di una blanda inclinazione finale sia per il generale arretramento del rilievo rispetto alla porzione basale.

Si realizzano, infatti, cerchi di potenziale instabilità caratterizzati da valori dei fattori di sicurezza sempre superiori al minimo assunto da normativa (pertanto stabili) ad interessare limitate porzioni corticali del materiale detritico messo a ripristino.

Di fatto la coltivazione prevista determina geometrie gradonate con una inclinazione finale mediamente acclive, con il materiale detritico posto a riempimento dei vuoti di coltivazione e conseguente drastica riduzione dell'acclività nella porzione centrale e inferiore.

Considerando il riporto del materiale di ripristino a colamento dei vuoti realizzati negli anni precedenti e previsti nei successivi, il versante assumerà una inclinazione media inferiore a quella originaria a beneficio della stabilità.

Negli elaborati grafici delle verifiche di stabilità riportati in allegato è stato evidenziato per ciascuna sezione il grado di stabilità della porzione centrale e prossimale alla zona di raccordo da cui si può apprezzare come il valore del fattore di sicurezza sia di norma sempre superiore al minimo assunto da normativa.

## **6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLA STABILITA' COMPLESSIVA DEL VERSANTE**

Dal complesso delle analisi condotte e discusse nei capitoli precedenti possiamo ricavare come il cantiere "Casiddu" dopo la coltivazione di progetto e successivamente al colmamento dei vuoti e al rimodellamento previsto per la sua restituzione possa essere ritenuto realisticamente in una condizione di stabilità e sicurezza senza apprezzabili situazioni di potenziale instabilità.

Tale valutazione discende principalmente dall'arretramento del rilievo rispetto alla porzione basale del cantiere con realizzazione di una morfologia complessiva a blanda inclinazione, dal preventivo disgaggio e pulizia dei fronti rocciosi e dal mantenimento durante le varie fasi di coltivazione dei fronti in una condizione di generale stabilità che viene ulteriormente stabilizzata e migliorata grazie al colmamento dei vuoti con il materiale sterile.

La stabilità viene ulteriormente migliorata dalla messa a dimora, nelle parti più acclivi, di coperture arboree e arbustive opportunamente predisposte in accordo ai piani di riforestazione previsti dalla società e approvati dagli enti.

Chiaramente nell'immediato post-ripristino, potranno verificarsi limitati fenomeni di ruscellamento e solcatura della copertura vegetale e/o assestamenti localizzati del riempimento che dovranno essere oggetto, al caso, di manutenzione e ripristino.

La realizzazione di una rete di regimazione e drenaggio delle acque di scorrimento superficiale in aderenza alla morfologia circostante permetterà di mantenere sotto controllo i fenomeni erosivi e garantire l'attecchimento di essenze erbacee e arbustive in grado di colonizzare le superficie e proteggerle.

Trattandosi di una valutazione di stabilità eseguita alla fine di una prevista fase di espansione del cantiere, si evidenzia come ulteriori e più rappresentative indicazioni e valutazioni potranno essere eseguite sulla base delle verifiche annuali di stabilità con particolare riferimento all'ultimo anno dove sarà affrontata e riproposta la verifica del ripristino alla luce delle indicazioni e degli aggiornamenti geotecnici e geomeccanici che saranno eseguiti.

In specifico riferimento alle aree classificate a pericolosità da frana nella cartografia Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), si evidenzia come di fatto l'asportazione della copertura detritica superficiale fino alla scopertura e gradonatura degli orizzonti ignimbrifici secondo le geometrie proposte, riduce o quanto meno non aumenta la pericolosità e di conseguenza il rischio connesso grazie alla restituzione di una morfologia a minore inclinazione.

Cagliari, 15 Novembre 2023



## **ALLEGATO I**

Planimetrie e sezioni del cantiere *Casiddu*



LEGENDA

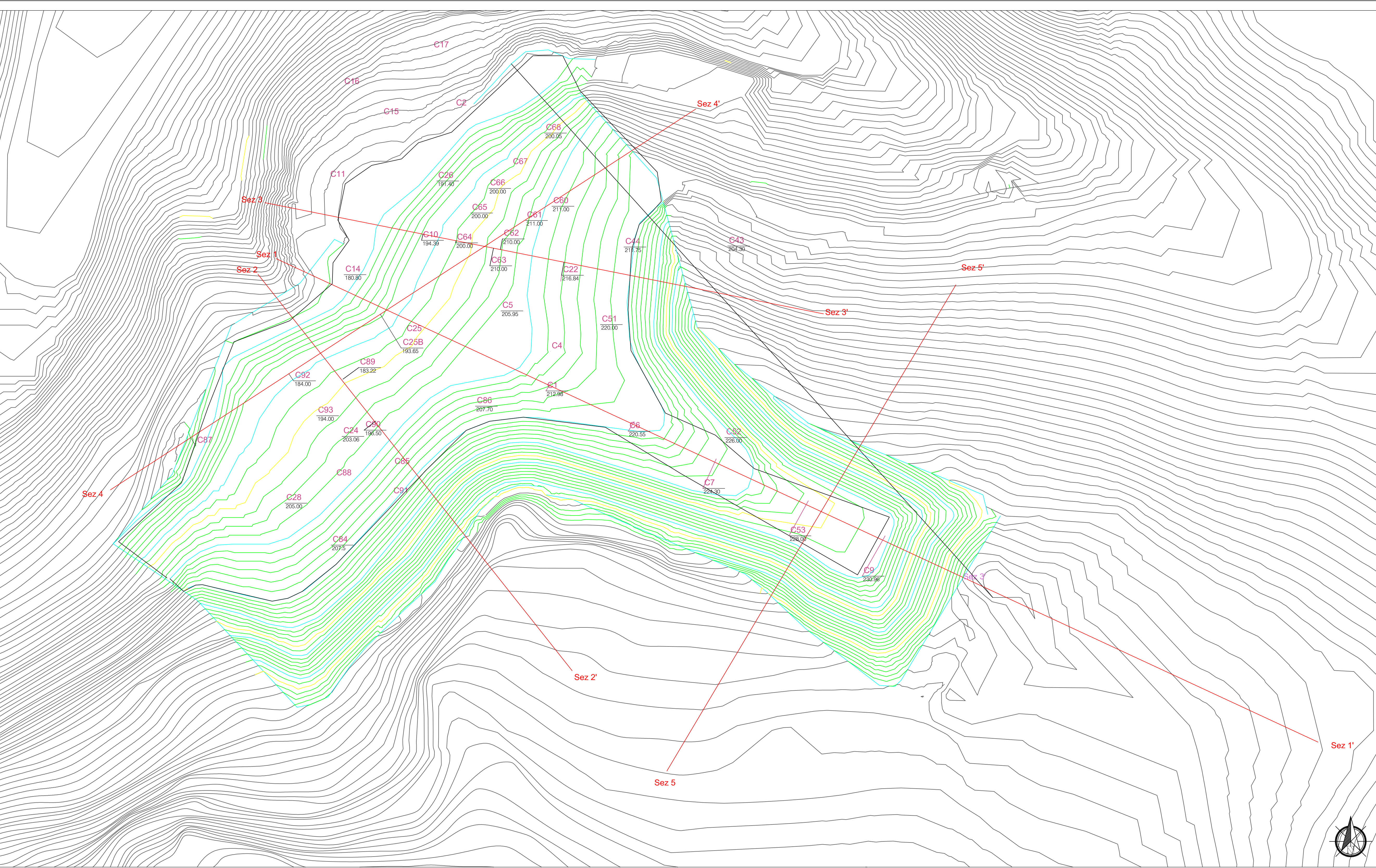
- C60  
211.00

Sondaggio minerario di archivio
- Sez 3

Traccia di sezione stratigrafica interpretativa

Società: Argillitti srl

Relazione sulla stabilità dei versanti, nella configurazione di  
ripristino finale al termine della coltivazione  
Miniera Sa Pigada Bianca - Cantiere Casiddu  
Comune di Ittiri



I tecnici: Dott. Geol. Paolo Starita  
Dott. Geol. Marco Santarelli  
Dott. Ing. Stefano Farenzana

tavola	scala	elaborato
1	1:1.000	Planimetria di progetto con ubicazione tracce delle sezioni stratigrafiche interpretative
	data	
	NOV 2023	



- LEGENDA
- Profilo morfologico stato finale

Profilo di fondo scavo limite di massima espansione

Suolo e detrito di copertura

Ignimbrite

Bentonite qualità idonea

Bentonite qualità non idonea

Faglia

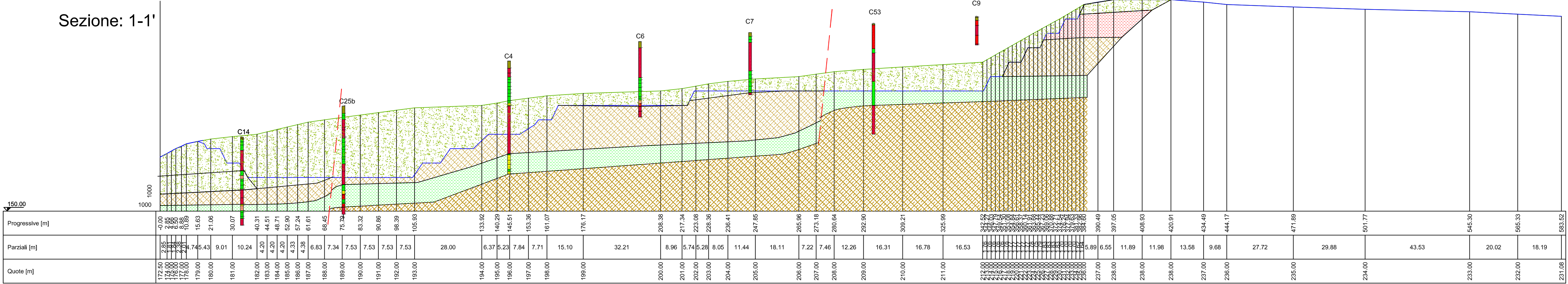
Società: Argillitti srl

Relazione sulla stabilità dei versanti, nella configurazione di ripristino finale al termine della coltivazione  
Miniera Sa Pigada Bianca - Cantiere Casiddu  
Comune di Ittiri

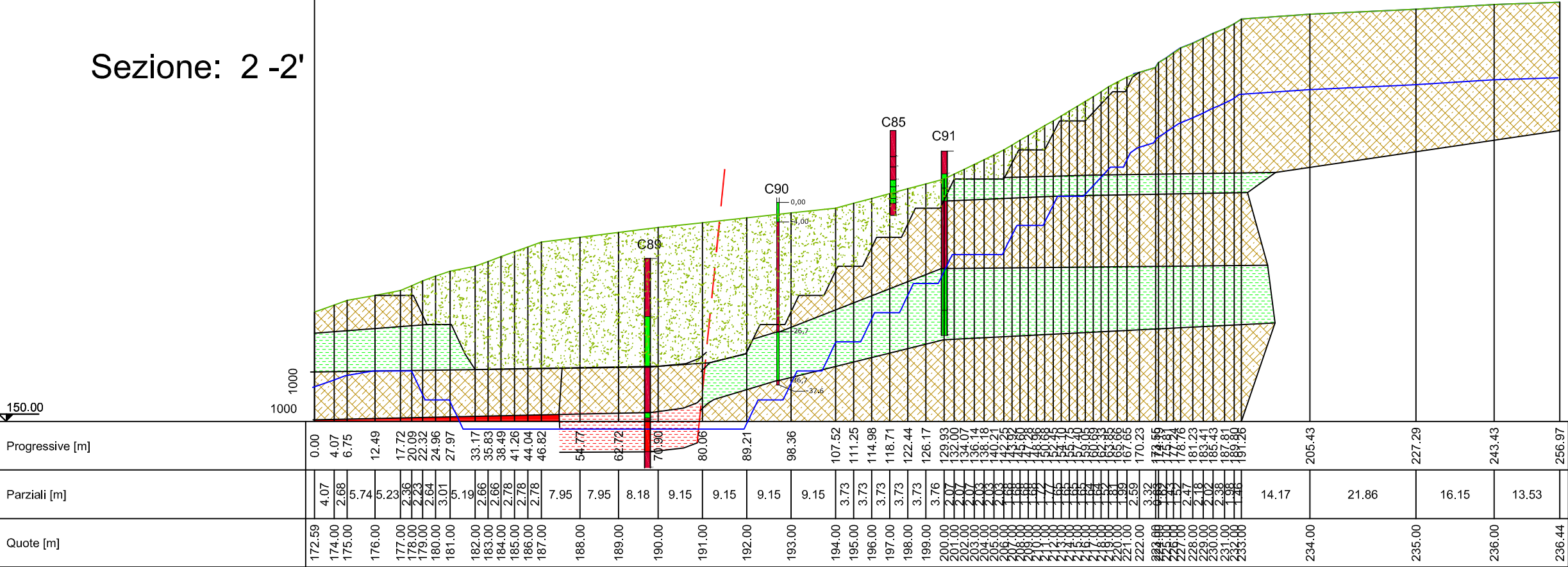
I tecnici: Dott. Geol. Paolo Starita  
Dott. Geol. Marco Santarelli  
Dott. Ing. Stefano Farenzana

tavola	scala	elaborato
2	1:1.000	Sezioni stratigrafiche interpretative di progetto
	data	
	NOV 2023	

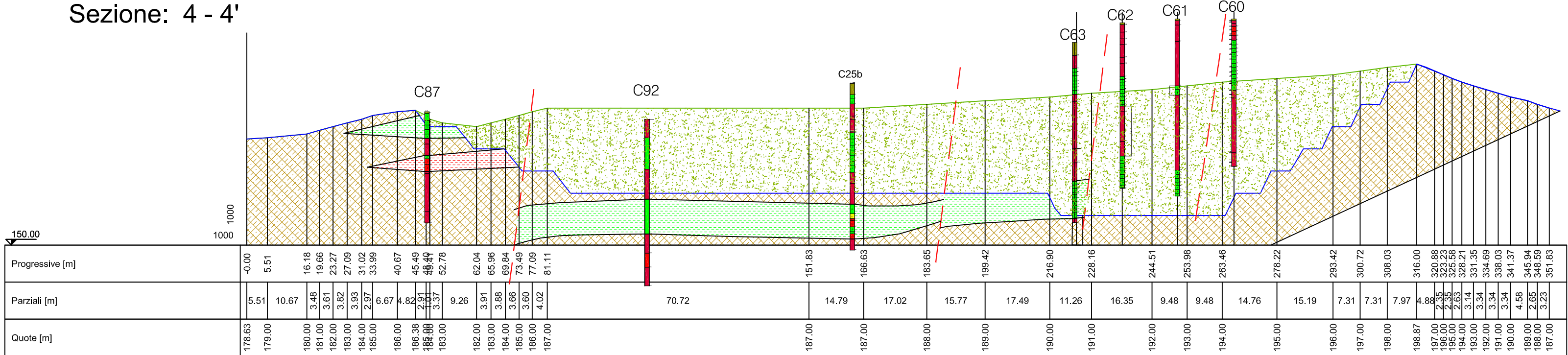
Sezione: 1-1'



Sezione: 2-2'



Sezione: 4-4'





## **ALLEGATO II**

Elaborati grafici analisi di stabilità  
stato ripristinato cantiere *Casiddu*

# Verifica della stabilità complessiva del versante interessato dall'intervento di ripristino del cantiere "Casiddu".

## Relazione di calcolo

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

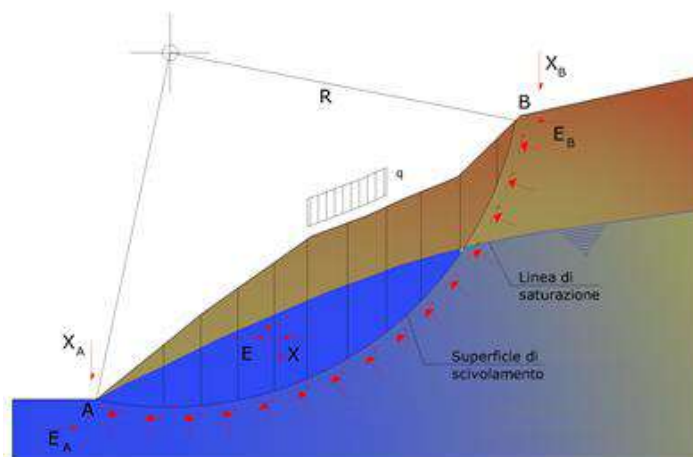
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



### Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

### Metodo di Bishop (1955)

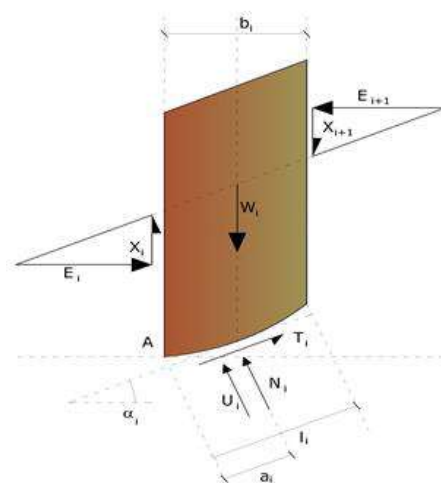
Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali.

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \phi_i \} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \phi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di  $F$  e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.



### Valutazione dell'azione sismica



La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- **$F_H$**  e  **$F_V$**  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **$W$**  peso concio;
- **$K_x$**  coefficiente sismico orizzontale;
- **$K_y$**  coefficiente sismico verticale.

### **Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

## **SEZIONE 1 – 1' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE ASSENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40,086143/8,980026
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	212,94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	96,12 m
Ascissa vertice destro superiore xs	406,46 m
Ordinata vertice destro superiore ys	165,03 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

#### **Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

#### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,24	2,67	0,3
S.L.V.	332,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	682,0	0,59	2,98	0,37

#### **Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3648	0,2	0,0074	0,0037
S.L.D.	0,4608	0,2	0,0094	0,0047
S.L.V.	0,9408	0,2	0,0192	0,0096
S.L.C.	1,1328	0,2	0,0231	0,0116

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	22,5
2	2,85	24,01
3	4,64	25,0
4	6,5	26,0
5	8,88	27,0
6	10,85	27,99
7	15,62	29,0
8	21,06	30,0
9	30,07	31,0
10	40,31	32,0
11	52,9	35,0
12	61,61	37,0
13	75,79	39,0
14	83,32	40,0
15	90,86	41,0
16	105,93	43,0
17	133,92	44,0
18	140,29	45,0
19	145,51	46,0
20	161,07	48,0
21	176,17	49,0
22	208,38	50,0
23	217,34	51,0
24	223,08	52,0
25	228,36	53,0
26	236,41	54,0
27	247,85	55,0
28	265,96	56,0
29	280,64	58,0
30	292,9	59,0
31	309,21	60,0
32	326,63	61,04
33	342,52	62,0
34	348,41	65,35
35	357,86	70,71
36	364,12	74,25
37	370,01	77,52
38	377,12	81,52
39	384,6	86,0
40	396,77	87,96
41	420,91	88,0
42	434,49	87,0
43	444,17	86,0

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	12,56
2	135,3	37,94
3	339,07	59,88

4	359,42	66,87
5	444,17	85,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	7,06
2	34,63	8,8
3	65,17	11,64
4	68,3	12,7
5	71,29	14,0
6	105,15	14,0
7	109,25	20,0
8	116,67	20,0
9	120,81	26,0
10	130,41	26,0
11	136,69	32,0
12	149,7	32,0
13	156,06	36,0
14	157,54	38,0
15	162,95	38,0
16	165,75	44,0
17	199,83	43,55
18	219,56	44,0
19	220,51	46,0
20	245,6	49,3
21	260,51	50,0
22	342,9	50,0
23	345,71	56,0
24	350,71	56,0
25	353,51	62,0
26	358,52	62,0
27	361,32	68,0
28	366,33	68,0
29	369,13	74,0
30	374,14	74,0
31	376,94	80,0
32	381,95	80,0
33	382,84	81,9
34	413,06	83,71
35	420,91	88,0
36	434,49	87,0
37	444,17	86,0

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	7,06
2	34,63	8,8
3	65,17	11,64
4	68,3	12,7
5	71,29	14,0
6	105,15	14,0
7	109,25	20,0
8	116,67	20,0
9	120,81	26,0
10	130,41	26,0
11	136,69	32,0



12	149,7	32,0
13	156,06	36,0
14	157,54	38,0
15	162,95	38,0
16	165,75	44,0
17	199,83	43,55
18	219,56	44,0
19	220,51	46,0
20	245,6	49,3
21	260,51	50,0
22	342,9	50,0
23	345,71	56,0
24	350,71	56,0
25	353,51	62,0
26	358,52	62,0
27	361,32	68,0
28	366,33	68,0
29	367,86	71,27
30	382,91	72,21
31	400,43	72,35
32	444,17	72,13

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	2,32
2	34,63	2,8
3	37,3	2,7
4	44,76	2,86
5	49,49	2,96
6	55,23	3,22
7	60,77	3,77
8	64,79	4,39
9	69,46	6,49
10	71,18	7,71
11	71,49	8,78
12	73,46	10,28
13	76,35	11,02
14	107,22	11,92
15	129,67	18,48
16	145,29	23,9
17	198,49	27,04
18	244,3	29,24
19	257,37	30,57
20	264,22	32,46
21	275,15	37,73
22	276,38	50,0
23	342,9	50,0
24	345,71	56,0
25	350,71	56,0
26	386,05	56,49
27	444,17	57,6

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-8,74
2	67,19	-6,01

3	70,27	0,0
4	70,69	0,81
5	71,04	1,03
6	72,82	1,41
7	114,01	3,73
8	145,06	15,39
9	259,29	23,7
10	274,23	28,57
11	275,3	39,27
12	282,46	42,44
13	290,34	43,58
14	346,02	45,7
15	386,02	47,34
16	444,17	47,71

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

#### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,03	0	35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	1,3	0	28	1710	2050	Banco bentonitico non idoneo	
3	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
4	2,9	0	26,5	1730	2050	Banco bentonitico idoneo	
5	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite di letto	

#### Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,2
Ascissa centro superficie	338,73 m
Ordinata centro superficie	109,9 m
Raggio superficie	46,94 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**xc = 338,729 yc = 109,899 Rc = 46,94 Fs=1,202**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,52	8,5	1,54	865,65	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	775,2	668,4
2	1,97	10,7	2,0	3520,01	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	3223,4	1902,0
3	1,07	12,6	1,1	2961,33	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2704,1	1480,3
4	1,52	14,2	1,57	5325,2	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	4842,6	2570,3
5	1,52	16,1	1,58	6522,25	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	5902,7	3067,3
6	1,52	18,1	1,6	7571,19	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	6822,2	3499,2
7	1,52	20,0	1,62	8467,6	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	7603,0	3866,9
8	1,52	22,0	1,64	9205,46	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	8243,4	4169,8
9	0,77	23,5	0,84	4888,39	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	4371,4	2205,2
10	2,27	25,6	2,52	15076,28	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	13468,8	6780,6
11	1,52	28,2	1,73	10389,97	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	9284,2	4671,8
12	1,52	30,3	1,76	10413,41	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	9317,7	4694,6
13	0,95	32,1	1,12	6428,29	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	5762,5	2909,9
14	2,09	34,3	2,53	13608,94	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	12237,8	6209,3
15	1,52	37,0	1,9	9123,54	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	8242,3	4221,9
16	2,27	40,0	2,97	11833,83	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	10746,5	5601,1
17	0,77	42,4	1,04	3351,27	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	3050,4	1629,6
18	1,52	44,4	2,13	5466,69	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	4966,8	2739,7
19	1,52	47,0	2,23	3600,34	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	3201,5	1937,6
20	1,52	49,8	2,36	1318,39	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	957,6	917,0

## **SEZIONE 1 – 1' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE PRESENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40,086143/8,980026
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	5,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	212,94 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	96,12 m
Ascissa vertice destro superiore xs	406,46 m
Ordinata vertice destro superiore ys	165,03 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

#### **Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

#### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,24	2,67	0,3
S.L.V.	332,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	682,0	0,59	2,98	0,37

#### **Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3648	0,2	0,0074	0,0037
S.L.D.	0,4608	0,2	0,0094	0,0047
S.L.V.	0,9408	0,2	0,0192	0,0096
S.L.C.	1,1328	0,2	0,0231	0,0116



Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0192  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0096

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	22,5
2	2,85	24,01
3	4,64	25,0
4	6,5	26,0
5	8,88	27,0
6	10,85	27,99
7	15,62	29,0
8	21,06	30,0
9	30,07	31,0
10	40,31	32,0
11	52,9	35,0
12	61,61	37,0
13	75,79	39,0
14	83,32	40,0
15	90,86	41,0
16	105,93	43,0
17	133,92	44,0
18	140,29	45,0
19	145,51	46,0
20	161,07	48,0
21	176,17	49,0
22	208,38	50,0
23	217,34	51,0
24	223,08	52,0
25	228,36	53,0
26	236,41	54,0
27	247,85	55,0
28	265,96	56,0
29	280,64	58,0
30	292,9	59,0
31	309,21	60,0
32	326,63	61,04
33	342,52	62,0
34	348,41	65,35
35	357,86	70,71
36	364,12	74,25
37	370,01	77,52
38	377,12	81,52
39	384,6	86,0
40	396,77	87,96
41	420,91	88,0
42	434,49	87,0
43	444,17	86,0

### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	12,56

2	135,3	37,94
3	339,07	59,88
4	359,42	66,87
5	444,17	85,0

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	7,06
2	34,63	8,8
3	65,17	11,64
4	68,3	12,7
5	71,29	14,0
6	105,15	14,0
7	109,25	20,0
8	116,67	20,0
9	120,81	26,0
10	130,41	26,0
11	136,69	32,0
12	149,7	32,0
13	156,06	36,0
14	157,54	38,0
15	162,95	38,0
16	165,75	44,0
17	199,83	43,55
18	219,56	44,0
19	220,51	46,0
20	245,6	49,3
21	260,51	50,0
22	342,9	50,0
23	345,71	56,0
24	350,71	56,0
25	353,51	62,0
26	358,52	62,0
27	361,32	68,0
28	366,33	68,0
29	369,13	74,0
30	374,14	74,0
31	376,94	80,0
32	381,95	80,0
33	382,84	81,9
34	413,06	83,71
35	420,91	88,0
36	434,49	87,0
37	444,17	86,0

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	7,06
2	34,63	8,8
3	65,17	11,64
4	68,3	12,7
5	71,29	14,0
6	105,15	14,0
7	109,25	20,0
8	116,67	20,0
9	120,81	26,0

10	130,41	26,0
11	136,69	32,0
12	149,7	32,0
13	156,06	36,0
14	157,54	38,0
15	162,95	38,0
16	165,75	44,0
17	199,83	43,55
18	219,56	44,0
19	220,51	46,0
20	245,6	49,3
21	260,51	50,0
22	342,9	50,0
23	345,71	56,0
24	350,71	56,0
25	353,51	62,0
26	358,52	62,0
27	361,32	68,0
28	366,33	68,0
29	367,86	71,27
30	382,91	72,21
31	400,43	72,35
32	444,17	72,13

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	2,32
2	34,63	2,8
3	37,3	2,7
4	44,76	2,86
5	49,49	2,96
6	55,23	3,22
7	60,77	3,77
8	64,79	4,39
9	69,46	6,49
10	71,18	7,71
11	71,49	8,78
12	73,46	10,28
13	76,35	11,02
14	107,22	11,92
15	129,67	18,48
16	145,29	23,9
17	198,49	27,04
18	244,3	29,24
19	257,37	30,57
20	264,22	32,46
21	275,15	37,73
22	276,38	50,0
23	342,9	50,0
24	345,71	56,0
25	350,71	56,0
26	386,05	56,49
27	444,17	57,6

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-8,74
2	67,19	-6,01
3	70,27	0,0
4	70,69	0,81
5	71,04	1,03
6	72,82	1,41
7	114,01	3,73
8	145,06	15,39
9	259,29	23,7
10	274,23	28,57
11	275,3	39,27
12	282,46	42,44
13	290,34	43,58
14	346,02	45,7
15	386,02	47,34
16	444,17	47,71

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

#### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,03	0	35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	1,3	0	28	1710	2050	Banco bentonitico non idoneo	
3	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
4	2,9	0	26,5	1730	2050	Banco bentonitico idoneo	
5	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite di letto	

#### Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,42
Ascissa centro superficie	338,73 m
Ordinata centro superficie	109,9 m
Raggio superficie	46,94 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



**xc = 338,729 yc = 109,899 Rc = 46,94 Fs=1,421**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,52	8,5	1,54	865,65	16,62	8,31	0,03	35,0	0,0	769,9	703,9
2	1,97	10,7	2,0	3520,01	67,58	33,79	0,03	35,0	0,0	3204,7	2001,3
3	1,07	12,6	1,1	2961,33	56,86	28,43	0,03	35,0	0,0	2687,1	1556,3
4	1,52	14,2	1,57	5325,2	102,24	51,12	0,03	35,0	0,0	4809,6	2700,7
5	1,52	16,1	1,58	6522,25	125,23	62,61	0,03	35,0	0,0	5858,4	3220,4
6	1,52	18,1	1,6	7571,19	145,37	72,68	0,03	35,0	0,0	6766,1	3671,2
7	1,52	20,0	1,62	8467,6	162,58	81,29	0,03	35,0	0,0	7534,9	4053,9
8	1,52	22,0	1,64	9205,46	176,74	88,37	0,03	35,0	0,0	8163,2	4368,1
9	0,77	23,5	0,84	4888,39	93,86	46,93	0,03	35,0	0,0	4326,3	2308,8
10	2,27	25,6	2,52	15076,28	289,46	144,73	0,03	35,0	0,0	13319,0	7093,5
11	1,52	28,2	1,73	10389,97	199,49	99,74	0,03	35,0	0,0	9171,3	4882,6
12	1,52	30,3	1,76	10413,41	199,94	99,97	0,03	35,0	0,0	9196,2	4902,5
13	0,95	32,1	1,12	6428,29	123,42	61,71	0,03	35,0	0,0	5683,1	3036,7
14	2,09	34,3	2,53	13608,94	261,29	130,65	0,03	35,0	0,0	12057,0	6474,4
15	1,52	37,0	1,9	9123,54	175,17	87,59	0,03	35,0	0,0	8110,0	4397,5
16	2,27	40,0	2,97	11833,83	227,21	113,6	0,03	35,0	0,0	10556,9	5827,2
17	0,77	42,4	1,04	3351,27	64,34	32,17	0,03	35,0	0,0	2991,9	1693,7
18	1,52	44,4	2,13	5466,69	104,96	52,48	0,03	35,0	0,0	4863,7	2845,2
19	1,52	47,0	2,23	3600,34	69,13	34,56	0,03	35,0	0,0	3124,0	2009,9
20	1,52	49,8	2,36	1318,39	25,31	12,66	0,03	35,0	0,0	918,4	950,0

## **SEZIONE 2 – 2' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE ASSENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	64,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	152,52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	143,49 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	22,59
2	6,75	25,0
3	12,51	26,0
4	17,72	27,0
5	22,32	29,0
6	27,97	31,0
7	33,17	32,0
8	38,49	34,0
9	44,04	36,0
10	46,82	37,0
11	54,77	38,0
12	70,9	40,0
13	89,21	42,0
14	107,52	44,0
15	118,71	47,0
16	129,93	50,0
17	140,21	55,0
18	142,25	56,0
19	147,28	59,0
20	152,45	62,0
21	155,75	64,0
22	162,33	68,0
23	165,66	70,0
24	167,65	71,0
25	170,24	72,0
26	173,56	73,0
27	174,11	74,0

28	178,76	77,0
29	183,3	79,0
30	185,43	80,0
31	187,8	81,0
32	189,8	82,0
33	191,26	83,0
34	205,43	84,0
35	256,97	86,44

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	11,1
2	65,84	26,35
3	150,03	55,38
4	256,97	72,81

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	22,59
2	6,75	25,0
3	12,51	26,0
4	20,41	26,0
5	23,22	20,0
6	28,23	20,0
7	31,04	14,0
8	33,17	10,72
9	69,3	11,25
10	81,53	12,1
11	89,05	14,0
12	90,48	16,97
13	91,93	20,0
14	97,09	20,0
15	99,97	26,0
16	105,13	26,0
17	108,0	32,0
18	113,1	32,0
19	115,98	38,0
20	121,11	38,0
21	123,98	44,0
22	129,11	44,0
23	132,01	50,0
24	142,37	50,0
25	145,34	56,0
26	150,75	56,0
27	153,75	62,0
28	159,06	62,01
29	164,66	68,0
30	167,31	68,0
31	168,78	71,0
32	170,18	71,96
33	173,56	73,0
34	174,11	74,0
35	178,76	77,0
36	183,3	79,0

37	185,43	80,0
38	187,8	81,0
39	189,8	82,0
40	191,26	83,0
41	205,43	84,0
42	256,97	86,44

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	18,2
2	23,22	20,0
3	28,23	20,0
4	31,04	14,0
5	33,17	10,72
6	69,3	11,25
7	76,71	11,76
8	81,53	12,1
9	89,05	14,0
10	90,48	16,97
11	91,93	20,0
12	97,09	20,0
13	99,97	26,0
14	105,13	26,0
15	108,0	32,0
16	113,1	32,0
17	115,98	38,0
18	121,11	38,0
19	123,98	44,0
20	129,11	44,0
21	132,01	50,0
22	142,37	50,0
23	198,35	51,34
24	256,97	53,89

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	10,23
2	33,17	10,72
3	69,3	11,25
4	76,71	11,76
5	81,53	12,1
6	89,05	14,0
7	90,48	16,97
8	91,93	20,0
9	97,09	20,0
10	99,97	26,0
11	105,13	26,0
12	108,0	32,0
13	113,1	32,0
14	115,98	38,0
15	121,11	38,0
16	123,98	44,0
17	129,11	44,0
18	129,11	44,0
19	129,81	45,44
20	130,57	45,46

21	153,59	46,5
22	256,97	48,41

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,37
2	69,3	1,82
3	76,11	2,77
4	78,96	3,85
5	79,9	4,73
6	80,54	11,09
7	81,53	12,1
8	89,05	14,0
9	90,48	16,97
10	95,37	18,46
11	95,87	18,46
12	129,37	31,56
13	130,57	31,56
14	196,68	32,21
15	256,97	33,14

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-6,48
2	69,3	-6,27
3	76,2	-5,44
4	78,98	-4,38
5	79,42	0,0
6	79,54	1,19
7	79,64	2,23
8	81,16	3,74
9	82,4	4,5
10	95,88	8,47
11	129,8	16,75
12	198,22	20,35
13	256,97	21,15

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si



**Stratigrafia**

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,03	0	35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
3	1,3	0	28	1710	2050	Banco bentonitico I° livello	
4	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
5	2,9	0	26,5	1730	2050	Banco bentonitico II° livello	
6	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	

**Risultati analisi pendio [NTC 2018]**

Fs minimo individuato	1,28
Ascissa centro superficie	130,36 m
Ordinata centro superficie	115,91 m
Raggio superficie	58,79 m

**xc = 130,357 yc = 115,905 Rc = 58,79 Fs=1,283**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	20,6	3,01	1516,36	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1209,7	1091,0
2	1,02	22,6	1,11	1209,68	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1035,6	659,8
3	2,27	24,4	2,49	3809,08	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	3314,7	1913,8
4	1,57	26,4	1,75	3327,27	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2919,2	1602,3
5	1,92	28,4	2,18	4599,44	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	4051,5	2177,2
6	1,92	30,5	2,23	4882,9	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	4312,4	2299,8
7	1,17	32,3	1,38	2965,64	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2621,4	1403,1
8	3,33	34,9	4,06	7644,28	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	6738,2	3702,4
9	1,26	37,7	1,59	2075,76	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1789,4	1079,0
10	1,92	39,7	2,49	1486,94	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1134,1	961,9

## **SEZIONE 2 – 2' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE PRESENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40,086143/8,980026
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	64,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	152,52 m
Ordinata vertice destro superiore ys	143,49 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

#### **Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

#### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,24	2,67	0,3
S.L.V.	332,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	682,0	0,59	2,98	0,37

#### **Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3648	0,2	0,0074	0,0037
S.L.D.	0,4608	0,2	0,0094	0,0047
S.L.V.	0,9408	0,2	0,0192	0,0096
S.L.C.	1,1328	0,2	0,0231	0,0116

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0192  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0096

**Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	22,59
2	6,75	25,0
3	12,51	26,0
4	17,72	27,0
5	22,32	29,0
6	27,97	31,0
7	33,17	32,0
8	38,49	34,0
9	44,04	36,0
10	46,82	37,0
11	54,77	38,0
12	70,9	40,0
13	89,21	42,0
14	107,52	44,0
15	118,71	47,0
16	129,93	50,0
17	140,21	55,0
18	142,25	56,0
19	147,28	59,0
20	152,45	62,0
21	155,75	64,0
22	162,33	68,0
23	165,66	70,0
24	167,65	71,0
25	170,24	72,0
26	173,56	73,0
27	174,11	74,0
28	178,76	77,0
29	183,3	79,0
30	185,43	80,0
31	187,8	81,0
32	189,8	82,0
33	191,26	83,0
34	205,43	84,0
35	256,97	86,44

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	11,1
2	65,84	26,35
3	150,03	55,38
4	256,97	72,81

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	22,59
2	6,75	25,0

3	12,51	26,0
4	20,41	26,0
5	23,22	20,0
6	28,23	20,0
7	31,04	14,0
8	33,17	10,72
9	69,3	11,25
10	81,53	12,1
11	89,05	14,0
12	90,48	16,97
13	91,93	20,0
14	97,09	20,0
15	99,97	26,0
16	105,13	26,0
17	108,0	32,0
18	113,1	32,0
19	115,98	38,0
20	121,11	38,0
21	123,98	44,0
22	129,11	44,0
23	132,01	50,0
24	142,37	50,0
25	145,34	56,0
26	150,75	56,0
27	153,75	62,0
28	159,06	62,01
29	164,66	68,0
30	167,31	68,0
31	168,78	71,0
32	170,18	71,96
33	173,56	73,0
34	174,11	74,0
35	178,76	77,0
36	183,3	79,0
37	185,43	80,0
38	187,8	81,0
39	189,8	82,0
40	191,26	83,0
41	205,43	84,0
42	256,97	86,44

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	18,2
2	23,22	20,0
3	28,23	20,0
4	31,04	14,0
5	33,17	10,72
6	69,3	11,25
7	76,71	11,76
8	81,53	12,1
9	89,05	14,0
10	90,48	16,97
11	91,93	20,0
12	97,09	20,0
13	99,97	26,0

14	105,13	26,0
15	108,0	32,0
16	113,1	32,0
17	115,98	38,0
18	121,11	38,0
19	123,98	44,0
20	129,11	44,0
21	132,01	50,0
22	142,37	50,0
23	198,35	51,34
24	256,97	53,89

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	10,23
2	33,17	10,72
3	69,3	11,25
4	76,71	11,76
5	81,53	12,1
6	89,05	14,0
7	90,48	16,97
8	91,93	20,0
9	97,09	20,0
10	99,97	26,0
11	105,13	26,0
12	108,0	32,0
13	113,1	32,0
14	115,98	38,0
15	121,11	38,0
16	123,98	44,0
17	129,11	44,0
18	129,11	44,0
19	129,81	45,44
20	130,57	45,46
21	153,59	46,5
22	256,97	48,41

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,37
2	69,3	1,82
3	76,11	2,77
4	78,96	3,85
5	79,9	4,73
6	80,54	11,09
7	81,53	12,1
8	89,05	14,0
9	90,48	16,97
10	95,37	18,46
11	95,87	18,46
12	129,37	31,56
13	130,57	31,56
14	196,68	32,21
15	256,97	33,14

**Vertici strato .....5**

N	X	y
---	---	---



	(m)	(m)
1	0,0	-6,48
2	69,3	-6,27
3	76,2	-5,44
4	78,98	-4,38
5	79,42	0,0
6	79,54	1,19
7	79,64	2,23
8	81,16	3,74
9	82,4	4,5
10	95,88	8,47
11	129,8	16,75
12	198,22	20,35
13	256,97	21,15

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

#### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0,03	0	35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
3	1,3	0	28	1710	2050	Banco bentonitico I° livello	
4	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	
5	2,9	0	26,5	1730	2050	Banco bentonitico II° livello	
6	1	0	40	2500	2500	Ignimbrite	

#### Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	1,52
Ascissa centro superficie	130,36 m
Ordinata centro superficie	115,91 m
Raggio superficie	58,79 m

**xc = 130,357 yc = 115,905 Rc = 58,79 Fs=1,522**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,82	20,6	3,01	1516,36	29,11	14,56	0,03	35,0	0,0	1191,0	1140,9
2	1,02	22,6	1,11	1209,68	23,23	11,61	0,03	35,0	0,0	1023,2	689,5
3	2,27	24,4	2,49	3809,08	73,13	36,57	0,03	35,0	0,0	3276,2	1998,8
4	1,57	26,4	1,75	3327,27	63,88	31,94	0,03	35,0	0,0	2884,4	1672,3
5	1,92	28,4	2,18	4599,44	88,31	44,15	0,03	35,0	0,0	4001,0	2270,8
6	1,92	30,5	2,23	4882,9	93,75	46,88	0,03	35,0	0,0	4255,2	2396,9
7	1,17	32,3	1,38	2965,64	56,94	28,47	0,03	35,0	0,0	2584,6	1461,5
8	3,33	34,9	4,06	7644,28	146,77	73,39	0,03	35,0	0,0	6633,2	3852,7
9	1,26	37,7	1,59	2075,76	39,85	19,93	0,03	35,0	0,0	1756,4	1121,7
10	1,92	39,7	2,49	1486,94	28,55	14,27	0,03	35,0	0,0	1103,1	999,2

## **SEZIONE 3 – 3' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE ASSENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	70,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	201,54 m
Ordinata vertice destro superiore ys	102,8 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Vertici profilo**

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	4,75
2	1,87	5,98
3	4,08	7,98
4	6,3	9,82
5	7,4	10,98
6	8,95	11,98
7	10,6	12,98
8	12,96	13,98
9	13,86	14,98
10	24,16	14,98
11	38,21	16,98
12	58,48	17,98
13	65,81	18,98
14	81,12	22,98
15	99,25	24,98
16	130,51	28,98
17	146,82	30,98
18	189,24	35,98
19	203,65	42,15
20	209,67	45,98
21	212,76	47,98
22	215,02	48,98
23	217,35	49,98
24	226,37	49,98
25	240,01	48,98
26	261,51	46,98
27	289,31	46,98

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	289,31	40,69

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	4,75
2	1,87	5,98
3	4,08	7,98
4	6,3	9,98
5	7,4	10,98
6	8,95	11,98
7	10,6	12,98
8	12,96	13,98
9	13,86	14,98
10	24,16	14,98
11	38,21	16,98
12	72,31	17,04
13	77,0	15,98
14	78,54	14,98
15	79,02	13,98
16	80,08	11,98
17	87,45	8,98
18	89,18	7,98
19	90,31	6,98
20	91,82	5,98
21	93,94	4,98
22	99,43	4,98
23	101,99	-0,02
24	107,1	-0,02
25	109,97	-6,02
26	140,34	-6,02
27	143,15	-0,02
28	150,08	-0,02
29	152,89	5,98
30	157,89	5,98
31	160,69	11,98
32	165,69	11,98
33	168,49	17,98
34	173,49	17,98
35	176,3	23,98
36	181,3	23,98
37	184,1	29,98
38	189,1	29,98
39	191,9	35,98
40	201,9	35,98
41	204,71	41,98
42	209,71	41,98
43	212,4	47,75
44	212,76	47,98
45	217,02	47,98
46	218,01	49,98
47	226,37	49,98

48	240,01	48,98
49	250,47	47,98
50	261,51	46,98
51	289,31	46,98

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	82,46	0,07
3	99,62	0,28
4	101,99	-0,02
5	107,1	-0,02
6	109,97	-6,02
7	140,34	-6,02
8	143,15	-0,02
9	150,08	-0,02
10	152,89	5,98
11	157,89	5,98
12	160,69	11,98
13	165,69	11,98
14	168,49	17,98
15	173,49	17,98
16	176,3	23,98
17	181,3	23,98
18	184,1	29,98
19	189,1	29,98
20	191,9	35,98
21	201,9	35,98
22	204,71	41,98
23	209,71	41,98
24	212,4	47,75
25	212,76	47,98
26	217,02	47,98
27	218,01	49,98
28	226,37	49,98
29	240,01	48,98
30	250,47	47,98
31	261,51	46,98
32	289,31	46,98

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**



Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,03		35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	0,03		35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
3	1		40	2500	2500	Ignimbrite	

### Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,52
Ascissa centro superficie	195,0 m
Ordinata centro superficie	60,88 m
Raggio superficie	21,37 m

**xc = 195,00 yc = 60,882 Rc = 21,369 Fs=1,522**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,33	9,8	1,35	419,63	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	365,9	347,2
2	1,33	13,4	1,37	1108,07	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1000,0	583,4
3	1,33	17,1	1,39	1587,83	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1431,6	746,1
4	1,69	21,4	1,82	2380,91	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2136,5	1073,5
5	0,96	25,3	1,06	1510,37	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1355,5	666,6
6	1,33	28,7	1,51	2422,11	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2189,5	1044,8
7	1,33	32,9	1,58	2544,13	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2317,0	1102,2
8	1,33	37,3	1,67	2341,0	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	2141,5	1051,4
9	1,08	41,4	1,44	1487,9	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	1346,5	722,8
10	1,58	46,4	2,29	1001,28	0,0	0,0	0,02	29,3	0,0	774,2	645,4

## **SEZIONE 3 – 3' STATO FINALE RIPRISTINATO VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE PRESENZA DI SISMA**

### **Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40,086143/8,980026
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

### **Maglia dei Centri**

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	70,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	201,54 m
Ordinata vertice destro superiore ys	102,8 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

### **Coefficienti sismici [N.T.C.]**

#### **Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

#### **Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,19	2,61	0,27
S.L.D.	35,0	0,24	2,67	0,3
S.L.V.	332,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	682,0	0,59	2,98	0,37

### **Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,3648	0,2	0,0074	0,0037
S.L.D.	0,4608	0,2	0,0094	0,0047
S.L.V.	0,9408	0,2	0,0192	0,0096
S.L.C.	1,1328	0,2	0,0231	0,0116

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0192  
 Coefficiente azione sismica verticale 0,0096

### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	4,75
2	1,87	5,98
3	4,08	7,98
4	6,3	9,82
5	7,4	10,98
6	8,95	11,98
7	10,6	12,98
8	12,96	13,98
9	13,86	14,98
10	24,16	14,98
11	38,21	16,98
12	58,48	17,98
13	65,81	18,98
14	81,12	22,98
15	99,25	24,98
16	130,51	28,98
17	146,82	30,98
18	189,24	35,98
19	203,65	42,15
20	209,67	45,98
21	212,76	47,98
22	215,02	48,98
23	217,35	49,98
24	226,37	49,98
25	240,01	48,98
26	261,51	46,98
27	289,31	46,98

### Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	289,31	40,69

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	4,75
2	1,87	5,98
3	4,08	7,98
4	6,3	9,98
5	7,4	10,98
6	8,95	11,98
7	10,6	12,98
8	12,96	13,98
9	13,86	14,98
10	24,16	14,98
11	38,21	16,98
12	72,31	17,04

13	77,0	15,98
14	78,54	14,98
15	79,02	13,98
16	80,08	11,98
17	87,45	8,98
18	89,18	7,98
19	90,31	6,98
20	91,82	5,98
21	93,94	4,98
22	99,43	4,98
23	101,99	-0,02
24	107,1	-0,02
25	109,97	-6,02
26	140,34	-6,02
27	143,15	-0,02
28	150,08	-0,02
29	152,89	5,98
30	157,89	5,98
31	160,69	11,98
32	165,69	11,98
33	168,49	17,98
34	173,49	17,98
35	176,3	23,98
36	181,3	23,98
37	184,1	29,98
38	189,1	29,98
39	191,9	35,98
40	201,9	35,98
41	204,71	41,98
42	209,71	41,98
43	212,4	47,75
44	212,76	47,98
45	217,02	47,98
46	218,01	49,98
47	226,37	49,98
48	240,01	48,98
49	250,47	47,98
50	261,51	46,98
51	289,31	46,98

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	82,46	0,07
3	99,62	0,28
4	101,99	-0,02
5	107,1	-0,02
6	109,97	-6,02
7	140,34	-6,02
8	143,15	-0,02
9	150,08	-0,02
10	152,89	5,98
11	157,89	5,98
12	160,69	11,98
13	165,69	11,98
14	168,49	17,98

15	173,49	17,98
16	176,3	23,98
17	181,3	23,98
18	184,1	29,98
19	189,1	29,98
20	191,9	35,98
21	201,9	35,98
22	204,71	41,98
23	209,71	41,98
24	212,4	47,75
25	212,76	47,98
26	217,02	47,98
27	218,01	49,98
28	226,37	49,98
29	240,01	48,98
30	250,47	47,98
31	261,51	46,98
32	289,31	46,98

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

#### Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione non drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0,03		35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
2	0,03		35	1750	1950	Riempimento (detrito e suolo)	
3	1		40	2500	2500	Ignimbrite	

#### Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1,8
Ascissa centro superficie	195,0 m
Ordinata centro superficie	60,88 m
Raggio superficie	21,37 m

**xc = 195,00 yc = 60,882 Rc = 21,369 Fs=1,805**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	1,33	9,8	1,35	419,63	8,06	4,03	0,03	35,0	0,0	362,9	364,8
2	1,33	13,4	1,37	1108,07	21,27	10,64	0,03	35,0	0,0	993,1	612,2
3	1,33	17,1	1,39	1587,83	30,49	15,24	0,03	35,0	0,0	1420,5	782,1
4	1,69	21,4	1,82	2380,91	45,71	22,86	0,03	35,0	0,0	2116,7	1123,8
5	0,96	25,3	1,06	1510,37	29,0	14,5	0,03	35,0	0,0	1341,2	697,0
6	1,33	28,7	1,51	2422,11	46,5	23,25	0,03	35,0	0,0	2164,0	1091,3
7	1,33	32,9	1,58	2544,13	48,85	24,42	0,03	35,0	0,0	2286,2	1149,9
8	1,33	37,3	1,67	2341,0	44,95	22,47	0,03	35,0	0,0	2108,2	1095,2
9	1,08	41,4	1,44	1487,9	28,57	14,28	0,03	35,0	0,0	1320,8	751,9
10	1,58	46,4	2,29	1001,28	19,22	9,61	0,03	35,0	0,0	748,2	670,2



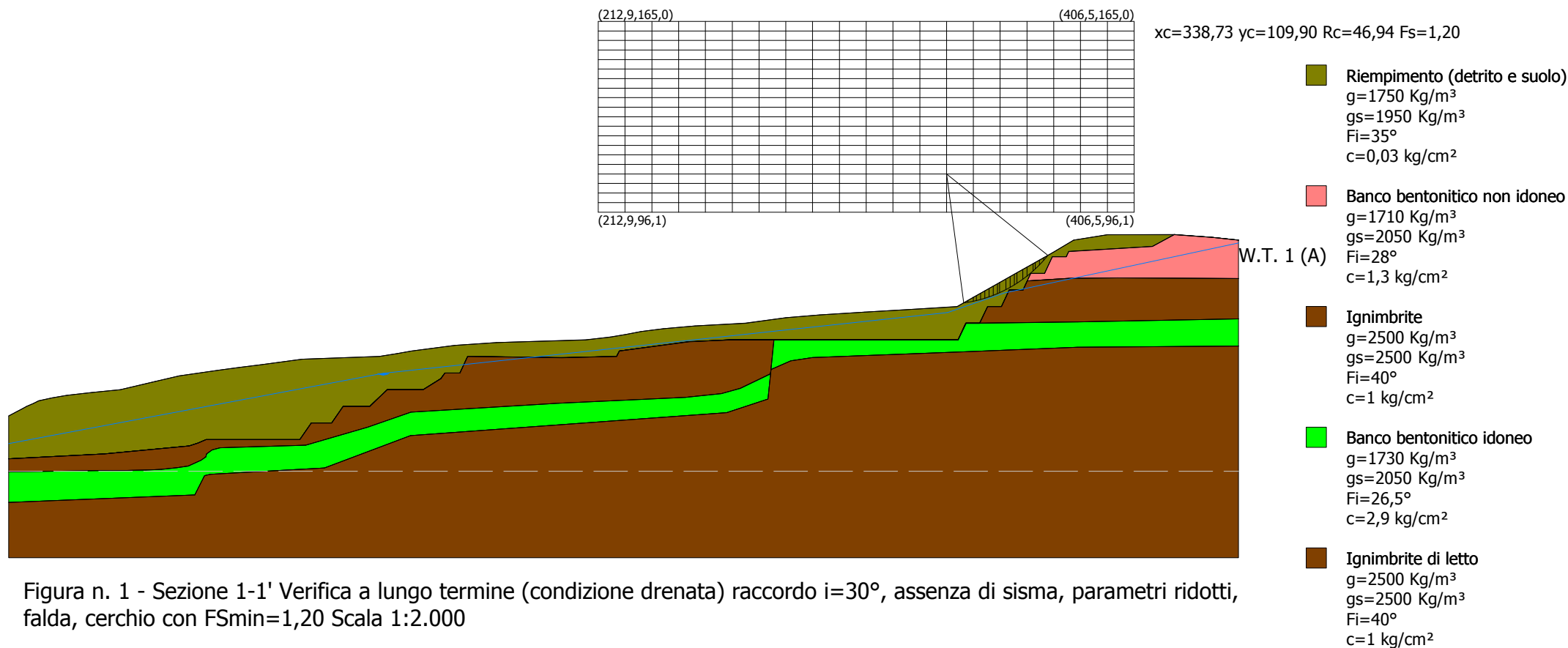
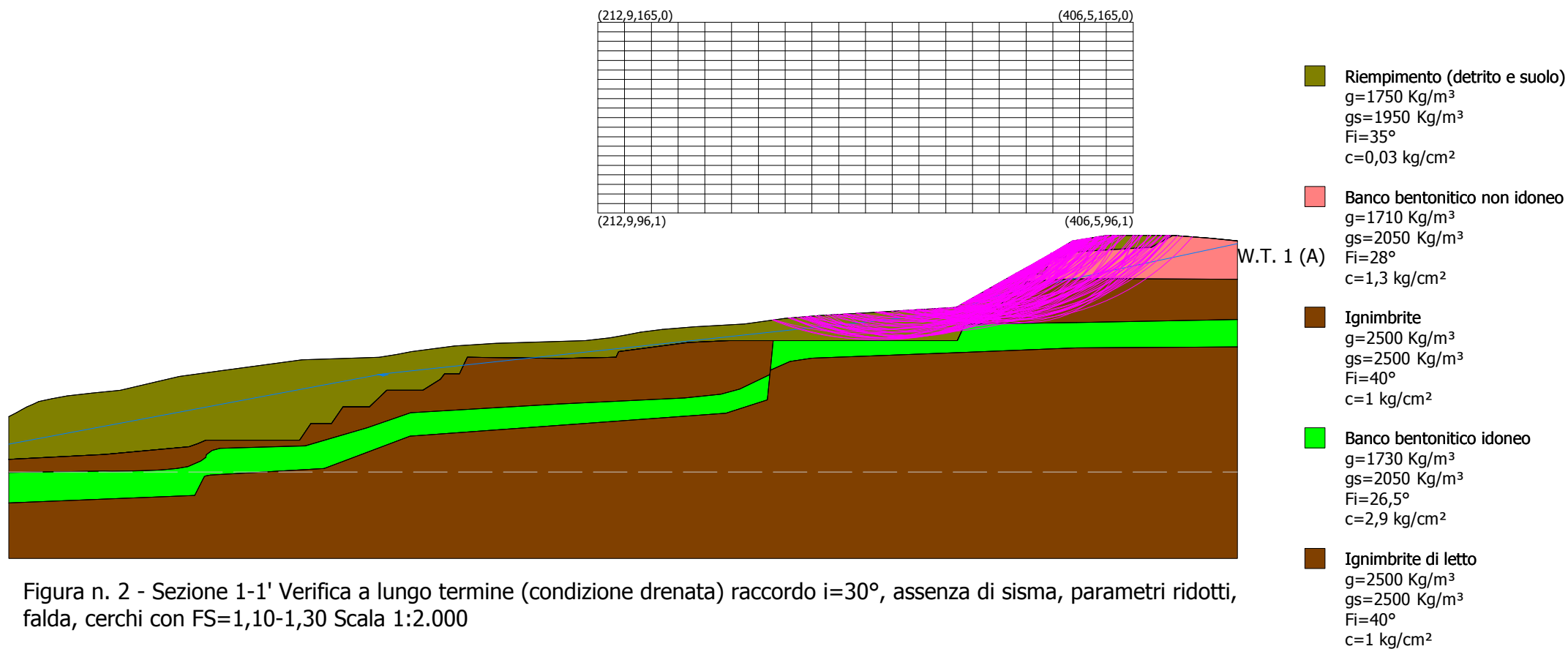
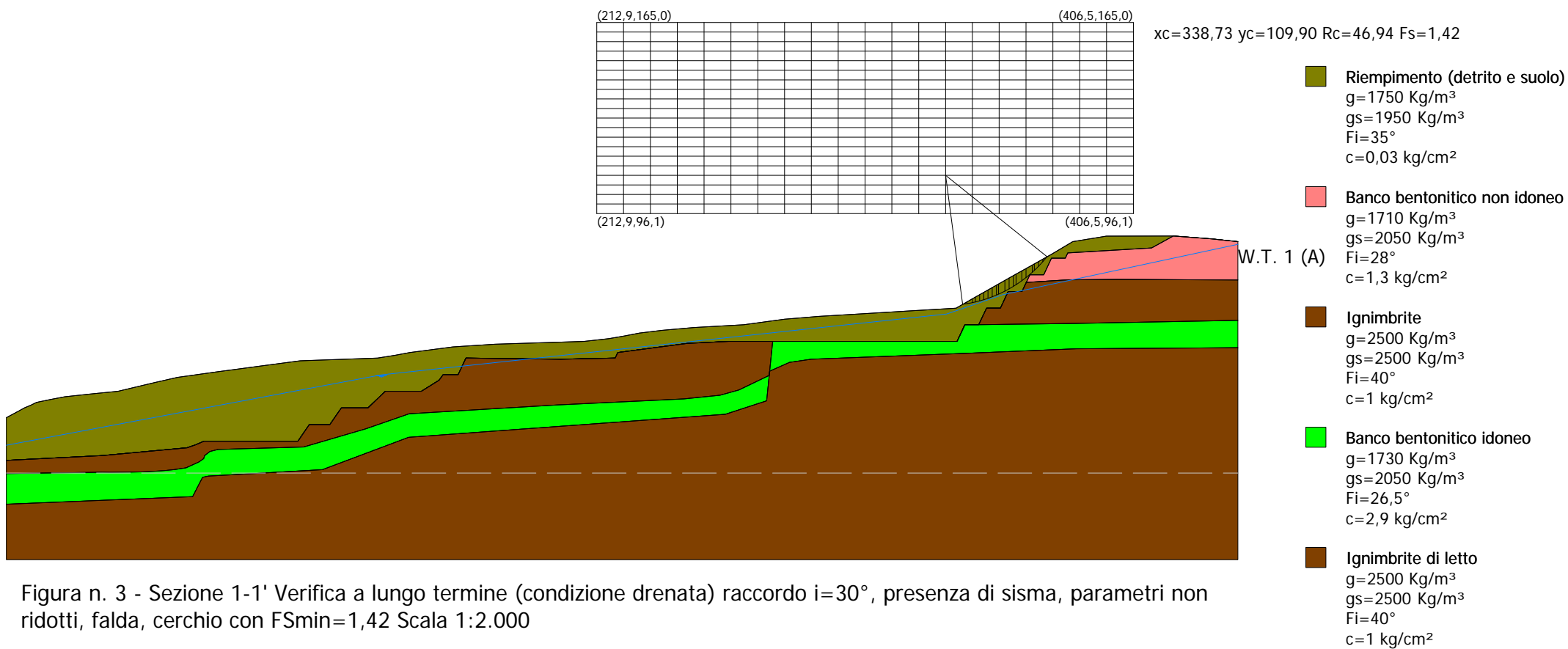
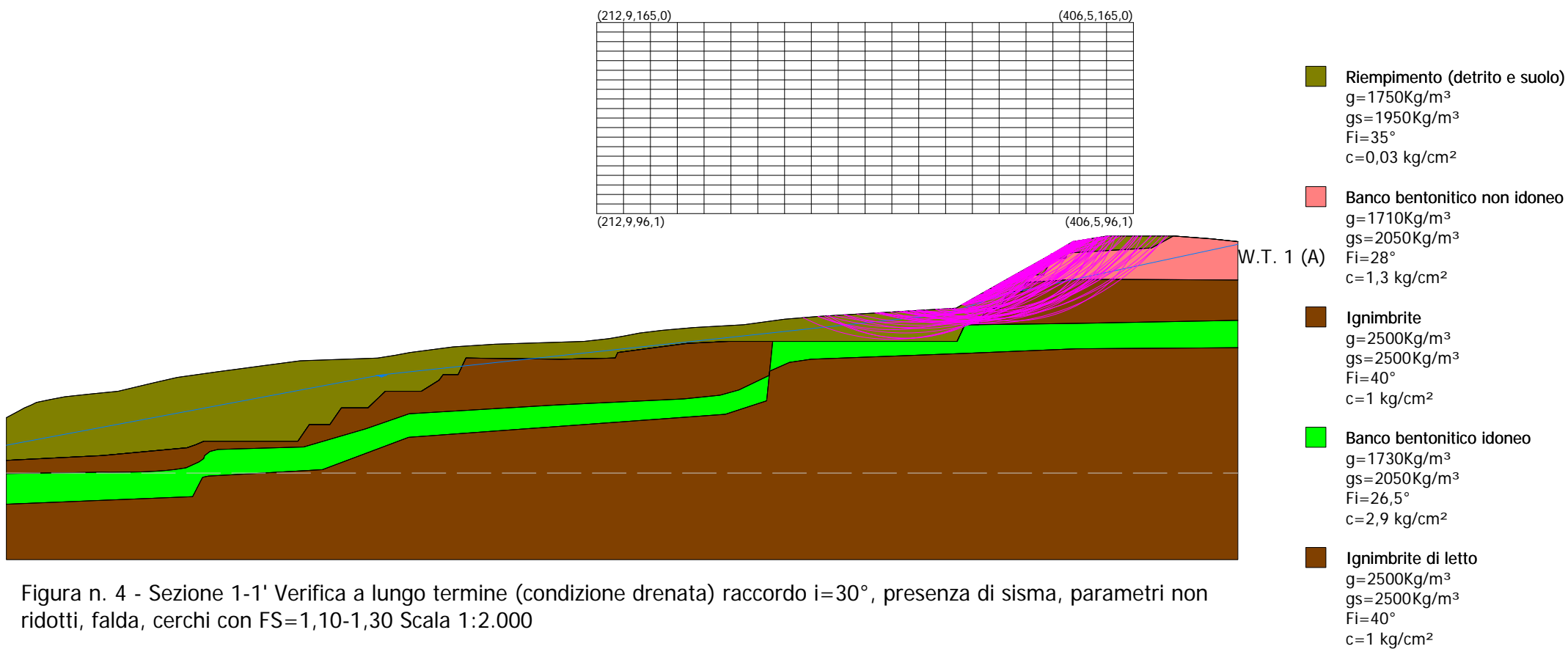


Figura n. 1 - Sezione 1-1' Verifica a lungo termine (condizione drenata) raccordo  $i=30^\circ$ , assenza di sisma, parametri ridotti, falda, cerchio con  $FS_{min}=1,20$  Scala 1:2.000







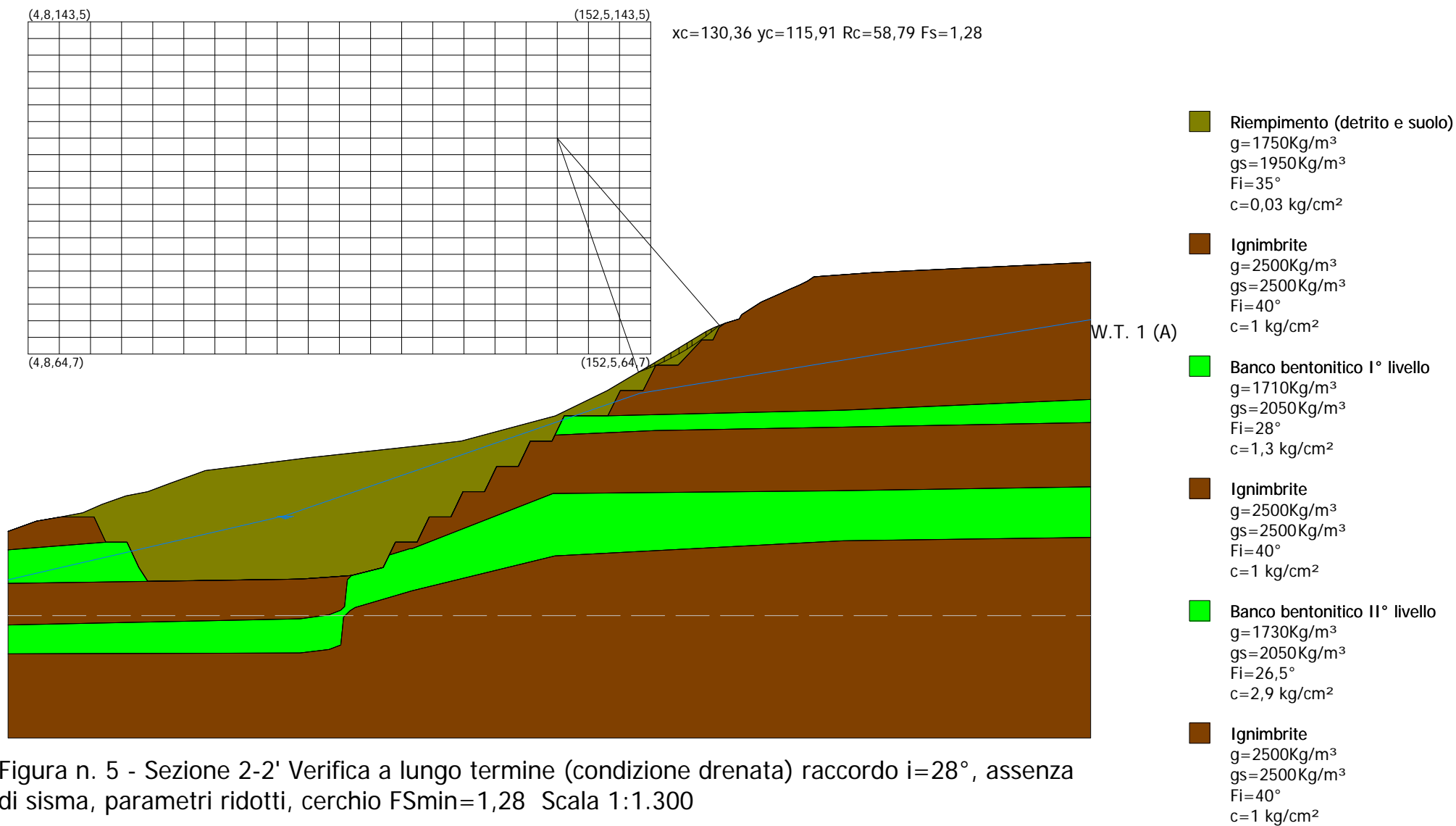
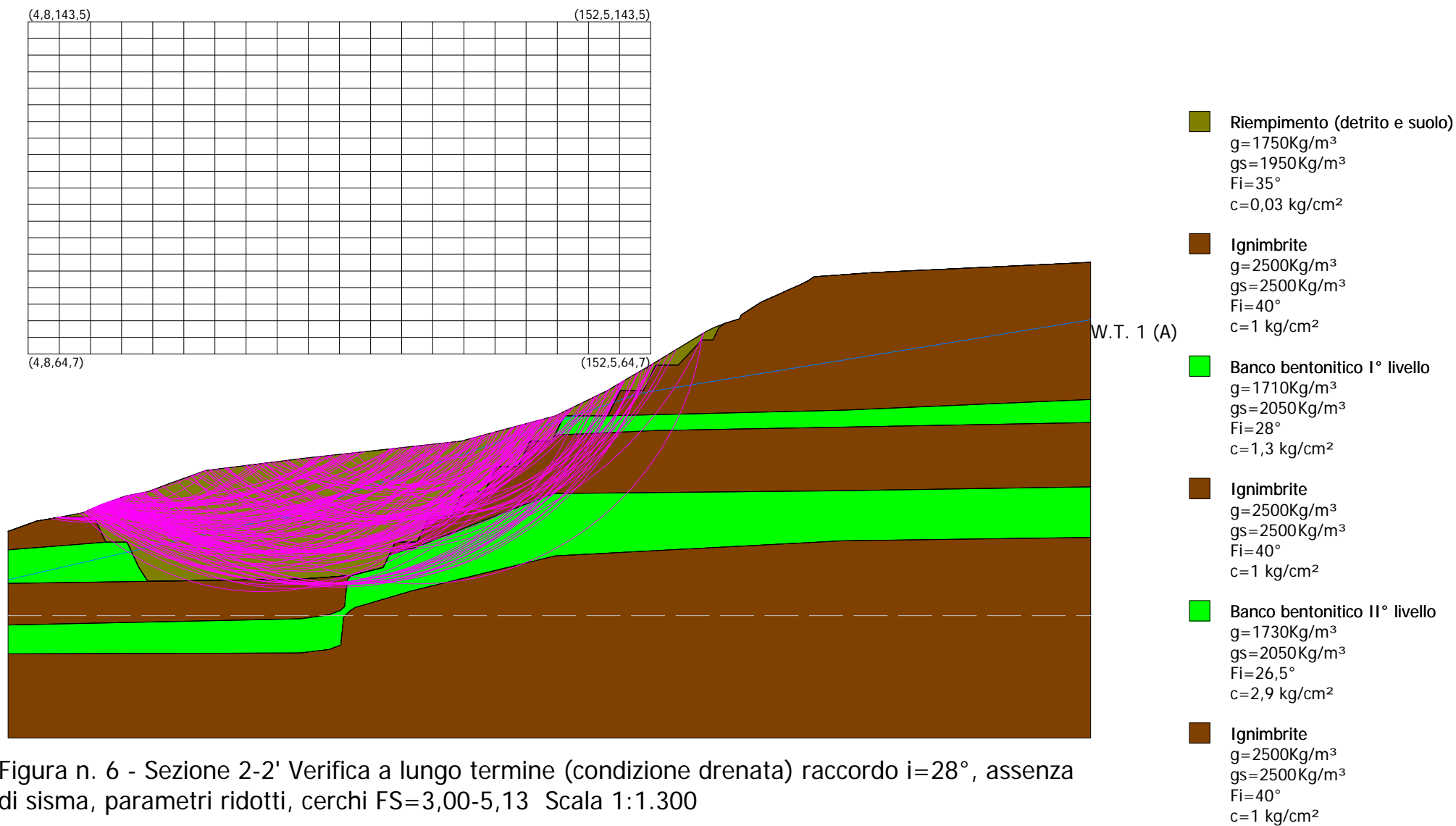


Figura n. 5 - Sezione 2-2' Verifica a lungo termine (condizione drenata) raccordo  $i=28^\circ$ , assenza di sisma, parametri ridotti, cerchio  $FS_{min}=1,28$  Scala 1:1.300



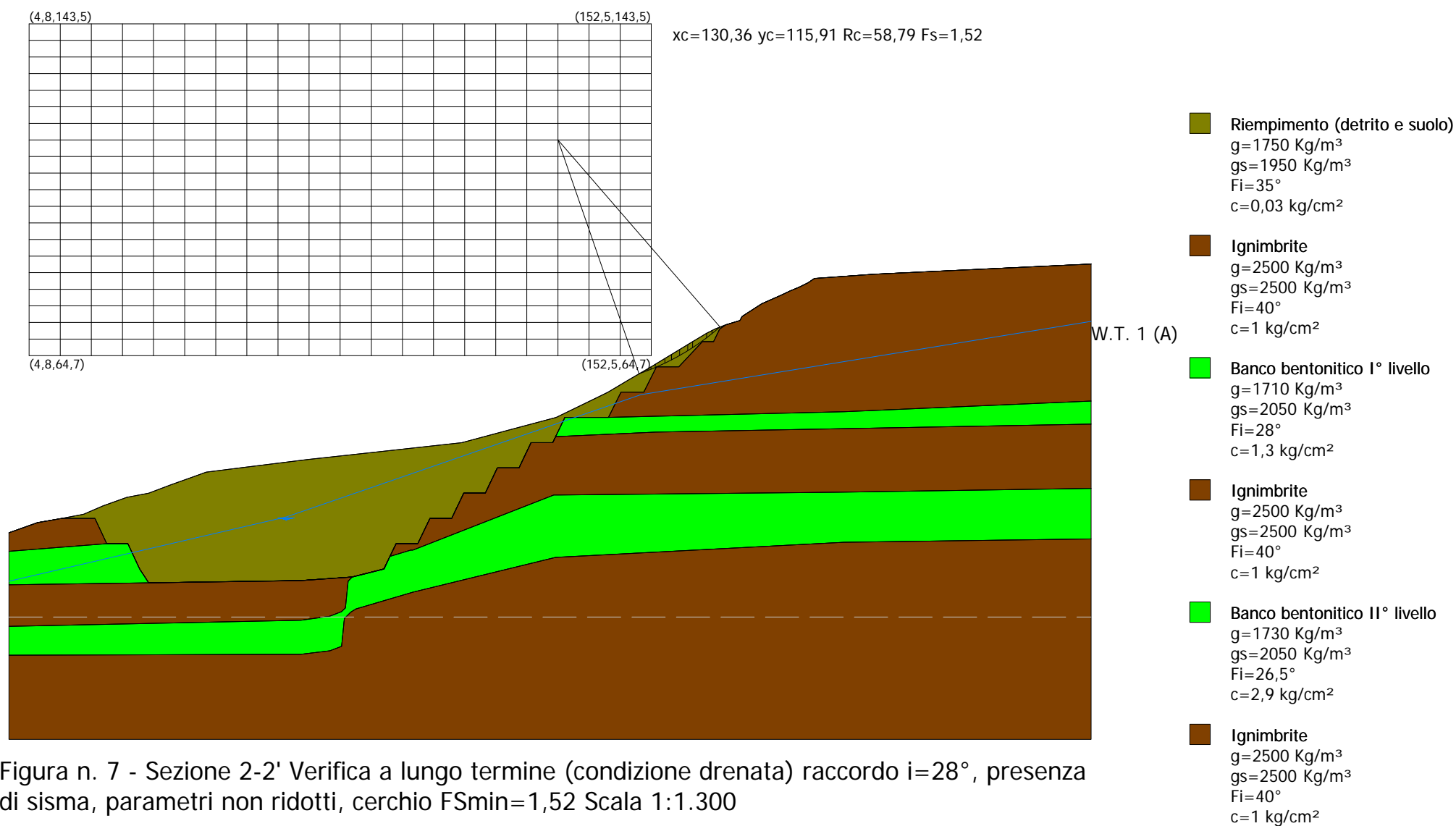


Figura n. 7 - Sezione 2-2' Verifica a lungo termine (condizione drenata) raccordo  $i=28^\circ$ , presenza di sisma, parametri non ridotti, cerchio  $F_{Smin}=1,52$  Scala 1:1.300



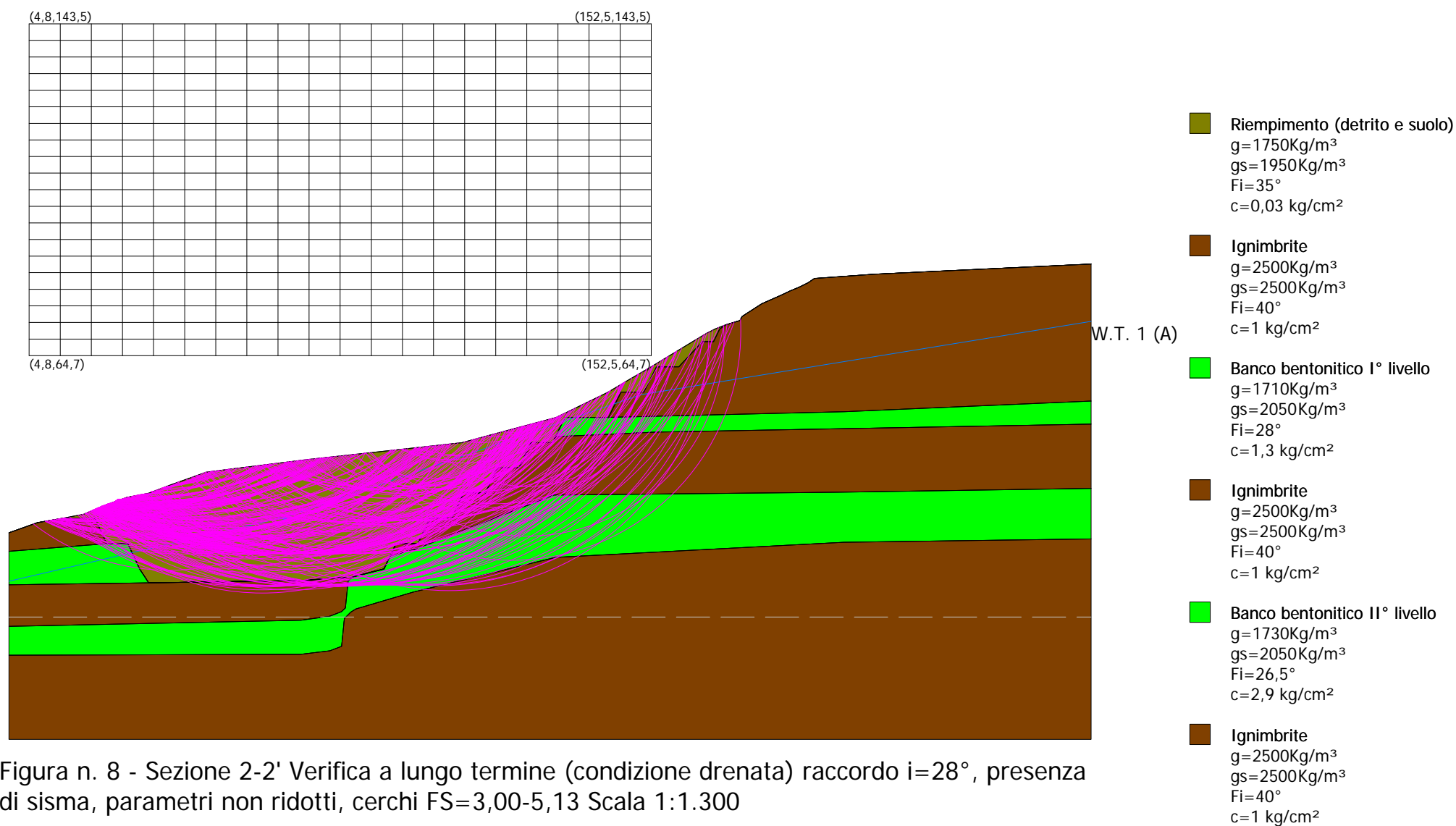


Figura n. 8 - Sezione 2-2' Verifica a lungo termine (condizione drenata) raccordo  $i=28^\circ$ , presenza di sisma, parametri non ridotti, cerchi FS=3,00-5,13 Scala 1:1.300

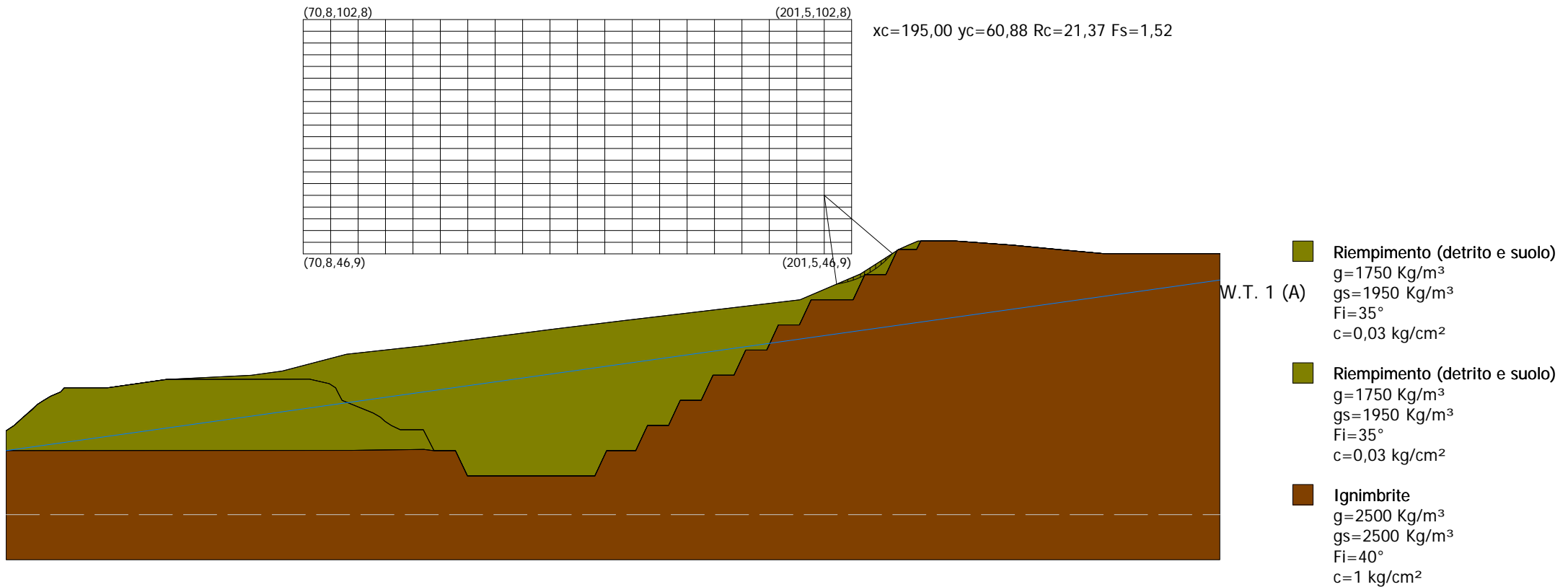


Figura 9 - Sezione 3-3' Verifica a lungo termine (condizione drenata), raccordo  $i=26^\circ$ , assenza di sisma, parametri ridotti, falda, cerchio  $F_{Smin}=1,52$  Scala 1:1.300

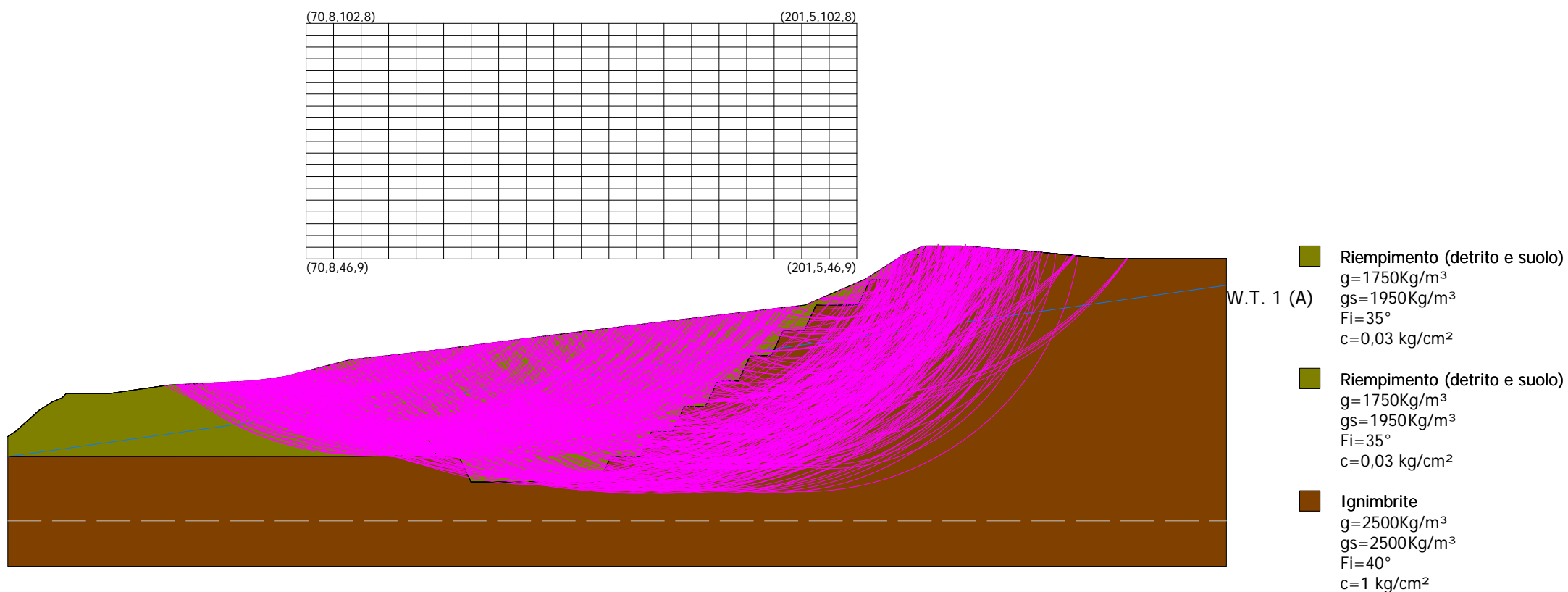


Figura 10 - Sezione 3-3' Verifica a lungo termine (condizione drenata), raccordo  $i=26^\circ$ , assenza di sisma, parametri ridotti, falda, cerchi FS=3,00-5,00 Scala 1:1.300

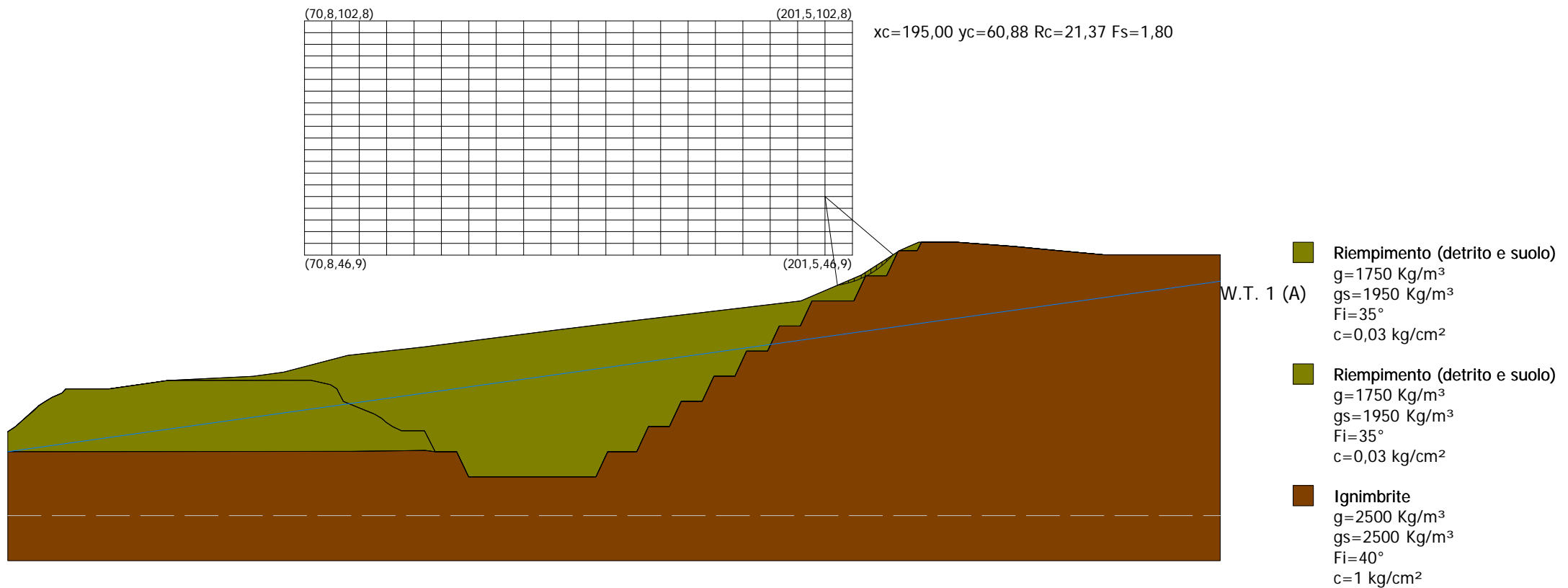


Figura 11 - Sezione 3-3' Verifica a lungo termine (condizione drenata), raccordo  $i=26^\circ$ , presenza di sisma, parametri non ridotti, falda, cerchio FSmin=1,80 Scala 1:1.300

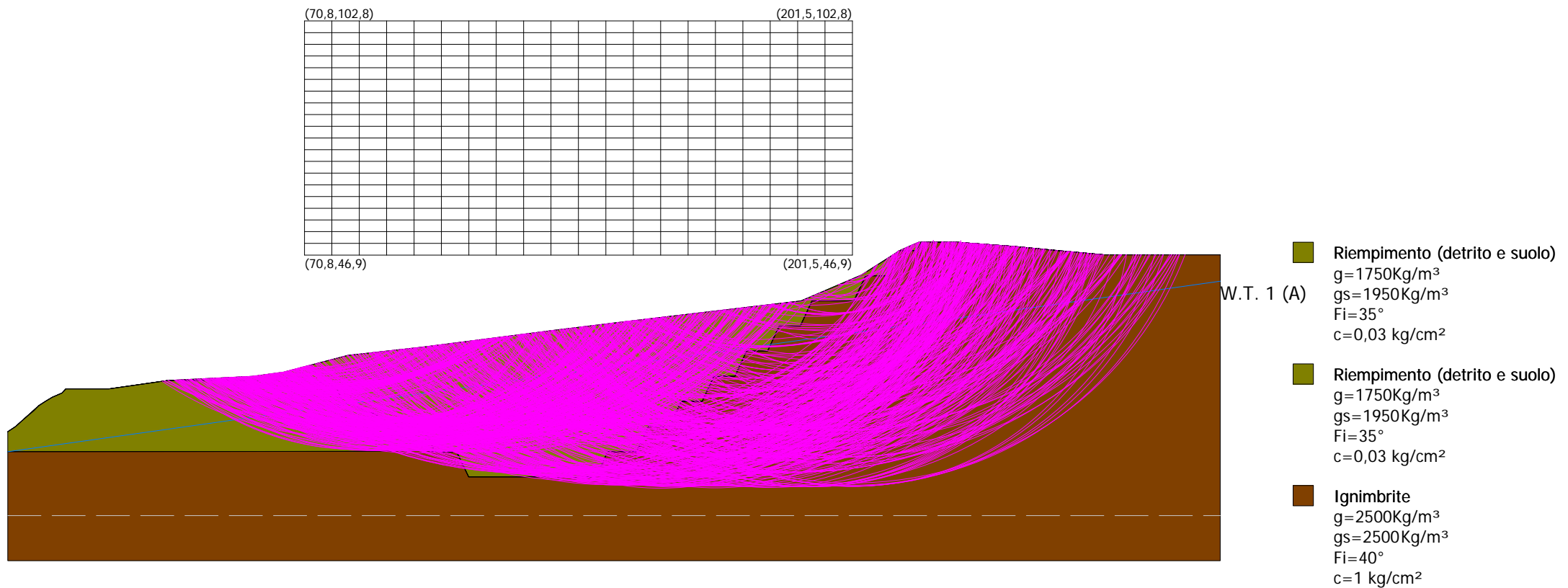


Figura 12 - Sezione 3-3' Verifica a lungo termine (condizione drenata), raccordo  $i=26^\circ$ , presenza di sisma, parametri non ridotti, falda, cerchi FS=3,00-5,00 Scala 1:1.300

### **ALLEGATO III**

Rilievi geomeccanici strutturali  
dei fronti rocciosi

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2013

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G..s.	Acqua	Alterazione	Note
270	52								
155	55								
152	57								
20	76								
122	66								
16	42								
238	62								
135	65								
120	69								
280	80								
250	55								
60	32								
135	60								
260	52								
240	55								
136	55								
270	54								
168	65								
132	68								
250	64								
90	68								
270	60								
245	60								
150	70								
55	50								
280	44								
150	72								
220	60								
315	65								
210	74								
290	86								
205	86								
243	80								
255	78								
63	12								
345	85								
160	85								
335	65								
245	68								
305	68								
350	40								
285	74								
215	58								
320	75								
135	88								
155	86								
270	83								
160	80								
25	14								
270	50								
30	74								
270	35								
305	45								
149	81								
305	65								
248	42								
220	78								
225	70								
152	55								
205	72								
150	78								
240	75								
338	75								
250	55								



Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale ottobre 2014 - scan-line 1

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
45	40	esposta	<3	assente	rugosa	u-p	asc	media	
160	52	>5	3-10	hf-sf	dr	p	asc	media	
260	60	>5	3-10	hf-sf	rugosa	u-p	asc	molto	
150	60	>5	10-20	hf-sf	dr	p	asc	media	
285	70	esposta	3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
270	58	>5	3	hf-sf	dr	p	asc	media	
150	60	esposta	3-10	assente	dr	u-p	asc	media	
30	42	esposta	3	assente	rugosa	u	asc	molto	
285	80	esposta	<3	assente	rugosa	p	asc	molto	
270	57	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
18	78	esposta	3	assente	rugosa	u	asc	molto	
160	64	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
35	40	esposta	3	assente	rugosa	u-p	asc	molto	
165	65	esposta	10-20	assente	rugosa	u-p	asc	molto	spaz 1-2 m
175	72	>5	3-10	hf-sf	rugosa	u-p	asc	molto	spaz 1-2 m
360	50	esposta	<3	assente	rugosa	u-p	asc	molto	
285	50	esposta	<3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
30	48	esposta	<3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
160	60	esposta	10-20	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
258	62	esposta	3-10	assente	dr-r	u-p	asc	media	spaz 0,5-1 m
25	35	esposta	3-10	assente	dr-r	u-p	asc	media	spaz 0,5-1 m
150	73	>5	10-20	hf-sf	rugosa	u-s	asc	media	
85	64	>5	3	hf-sf	dr	p	asc	media	
210	40	>5	3-10	hf-sf	dr-r	u-p	asc	media	
235	75	>5	<3	hf-sf	dr-r	u-p	asc	media	
225	52	0,1-5	3-10	no-hf-sf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
235	50	0,1-5	3-10	no-hf-sf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
220	57	0,1-5	3-10	no-hf-sf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
238	55	0,1-5	3-10	no-hf-sf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
155	75	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
95	82	0,1-1	3	assente	dr	u-p	asc	media	
315	56	esposta	<3	assente	dr	p	asc	media	
265	70	esposta	3-10	assente	dr-r	p-s	asc	media	
150	45	esposta	<3	assente	rugosa	u	asc	media	
260	70	esposta	10-20	assente	dr-r	p	asc	media	
25	35	esposta	3-10	assente	dr-r	u-p	asc	media	
140	70	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
270	68	>5	<3	hf-sf	dr-r	u-s	asc	media	
155	60	>5	3-10	hf-sf	dr	u-p	asc	media	spaz 0,5 m
170	50	0,1-1	3-10	assente	dr	u-p	asc	media	spaz 0,5 m
190	70	>5	10-20	hf-sf	rugosa	u-s	asc	molto	
205	75	esposta	10-20	assente	rugosa	u	asc	molto	
290	80	esposta	10-20	assente	rugosa	u	asc	molto	
225	40	esposta	<3	assente	rugosa	u	asc	media	
295	74	>5	10-20	hf-sf	dr-r	u-p	asc	media	
226	70	esposta	3	assente	dr-r	u-p	asc	media	
185	43	>5	3-10	hf-sf	rugosa	u-s	asc	molto	
192	80	esposta	3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
290	65	esposta	3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
195	46	esposta	10-20	assente	dr-r	u-p	asc	media	
300	70	>5	3-10	hf-sf	rugosa	u-s	asc	molto	
205	46	esposta	10-20	assente	rugosa	u-s	asc	media	
275	75	esposta	10-20	assente	dr-r	u-p	asc	media	
220	52	0,1-1	<3	assente	dr	p	asc	media	
215	58	0,1-5	<3	no-sf	dr	p	asc	media	spaz 0,2 m
270	80	0,1-5	<3	no-sf	dr	p	asc	media	spaz 0,2 m
30	55	0,1-5	<3	no-sf	dr	p	asc	media	spaz 0,2 m
268	62	0,1-5	<3	no-sf	dr	p	asc	media	spaz 0,2 m

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale ottobre 2014 - scan-line 2**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
240	76	esposta	10-20	assente	rugosa	u-s	asc	media	
155	80	>5	10-20	sf-hf	dr	p	asc	media	
265	10	0,1-1	3	assente	dr	u-p	asc	media	
165	75	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
250	60	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
158	83	>5	10-20	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
180	75	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
150	70	>5	10-20	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
152	77	>5	10-20	assente	rugosa	u-s	asc	media	
240	74	esposta	3-10	assente	rugosa	u-s	asc	media	
150	80	>5	10-20	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
155	70	>5	10-20	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
320	75	>5	10-20	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
200	52	esposta	3	assente	dr	p	asc	media	
290	42	esposta	3	assente	rugosa	u-s	asc	media	
185	53	>5	3	sf-hf	liscia	p	asc	poco	
10	44	esposta	3	assente	rugosa	u-s	asc	media	
112	88	esposta	3-10	assente	dr-r	u-p	asc	molto	
160	66	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
255	47	esposta	<3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
150	80	>5	3-10	sf-hf	dr-r	u-p	asc	media	
230	58	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
240	55	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
228	48	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-p	asc	media	spaz 0,6 m
150	60	esposta	<3	assente	rugosa	u-p	asc	media	
210	52	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
215	60	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	spaz 0,6 m
225	50	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	spaz 0,6 m
75	50	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	spaz 0,6 m
60	45	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	spaz 0,6 m
175	70	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	spaz 0,6 m
245	60	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
250	50	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
60	52	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
85	70	>5	3	sf-hf	rugosa	u-s	asc	molto	
290	80	esposta	<3	assente	dr-r	u-p	asc	media	
145	68	>5	3	sf-hf	rugosa	u-p	asc	molto	
160	60	>5	3	sf-hf	rugosa	u-p	asc	molto	
235	60	>5	3	sf-hf	rugosa	u-p	asc	molto	
15	45	esposta	<3	assente	rugosa	u-s	asc	molto	
240	50	esposta	3-10	assente	dr-r	u-p	asc	molto	
135	55	esposta	3	assente	dr-r	u-p	asc	molto	
136	70	esposta	3	assente	dr-r	u-p	asc	molto	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale ottobre 2014 - scan-line 3-4**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
270	75	esposta	3-10	assente	dr	u-p	asc	poco	
130	75	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
220	64	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
250	72	>5	3-10	sf-hf	dr	u	asc	media	
160	75	esposta	3-10	assente	dr-r	u-s	asc	media	
340	80	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
170	82	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
355	80	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
50	12	0,1-1	10-20	assente	dr	p	asc	media	
135	85	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
5	68	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
160	75	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
325	78	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
235	88	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
210	80	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
335	80	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
135	85	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
285	70	esposta	3-10	assente	dr	u-p	asc	poco	
240	65	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
153	75	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
152	72	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
225	56	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
249	63	esposta	3	assente	dr	u-p	asc	poco	
262	60	esposta	3-10	assente	dr	u-p	asc	poco	
175	85	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	
315	72	>5	3-10	sf-hf	rugosa	u-s	asc	media	

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte generale 300/70 scan-line S1

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
195	60	>5	3	sf - hf	r	P - S	asciutto	poco	
152	68	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	asciutto	poco	
242	58	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	asciutto	media	
250	50	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	asciutto	media	
255	58	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	asciutto	media	
145	58	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U - P	asciutto	media	
150	65	esposta	3	assente	r	U - P	asciutto	media	
258	62	esposta	3 -- 10	assente	r	P - S	asciutto	media	
170	60	esposta	3	assente	r	P - S	asciutto	media	
255	70	esposta	<3	assente	r	P - S	asciutto	media	
50	56	>5	<3	hf	r	U - S	goc	media	
292	78	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	goc	media	
270	82	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	goc	media	
360	48	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	goc	media	
180	64	>5	>3	sf	r	S	um	media	
269	60	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	asciutto	poco	
175	68	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U - S	asciutto	poco	
160	70	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U - S	asciutto	poco	
166	70	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U - S	asciutto	poco	
175	55	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U - S	asciutto	poco	
255	65	>5	3 -- 10	sf - hf	dr - r	U - S	asciutto	poco	
200	50	>5	3 -- 10	sf - hf	dr - r	U - S	asciutto	poco	
15	45	esposta	<3	assente	r	U - P	um	molto	
340	85	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	asciutto	media	
270	55	esposta	3	assente	r	U - S	asciutto	media	
160	66	esposta	3	assente	r	U - S	asciutto	media	
250	64	esposta	10 -- 20	assente	dr	U	um	media	
145	88	esposta	10 -- 20	assente	dr	U	um	media	
330	74	esposta	10 -- 20	assente	dr	U	um	media	
355	54	esposta	3	assente	dr	U	asciutto	media	
203	56	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U	goc	media	
350	88	esposta	10 -- 20	assente	dr	U - P	asciutto	media	
270	76	esposta	10 -- 20	assente	dr	U - P	asciutto	media	
268	76	esposta	10 -- 20	assente	dr	U - P	asciutto	media	
320	36	esposta	3	assente	r	S	asciutto	poco	
65	36	0,1 - 1	<3	ass - sf	dr	U	asciutto	poco	
173	60	esposta	10 -- 20	assente	dr - r	U - S	asciutto	poco	
180	60	esposta	10 -- 20	assente	dr - r	U - S	asciutto	poco	
263	69	0,1- 5	<3	sf - hf	dr	U	asciutto	media	
212	68	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	asciutto	media	
275	71	>5	3	sf - hf	r	U	asciutto	media	
162	58	>5	10 -- 20	sf - hf	r	U - S	asciutto	media	
275	80	esposta	3	assente	dr - r	U - S	asciutto	media	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte generale  
300/70 scan-line S2**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
175	42	0,1 -- 5	3 -- 10	ass - sf	dr	P	um	molto	
230	43	esposta	<3	assente	r	U - S	um	molto	
150	71	>5	<3	sf - hf	r	U - S	goc	molto	
155	62	esposta	3 -- 10	assente	r	P	um	media	
246	62	esposta	3 -- 10	assente	r	P	um	media	
255	80	esposta	3 -- 10	assente	dr	P	asciutte	media	
282	75	esposta	3 -- 10	assente	r	P - S	asciutte	media	
182	45	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	goc	media	
330	53	>5	3	sf - hf	r	U	asciutte	media	
235	52	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	asciutte	media	
159	35	esposta	3	assente	dr - r	U - P	asciutte	media	
215	58	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U	asciutte	poco	
329	80	esposta	3	assente	r	U	asciutte	media	
343	58	esposta	3	assente	r	P	asciutte	poco	
220	65	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	asciutte	media	
232	62	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	asciutte	media	
330	82	esposta	3	assente	r	U	um	molto	
312	76	esposta	3	assente	dr	P - S	um	molto	
305	70	esposta	3	assente	dr	P - S	um	molto	
210	64	esposta	3	assente	r	P - U	um	media	
215	62	esposta	3	assente	r	P - U	um	media	
230	59	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P	um	media	
66	77	>5	<3	sf - hf	r	P	um	media	
152	78	sf - hf	10 -- 20	sf - hf	r	P	goc	molto	
110	50	assente	<3	assente	r	P - U	asciutte	media	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte  
generale300/70 scan-line S3**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
25	76	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - U	um	molto	
285	79	esposta	3	assente	dr - r	S	um	media	
142	80	esposta	3 -- 10	assente	r	S	um	media	
242	50	>5	3	sf - hf	r	P	um	molto	
140	88	esposta	3	assente	dr	P	um	molto	
225	52	>5	3	sf - hf	r	P - S	um	molto	
120	69	esposta	<3	assente	r	U	um	media	
45	46	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P	asciutta	media	
128	70	esposta	3	assente	r	U	asciutta	media	
153	75	esposta	3	assente	r	U	asciutta	media	
145	62	>5	3	sf - hf	dr - r	P	um	molto	
235	55	esposta	3	assente	r	U	asciutta	media	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte generale300/70  
scan-line S4**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
246	50	esposta	<3	assente	r	U	um	media	
138	35	esposta	<3	assente	r	U - P	um	media	
165	88	esposta	3	assente	r	P	um	media	
270	54	esposta	3	assente	dr - r	U - P	asciutta	poco	
165	62	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	um	media	

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte generale 300/70  
scan-line S5

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
210	68	esposta	3 -- 10	assente	r	U	um	media	
130	88	>5	3 -- 10	sf - hf	r	P - S	um	media	
75	74	esposta	<3	assente	r	U	um	media	
175	65	>5	<3	sf - hf	r	U	gocc	media	
230	65	>5	3	sf - hf	r	U - S	um	media	
225	70	>5	3	sf - hf	r	U - S	um	media	
275	64	esposta	3 -- 10	assente	r	S	asc	media	
90	58	>5	<3	sf - hf	r	U	um	molto	
290	78	esposta	3 -- 10	assente	r	S	um	molto	
265	73	esposta	3 -- 10	assente	r	S	um	molto	
45	10	0,1 -- 1	10 -- 20	assente	r	U	um	media	strat
190	79	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	gocc	media	
282	51	esposta	3	assente	r	U	um	molto	
235	73	>5	3	sf - hf	dr	U - P	um	molto	
234	78	>5	3	sf - hf	dr	U - P	um	molto	
152	82	>5	3	sf - hf	dr	U	um	molto	
251	84	>5	3	sf - hf	r	S	gocc	molto	
355	35	>5	<3	ass - hf	r	U	gocc	molto	
155	70	>5	3 -- 10	ass - hf	dr - r	P - S	gocc	molto	
153	74	>5	3 -- 10	ass - hf	dr - r	P - S	gocc	molto	
158	66	>5	3 -- 10	ass - hf	dr - r	P - S	gocc	molto	
152	82	>5	3 -- 10	ass - hf	dr - r	P - S	gocc	molto	
154	80	>5	3 -- 10	ass - hf	dr - r	P - S	gocc	molto	
248	63	esposta	<3	assente	r	S	um	media	
150	85	esposta	<3	assente	r	S	um	media	
247	84	esposta	3	assente	dr	S	um	media	
241	86	>5	3	sf - hf	dr - r	P - S	asc	poco	
145	81	>5	3	sf - hf	dr - r	P - S	asc	poco	
265	39	esposta	<3	assente	r	U	um	media	
315	71	esposta	<3	assente	dr	U	asc	media	
173	76	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	asc	media	
270	80	>5	3 -- 10	sf - hf	r	S	asc	media	
355	60	esposta	3	assente	r	U	um	molto	
276	86	esposta	3	assente	r	U	um	molto	
120	85	esposta	3	assente	dr	U	um	molto	
251	80	esposta	<3	assente	dr - r	P	gocc	molto	
320	88	esposta	3 -- 10	assente	dr	U	um	molto	
295	60	esposta	<3	assente	r	U	gocc	molto	
360	10	0,1 -- 1	3 -- 10	assente	r	S	um	media	strat
342	88	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	um	molto	
250	76	esposta	3 -- 10	assente	r	U - S	um	molto	
150	49	>5	3 -- 10	sf - hf	r	U	gocc	molto	
270	61	0,1 -- 1	3 -- 10	sf	dr	P	um	media	
358	36	esposta	<3	assente	r	U	um	molto	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale dicembre 2015 orientazione fronte generale 300/70  
scan-line S6**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
335	88	esposta	3	assente	dr	S	um	media	spaziatura < 0,60 m
275	80	esposta	3	assente	dr	S	um	media	
330	85	esposta	<3	assente	r	S	um	media	
335	88	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	media	
265	70	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	media	
285	63	esposta	3	assente	dr	U	um	molto	
5	66	esposta	<3	assente	dr	P	um	molto	
40	25	0,1 -- 1	3	assente	dr - r	U - P	um	media	strat
150	88	>5	3 -- 10	ass - hf	dr	U	goc	molto	
250	58	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
162	70	>5	<3	sf - hf	r	U	goc	media	
252	52	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	media	
250	54	esposta	3 -- 10	assente	dr	S	asciutta	poco	
150	88	esposta	3 -- 10	assente	dr	S	asciutta	poco	
215	54	esposta	3 -- 10	assente	dr	S	asciutta	poco	
300	80	esposta	3 -- 10	assente	dr	S	asciutta	poco	
150	80	esposta	3 -- 10	assente	r	S	goc	molto	
50	32	0,1 - 1	3 -- 10	assente	dr	U	asciutta	poco	strat

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale ottobre 2017 orientazione fronte generale scan-line F1 dir N10**

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
232	70	esp	3	ass	r	P	asciutto	molto	
165	60	>5	3-10	SF	r	P-S	asciutto	molto	
155	75	>5	3-10	SF	r	P-S	asciutto	molto	
230	52	esp	<3	ass	r	P-S	asciutto	media	
200	50	esp	3-10	ass	r	P-S	asciutto	media	
300	88	esp	3	ass	dr-r	P-S	asciutto	media	
42	46	>5	<3	SF-HF	r	P	asciutto	media	
192	56	esp	3-10	ass	r	U-S	asciutto	media	
10	28	esp	<3	ass	r	U-S	asciutto	media	
125	75	>5	<3	SF-HF	r	U-P	asciutto	media	
185	66	>5	3	SF-HF	r	U-S	asciutto	media	
196	71	>5	3	SF-HF	r	U-S	asciutto	media	
95	65	esp	<3	ass	r	U	asciutto	molto	
270	78	esp	3-10	ass	dr	U-S	asciutto	media	
160	65	>5	3-10	SF-HF	dr	U-S	asciutto	media	
180	65	>5	3-10	SF-HF	dr	U-S	asciutto	media	
40	42	>5	3	HF	r	U-S	asciutto	media	
180	65	>5	3-10	SF-HF	dr-r	P-S	asciutto	media	
185	65	>5	3-10	SF-HF	dr-r	P-S	asciutto	media	
186	50	>5	3-10	SF-HF	dr-r	P-S	asciutto	media	
55	38	>5	<3	ass	r	U	asciutto	poco	
302	88	>5	3-10	SF	r	U	asciutto	molto	
216	50	>5	3-10	SF	r	P	asciutto	molto	
185	58	>5	3-10	SF	r	U-P	asciutto	molto	
262	60	esp	3-10	ass	r	U-P	asciutto	media	
210	55	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutto	media	
242	58	esp	<3	ass	r	U-S	asciutto	media	
138	70	>5	<3	SF	r	U-S	asciutto	molto	
175	68	>5	<3	SF	r	U-S	asciutto	molto	
195	58	>5	3-10	SF	dr	U-S	asciutto	media	
210	50	>5	3-10	SF	dr	U-S	asciutto	media	
30	40	>5	<3	SF-HF	r	U-P	asciutto	molto	
100	80	esp	3	ass	r	U-S	asciutto	molto	
220	65	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	asciutto	molto	
28	40	>5	3	SF-HF	r	U-P	asciutto	molto	
190	60	esp	3-10	ass	r	U	asciutto	media	
65	63	esp	<3	ass	dr-r	U-P	asciutto	media	

Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
320	88	>5	3-10	SF-HF	dr-r	UP	asciutto	poco	
200	55	>5	3-10	SF	r	US	asciutto	media	
210	54	>5	3-10	SF	r	US	asciutto	media	
212	52	>5	3-10	SF	r	US	asciutto	media	
270	70	>5	3	SF-HF	r	UP	asciutto	media	
125	80	>5	3	SF-HF	r	UP	asciutto	molto	
216	62	esp	10-20	ass	r	US	asciutto	molto	
185	60	esp	3-10	ass	r	US	asciutto	molto	
275	72	>5	10-20	SF-HF	dr-r	US	asciutto	media	
205	52	>5	3-10	SF-HF	r	US	asciutto	media	
200	50	>5	3-10	SF-HF	r	US	asciutto	media	
35	38	>5	<3	SF-HF	r	US	asciutto	molto	
32	47	>5	<3	SF-HF	r	US	asciutto	molto	
198	58	>5	3-10	SF-HF	r	US	asciutto	molto	
200	52	>5	3	SF-HF	dr-r	US	asciutto	molto	
250	62	>5	10-20	SF-HF	dr-r	US	asciutto	media	
205	50	esp	3-10	ass	dr-r	US	asciutto	molto	
270	57	esp	3-10	ass	dr-r	US	asciutto	molto	
32	46	esp	<3	ass	r	U	asciutto	molto	
265	60	esp	10-20	ass	dr-r	P	asciutto	media	
168	62	esp	3-10	ass	r	UP	asciutto	media	
25	58	>5	3-10	SF-HF	r	US	asciutto	molto	
272	53	esp	3-10	ass	dr	PS	asciutto	media	
210	45	esp	3	ass	dr	PS	asciutto	media	
235	56	esp	3-10	ass	dr	PS	asciutto	media	
300	88	>5	10-20	SF-HF	r	P	asciutto	media	
190	60	esp	10-20	ass	r	UP	asciutto	media	

## Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale settembre 2018 parte alta cantiere

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
1	295	85	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
2	270	80	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
3	185	50	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
4	185	60	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
5	215	45	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
6	135	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
7	195	52	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
8	180	65	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
9	215	55	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
10	260	60	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
11	255	60	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
12	220	60	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
13	130	70	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
14	205	50	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
15	230	58	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
16	220	52	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
17	251	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
18	300	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
19	5	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
20	45	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
21	295	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
22	305	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
23	153	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
24	40	85	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
25	110	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
26	205	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
27	350	70	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
28	300	68	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
29	190	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
30	215	80	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
31	300	88	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	
32	25	80	>5	10-20	ass-HF	r	P-S	asciutte	media	



**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale 2019 fronte 3 330°/70°**

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
1	5	88	esposta	3	assente	r	P	asciutta	molto	
2	35	45	>5	<3	HF	r	P	asciutta	media	
3	50	28	>5	<3	HF	r	P	asciutta	media	
4	240	88	>5	3	HF-SF	r	P-S	asciutta	media	
5	120	74	>5	3	HF-SF	r	P-S	asciutta	media	
6	305	88	esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
7	230	85	>5	3-10	HF	r	P-U	asciutta	media	
8	330	78	>5	3-10	HF	r	U-P	asciutta	media	
9	180	80	esposta	3-10	assente	r	S	asciutta	molto	
10	125	85	esposta	3	assente	r	U-P	asciutta	media	
11	35	88	esposta	3	assente	r	U-P	asciutta	media	
12	12	42	>5	<3	HF-SF	r	P	asciutta	molto	
13	145	88	esposta	<3	assente	dr	P	asciutta	media	
14	345	75	esposta	3-10	assente	r	S	asciutta	media	
15	135	80	esposta	3-10	assente	r	S	asciutta	media	
16	150	80	esposta	3-10	assente	r	S	asciutta	media	
17	230	85	>5	3-10	HF-SF	r	U	asciutta	molto	
18	345	45	>5	3	HF-SF	r	P	asciutta	media	
19	65	82	esposta	>3	assente	r	P-S	asciutta	media	
20	78	83	esposta	>3	assente	r	P-S	asciutta	media	
21	122	85	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
22	110	62	>5	3	HF-SF	r	U-P	umida	molto	
23	205	82	>5	<3	HF-SF	r	P	umida	molto	
24	200	86	>5	<3	HF-SF	r	P	umida	molto	
25	295	62	esposta	<3	assente	r	U	umida	molto	
26	234	86	>5	3	HF-SF	r	P-S	umida	molto	
27	245	85	>5	3	HF-SF	r	S	umida	molto	
28	50	32	>5	3	HF-SF	dr	P	umida	poco	
29	35	48	>5	3	HF-SF	dr	P	umida	poco	
30	162	35	>5	<3	HF-SF	dr	P	umida	media	
31	3	88	esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
32	132	72	>5	3-10	HF	dr	P	asciutta	media	
33	20	36	chiusa	<3	assente	dr	P	asciutta	poco	
34	100	65	chiusa	<3	assente	dr	P	asciutta	poco	

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale 2019 fronte 4 40°/70°

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
1	5	40	esposta	3	assente	r	U	asciutta	poco	
2	355	88	esposta	3	assente	r	S	asciutta	media	
3	360	88	esposta	3	assente	r	S	asciutta	media	
4	15	88	esposta	3	assente	r	S	asciutta	assente	
5	358	88	esposta	3	assente	r	S	asciutta	assente	
6	20	88	esposta	3	assente	r	S	asciutta	assente	
7	45	50	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	assente	
8	65	70	0,1-5	<3	ass-HF-SF	r	S	asciutta	assente	
9	90	75	0,1-5	<3	ass-HF-SF	r	S	asciutta	assente	
10	270	80	>5	3-10	HF-SF	r	U-S	gocciolante	media	
11	5	12	0,1-1	3-10	assente	dr-r	U-P	asciutta	poco	
12	65	4	0,1-1	3-10	assente	dr-r	U-P	asciutta	poco	
13	45	3	0,1-1	3-10	assente	dr-r	U-P	asciutta	poco	
14	38	3	0,1-1	3-10	assente	dr-r	U-P	asciutta	poco	
15	30	0	0,1-1	3-10	assente	dr-r	P-S	asciutta	poco	
16	270	88	>5	3	HF-SF	r	U-S	gocciolante	media	
17	175	75	0,1-5	3-10	ass-HF	r	U-S	gocciolante	media	
18	80	62	>5	3-10	HF-SF	r	U-P	gocciolante	molto	
19	155	85	esposta	3	assente	r	P-S	umida	molto	
20	95	76	3-10	>5	HF-SF	r	U-P	asciutta	media	
21	180	85	>5	3	HF-SF	dr	U-P	gocciolante	media	
22	5	88	>5	3	HF-SF	r	U-S	asciutta	media	
23	170	88	chiusa	<3	assente	dr	U-P	asciutta	media	
24	170	85	>5	3-10	HF-SF	r	P	umida	media	
25	354	88	>5	3-10	HF-SF	r	P	umida	media	
26	175	88	>5	3-10	HF-SF	r	P	umida	media	
27	320	20	esposta	<3	assente	dr	U-P	umida	media	
28	120	84	>5	3-10	SF	r	P-S	umida	media	
29	42	88	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
30	180	88	>5	<3	HF-SF	r	P-S	asciutta	molto	
31	252	88	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
32	148	2	0,1-1	<3	assente	dr	P	asciutta	assente	
33	205	88	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
34	40	88	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
35	30	36	0,1-1	<3	assente	dr	P	asciutta	assente	
36	345	88	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	poco	
37	5	5	0,1-1	3	assente	dr	P	asciutta	poco	
38	30	6	0,1-1	3	assente	dr	P	asciutta	poco	
39	15	12	0,1-1	3	assente	dr	P	asciutta	poco	
40	176	88	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
41	185	88	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
42	165	85	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
43	62	85	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
44	42	88	>5	3	HF-SF	dr	U	umida	assente	
45	300	85	>5	<3	HF-SF	dr-r	P-S	umida	assente	
46	172	68	>5	3	HF	r	P-S	asciutta	media	
47	160	62	>5	3	HF	r	P-S	asciutta	media	
48	163	70	>5	3	HF	r	P-S	asciutta	media	
49	52	70	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
50	120	82	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
51	20	80	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
52	265	88	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
53	195	85	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
54	255	85	>5	3	HF-SF	r	U-P	umida	molto	
55	185	70	>5	<3	HF-SF	r	S	umida	media	
56	182	70	>5	<3	HF-SF	r	S	umida	media	
57	180	76	>5	<3	HF-SF	r	S	umida	media	
58	20	46	esposta	<3	assente	r	U	umida	poco	
59	25	55	esposta	<3	assente	r	U	umida	poco	
60	30	62	esposta	<3	assente	r	U	umida	poco	
61	10	32	esposta	<3	assente	r	U	umida	poco	
62	122	80	>5	<3	HF-SF	dr	P	asciutta	poco	

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale 2020 fronte 3 310°- 330°/70°-80°

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
35	230	30	>5	3-10	HF	dr	P	umida	media	
36	105	84	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	umida	media	
37	188	60	0,1-1	<3	assente	r	P-S	umida	media	
38	30	34	0,1-1	<3	assente	r	U-P	umida	media	
39	25	40	0,1-1	<3	assente	r	U-P	umida	media	
40	70	88	0,1-1	<3	assente	r	U-P	umida	media	
41	240	32	>5	3-10	HF	dr-r	P	umida	media	
42	230	65	>5	3-10	HF	r	U-P	umida	molto	
43	105	80	>5	3-10	HF	r	U-P	umida	molto	
44	300	75	>5	<3	HF	r	U-P	umida	molto	
45	220	70	>5	3-10	HF	r	U	umida	molto	
46	30	88	>5	3-10	HF	r	U	umida	molto	
47	195	82	>5	3-10	HF	r	U	umida	molto	
48	360	30	>5	<3	HF-SF	r	U	umida	media	
49	350	30	>5	<3	HF-SF	r	U	umida	media	
50	355	28	>5	<3	HF-SF	r	U	umida	media	
51	180	68	>5	<3	HF-SF	r	U	umida	media	
52	170	70	>5	<3	HF-SF	r	U	umida	media	
53	258	55	>5	3-10	HF-SF	dr-r	P	umida	media	
54	295	40	>5	3-10	HF-SF	r	P	umida	molto	
55	255	38	>5	3-10	HF-SF	r	P	umida	molto	
56	240	80	>5	3	SF-HF	dr	U	asciutta	media	
57	155	72	>5	3	assente	r	P	asciutta	media	
58	135	75	>5	3	assente	r	P	asciutta	molto	
59	260	88	>5	3	assente	r	P	asciutta	molto	
60	215	64	0-1	<3	assente	r	P	asciutta	molto	
61	172	70	>5	3	HF	r	P	asciutta	molto	
62	300	75	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	molto	
63	310	75	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	molto	
64	285	70	esposta	<3	assente	dr	P	asciutta	molto	
65	300	78	esposta	3	assente	dr	P	asciutta	molto	
66	175	80	>5	3	SF-HF	dr	P	asciutta	molto	
67	180	85	>5	3	SF-HF	r	P	asciutta	molto	
68	345	84	>5	3	SF-HF	r	P	asciutta	molto	
69	175	82	>5	3	SF-HF	r	P	asciutta	molto	
70	195	72	>5	3	SF-HF	r	P	asciutta	molto	
71	180	85	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	asciutta	molto	
72	158	80	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	asciutta	molto	
73	325	10	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	molto	
74	300	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
75	225	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
76	340	88	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	umida	media	
77	180	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
78	160	78	esposta	>5	SF-HF	r	U-S	asciutta	molto	
79	255	60	esposta	3	assente	r	U-P	asciutta	molto	
80	10	62	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
81	8	75	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
82	210	88	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
83	115	80	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
84	300	60	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
85	125	85	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
86	352	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
87	270	70	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
88	170	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
89	270	60	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
90	248	60	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	molto	
91	355	88	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	asciutta	molto	
92	120	85	>5	3-10	SF-HF	r	U	asciutta	media	
93	205	80	esposta	3	assente	r	U	asciutta	media	
94	345	88	esposta	3	assente	r	U	asciutta	media	
95	120	80	esposta	3	assente	dr-r	U-P	asciutta	media	
96	225	78	esposta	3	assente	dr-r	U-P	asciutta	media	
97	158	80	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutta	media	
98	160	65	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	asciutta	media	
99	100	78	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
100	290	65	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
101	345	62	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
102	100	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
103	360	75	esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
104	63	88	esposta	3	assente	dr	P	asciutta	media	
105	280	35	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
106	170	75	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
107	215	65	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
108	162	84	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
109	200	80	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
110	270	72	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
111	236	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
112	315	88	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
113	256	80	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
114	270	75	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
115	200	88	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
116	215	40	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
117	215	88	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
118	90	80	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
119	355	70	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
120	275	70	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
121	178	70	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
122	255	85	>5	<3	HF	r	P-S	asciutta	media	
123	335	20	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
124	95	88	esposta	<3	assente	r	P-S	asciutta	media	
125	345	88	>5	<3	SF-HF	dr-r	P-S	asciutta	molto	
126	115	68	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	molto	
127	10	40	esposta	<3	assente	r	P-U	asciutta	poco	
128	360	75	esposta	<3	assente	r	P-U	asciutta	poco	
129	285	42	>5	3-10	SF-HF	r	P-U	umida	molto	
130	240	75	>5	3-10	SF-HF	r	P-U	umida	molto	
131	355	30	<3	0,0-0,1	ass.-SF	r	P-S	asciutta	molto	
132	360	17	<3	0,0-0,1	ass.-SF	r	P-S	asciutta	molto	
133	230	38	>5	3	HF	r	P	asciutta	molto	
134	230	30	>5	3	HF	r	P	asciutta	molto	
135	285	88	>5	3	HF	r	P	asciutta	molto	
136	58	48	>>5	10-20	SF-HF	r	P-S	umida	molto	falesia
137										

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale 2020 fronte 4 40°/70°-80°**

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
63	32	88	>5	10-20	SF-HF	dr	S	asciutta	media	
64	282	80	>5	<3	SF-HF	r	U-P	asciutta	media	
65	350	55	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	poco	
66	359	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	media	
67	350	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	media	
68	360	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	media	
69	45	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	media	
70	355	69	>5	<3	SF-HF	r	P-S	asciutta	media	
71	62	45	esposta	<3	assente	r	U	umida	media	
72	235	65	esposta	<3	assente	r	U	umida	media	
73	30	88	esposta	<3	assente	r	U	umida	media	
74	42	88	>5	3	SF	r	U	asciutta	media	
75	12	88	>5	3	SF	r	U	asciutta	media	
76	172	88	>5	3	SF	r	U	asciutta	media	
77	140	74	>5	3	SF	r	U	asciutta	media	
78	40	88	>5	<3	SF	dr	U-P	asciutta	media	
79	40	35	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
80	30	55	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	poco	
81										

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Dore S - Rilevamento strutturale 2019-2020 fronte F2 50/80°**

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
1	60	80	esposta	3-10	assente	dr	P	asciutta	poco	
2	240	88	>>5	3-10	SF	dr	P	asciutta	poco	
3	332	85	>>5	3-10	SF	dr	P	asciutta	poco	
4	230	65	chiusa	<3	assente	r	P	asciutta	media	
5	265	84	0-esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
6	100	88	>5	<3	HF	r	P	asciutta	molto	
7	328	80	>5	<3	HF	r	P	asciutta	molto	
8	275	85	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
9	265	85	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
10	280	83	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
11	265	85	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
12	172	88	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
13	250	78	>5	<3	HF	dr	P	asciutta	molto	
14	70	88	esposta	3-10	assente	dr-r	P-S	asciutta	media	
15	246	76	esposta	3-10	assente	dr-r	P-S	asciutta	media	
16	85	10	<5	<3	assente HF	r	U	asciutta	media	
17	240	75	<5	<3	assente HF	r	U	asciutta	media	
18	340	88	>5	3	SF-HF	dr	U	asciutta	media	
19	235	88	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
20	130	82	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
21	210	79	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
22	309	85	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
23	215	82	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
24	204	65	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
25	75	88	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	
26	10	88	esposta	<3	assente	r	P-S	umida	molto	

**Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Dore S - Rilevamento strutturale 2019-2020 fronte Nordovest F1 320-330/70°-80°**

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G..s.	Acqua	Alterazione	Note
1	335	88	esposta	3-10	assente	r	P-S	asciutta	media	
2	160	88	esposta	3-10	assente	r	P-S	asciutta	media	
3	115	64	>5	<3	HF	r	U-P	asciutta	poco	
4	12	56	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	poco	
5	280	58	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	poco	
6	255	80	>5	3	HF	dr	U-P	umida	media	
7	235	55	>5	3	HF	dr	U-P	umida	media	
8	118	80	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
9	182	68	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
10	330	50	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
11	340	60	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
12	340	88	esposta	3-10	assente	r	P	asciutta	poco	
13	342	88	esposta	3-10	assente	r	P	asciutta	poco	
14	255	70	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
15	320	56	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
16	355	80	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
17	16	50	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
18	285	75	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
19	20	46	esposta	<3	assente	r	U-S	asciutta	media	
20	170	52	>5	<3	HF	r	U	asciutta	media	
21	300	88	>5	<3	HF	r	U-S	asciutta	molto	
22	260	88	>5	3-10	HF	dr	P	asciutta	media	
23	75	88	>5	3-10	HF	dr	P	asciutta	media	
24	20	88	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
25	5	65	esposta	3	assente	r	U	umida	media	
26	260	75	esposta	3	assente	dr-r	U	umida	media	
27	65	82	>5	3	HF	dr-r	U	umida	media	
28	182	88	esposta	3-10	assente	dr-r	P	umida	media	
29	330	45	esposta	<3	assente	dr-r	P	umida	media	
30	65	65	>5	3	HF	r	U-P	umida	media	
31	235	85	>5	3	HF	r	U-P	umida	media	
32	110	88	>5	3	HF	r	U-P	umida	media	
33	75	88	>5	3	HF	r	U-P	umida	media	
34	175	88	>5	3	HF	r	U	umida	media	
35	345	88	>5	3	HF	r	U	umida	media	
36	355	56	>5	<3	HF	r	U-S	umida	molto	
37	285	50	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
38	205	58	esposta	<3	assente	r	U-S	asciutta	media	
39	130	80	esposta	<3	assente	r	U-S	asciutta	media	
40	252	86	>5	3	HF	r	U-P	asciutta	media	
41	40	60	>5	3	HF	r	U-P	asciutta	media	
42	120	88	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
43	325	88	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
44	230	70	esposta	3	assente	r	U-S	asciutta	media	
45	342	60	>5	3	HF	r	P	umida	molto	
46	280	62	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	media	
47	42	75	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	media	
48	330	70	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	media	
49	113	65	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	media	
50	260	72	esposta	<3	assente	r	U	asciutta	media	
51	265	74	>5	3	HF	r	U	asciutta	media	
52	215	85	>5	3-10	HF	r	U	asciutta	media	
53	45	74	>5	<3	HF	r	U	asciutta	media	
54	140	74	>5	<3	HF	r	P	asciutta	media	
55	274	44	>5	<3	HF	r	P	asciutta	media	
56	130	88	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
57	38	88	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
58	242	68	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
59	30	76	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	media	
60	132	88	>5	<3	HF	r	P	asciutta	media	
61	15	52	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
62	312	76	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
63	35	70	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
64	265	62	esposta	3	assente	r	P-S	asciutta	media	
65	135	56	esposta	3	assente	dr-r	P	asciutta	media	
66	342	9	>5	3	HF	r	U-P	asciutta	media	

## Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Dore S - Rilevamento strutturale 2020 fronte Nordovest F1 320-330/70°-80°

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	Acqua	Alterazione	Note
67	260	80	esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
68	255	78	esposta	3	assente	r	P	asciutta	media	
69	360	88	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
70	355	88	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
71	28	84	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
72	300	88	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
73	220	78	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
74	235	42	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
75	210	55	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
76	305	88	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
77	65	80	>5	<3	SF	r	P	asciutta	media	
78	300	70	esposta	3-10	assente	dr	P	asciutta	media	
79	240	88	>5	3	SF	dr	P	asciutta	media	
80	325	40	esposta	3	SF	dr	P	asciutta	media	
81	72	88	>5	3	SF	dr	P	asciutta	media	
82	335	60	esposta->5	<3	assente-SF	dr	U	asciutta	media	
83	345	72	esposta->5	<3	assente-SF	dr	U	asciutta	media	
84	200	80	>5	3	SF	dr	U-P	asciutta	media	
85	100	80	>5	3	SF	dr	U-P	asciutta	media	
86	240	80	>5	3	SF	dr	U-P	asciutta	media	
87	345	65	>5	<3	SF	r	U	umida	medio alta	
88	170	85	>5	<3	SF	r	U	umida	medio alta	
89	300	85	>5	<3	SF	r	U	umida	medio alta	
90	210	60	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
91	40	80	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
92	185	82	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
93	275	88	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
94	155	75	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
95	65	75	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
96	210	85	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
97	215	75	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
98	212	86	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
99	345	80	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
100	60	85	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
101	315	65	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
102	350	65	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
103	258	82	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
104	150	88	>5	<3	SF-HF	r	U	umida	medio alta	
105	295	72	esposta	3-10	assente	r	P-S	asciutta	molto	
106	322	80	esposta	3-10	assente	r	P-S	asciutta	molto	
107	140	88	>5	3-10	SF	r	U	umida	molto	
108	148	80	>5	3-10	SF	r	U	umida	molto	
109	280	88	>5	3	SF	r	U	umida	molto	
110	230	70	0,1-1	<3	SF	dr	U-P	asciutta	media	
111	185	80	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	poco	
112	305	85	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	poco	
113	25	78	>5	3	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
114	198	65	>5	3	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
115	172	70	>5	3	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
116	265	85	esposta	<3	assente	r	U-P	asciutta	molto	
117	90	75	>5	<3	SF-HF	r	U-P	asciutta	molto	
118	305	74	>5	<3	SF-HF	dr	U	asciutta	molto	
119	165	70	>5	<3	SF-HF	dr	U	asciutta	molto	
120	180	72	>5	<3	HF	r	U	asciutta	molto	
121	268	70	esposta >5	<3	assente HF	dr	P	asciutta	media	
122	270	79	esposta >5	<3	assente HF	dr	P	asciutta	media	
123	165	85	esposta >5	<3	assente HF	r	U-P	asciutta	media	
124	306	80	esposta	3-10	assente	dr-r	U-S	asciutta	media	
125	210	75	>5	3-10	assente HF	r	U-S	asciutta	media	
126	135	88	esposta	3-10	assente	r	U-S	asciutta	media	
127	320	80	esposta	<3	assente	r	U-S	asciutta	media	
128	319	85	esposta	<3	assente	r	U-S	asciutta	media	
129	95	88	esposta	3	assente	r-dr	U	asciutta	media	
130	125	72	esposta	3	assente	r-dr	U	asciutta	media	
131	315	88	esposta	3	assente	r-dr	U	asciutta	media	
132	235	78	esposta	<3	assente	r	S	asciutta	media	
133	235	79	>5	3	SF-HF	dr	P	asciutta	poco	
134	240	80	>5	3	SF-HF	dr	P	asciutta	poco	
135	330	70								

Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale Ottobre 2022												
N.	Immersione e (°)	Inclinazione e (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.S.	Morf. G.S.	JRC p.s.	JRC G.S.	Acqua	Alterazione	Note
Gradone alto dei 200 m slm 300°/75°												
1	10	82	3	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	30/3	asciutta	media	
2	130	88	3	exp >5	ass-SF/HF	r	S	12-14	30/3	asciutta	molto	
3	340	40	<3	exp	ass	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
4	225	70	3	>5	SF/HF	dr	P	0-2	10/3	asciutta	poco	
5	305	68	3	ex	ass	r	U-S	12-14	10/3	asciutta	poco	
6	175	70	<3	0.1-5	ass-SF/HF	r	U-P	6-8	5/3	asciutta	poco	
7	115	85	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	media	
8	195	80	<3	0.1-5	ass-SF	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	poco	
9	50	88	3	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	poco	
10	210	60	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	poco	
11	220	88	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
12	60	80	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
13	125	78	3	exp	ass	r	U-S	10-12	10/3	asciutta	media	
14	108	45	3	exp	ass	r	U-S	10-12	10/3	asciutta	media	
15	140	80	3	exp	ass	r	U-S	10-12	10/3	asciutta	media	
16	320	36	3	>5	SF/HF	r	U-S	14-16	30/3	asciutta	media	
17	78	68	3-10	>5	SF/HF	r	U-S	12-14	30/3	asciutta	media	fascia di 2-3 exp
18	90	76	3-10	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	media	
19	80	70	3-10	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	media	
20	88	88	3-10	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	media	
21	328	43	<3	exp	ass	r	P-S	10-12	10/3	asciutta	media	
22	185	70	3-10	>5	SF/HF	dr	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
23	206	68	3	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	5/3	asciutta	poco	
24	10	88	3	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	10/3	asciutta	molto	
25	275	78	3-10	>5	SF/HF	dr-r	U-P	6-8	20/3	asciutta	poco	
26	210	78	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	20/3	asciutta	media	
27	310	83	3	exp	ass	r	U-P	10-12	20/3	asciutta	media	
28	195	74	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	20/3	asciutta	media	
29	276	60	<3	exp	ass	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	ass	
30	355	10	<3	exp	ass	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	ass	
31	262	70	10-20	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	20/3	asciutta	poco	
32	178	74	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	20/3	asciutta	media	formano diedri rimovibili
33	125	88	<3	exp	ass	r	S	10-12	20/3	asciutta	ass	
34	115	85	3	exp	ass	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	poco	
35	12	70	3	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
36	28	78	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	20/3	asciutta	media	
37	178	75	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	10-12	20/3	asciutta	media	
38	225	68	>20	>5	SF/HF	dr	P	2-4	1/3	asciutta	ass	frattura molto persistente
39	315	82	3-10	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	ass	
40	6	210	>5	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	ass	fascia di 5-6 fratture
41	245	80	3-10	>5	SF/HF	r	U-S	8-10	20/3	asciutta	molto	
42	310	75	<3	exp	ass	r	U-S	12-14	20/3	asciutta	ass	
43	230	78	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
44	228	85	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
45	206	88	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
46	195	80	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
47	195	60	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
48	318	36	<3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
49	80	65	<3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	ass	
50	115	85	3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	ass	
51	80	65	<3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	ass	
52	350	74	3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	ass	
53	320	62	3	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	molto	
54	305	88	3	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	molto	
55	280	80	<3	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	molto	
56	282	42	10-20	exp	ass	r	U-P	8-10	10/3	asciutta	ass	
57	175	78	10-20	>5	SF/HF	dr-r	U-P	4-6	20/3	asciutta	media	
58	160	78	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	6-8	20/3	asciutta	molto	
59	212	55	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	8-10	20/3	asciutta	media	fascia finimentosa
60	228	40	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	8-10	20/3	asciutta	media	
61	300	65	<3	exp	ass	r	U-S	12-14	20/3	asciutta	molto	
62	305	58	<3	exp	ass	r	U-S	12-14	20/3	asciutta	molto	
63	330	75	<3	exp	ass	r	U-S	12-14	20/3	asciutta	molto	
64	285	58	3-10	exp	ass	r	U-S	18-20	30/3	asciutta	poco	ampie superfici
65	285	70	3-10	exp	ass	r	U-S	18-20	30/3	asciutta	poco	
66	280	88	3-10	exp	ass	r	U-S	18-20	30/3	asciutta	poco	
67	162	72	3-10	>5	SF/HF	dr-r	U-P	4-6	10/3	asciutta	poco	
68	208	68	3-10	>5	SF/HF	dr-r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
69	150	62	3-10	>5	SF/HF	dr-r	U-P	2-4	10/3	asciutta	poco	
70	296	78	3-10	>5	SF/HF	dr-r	U-P	2-4	10/3	asciutta	poco	
71	290	88	<3	exp	ass	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	ass	
72	335	42	<3	exp	ass	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	ass	
73	120	80	<3	exp	ass	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	poco	
74	215	46	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	media	
75	168	46	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	media	
76	262	62	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	media	
77	270	70	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	media	
78	252	75	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	poco	
79	205	70	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	poco	
80	246	66	<3	exp	ass	r	U-S	4-6	20/3	asciutta	media	
81	270	60	<3	exp	ass	r	U-S	4-6	20/3	asciutta	media	
82	302	76	3	exp	ass	r	U-P	2-4	10/3	umida	molto	
83	285	68	3	exp	ass	r	U-P	4-6	10/3	umida	molto	
84	320	76	3	exp	ass	r	U-P	4-6	10/3	umida	molto	
85	226	58	10-20	>5	SF/HF	dr-r	P-U	2-4	10/3	umida	molto	
86	215	60	10-20	>5	SF/HF	r	P-U	4-6	10/3	goccicante	media	
87	140	88	3-10	>5	SF/HF	r	U-P	4-6	10/3	asciutta	media	
88	320	84	3-10	exp	ass	r	U-P	4-6	20/3	asciutta	poco	
89	240	55	3-10	exp	ass	r	U-P	4-6	20/3	asciutta	poco	
90	252	58	3-10	exp	ass	r	U-P	4-6	20/3	asciutta	poco	
91	145	75	10-20	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	umida	media	
92	168	62	10-20	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	molto	
93	275	75	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	molto	
94	255	88	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	molto	

Gradone intermedio 187 m slm 190°/65°												
95	244	68	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	20/3	asciutta	poco	
96	195	55	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	20/3	asciutta	poco	
97	142	58	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	20/3	asciutta	poco	
98	212	74	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	poco	
99	120	70	3-10	>5	SF/HF	r	S	4-6	20/3	asciutta	media	
100	245	78	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	poco	
101	158	68	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	poco	
102	208	58	10-20	exp	ass	dr	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
103	105	68	10-20	>5	HF/SF	r	P-U	8-10	10/3	asciutta	poco	
104	152	62	10-20	>5	HF/SF	r	P-U	8-10	10/3	asciutta	poco	
105	152	56	10-20	>5	HF/SF	r	P-U	8-10	10/3	asciutta	poco	
106	222	72	10-20	>5	SF/HF	dr-r	P-S	2-4	10/3	asciutta	poco	
107	143	74	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	poco	
108	125	48	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	poco	
109	147	76	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	poco	
110	156	68	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	poco	
111	240	74	10-20	>5	SF/HF	r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
112	225	70	3-10	exp	ass	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
113	170	74	3-10	exp	ass	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
114	105	65	<3	exp	ass	r	P	6-8	5/3	asciutta	media	
115	160	70	10-20	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
Gradone intermedio 187 m slm 200°/70°												
116	215	88	3-10	exp	ass	r	P-S	4-6	20/3	asciutta	poco	
117	325	80	10-20	exp	ass	r	P-S	4-6	20/3	asciutta	poco	
118	310	80	10-20	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	media	
119	270	84	10-20	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	media	
120	208	55	3	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
121	120	88	3-10	exp	ass	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	poco	
122	270	65	3-10	exp	ass	r	U-S	6-8	20/3	asciutta	poco	
123	190	62	3-10	exp	ass	r	P-S	2-4	10/3	asciutta	poco	
124	163	53	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	4-6	10/3	asciutta	poco	
125	145	88	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	2-4	10/3	asciutta	media	
126	170	70	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	2-4	10/3	asciutta	media	
127	220	65	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	poco	
128	155	73	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	20/3	asciutta	poco	
129	208	70	3-10	exp	ass	r	U-S	8-10	20/3	asciutta	poco	
130	280	52	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
131	270	80	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
132	230	80	3-10	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
133	355	88	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	media	
134	266	80	3-10	exp	ass	r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
135	22	25	<3	>5	SF/HF	r	P-S	6-5	5/3	asciutta	stratig	
136	22	26	<3	>5	SF/HF	r	P-S	6-5	5/3	asciutta	media	
137	32	20	<3	>5	SF/HF	r	P-S	6-5	5/3	asciutta	media	
138	32	30	<3	>5	SF/HF	r	P-S	6-5	5/3	asciutta	media	
139	32	30	<3	>5	SF/HF	r	P-S	6-5	5/3	asciutta	media	
140	250	32	3	exp	ass	r	P-U	8-8	5/3	asciutta	media	
141	188	72	3-10	>5	SF/HF	r	P	6-8	5/3	asciutta	media	
142	181	72	3-10	exp	ass	r	P-S	8-10	5/3	asciutta	media	
143	235	73	3	exp	ass	r	P	8-10	20/3	asciutta	media	
Gradone intermedio												
144	175	68	>20	>5	SF/HF	r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
145	180	75	>20	>5	SF/HF	r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
146	250	62	>20	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
147	255	75	>20	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
148	258	70	>20	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
149	248	68	>20	>5	SF/HF	dr-r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
150	148	68	>20	>5	SF/HF	r	U-S	12-14	30/3	asciutta	media	
151	83	76	3	exp	ass	r	S	12-14	30/3	asciutta	media	
152	88	75	3	exp	ass	r	S	12-14	30/3	asciutta	media	
153	172	10-20	>5	CF/HF	r	P-S	10-12	6/3	asciutta	media		
154	168	72	10-20	>5	CF/HF	r	P-S	10-12	6/3	asciutta	media	
155	322	42	<3	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	media	
156	335	38	<3	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	media	
157	8	30	<3	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	media	
158	156	35	<3	exp	ass	r	P	6-8	10/3	asciutta	media	
159	255	68	3-10	exp	ass	r	P-S	8-10	10/3	asciutta	media	
160	265	76	3-10	exp	ass	r	P-S	8-10	20/3	asciutta	media	
161	170	72	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	12-14	30/3	asciutta	media	
162	315	70	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	12-14	30/3	asciutta	media	
163	151	82	10-20	>5	SF/HF	r	U-S	8-10	30/3	asciutta	media	
164	115	42	3-10	>5	SF/HF	r	P-U	6-8	30/3	asciutta	media	
165	83	88	10-20	exp	ass	r	P-S	10-12	20/3	asciutta	media	
166	260	88	10-20	exp	ass	r	P-S	10-12	20/3	asciutta	media	
167	335	30	3-10	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
168	178	72	10-20	>5	SF/HF	r	P	6-8	5/3	asciutta	media	
169	225	42	3-10	>5	SF/HF	r	P	6-8	5/3	asciutta	media	
170	152	40	>5	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
171	152	78	10-20	>5	SF/HF	dr-r	P	2-4	5/3	asciutta	media	
172	45	80	3	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
173	260	45	3-10	exp	ass	r	S-U	6-8	30/3	asciutta	media	
174	315	68	3-10	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
175	155	70	3-10	exp	ass	r	U-S	6-10	20/3	asciutta	media	
176	189	73	>20	>5	SF/HF	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
177	100	86	exp	ass	dr	P	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
178	235	82	3	exp	ass	r	P	6-8	10/3	asciutta	media	
179	238	76	3-10	exp	ass	r	U-P	6-8	10/3	asciutta	media	
180	150	52	3-10	>5	SF/HF	dr-r	P-U	4-6	5/3	asciutta	media	
181	40	85	<3	exp	SF/HF	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	media	
182	135	80	<3	exp	ass	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	media	
183	268	80	<3	exp	ass	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	media	
184	235	85	<3	exp	ass	r	U-P	4-6	5/3	asciutta	media	
185	150	82	3-10	>5	ass	dr-r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
186	148	70	3-10	>5	ass	dr-r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
187	63	46	3	0-1-1	SF-SS	dr-r	P	2-4	5/3	asciutta	poco	
188	305	80	3-10	>5	SF/HF	dr-r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
189	312	88	3-10	>5	SF/HF	dr-r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
190	142	70	10-20	>5	SF/HF	r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
191	145	82	10-20	>5	SF/HF	r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
192	290	75	3-10	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
193	250	65	3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
194	240	64	3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
195	115	78	3-10	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
196	215	70	3	exp	ass	r	U-S	6-8	10/3	asciutta	poco	
197	200	68	<3	exp	ass	r	P	4-6	5/3	asciutta	poco	
198	56	80	3	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
199	270	88	3	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
200	234	80	3	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
201	285	84	3	exp	ass	r	P-S	6-8	20/3	asciutta	media	
202	180	72	3	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
203	135	88	3	>5	SF/HF	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
204	270	70	3-10	exp	ass	r	P-S	6-8	10/3	asciutta	media	
205	205	75	3-10	>5	SF/HF	dr-r	P-S	4-6	5/3	asciutta	poco	
206	340	68	3-10	>5	SF/HF	dr-r	P-S	4-6	5/3	asciutta	poco	
207	290	88	3-10	exp	ass	dr-r	P-S	4-6	5/3	asciutta	poco	
208	305	88	3-10	exp	ass	dr-r	P-S	4-6	5/3	asciutta	poco	



## Miniera Sa Pigada Bianca cantiere Casiddu - Rilevamento strutturale 2023

N.	Immersione (°)	Inclinazione (°)	Apertura (mm)	Persistenza (mt)	Riempimento	Morf. P.s.	Morf. G.s.	JRC p.s.	JRC G.s.	Acqua	Alterazione	Note
	Gradone aito 15°/80°											
1	178	88	>5	3	SF-HF	r	P	6-8	10/3	no	media	
2	278	80	exp	<3	ass	r	U-P	8-10	20/3	no	media	
3	55	70	exp	<3	ass	r	U-P	8-10	20/3	no	media	
4	76	76	>5	<3	SF-HF	r	P	4-10	10/3	no	media	
5	360	6	exp	<3	ass	dr-r	P	2-4	5/3	no	poco	
6	280	12	exp	<3	ass	dr-r	P	4-6	5/3	no	media	
7	150	84	>5	3-10	SF-HF	dr-r	P	4-6	5/3	no	media	
8	32	70	>5	3	ass	r	P	8-10	10/3	no	molto	
9	78	35	>5	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
10	240	22	>5	<3	SF-HF	dr-r	P-S	4-6	5/3	no	media	
11	245	76	>5	<3	SF-HF	dr-r	P	4-6	5/3	no	media	
12	330	88	>5	<3	SF-HF	dr-r	P	4-6	5/3	no	media	
13	30	80	>5	<3	SF-HF	dr-r	P	4-6	5/3	no	media	
14	199	72	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
15	160	80	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
16	330	70	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
17	200	80	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
18	65	78	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
19	28	88	>5	<3	SF-HF	r	S	6-8	10/3	no	media	
20	270	88	>5	3-10	SF-HF	r	S	8-10	10/3	no	media	
21	305	88	>5	3	SF-HF	r	P	6-8	10/3	no	media	
22	275	88	>5	3-10	SF-HF	dr-r	P-S	4-6	5/3	no	media	
23	210	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
24	75	88	>5	3-10	SF-HF	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
25	175	85	>5	<3	SF-HF	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
26	348	78	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
27	100	87	>5	3-10	SF-HF	dr	P	2-4	5/10	no	poco-media	
28	360	88	exp	3	ass	r	P-S	4-6	10/10	no	poco-media	
29	272	72	>5	3-10	SF-HF	r	P-S	6-8	10/10	no	media	
30	190	87	exp	3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
31	350	76	exp	3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
32	320	88	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
33	212	82	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	media	
34	102	73	exp	<3	ass	r	S-U	8-10	10/3	no	media	
35	80	78	exp	<3	ass	r	S-U	8-10	10/3	no	media	
36	85	88	>5	3	ass	r	P-U	6-8	5/3	no	media	
37	205	88	exp	<3	SF-HF	r	U-P	8-10	10/3	no	molto	
38	125	70	exp	<3	ass	r	P	4-6	5/3	no	poco	
39	238	80	>5	3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
40	330	88	exp	3	ass	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
41	290	88	>5	3-10	SF-HF	dr	P	2-4	5/10	no	poco-media	
42	180	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
43	175	85	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
44	170	70	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
45	232	70	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
46	340	62	exp	3	ass	r	P	8-10	5/3	no	media	
47	230	82	exp	3	ass	r	P-S	8-10	5/3	no	media	
48	112	80	>5	3-10	SF-HF	dr-se	P-U	2-4	5/10	no	poco-media	
49	298	88	>5	3-10	SF-HF	dr-se	P	0.2	5/10	no	poco	
50	200	88	exp	<3	ass	r	P-S	4-6	5/3	no	poco	
51	232	88	exp	<3	ass	r	P-S	4-6	5/3	no	poco	
52	141	84	>5	3-10	SF-HF	dr-r	U-P	4-6	10/3	no	poco-media	
53	196	88	exp	3	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
54	81	78	exp	3	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
55	215	85	exp	3-10	ass	dr-r	U-P	6-8	5/3	no	media	
56	145	70	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
57	45	70	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
58	220	80	exp	3-10	ass	dr-r	U-P	6-8	5/3	no	media	
59	305	38	exp	3	ass	r	P	8-10	5/3	no	media	
60	125	66	>5	<3	SF-HF	r	P-S	6-8	5/3	no	media	
61	232	88	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
62	350	88	>5	3-10	SF-HF	r	U	6-8	20/3	no	media	
63	348	88	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
64	80	88	>5	<3	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
65	345	60	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
66	332	60	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
67	350	80	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
68	240	70	exp	<3	ass	r	U-S	8-10	10/3	no	media	
69	61	88	exp	3	ass	dr	P	2-4	5/3	no	poco	
70	308	85	exp	<3	ass	r	P-U	6-8	5/3	no	poco	
71	338	88	exp	<3	ass	r	P-U	6-8	5/3	no	poco	
72	235	80	>5	<3	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	poco-media	
73	345	75	>5	<3	SF-HF	r	U-S	8-10	10/3	no	molto	
74	215	80	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	molto	
75	180	75	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	molto	
76	240	82	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	molto	
77	332	88	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	molto	
78	30	88	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	molto	
79	115	75	exp	<3	ass	dr	P	4-6	5/3	no	media	
80	50	88	exp	3	ass	dr-r	P	2-4	5/3	no	poco-media	
81	180	84	exp	3	ass	r	P	6-8	0.5/3	no	media	
82	55	72	exp	<3	ass	r	P-S	10-12	10/3	no	media	
83	280	80	exp	<3	ass	r	P-S	10-12	10/3	no	media	
84	35	85	0.1-0.5	<3	SF-HF	r	P-U	4-6	0.5/3	no	media	
85	145	85	exp	<3	ass	r	P-S	10-12	10/3	no	molto	
86	75	72	>5	3	SF-HF	dr	P	4-6	0.5/3	no	poco	
87	153	76	0.1->5	3-10	SF-HF	dr	P	4-6	0.5/3	no	media	
88	42	12	0.1-1	3	ass-SF/HF	dr	P	4-6	0.5/3	no	media	
89	268	85	0.1->5	3	ass-SF/HF	dr	P	4-6	0.5/3	no	media	
90	185	85	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
91	195	85	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
92	352	80	exp	<3	ass	dr-r	P	4-6	0.5/3	no	media	
93	322	40	>5	<3	ass-SF/HF	r	U-P	4-6	10/3	no	poco	
94	62	88	>5	<3	SF-HF	dr	P	2-4	0.5/3	no	poco	
95	345	65	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
96	170	85	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
97	88	88	>5	3	SF-HF	dr	P	2-4	0.5/3	no	poco	
98	25	87	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
99	310	80	>5	3-10	ass-SF/HF	dr-r	U-P	6-8	10/3	no	poco	
100	60	88	>5	3-10	ass-SF/HF	dr	P	4-6	0.5/3	no	poco	

101	80	80	>5	3-10	ass-SF/HF	dr	P-S	2-4	0,5/3	no	poco	
102	312	70	>5	3-10	ass-SF/HF	r	P-U	4-6	10/3	no	media	
103	295	85	0,1->5	3-10	ass-SF/HF	dr	U-P	4-6	10/3	no	poco	
104	86	85	0,1->5	10-20	ass-SF/HF	r	U-P	4-6	10/3	no	poco	
105	45	85	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	poco	
106	25	84	exp	<3	ass	dr-r	P-S	4-6	0,5/3	no	poco	
107	175	88	>5	<3	SF-HF	r	P-S	8-10	0,5/3	no	media	
108	342	70	>5	3-10	SF-HF	dr	P-S	4-6	0,5/3	no	poco	
109	5	80	>5	10-20	SF-HF	dr	P-S	4-6	0,5/3	no	poco	
110	300	85	exp	<3	ass	dr-r	U-P	4-6	10/3	no	poco	
111	2	86	exp	<3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	poco	
112	90	75	>5	3-10	SF-HF	r	P-S	8-10	10/3	no	poco	
113	185	62	exp	<3	ass	r	P-S	8-10	10/3	no	poco	
114	275	83	>5	10-20	SF-HF	dr	P	2-4	0,5/3	no	poco	
115	20	85	exp	3	ass	r	P-S	6-8	10/3	no	poco	
116	85	65	0,1->5	3-10	SF-HF	r	P-S	6-8	10/3	no	media	
117	166	24	>5	<3	SF-HF	r	U-S	6-8	10/3	no	media	
118	275	88	>5	10-20	SF-HF	dr	P	2-4	0,5/3	no	poco	
119	225	75	exp	3-10	ass	dr	P	2-4	0,5/3	no	poco	
120	205	78	exp	3-10	ass	dr	P-U	2-4	0,5/3	no	poco	
121	326	70	0,1->5	3-10	ass-SF/HF	dr-r	U-P	6-8	10/3	no	poco	
122	155	72	0,1->5	3	SF-HF	r	U-P	6-8	0,3/3	no	poco	
123	118	75	0,1-1	3	ass	r	U-P	6-8	0,1/3	no	poco	
124	11	75	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,2/3	no	poco	
125	42	72	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,2/3	no	poco	
126	155	80	>5	3-10	SF-HF	r	P-S	6-8	0,1/3	no	media	
127	30	88	exp	<3	ass-SF/HF	r	P-S	8-10	0,2/3	no	media	
128	285	88	>5	3-10	SF-HF	r	U-S	8-10	0,3/3	no	molto	
129	275	80	>5	3	SF-HF	r	U-S	6-8	0,1/3	no	media	
130	105	88	>5	3	SF-HF	r	U-P	8-10	0,3/3	no	media	
131	125	75	>5	3	SF-HF	dr	U-P	6-8	0,1/3	no	media	
132	295	86	0,1->5	10-20	ass-SF/HF	dr-sl	P	0-2	0,5/10	no	poco	
133	177	86	exp	3	ass	dr-r	P-U	4-6	0,5/10	no	poco	
134	306	70	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,1/3	no	poco	
135	270	60	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,1/3	no	poco	
136	188	64	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,1/3	no	poco	
137	155	68	exp	<3	ass	r	P	8-10	0,1/3	no	media	
138	70	75	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,1/3	no	media	
139	135	56	>5	3	SF-HF	r	P	6-8	0,1/3	no	media	
140	295	85	0,1->5	3-10	ass-SF/HF	dr-r	P	4-6	0,1/3	no	poco	
141	12	45	exp	<3	ass	r	P-U	8-10	0,3/3	no	poco	
142	185	80	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,1/3	no	poco	
143	110	70	0,1->5	3-10	ass-SF/HF	r	P-S	6-8	0,3/3	no	poco	
144	85	42	0,1->5	3-10	ass-SF/HF	r	P-S	6-8	0,3/3	no	poco	
145	15	75	exp	3	ass	r	P-S	6-8	0,3/3	no	poco	
146	125	70	>5	3-10	SF-HF	dr	P-S	4-6	0,3/3	no	poco	
147	90	75	>5	3-10	SF-HF	r	U-P	6-8	0,3/3	no	media	
148	48	76	exp	3	ass	r	U	6-8	0,3/3	no	media	
149	225	70	>5	3-10	SF-HF	dr	P	2-4	0,2/3	no	poco	
150	115	84	0,1->5	3-10	SF-HF	dr	P	2-4	0,2/3	no	poco	
151	209	86	exp	<3	ass	r	P	4-6	0,1/3	no	media	
152	170	75	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,2/3	no	media	
153	310	65	exp	<3	ass	r	P	8-10	0,3/3	no	media	
154	145	74	exp	<3	ass	r	P	8-10	0,3/3	no	media	
155	70	60	exp	3	ass	r	P	8-10	0,3/3	no	media	
156	100	72	exp	3	ass	r	P-U	6-8	0,3/3	no	molto	
157	285	85	exp	3	ass	r	P-U	6-8	0,3/3	no	molto	
158	195	70	exp	3	ass	r	P-U	6-8	0,3/3	no	molto	
159	258	80	exp	3	ass	r	P-U	6-8	0,3/3	no	molto	
160	210	78	exp	3	ass	r	U	4-6	0,3/3	no	molto	
161	315	80	>5	3-10	SF-HF	dr	P	4-6	0,1/3	no	poco	
162	322	88	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,2/3	no	media	
163	65	88	exp	<3	ass	r	P	6-8	0,2/3	no	media	
164	26	88	exp	10-20	ass	dr	P-U	4-6	0,4/3	no	poco	
165	285	75	>5	3-10	ass-SF/HF	dr	P-U	4-6	0,4/3	no	poco	
166	45	87	exp	3	ass	r	P-S	8-10	0,4/3	no	poco	
167	220	88	exp	10-20	ass	dr	P	4-6	0,1/3	no	poco	
168	35	88	exp	10-20	ass	dr	P	4-6	0,3/3	no	media	
169	248	72	exp	3-10	ass	dr	P	4-6	0,1/3	no	poco	
170	340	88	exp	3-10	ass	r	P	8-10	0,6/3	no	media	
171												

## **ALLEGATO IV**

Tabella di sintesi dei parametri geotecnici ottenuti dalle prove di laboratorio sui campioni indisturbati del cantiere *Casiddu* eseguiti nell'anno 2014 CGT (estratti)

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

DETERMINAZIONE	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	LR	Peso di volume	Gs	TX CU		ELL
N.	N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%		kN/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	c' (kPa)	Φ' (°)	kPa
1	SPB Casiddu	1	11.0	0.6	11.4	66.2	21.8	42.3	87.7*	52.6	35.1	17.8 18.7 19.0	16.8	2.78	131	28	704
	Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)																
	Data: 27/1/2014 Verbale accettazione: 303																
	* Impastato per 72 ore																

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

DETERMINAZIONE	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	LR	Peso di volume	Gs	TX CU		ELL
N.	N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%		kN/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	c'	Φ'	kPa
1	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	0.0	5.1	64.9	30.0	43.9	93.9	54.2	39.7	18.5 18.3 18.7	17.0	2.81	289.2	26.5	978.6
2	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	-	-	-	-	-	92.5	54.4	38.1	-	-	-	-	-	-
3	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	-	-	-	-	-	98.2	54.5	43.7	-	-	-	-	-	-
Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)																	
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: 303																	

## **ALLEGATO IV**

Certificati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati  
del cantiere *Casiddu* nell'anno 2014 CGT



**Committente:**

**Argillitti S.r.l.**

**CONSULENZA GEOTECNICA SU PROVE DI LABORATORIO**

**Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)**

Verbale di Accettazione: **303**

Il Responsabile del Laboratorio  
Dr.ssa Assunta Sfalanga



Il Direttore del Laboratorio  
Prof. Luigi Carmignani



San Giovanni Valdarno (AR), 27 settembre 2014



## ARGILLITTI S.r.l.

### TABELLA RIASSUNTIVA

DETERMINAZIONE	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	LR	Peso di volume	Gs	TX CU		ELL
N.	N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%		kN/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	c' (kPa)	Φ' (°)	kPa
1	SPB Casiddu	1	11.0	0.6	11.4	66.2	21.8	42.3	87.7*	52.6	35.1	17.8 18.7 19.0	16.8	2.78	131	28	704
	Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)																
	Data: 27/11/2014 Verbale accettazione: 303																
	*Impastato per 72 ore																

## **DESCRIZIONE E RIPRESA FOTOGRAFICA DELLA CAMPIONE CUBICO**

**Committente:** Argillitti S.r.l.

**Cantiere/Località:** Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

**Sondaggio:** SPB Casiddu

**Campione:** 1

**Profondità prelievo:** 1° livello – 11.0 m

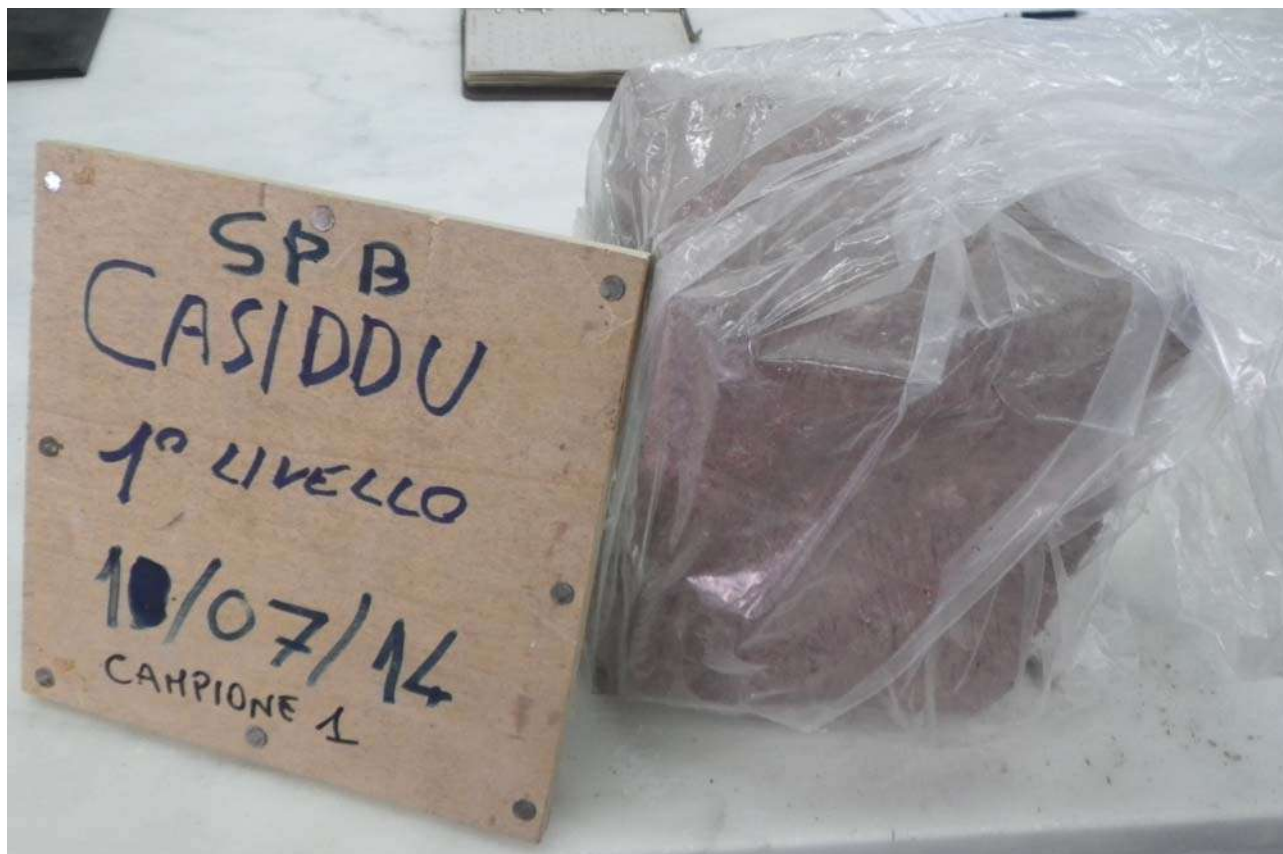
**Data prelievo:** 10/07/2014

**Data apertura:** 09/09/2014

**Verbale accettazione n° 303**

**Descrizione:** Limo argilloso sabbioso (*Raccomandazioni AGI 1977*).

Colore: HUE 2.5YR VALUE 5 CHROMA 4 – Weak red (*Munsell Soil Color Chart*)



### **Prove eseguite:**

Cont. Acqua <b>W</b>	<b>X</b>	Limite di Rit. <b>LR</b>	<b>X</b>	T. Diretto <b>TD</b>	-
Peso Volume <b>y</b>	<b>X</b>	Granulom. <b>Gr</b>	<b>X</b>	Triass. <b>TX UU</b>	-
Peso Specifico <b>Gs</b>	<b>X</b>	Compress. <b>ELL</b>	<b>X</b>	Triass. <b>TX CU</b>	<b>X</b>
Limiti Cons. <b>LL</b>	<b>X</b>	Edometria <b>Ed</b>	-	Triass. <b>TX CD</b>	-

**Committente** Argillitti S.r.l.  
**Cantiere** Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

**pagina 1 di 1**

## PESO SPECIFICO DEI GRANI

Data prova 15/09/2014

Data certificato 26/11/2014

Verb. Accettazione 303

N. certificato 5061/2014

Norma di riferimento ASTM D854

Sondaggio		Casiddu/Dore					
Campione		1	1				
Profondità	m	11	11				
Diametro massimo grani campione	mm	<4,75	<4,75				
Tempo di ebollizione	min	30,00	30,00				
Livello del vuoto	mm Hg	100,00	100,00				
Tempo applicazione vuoto	min	60,00	60,00				
N. picnometro	n	A	B				
Peso tara (picnometro + tappo)	g	442,07	444,22				
Peso campione secco + tara	g	492,51	494,50				
Peso campione secco	g	50,44	50,28				
Peso picnometro + acqua distill. alla temp. di prova T (°)	g	1150,46	1156,62				
Peso picnometro + acqua + campione secco	g	1200,90	1206,90				
Peso picnometro + acqua + campione	g	1182,78	1188,87				
Volume del campione	cm <sup>3</sup>	18,12	18,03				
Temperatura di prova T	°C	25,5	25,5				
Costante K		0,99871	0,99871				
<b>Peso specifico dei grani Gs</b>		<b>2,78</b>	<b>2,79</b>				

(°) ottenuto dalla curva di taratura del picnometro

**Note**

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

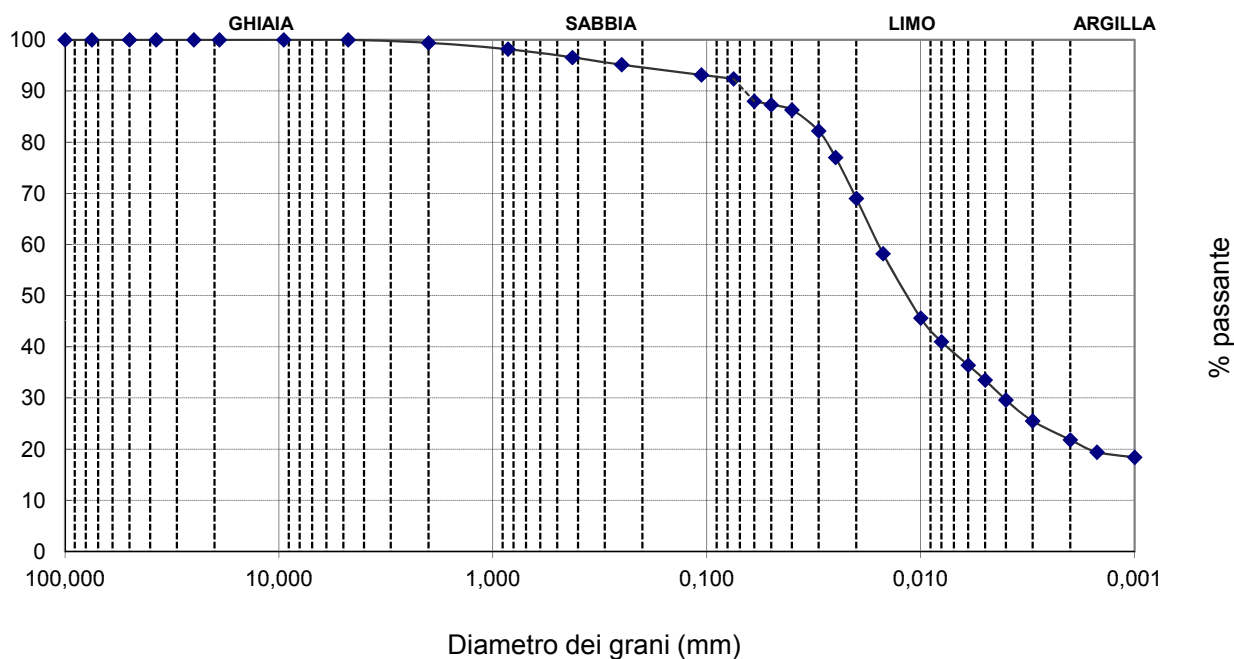
Data prova	16/09/2014
Data certificato	26/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5060/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 - E1617)

### Curva Granulometrica



### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	0,6
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	11,4
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	66,2
Argilla	( < 0,002 mm )	21,8

D10	< 0,001
D30	0,0041
D60	0,0158

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	26/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5060/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 - E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 176,25

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,00	0,0	100,0
No.10	2,000	1,05	0,6	99,4
No.20	0,850	2,12	1,8	98,2
No.40	0,425	2,92	3,5	96,5
No.60	0,250	2,47	4,9	95,1
No.140	0,106	3,51	6,8	93,2
No.200	0,075	1,36	7,6	92,4

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 27/11/2014 11.52.50

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 92.4 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	12,0	88,0
0,050	12,7	87,3
0,040	13,7	86,3
0,030	17,8	82,2
0,025	23,0	77,0
0,020	31,0	69,0
0,015	41,8	58,2
0,010	54,4	45,6
0,008	59,0	41,0
0,006	63,6	36,4
0,005	66,5	33,5
0,004	70,4	29,6
0,003	74,5	25,5
0,002	78,2	21,8
0,002	80,6	19,4
0,001	81,6	18,4

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



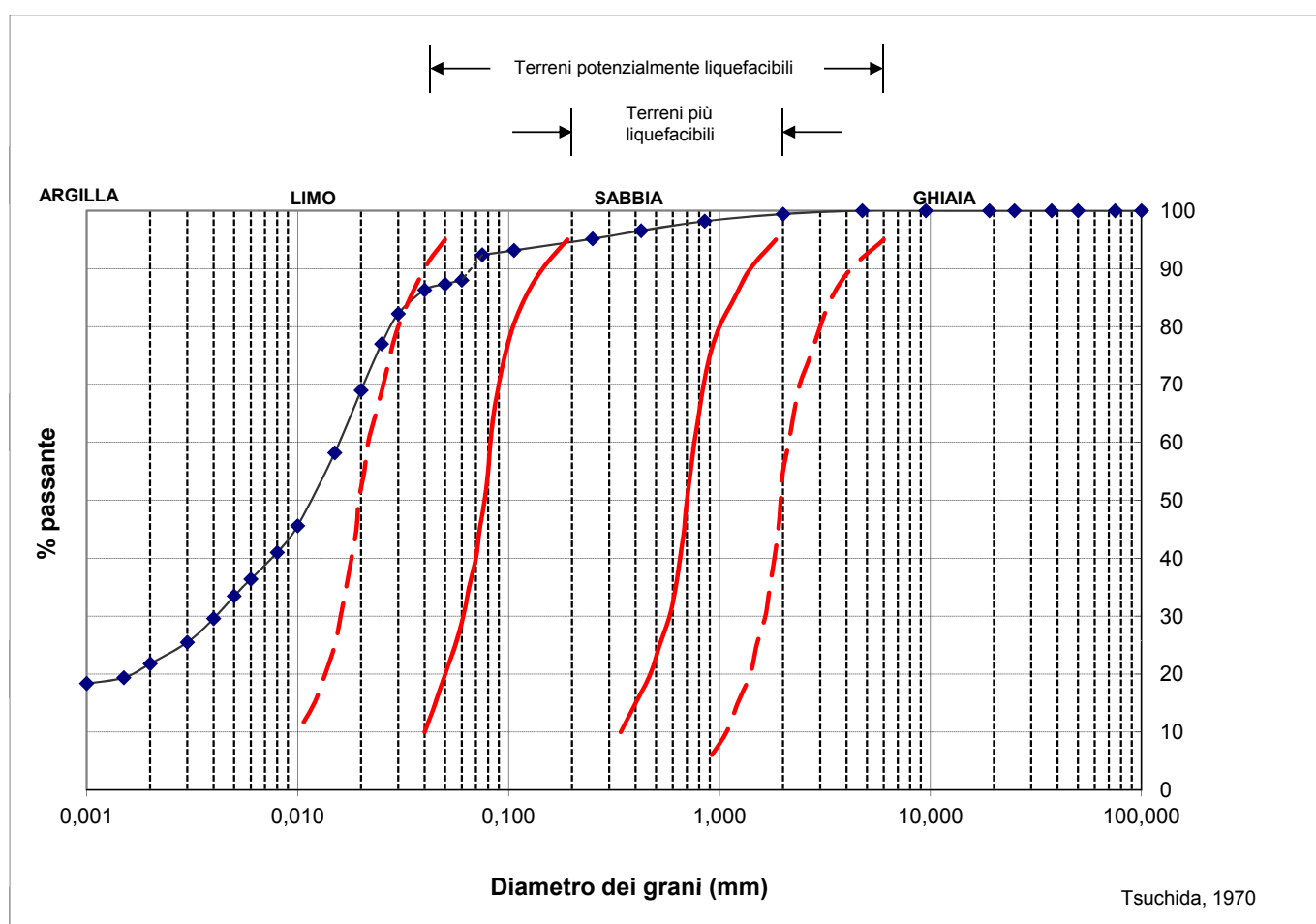
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	26/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5060/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



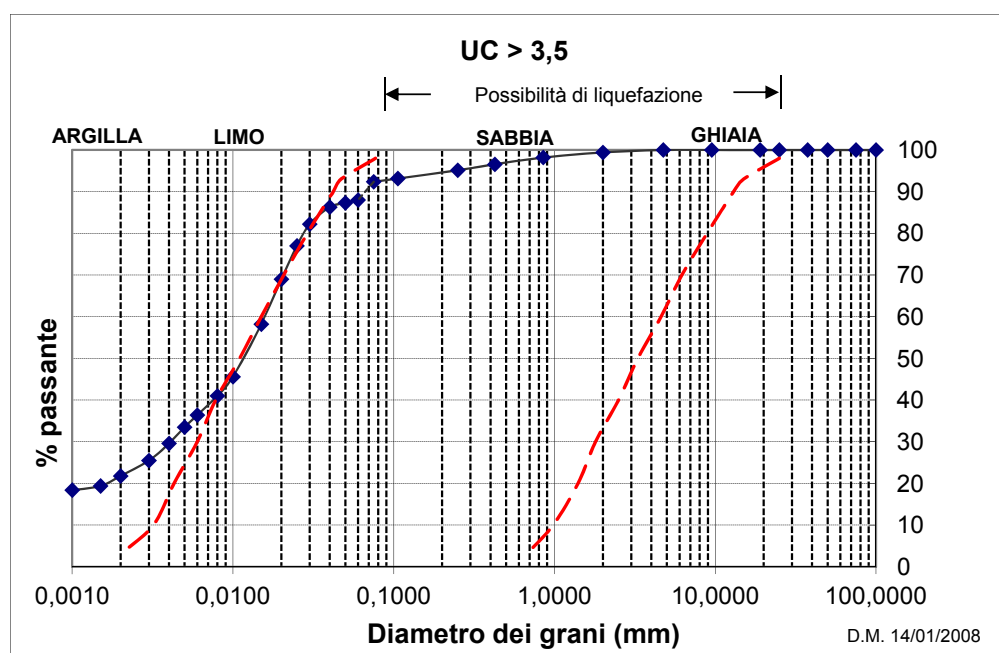
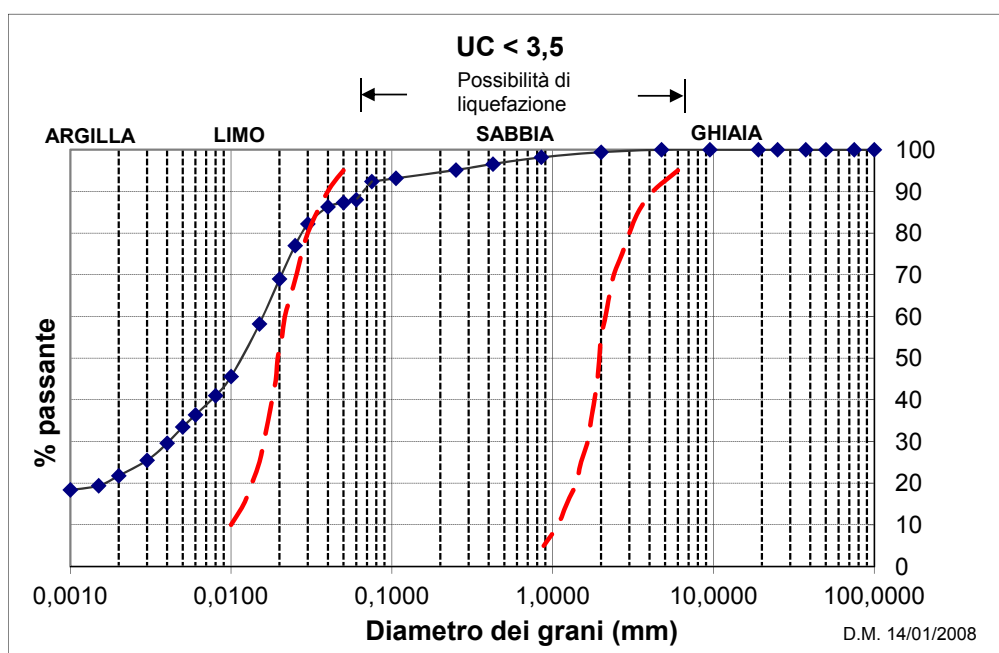
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	26/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5060/2014

Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore





Committente Argillitti S.r.l.  
 Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA Determinazione 3**

Norma di riferimento ASTM D4318

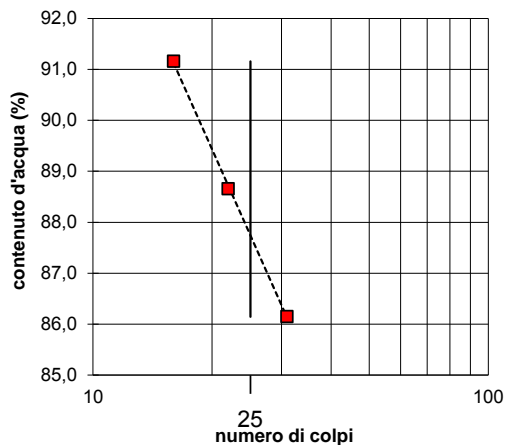
Data prova 16/09/12  
 Data certificato 27/11/14  
 Verb. Accettazione 303  
 N. Certificato 5064/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11.0 m

<b>Limite Liquido</b>			<b>87,7</b>
Numero tara	A11	B25	B30
Numero dei colpi	16	22	31
P. umido + tara	g 58,21	47,70	56,38
P. secco + tara	g 39,14	33,32	38,41
Peso tara	g 18,22	17,10	17,55
Peso umido	g 39,99	30,60	38,83
Peso secco	g 20,92	16,22	20,86
Contenuto d'acqua	% 91,16	88,66	86,15

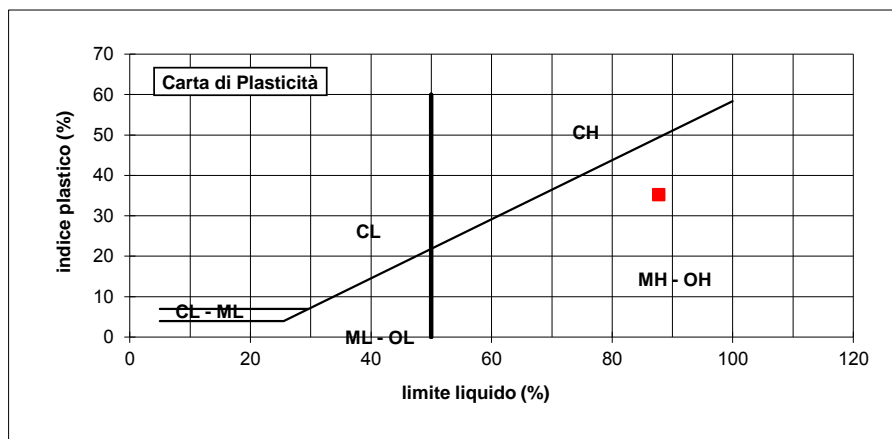
<b>Limite Plastico</b>		<b>52,6</b>
Numero tara	B26	B33
P. umido + tara	g 25,16	26,48
P. secco + tara	g 22,52	23,62
Peso tara	g 17,52	18,16
Peso umido	g 7,64	8,32
Peso secco	g 5,00	5,46
Contenuto d'acqua	% 52,80	52,38

<b>Umidità Naturale</b>		<b>C9</b>
Numero tara		
P. umido + tara	g 62,20	
P. secco + tara	g 48,72	
Peso tara	g 16,85	
Peso umido	g 45,35	
Peso secco	g 31,87	
Contenuto d'acqua	% 42,3	



<b>Limite Liquido LL</b>	<b>87,7</b>
<b>Limite Plastico LP</b>	<b>52,6</b>
<b>Indice di Plasticità Ip</b>	<b>35,2</b>
<b>Umidità Naturale Wn</b>	<b>42,3</b>
<b>Indice di Consistenza Ic</b>	<b>1,3</b>

$$Ip = LL - LP \quad Ic = \frac{LL - Wn}{Ip}$$



**ML**  
Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 18/09/2014  
 Data fine prova 06/10/2014  
 Data certificato 27/11/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5066/2014

**LIMITE DI RITIRO 1° Determinazione**

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11,0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
LR 1	26,33	20,81

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	58,12	31,79	82,39			20,81	1,53
2	56,20	29,87	71,37				
3	55,18	28,85	65,52				
4	53,25	26,92	54,45				
5	52,41	26,08	49,63				
6	50,34	24,01	37,75				
7	50,12	23,79	36,49	312,93	176,39	13,02	1,83
8	48,51	22,18	27,25	294,94	158,40	11,69	1,90
9	47,73	21,40	22,78	286,48	149,94	11,07	1,93
10	47,28	20,95	20,20	283,30	146,76	10,83	1,93
11	47,17	20,84	19,56	281,97	145,43	10,73	1,94
12	47,07	20,74	18,99	281,02	144,48	10,66	1,95
13	47,03	20,70	18,76	280,55	144,01	10,63	1,95
50°C	45,20	18,87	8,26	273,45	136,91	10,10	1,87
105°C	43,76	17,43	0,00	268,52	131,98	9,74	1,79

<b>Limite Liquido LL (%)</b>	<b>87,7</b>
<b>Limite Plastico LP (%)</b>	<b>52,6</b>
<b>Indice di Plasticità IP (%)</b>	<b>35,1</b>
<b>Limite di Ritiro LR (%)</b>	<b>19,0</b>
<b>Pv max (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1,95</b>

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

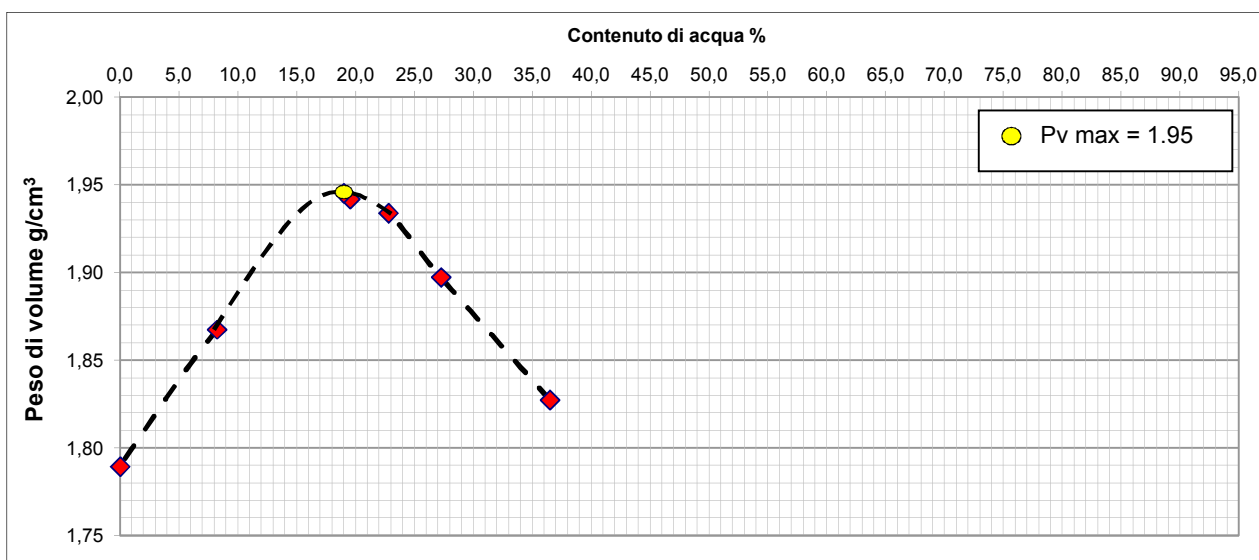
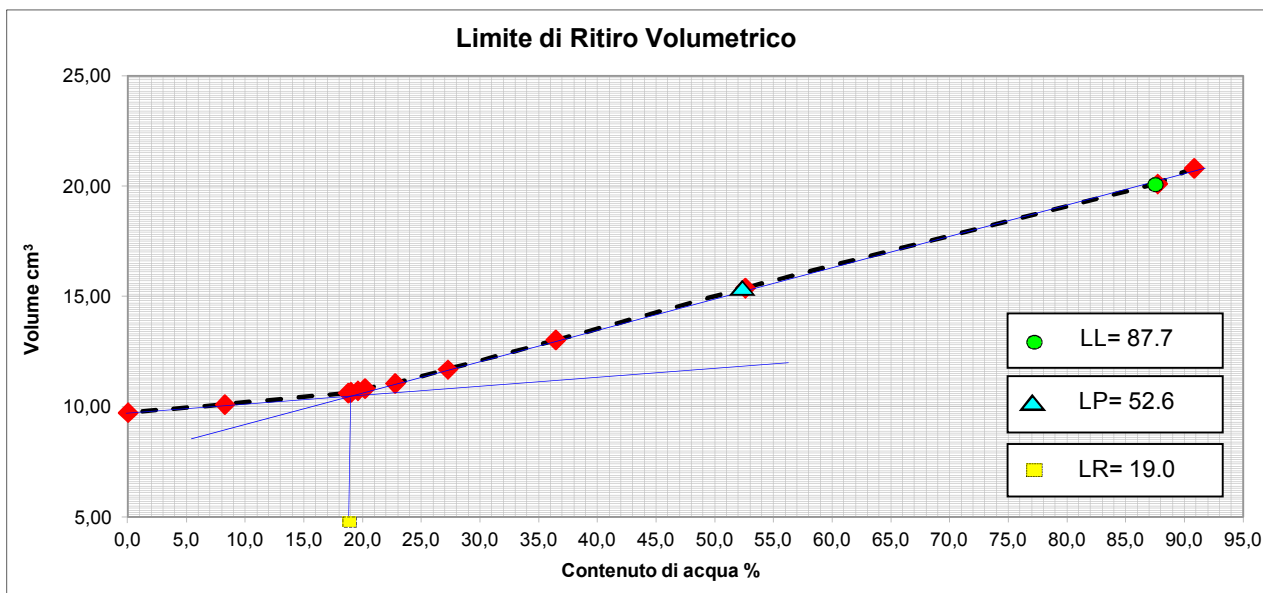
Pag. 2 di 2

## LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Data inizio prova 18/09/2014  
Data fine prova 06/10/2014  
Data certificato 27/11/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5066/2014

Sondaggio	SPB Casiddu	Campione	1	Profondità	11,0 m
-----------	-------------	----------	---	------------	--------



Il Direttore del Laboratorio  
*[Signature]*

Lo Sperimentatore  
*[Signature]*



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 18/09/2014  
 Data fine prova 06/10/2014  
 Data certificato 27/11/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5067/2014

**LIMITE DI RITIRO 2° Determinazione**

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11,0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
LR 2	26,41	20,16

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	56,54	30,13	86,45			20,16	1,49
2	55,57	29,16	80,45				
3	53,61	27,20	68,32				
4	52,89	26,48	63,86				
5	51,49	25,08	55,20				
6	49,77	23,36	44,55				
7	48,57	22,16	37,13				
8	48,34	21,93	35,71	299,01	162,47	11,99	1,83
9	46,74	20,33	25,80	280,14	143,60	10,60	1,92
10	46,49	20,08	24,26	276,17	139,63	10,30	1,95
11	45,97	19,56	21,04	270,64	134,10	9,90	1,98
12	45,52	19,11	18,25	266,25	129,71	9,57	2,00
13	45,46	19,05	17,88	265,66	129,12	9,53	2,00
14	45,33	18,92	17,08	264,78	128,24	9,46	2,00
50°C	43,68	17,27	6,87	256,77	120,23	8,87	1,95
105°C	42,57	16,16	0,00	252,46	115,92	8,55	1,89

<b>Limite Liquido LL (%)</b>	<b>87,7</b>
<b>Limite Plastico LP (%)</b>	<b>52,6</b>
<b>Indice di Plasticità IP (%)</b>	<b>35,1</b>
<b>Limite di Ritiro LR (%)</b>	<b>18,7</b>
<b>Pv max (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,00</b>

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

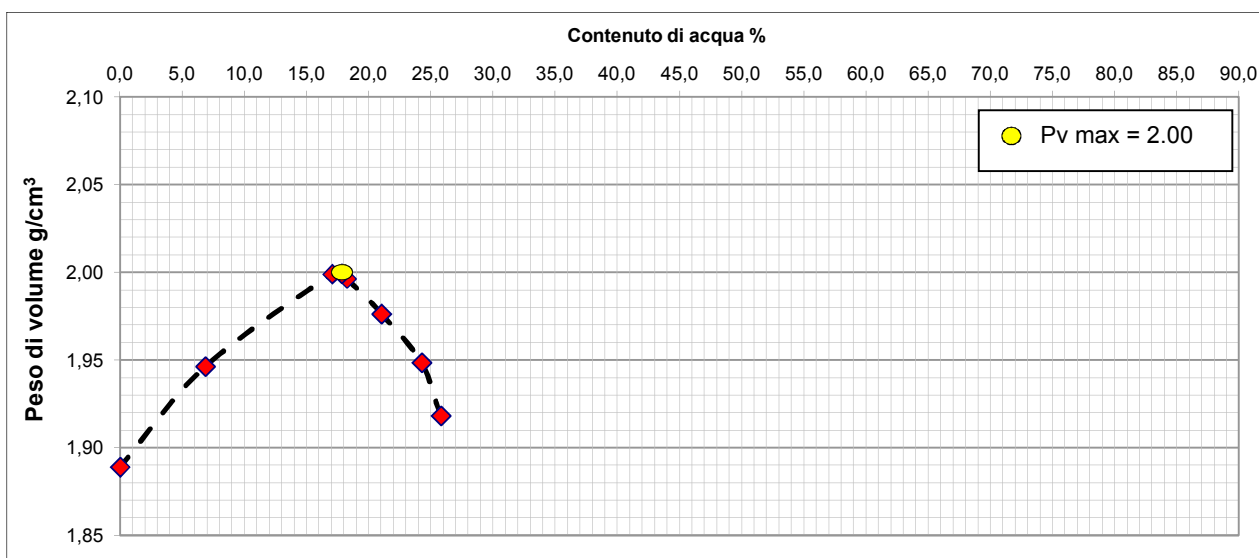
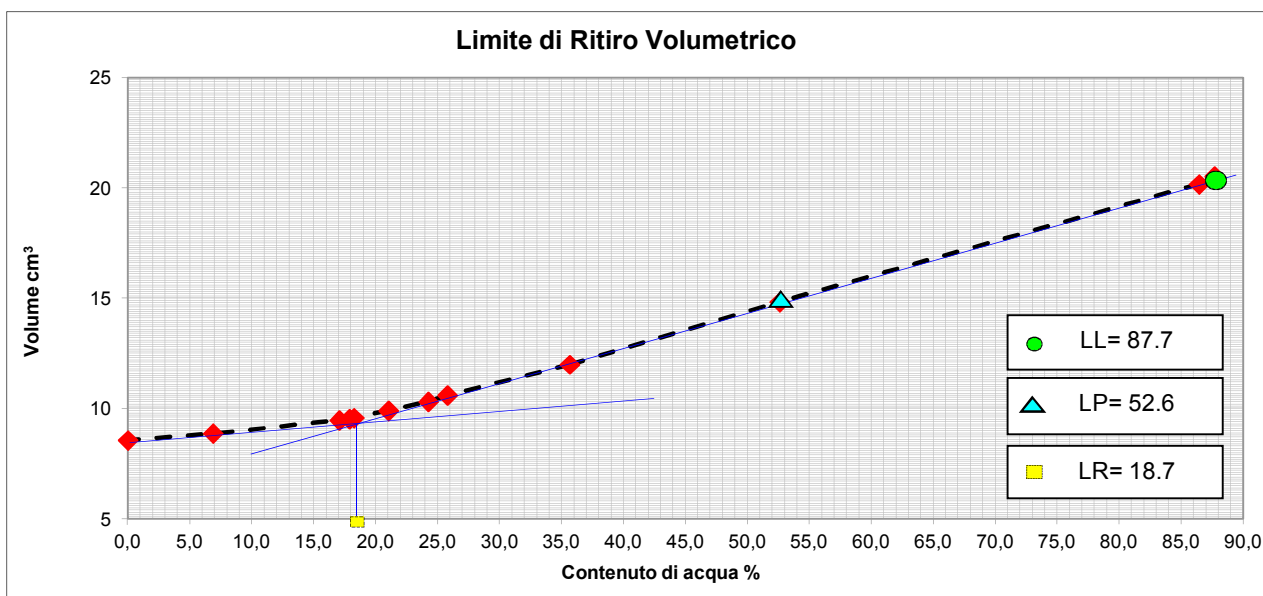
Pag. 2 di 2

### LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Data inizio prova 18/09/2014  
Data fine prova 06/10/2014  
Data certificato 27/11/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5067/2014

Sondaggio	SPB Casiddu	Campione	1	Profondità	11,0 m
-----------	-------------	----------	---	------------	--------



Il Direttore del Laboratorio  
*[Signature]*

Lo Sperimentatore  
*[Signature]*



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 18/09/2014  
 Data fine prova 06/10/2014  
 Data certificato 27/11/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5068/2014

**LIMITE DI RITIRO 3° Determinazione**

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11,0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
<b>LR 3</b>	25,81	19,89

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	55,54	29,73	88,28			19,89	1,49
2	53,82	28,01	77,39				
3	52,74	26,93	70,55				
4	50,93	25,12	59,09				
5	49,12	23,31	47,63				
6	47,70	21,89	38,63				
7	47,53	21,72	37,56	299,41	162,87	12,02	1,81
8	46,37	20,56	30,21	284,85	148,31	10,95	1,88
9	45,63	19,82	25,52	275,67	139,13	10,27	1,93
10	45,03	19,22	21,72	268,83	132,29	9,76	1,97
11	44,44	18,63	17,99	263,03	126,49	9,34	2,00
12	44,39	18,58	17,67	262,31	125,77	9,28	2,00
13	44,27	18,46	16,91	261,19	124,65	9,20	2,01
50°C	42,65	16,84	6,65	253,16	116,62	8,61	1,96
105°C	41,6	15,79	0,00	248,57	112,03	8,27	1,91

<b>Limite Liquido LL (%)</b>	<b>87,7</b>
<b>Limite Plastico LP (%)</b>	<b>52,6</b>
<b>Indice di Plasticità IP (%)</b>	<b>35,1</b>
<b>Limite di Ritiro LR (%)</b>	<b>17,8</b>
<b>Pv max (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,01</b>

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

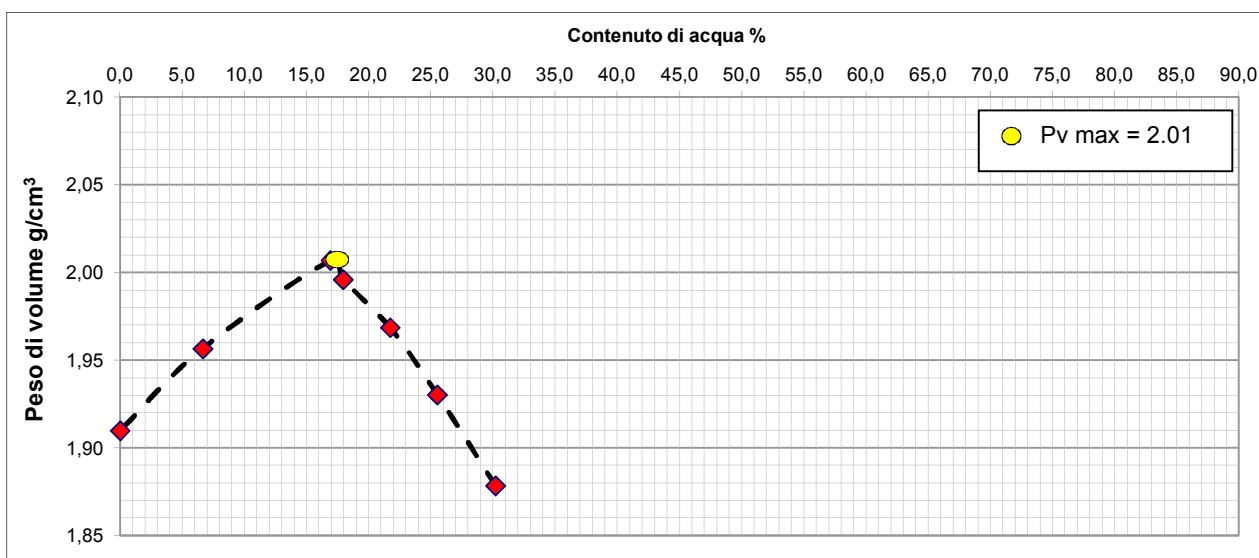
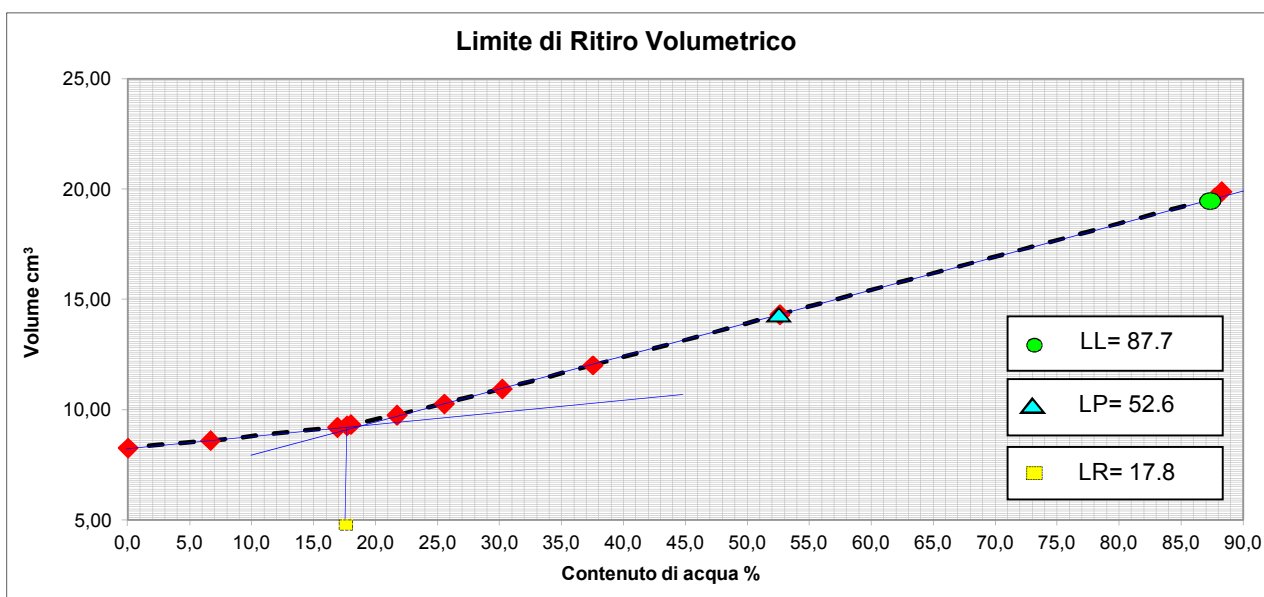
Pag. 2 di 2

### LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Data inizio prova 18/09/2014  
Data fine prova 06/10/2014  
Data certificato 27/11/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5068/2014

Sondaggio	SPB Casiddu	Campione	1	Profondità	11,0 m
-----------	-------------	----------	---	------------	--------



Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore





#### UNCONFINED COMPRESSION TEST

Ref. Standard: ASTM D2166

Committente Argillitti S.r.l.

Cantiere Casiddu/Dore (CA)

Data prova 11/09/2014

Data certificato 26/11/2014

Verb. Accettazione 303

N. Certificato 5059/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11,00

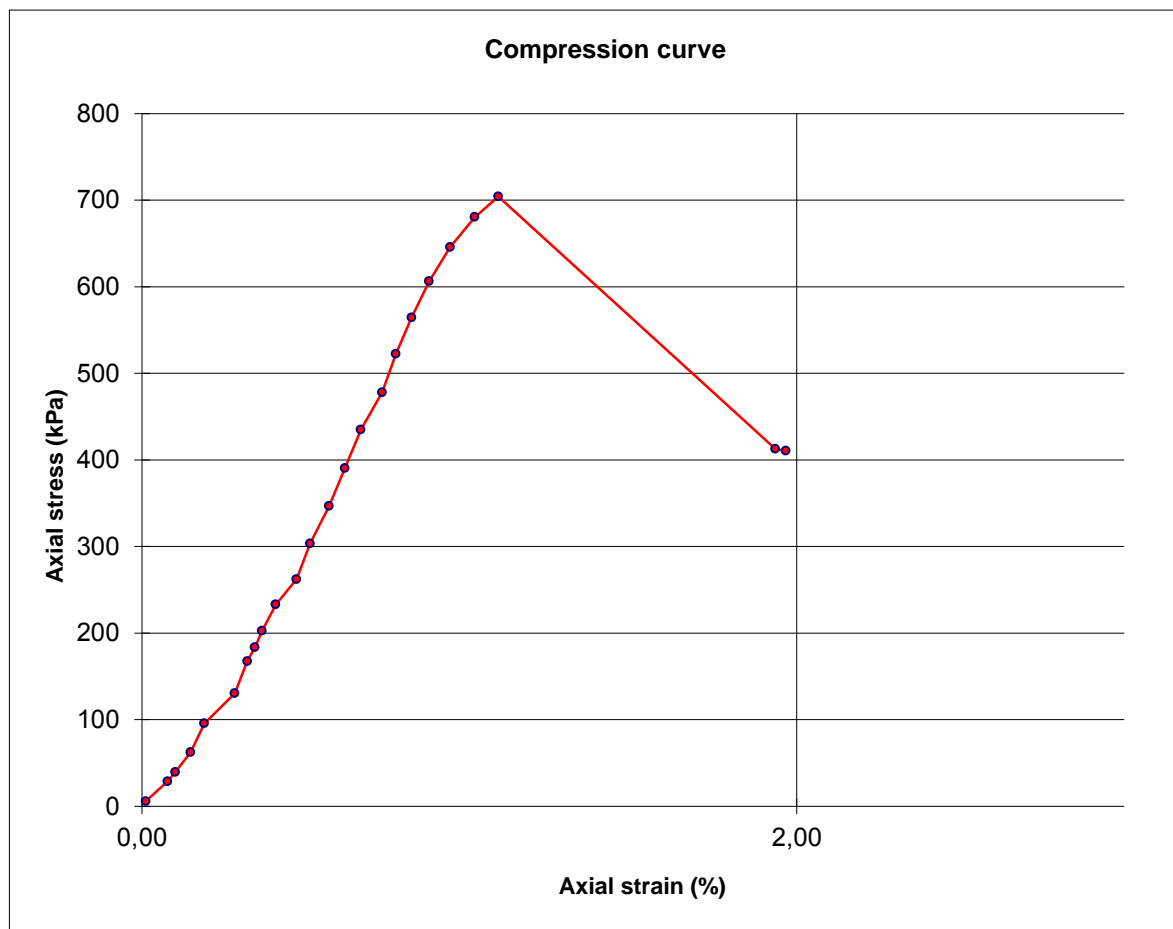
Specimen diameter	38,20	mm
Specimen height	60,00	mm
Tare N.	-	
Weight of tare	0,00	g
Weight of tare + wet specimen	114,27	g
Weight of tare + dry specimen	80,36	g
Test velocity	0,650	mm/min

Natural weight	114,27	g
Dry weight	80,36	g
Moisture content	42,20	%
Natural density	1,662	g/cm <sup>3</sup>
Dry density	1,169	g/cm <sup>3</sup>
Liquid Limit	88	%
Plastic Limit	53	%
Plasticity Index	35	%

Maximum strength	704,33	kPa
Corresponding strain	1,09	%

Pag. 1 di 2

**note:** Campione parzialmente disturbato (riduzione altezza a 60 mm)



The Technician

The Laboratory Manager



**UNCONFINED COMPRESSION TEST**

Ref. Standard: ASTM D2166

Data prova 11/09/2014

Data certificato 26/11/2014

Committente Argillitti S.r.l.

Verb. Accettazione 303

Cantiere Casiddu/Dore (CA)

N. Certificato 5059/2014

Sondaggio: PB Casidd Campione 1 Profondità 11,00

**Recorded Data**

Pag. 2 di 2

load N	displ. mm	stress kPa	strain %
6,80	0,01	5,93	0,01
33,10	0,05	28,86	0,08
45,40	0,06	39,57	0,10
71,70	0,09	62,47	0,15
110,10	0,11	95,88	0,19
149,90	0,17	130,42	0,28
192,80	0,19	167,68	0,32
211,40	0,21	183,82	0,35
233,20	0,22	202,73	0,37
268,10	0,25	232,97	0,41
302,10	0,28	262,35	0,47
349,40	0,31	303,30	0,51
399,90	0,34	346,93	0,57
450,40	0,37	390,55	0,62
501,80	0,40	434,91	0,67
551,80	0,44	477,93	0,73
603,30	0,47	522,32	0,78
652,20	0,49	564,38	0,82
701,00	0,53	606,28	0,88
747,40	0,57	645,99	0,94
787,90	0,61	680,48	1,02
816,10	0,65	704,33	1,09
482,20	1,16	412,59	1,94
479,90	1,18	410,49	1,97

Restituzione fotografica  
dopo la prova



The Technician

*Roberto S. S. S.*

The Laboratory Manager

*Luigi G. G.*



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SUMMARY**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical
Sample description	Limo argilloso sabbioso (AGI 1977)		
Particle density (Mg/m <sup>3</sup> )	2.78 (Measured)	Specimens tested with side drains	
Preparation method	Prepared from a sample tube of a larger internal diameter than the required specimen in accordance with BS 1377:1990:Part 1:Clause 8.4		

<b>INITIAL CONDITIONS</b>	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Specimen depth (m)	11.00	11.00	11.00
Length (mm)	76.0	76.0	76.0
Diameter (mm)	38.0	38.0	38.0
Moisture content (measured) (%)	42	41	42
Moisture content (trimmings) (%)	44	43	42
Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	1.62	1.72	1.71

<b>SATURATION</b>	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure
Method of saturation	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure
Pressure increments (kPa)	50	50	50
Differential pressure (kPa)	10	10	10
Final cell pressure (kPa)	298	248	248
Final pore pressure (kPa)	277	228	237
Final B value	0.98	0.98	0.98

<b>CONSOLIDATION</b>			
Cell pressure (kPa)	380	480	792
Back pressure (kPa)	230	180	192
Effective pressure (kPa)	150	300	600
Final pore pressure (kPa)	230	182	196
Pore pressure dissipation (%)	100	99	99

Comments / variations from procedures:

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	04/11/2014	Date	27/11/2014	Date	27/11/2014

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7


**TEST REPORT - SUMMARY**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

<b>SHEARING</b>			
Rate of displacement (mm/min)	0.031667	0.031667	0.031667
Initial pore pressure (kPa)	233	185	202
Initial effective stress (kPa)	147	294	590
<b>Conditions at failure</b>			
Failure criterion	Maximum deviator stress		
Axial strain (%)	2.98	6.75	1.20
Corrected deviator stress (kPa)	483	903	1258
Change in pore pressure (kPa)	106	28	98
Major effective principle stress (kPa)	524	1169	1750
Minor effective principle stress (kPa)	41	266	492
Principle effective stress ratio	12.77	4.39	3.56
Membrane correction applied (kPa)	2.0	0.9	0.2
Drains correction applied (kPa)	10.0	10.0	6.0

Shear strength parameters in terms of effective stress (as derived from s' and t at failure):		
Cohesion (kPa) :	131.3	Angle of shearing resistance (°) : 27.6

<b>Final measurements</b>			
Moisture content (%)	50	47	48
Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	1.74	1.85	1.78

Specimens after failure			
			
Mode of failure			

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	04/11/2014	Date	27/11/2014	Date	27/11/2014

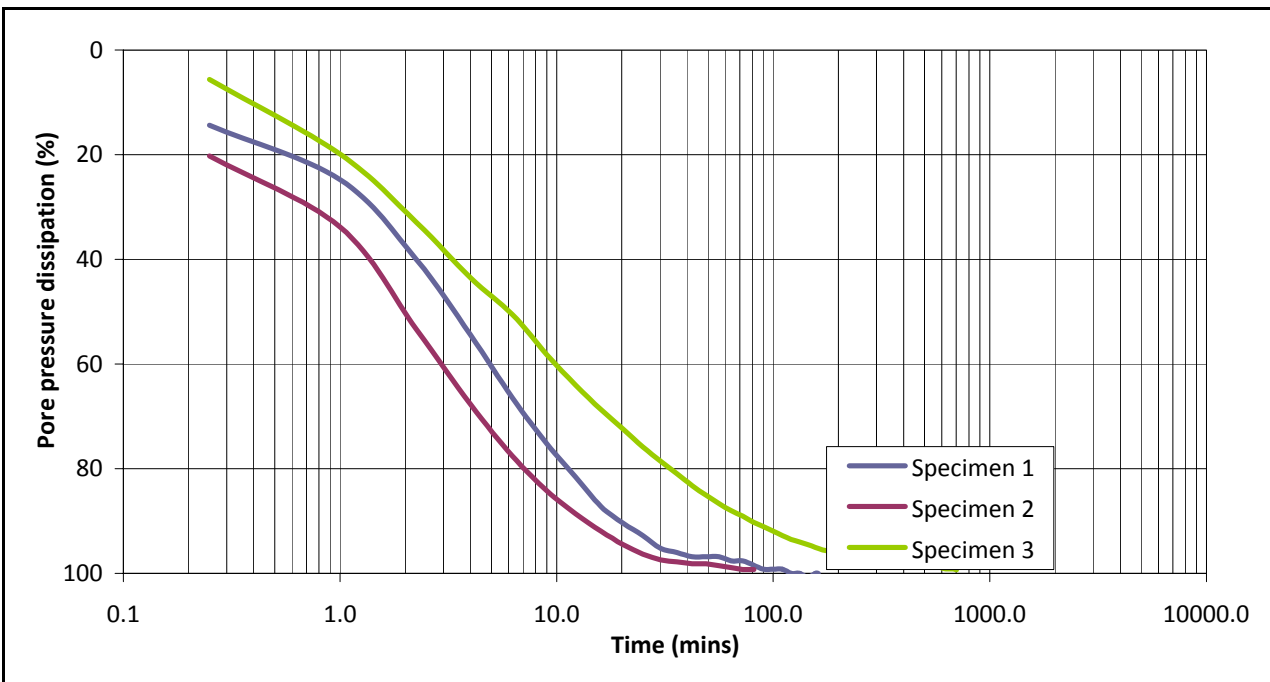
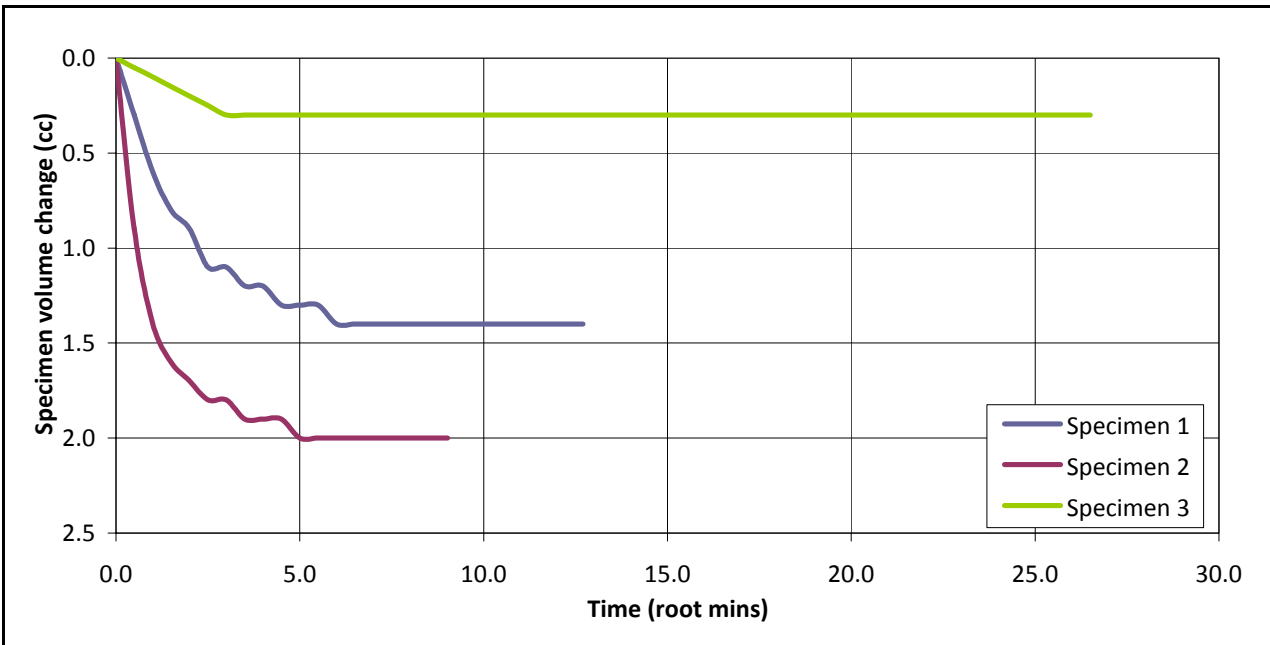


CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	04/11/2014	Date	27/11/2014	Date	27/11/2014

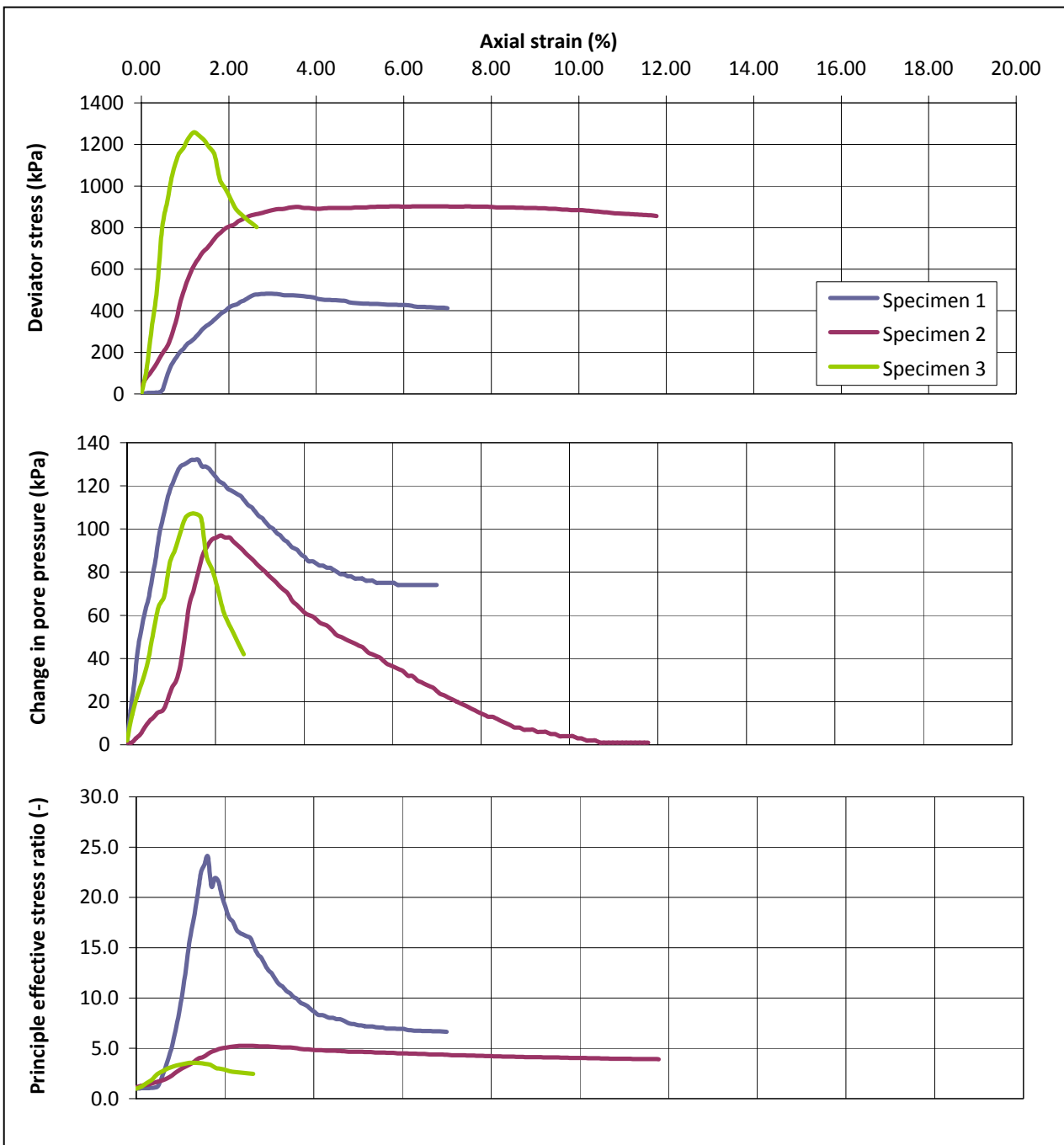


**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	04/11/2014	Date	27/11/2014	Date	27/11/2014

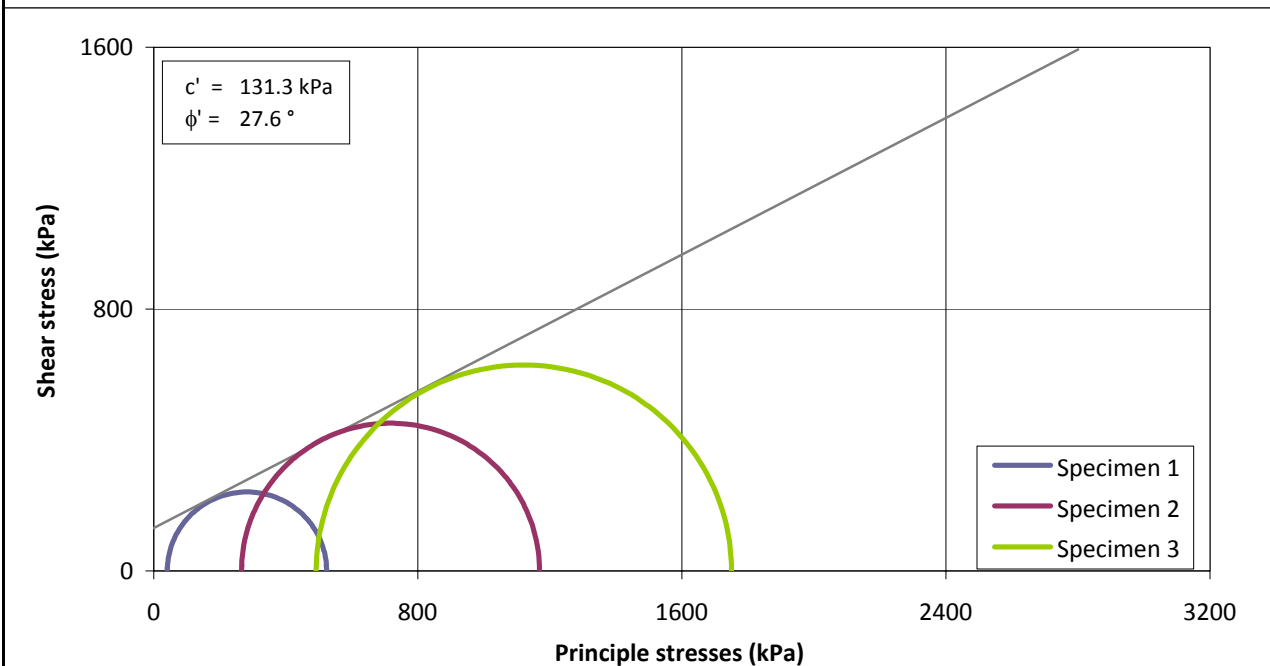
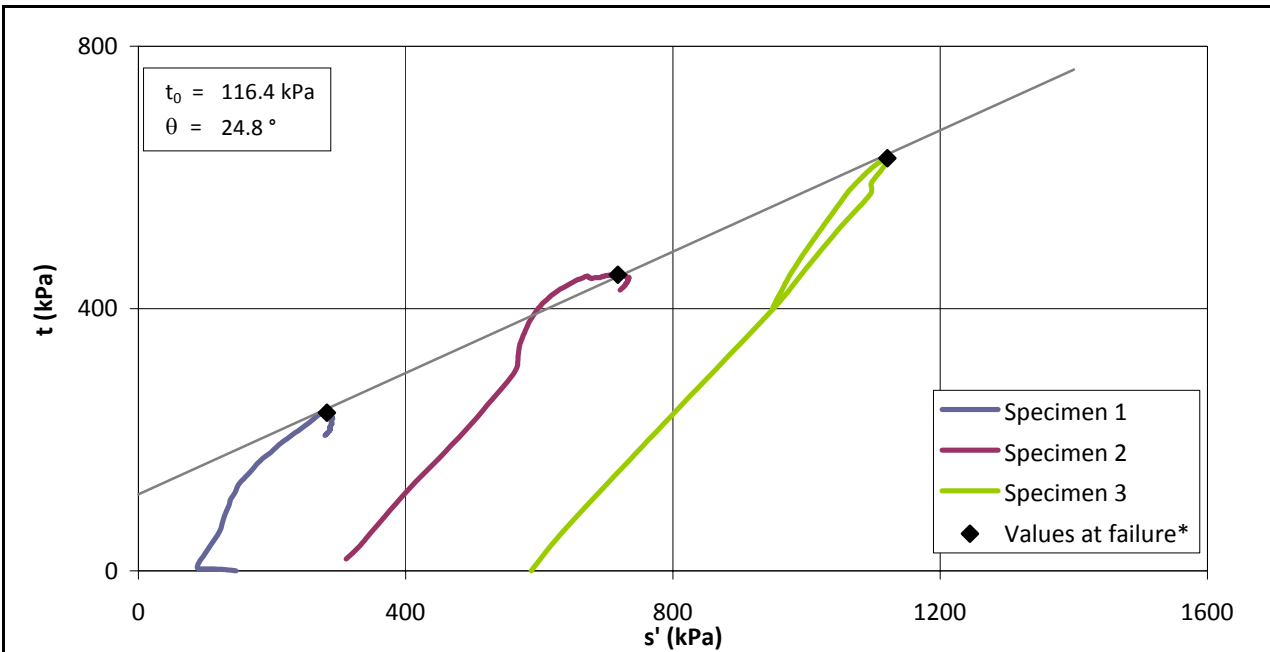


**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical



\*Failure criterion: Maximum deviator stress

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	04/11/2014	Date	27/11/2014	Date	27/11/2014





**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**

Recorded data				Calculated data			
Time (mins)	Cell pressure (kPa)	Pore pressure (kPa)	Back pressure (kPa)	Volume-change indicator			B Value (-)
				Before (cc)	After (cc)	Difference (cc)	
	10	0	C				-
	48	16	C				0.42
	48	33	33		-1.3	-1.3	-
	98	61	C				0.56
	98	70	68		-0.1	-0.1	-
	151	100	C				0.57
	151	131	132		-1.4	-1.4	-
	198	163	C				0.68
	201	178	178		-0.3	-0.3	-
	248	212	C				0.72
	248	228	230		-1.9	-1.9	-
	298	277	C				0.98



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

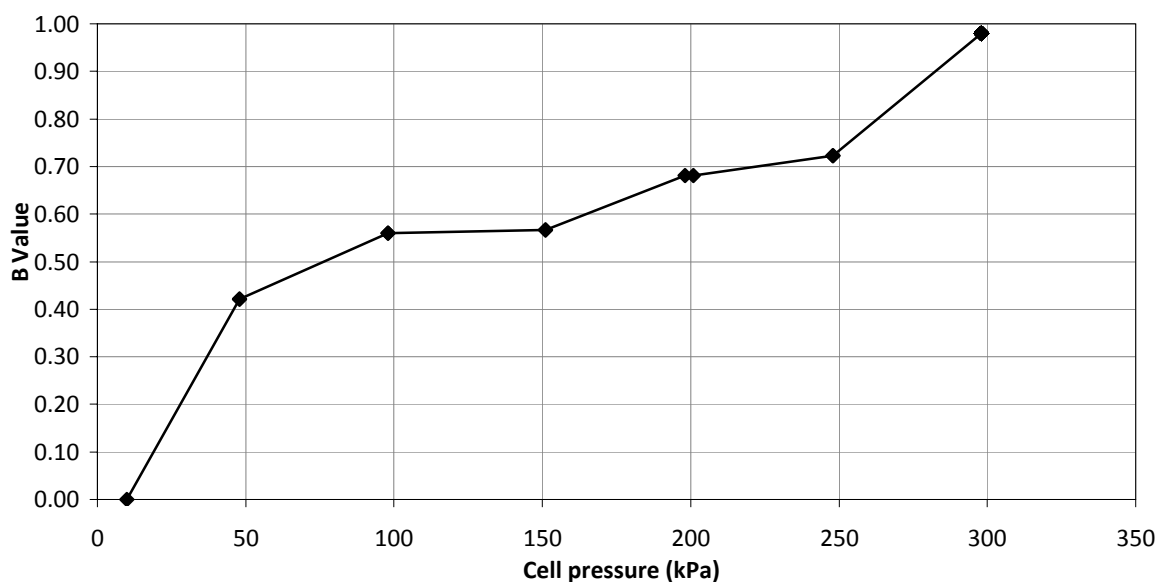
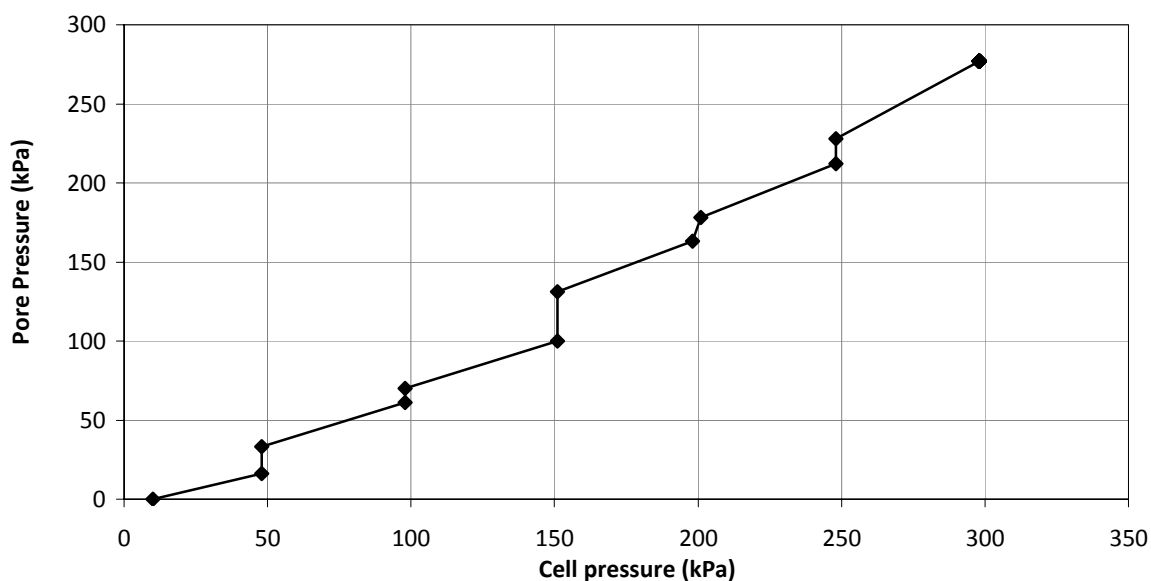
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	02/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	355	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	337	0.3	0.3	0.5	18	14
		1.00	324	0.6	0.6	1.0	31	25
		2.25	305	0.8	0.8	1.5	50	40
		4.00	287	0.9	0.9	2.0	68	54
		6.25	272	1.1	1.1	2.5	83	66
		9.00	261	1.1	1.1	3.0	94	75
		12.25	253	1.2	1.2	3.5	102	82
		16.00	246	1.2	1.2	4.0	109	87
		20.25	242	1.3	1.3	4.5	113	90
		25.00	239	1.3	1.3	5.0	116	93
		30.25	236	1.3	1.3	5.5	119	95
		36.00	235	1.4	1.4	6.0	120	96
		42.25	234	1.4	1.4	6.5	121	97
		49.00	234	1.4	1.4	7.0	121	97
		56.25	234	1.4	1.4	7.5	121	97
		64.00	233	1.4	1.4	8.0	122	98
		72.25	233	1.4	1.4	8.5	122	98
		81.00	232	1.4	1.4	9.0	123	98
		90.25	231	1.4	1.4	9.5	124	99
		100.00	231	1.4	1.4	10.0	124	99
		110.25	231	1.4	1.4	10.5	124	99
		121.00	230	1.4	1.4	11.0	125	100
		132.25	230	1.4	1.4	11.5	125	100
		144.00	229	1.4	1.4	12.0	126	101
		156.25	230	1.4	1.4	12.5	125	100
		161.23	230	1.4	1.4	12.7	125	100



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

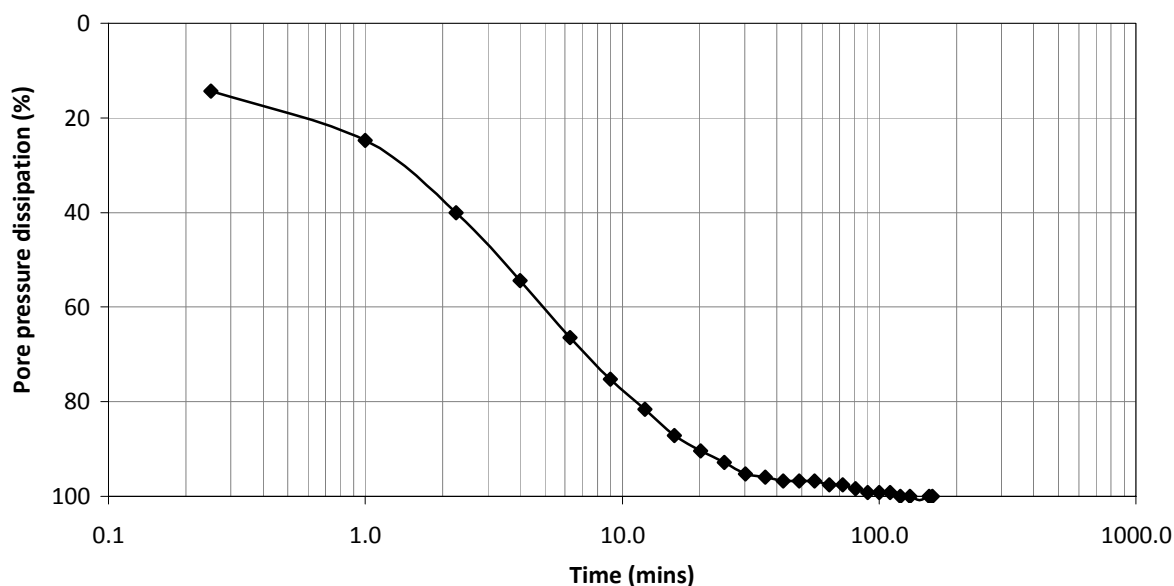
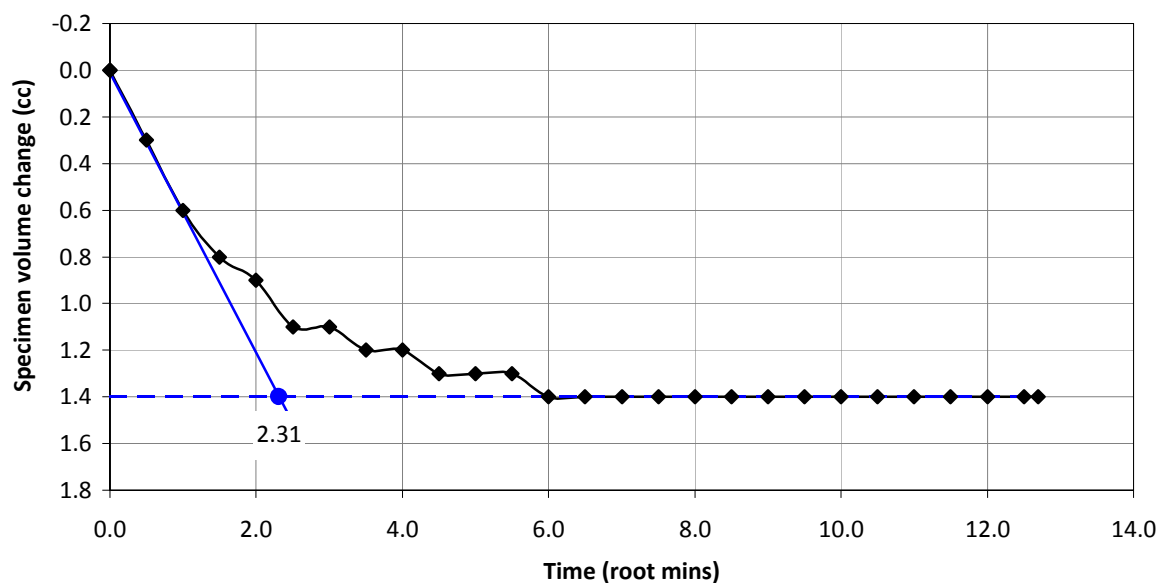
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

Effective stress (kPa)

**150**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	15/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

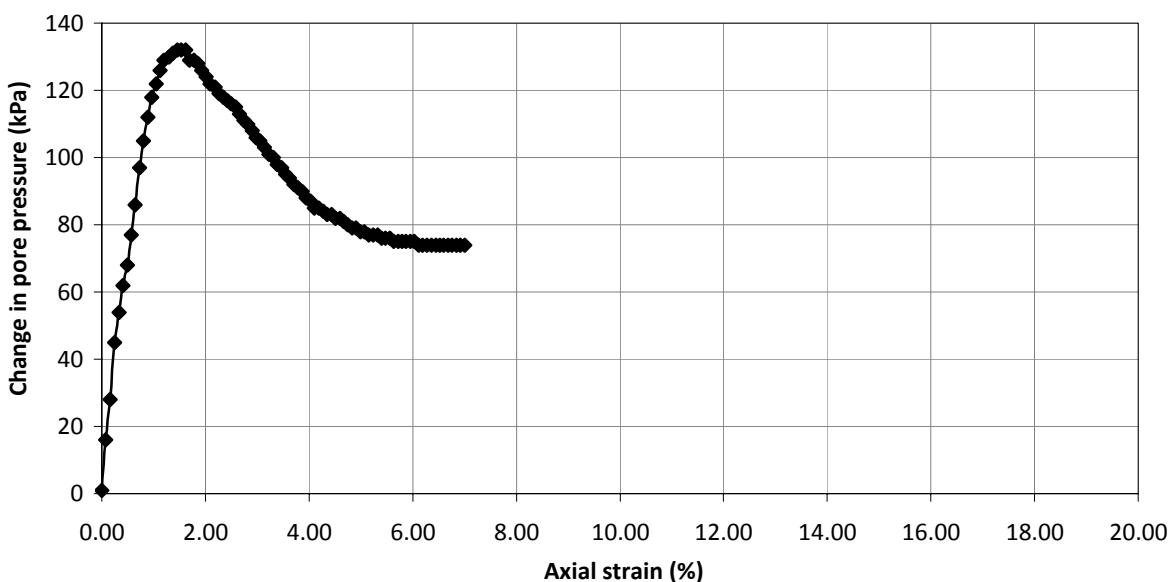
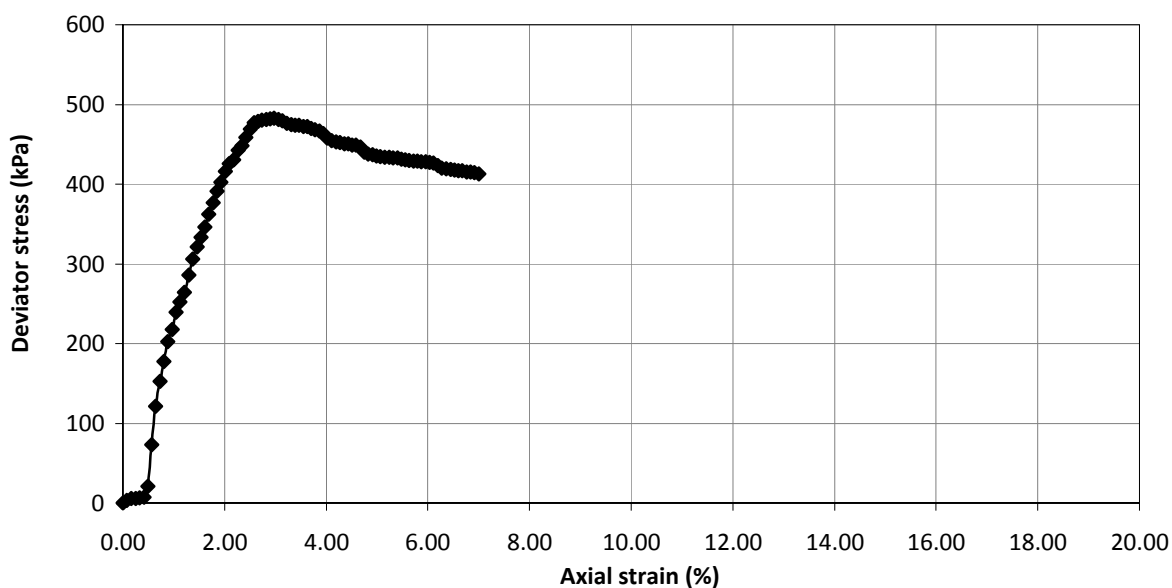
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

Effective stress (kPa)

150



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	15/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>150</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
11.99	28.0	234	0.00	0.0	0.00	1121.8	1	0.0
12.05	32.0	249	0.06	4.0	0.08	1122.7	16	3.6
12.11	35.0	261	0.12	7.0	0.16	1123.6	28	6.2
12.18	36.0	278	0.19	8.0	0.25	1124.7	45	7.1
12.24	37.0	287	0.25	9.0	0.33	1125.6	54	8.0
12.30	39.0	295	0.31	11.0	0.41	1126.5	62	9.8
12.36	55.0	301	0.37	27.0	0.49	1127.4	68	23.9
12.42	114.0	310	0.43	86.0	0.57	1128.3	77	76.2
12.48	169.0	319	0.49	141.0	0.65	1129.2	86	124.9
12.54	205.0	330	0.55	177.0	0.73	1130.1	97	156.6
12.60	234.0	338	0.61	206.0	0.81	1131.0	105	182.1
12.66	263.0	345	0.67	235.0	0.89	1131.9	112	207.6
12.72	281.0	351	0.73	253.0	0.97	1132.8	118	223.3
12.78	306.0	355	0.79	278.0	1.05	1133.7	122	245.2
12.84	321.0	359	0.85	293.0	1.12	1134.6	126	258.2
12.90	336.0	362	0.91	308.0	1.20	1135.5	129	271.2
12.97	361.0	363	0.98	333.0	1.30	1136.6	130	293.0
13.03	385.0	364	1.04	357.0	1.38	1137.5	131	313.9
13.09	403.0	365	1.10	375.0	1.46	1138.4	132	329.4
13.15	418.0	365	1.16	390.0	1.53	1139.3	132	342.3
13.21	433.0	365	1.22	405.0	1.61	1140.2	132	355.2
13.27	452.0	362	1.28	424.0	1.69	1141.2	129	371.6
13.33	470.0	362	1.34	442.0	1.77	1142.1	129	387.0
13.39	487.0	361	1.40	459.0	1.85	1143.0	128	401.6
13.45	501.0	359	1.46	473.0	1.93	1143.9	126	413.5
13.51	517.0	357	1.52	489.0	2.01	1144.9	124	427.1
13.57	529.0	355	1.58	501.0	2.09	1145.8	122	437.3
13.64	535.0	354	1.65	507.0	2.18	1146.9	121	442.1
13.70	549.0	352	1.71	521.0	2.26	1147.8	119	453.9
13.76	556.0	351	1.77	528.0	2.34	1148.7	118	459.6
13.82	569.0	350	1.83	541.0	2.42	1149.7	117	470.6
13.88	581.0	349	1.89	553.0	2.50	1150.6	116	480.6
13.94	591.0	348	1.95	563.0	2.58	1151.5	115	488.9



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>150</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
14.00	593.0	346	2.01	565.0	2.66	1152.5	113	490.2
14.06	596.0	344	2.07	568.0	2.74	1153.4	111	492.4
14.12	597.0	343	2.13	569.0	2.82	1154.4	110	492.9
14.18	599.0	341	2.19	571.0	2.90	1155.3	108	494.2
14.24	600.0	339	2.25	572.0	2.98	1156.3	106	494.7
14.30	599.0	338	2.31	571.0	3.06	1157.2	105	493.4
14.36	597.0	336	2.37	569.0	3.14	1158.1	103	491.3
14.43	594.0	334	2.44	566.0	3.23	1159.3	101	488.2
14.49	593.0	333	2.50	565.0	3.31	1160.2	100	487.0
14.55	593.0	331	2.56	565.0	3.39	1161.2	98	486.6
14.61	593.0	330	2.62	565.0	3.47	1162.1	97	486.2
14.67	592.0	328	2.68	564.0	3.55	1163.1	95	484.9
14.73	592.0	327	2.74	564.0	3.62	1164.0	94	484.5
14.79	590.0	325	2.80	562.0	3.70	1165.0	92	482.4
14.85	589.0	324	2.86	561.0	3.78	1165.9	91	481.2
14.91	587.0	323	2.92	559.0	3.86	1166.9	90	479.0
14.97	584.0	321	2.98	556.0	3.94	1167.9	88	476.1
15.03	578.0	320	3.04	550.0	4.02	1168.8	87	470.6
15.09	575.0	318	3.10	547.0	4.10	1169.8	85	467.6
15.16	573.0	318	3.17	545.0	4.19	1170.9	85	465.4
15.22	573.0	317	3.23	545.0	4.27	1171.9	84	465.1
15.28	572.0	316	3.29	544.0	4.35	1172.9	83	463.8
15.34	572.0	316	3.35	544.0	4.43	1173.9	83	463.4
15.40	571.0	315	3.41	543.0	4.51	1174.8	82	462.2
15.46	571.0	315	3.47	543.0	4.59	1175.8	82	461.8
15.52	569.0	314	3.53	541.0	4.67	1176.8	81	459.7
15.58	562.0	313	3.59	534.0	4.75	1177.8	80	453.4
15.64	560.0	312	3.65	532.0	4.83	1178.8	79	451.3
15.70	559.0	312	3.71	531.0	4.91	1179.7	79	450.1
15.76	558.0	311	3.77	530.0	4.99	1180.7	78	448.9
15.82	557.0	311	3.83	529.0	5.07	1181.7	78	447.7
15.88	557.0	310	3.89	529.0	5.15	1182.7	77	447.3
15.95	557.0	310	3.96	529.0	5.24	1183.9	77	446.8





**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
16.01	557.0	310	4.02	529.0	5.32	1184.8	77	446.5
16.07	557.0	309	4.08	529.0	5.40	1185.8	76	446.1
16.13	556.0	309	4.14	528.0	5.48	1186.8	76	444.9
16.19	556.0	309	4.20	528.0	5.56	1187.8	76	444.5
16.25	555.0	308	4.26	527.0	5.64	1188.8	75	443.3
16.31	555.0	308	4.32	527.0	5.72	1189.8	75	442.9
16.37	555.0	308	4.38	527.0	5.79	1190.8	75	442.5
16.43	555.0	308	4.44	527.0	5.87	1191.8	75	442.2
16.49	555.0	308	4.50	527.0	5.95	1192.8	75	441.8
16.55	555.0	308	4.56	527.0	6.03	1193.9	75	441.4
16.61	554.0	307	4.62	526.0	6.11	1194.9	74	440.2
16.67	551.0	307	4.68	523.0	6.19	1195.9	74	437.3
16.73	548.0	307	4.74	520.0	6.27	1196.9	74	434.5
16.80	547.0	307	4.81	519.0	6.36	1198.1	74	433.2
16.86	547.0	307	4.87	519.0	6.44	1199.1	74	432.8
16.92	546.0	307	4.93	518.0	6.52	1200.1	74	431.6
16.98	546.0	307	4.99	518.0	6.60	1201.1	74	431.3
17.04	546.0	307	5.05	518.0	6.68	1202.1	74	430.9
17.10	545.0	307	5.11	517.0	6.76	1203.2	74	429.7
17.16	545.0	307	5.17	517.0	6.84	1204.2	74	429.3
17.22	545.0	307	5.23	517.0	6.92	1205.2	74	429.0
17.28	543.0	307	5.29	515.0	7.00	1206.3	74	426.9



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	0.0	146.0	146.0	1.00	577690.61	146.0	0.0
0.06	0.40	3.1	134.1	131.0	1.02	5.15	132.6	1.6
0.11	0.79	5.3	124.3	119.0	1.04	5.26	121.7	2.7
0.18	1.26	5.7	107.7	102.0	1.06	7.93	104.8	2.8
0.24	1.65	6.1	99.1	93.0	1.07	8.84	96.1	3.1
0.29	2.05	7.4	92.4	85.0	1.09	8.35	88.7	3.7
0.35	2.45	21.2	100.2	79.0	1.27	3.21	89.6	10.6
0.40	2.84	73.0	143.0	70.0	2.04	1.06	106.5	36.5
0.46	3.24	121.2	182.2	61.0	2.99	0.71	121.6	60.6
0.52	3.64	152.5	202.5	50.0	4.05	0.64	126.2	76.2
0.57	4.04	177.5	219.5	42.0	5.23	0.59	130.8	88.8
0.63	4.43	202.6	237.6	35.0	6.79	0.55	136.3	101.3
0.68	4.83	217.8	246.8	29.0	8.51	0.54	137.9	108.9
0.74	5.23	239.3	264.3	25.0	10.57	0.51	144.6	119.6
0.79	5.62	251.8	272.8	21.0	12.99	0.50	146.9	125.9
0.85	6.02	264.4	282.4	18.0	15.69	0.49	150.2	132.2
0.91	6.48	285.6	302.6	17.0	17.80	0.46	159.8	142.8
0.96	6.88	306.0	322.0	16.0	20.13	0.43	169.0	153.0
1.02	7.28	321.1	336.1	15.0	22.41	0.41	175.6	160.6
1.07	7.67	333.6	348.6	15.0	23.24	0.40	181.8	166.8
1.13	8.07	346.0	361.0	15.0	24.07	0.38	188.0	173.0
1.18	8.47	361.9	379.9	18.0	21.11	0.36	199.0	181.0
1.24	8.86	376.9	394.9	18.0	21.94	0.34	206.5	188.5
1.29	9.26	391.0	410.0	19.0	21.58	0.33	214.5	195.5
1.34	9.66	402.5	423.5	21.0	20.17	0.31	222.2	201.2
1.40	10.00	415.7	438.7	23.0	19.08	0.30	230.9	207.9
1.45	10.00	425.8	450.8	25.0	18.03	0.29	237.9	212.9
1.51	10.00	430.6	456.6	26.0	17.56	0.28	241.3	215.3
1.56	10.00	442.3	470.3	28.0	16.80	0.27	249.2	221.2
1.62	10.00	448.0	477.0	29.0	16.45	0.26	253.0	224.0
1.67	10.00	458.9	488.9	30.0	16.30	0.25	259.5	229.5
1.72	10.00	468.9	499.9	31.0	16.13	0.25	265.4	234.4
1.77	10.00	477.1	509.1	32.0	15.91	0.24	270.6	238.6



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>150</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
1.83	10.00	478.4	512.4	34.0	15.07	0.24	273.2	239.2
1.88	10.00	480.6	516.6	36.0	14.35	0.23	276.3	240.3
1.93	10.00	481.0	518.0	37.0	14.00	0.23	277.5	240.5
1.98	10.00	482.3	521.3	39.0	13.37	0.22	280.1	241.1
2.03	10.00	482.7	523.7	41.0	12.77	0.22	282.3	241.3
2.09	10.00	481.3	523.3	42.0	12.46	0.22	282.7	240.7
2.14	10.00	479.2	523.2	44.0	11.89	0.21	283.6	239.6
2.20	10.00	476.0	522.0	46.0	11.35	0.21	284.0	238.0
2.25	10.00	474.7	521.7	47.0	11.10	0.21	284.4	237.4
2.30	10.00	474.3	523.3	49.0	10.68	0.21	286.1	237.1
2.35	10.00	473.8	523.8	50.0	10.48	0.20	286.9	236.9
2.40	10.00	472.5	524.5	52.0	10.09	0.20	288.3	236.3
2.45	10.00	472.1	525.1	53.0	9.91	0.20	289.0	236.0
2.50	10.00	469.9	524.9	55.0	9.54	0.20	290.0	235.0
2.55	10.00	468.6	524.6	56.0	9.37	0.19	290.3	234.3
2.60	10.00	466.4	523.4	57.0	9.18	0.19	290.2	233.2
2.65	10.00	463.4	522.4	59.0	8.85	0.19	290.7	231.7
2.70	10.00	457.9	517.9	60.0	8.63	0.19	288.9	228.9
2.75	10.00	454.8	516.8	62.0	8.34	0.19	289.4	227.4
2.81	10.00	452.63	514.6	62.0	8.30	0.19	288.3	226.3
2.86	10.00	452.2	515.2	63.0	8.18	0.19	289.1	226.1
2.91	10.00	450.9	514.9	64.0	8.05	0.18	289.5	225.5
2.96	10.00	450.5	514.5	64.0	8.04	0.18	289.2	225.2
3.00	10.00	449.2	514.2	65.0	7.91	0.18	289.6	224.6
3.05	10.00	448.8	513.8	65.0	7.90	0.18	289.4	224.4
3.10	10.00	446.6	512.6	66.0	7.77	0.18	289.3	223.3
3.15	10.00	440.2	507.2	67.0	7.57	0.18	287.1	220.1
3.20	10.00	438.1	506.1	68.0	7.44	0.18	287.1	219.1
3.25	10.00	436.9	504.9	68.0	7.42	0.18	286.4	218.4
3.29	10.00	435.6	504.6	69.0	7.31	0.18	286.8	217.8
3.34	10.00	434.3	503.3	69.0	7.29	0.18	286.2	217.2
3.39	10.00	433.9	503.9	70.0	7.20	0.18	286.9	216.9
3.45	10.00	433.4	503.4	70.0	7.19	0.18	286.7	216.7



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**150**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
3.49	10.00	433.0	503.0	70.0	7.19	0.18	286.5	216.5
3.54	10.00	432.6	503.6	71.0	7.09	0.18	287.3	216.3
3.59	10.00	431.3	502.3	71.0	7.07	0.18	286.6	215.6
3.64	10.00	430.9	501.9	71.0	7.07	0.18	286.4	215.4
3.68	10.00	429.6	501.6	72.0	6.97	0.17	286.8	214.8
3.73	10.00	429.2	501.2	72.0	6.96	0.17	286.6	214.6
3.78	10.00	428.8	500.8	72.0	6.96	0.17	286.4	214.4
3.82	10.00	428.4	500.4	72.0	6.95	0.18	286.2	214.2
3.87	10.00	427.9	499.9	72.0	6.94	0.18	286.0	214.0
3.91	10.00	427.5	499.5	72.0	6.94	0.18	285.8	213.8
3.96	10.00	426.3	499.3	73.0	6.84	0.17	286.1	213.1
4.01	10.00	423.3	496.3	73.0	6.80	0.17	284.7	211.7
4.05	10.00	420.4	493.4	73.0	6.76	0.18	283.2	210.2
4.11	10.00	419.1	492.1	73.0	6.74	0.18	282.5	209.5
4.15	10.00	418.7	491.7	73.0	6.74	0.18	282.3	209.3
4.20	10.00	417.4	490.4	73.0	6.72	0.18	281.7	208.7
4.24	10.00	417.0	490.0	73.0	6.71	0.18	281.5	208.5
4.29	10.00	416.6	489.6	73.0	6.71	0.18	281.3	208.3
4.33	10.00	415.4	488.4	73.0	6.69	0.18	280.7	207.7
4.38	10.00	415.0	488.0	73.0	6.68	0.18	280.5	207.5
4.42	10.00	414.5	487.5	73.0	6.68	0.18	280.3	207.3
4.47	10.00	412.5	485.5	73.0	6.65	0.18	279.2	206.2



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data				Calculated data			
Time (mins)	Cell pressure (kPa)	Pore pressure (kPa)	Back pressure (kPa)	Volume-change indicator			B Value (-)
				Before (cc)	After (cc)	Difference (cc)	
	2	0	C				-
	48	21	C				0.46
	52	30	29		-0.7	-0.7	-
	98	54	C				0.52
	98	80	78		-0.9	-0.9	-
	151	124	C				0.83
	150	127	127		-1.0	-1.0	-
	198	171	C				0.92
	198	179	179		-0.6	-0.6	-
	248	228	C				0.98



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

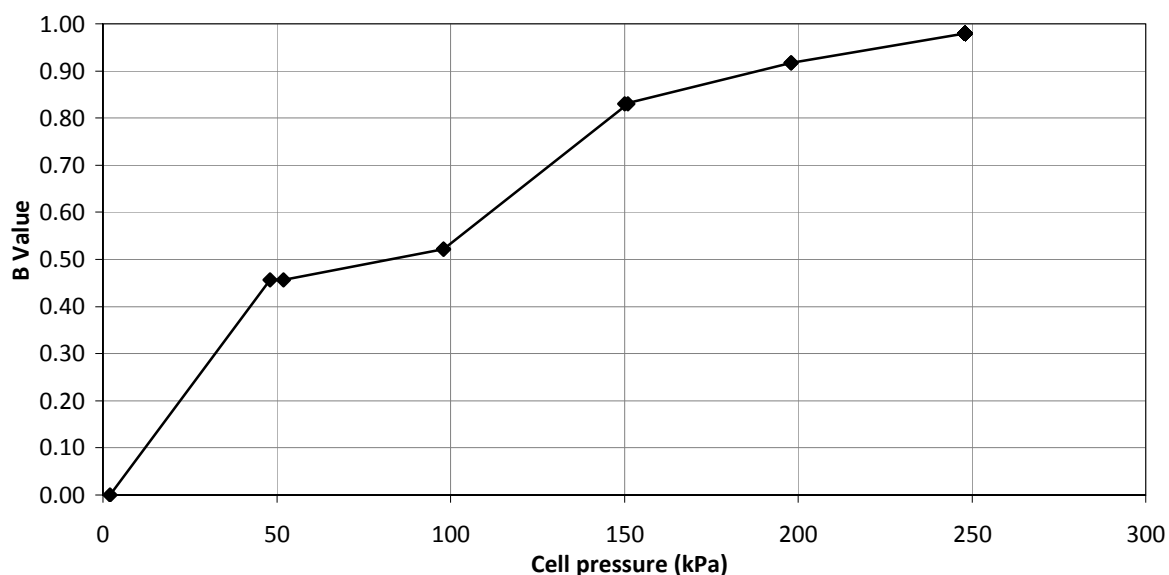
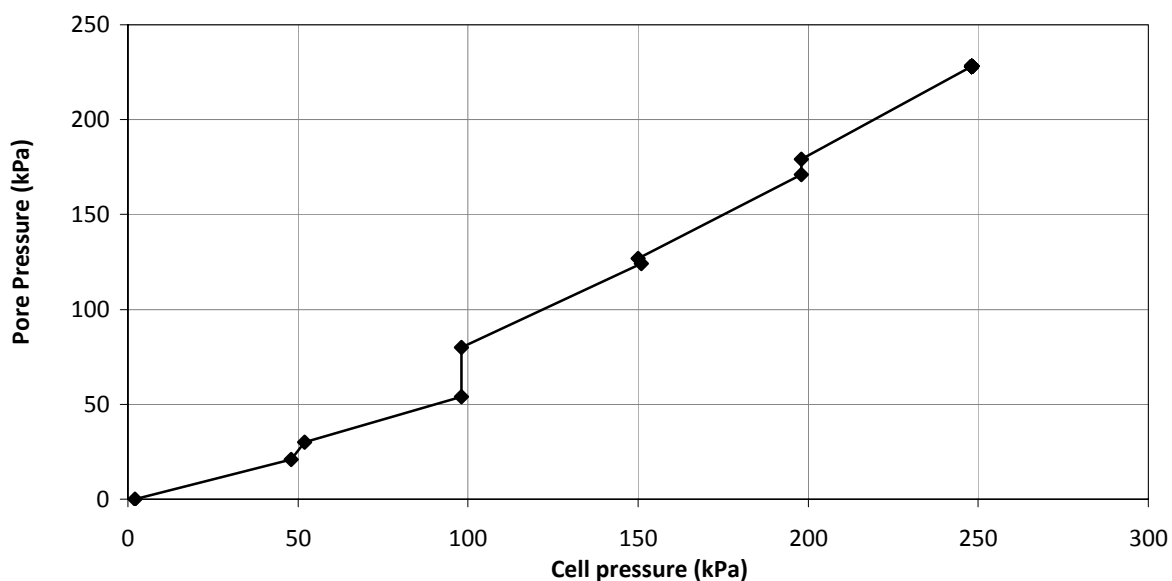
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	27/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	452	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	397	0.9	0.9	0.5	55	20
		1.00	360	1.4	1.4	1.0	92	34
		2.25	307	1.6	1.6	1.5	145	53
		4.00	268	1.7	1.7	2.0	184	68
		6.25	241	1.8	1.8	2.5	211	78
		9.00	223	1.8	1.8	3.0	229	84
		12.25	211	1.9	1.9	3.5	241	89
		16.00	202	1.9	1.9	4.0	250	92
		20.25	195	1.9	1.9	4.5	257	94
		25.00	190	2.0	2.0	5.0	262	96
		30.25	187	2.0	2.0	5.5	265	97
		36.00	186	2.0	2.0	6.0	266	98
		42.25	185	2.0	2.0	6.5	267	98
		49.00	185	2.0	2.0	7.0	267	98
		56.25	184	2.0	2.0	7.5	268	99
		64.00	183	2.0	2.0	8.0	269	99
		72.25	182	2.0	2.0	8.5	270	99
		81.00	182	2.0	2.0	9.0	270	99
		81.33	182	2.0	2.0	9.0	270	99





CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

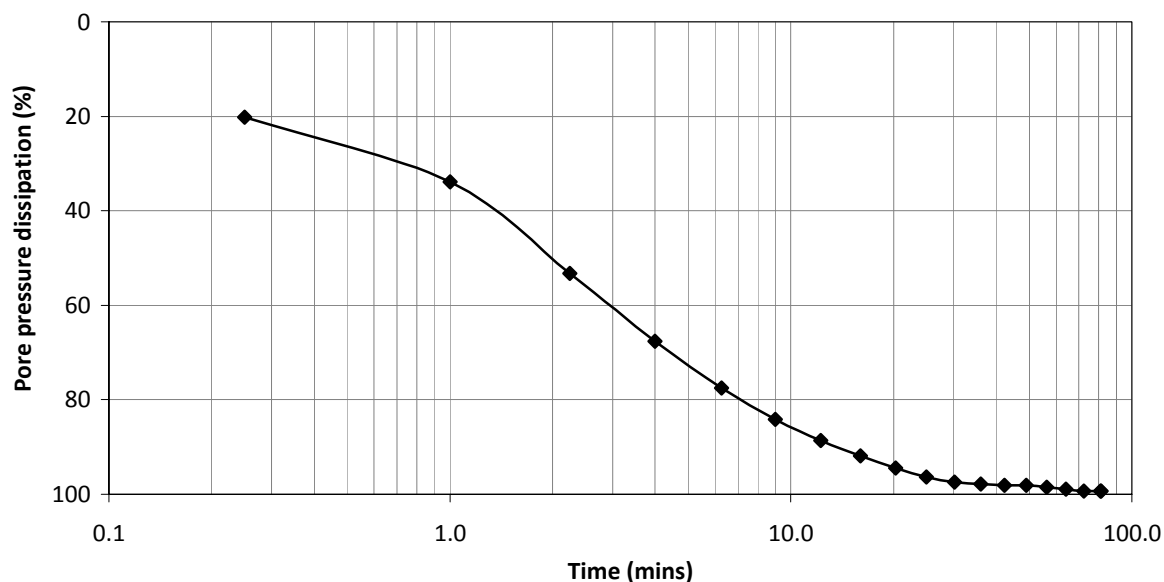
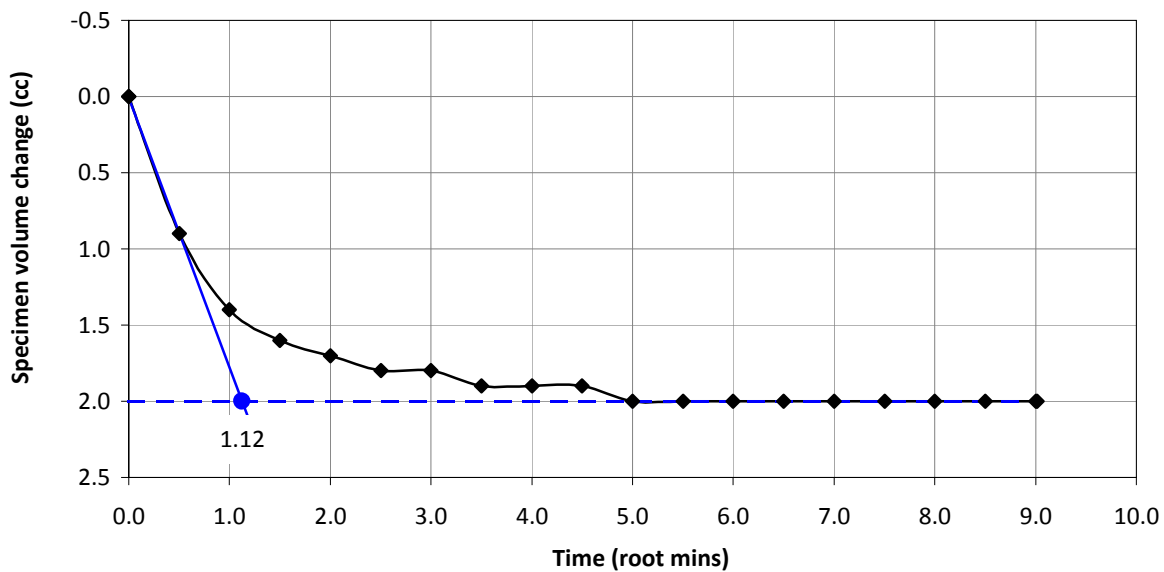
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

Effective stress (kPa)

**300**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	30/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

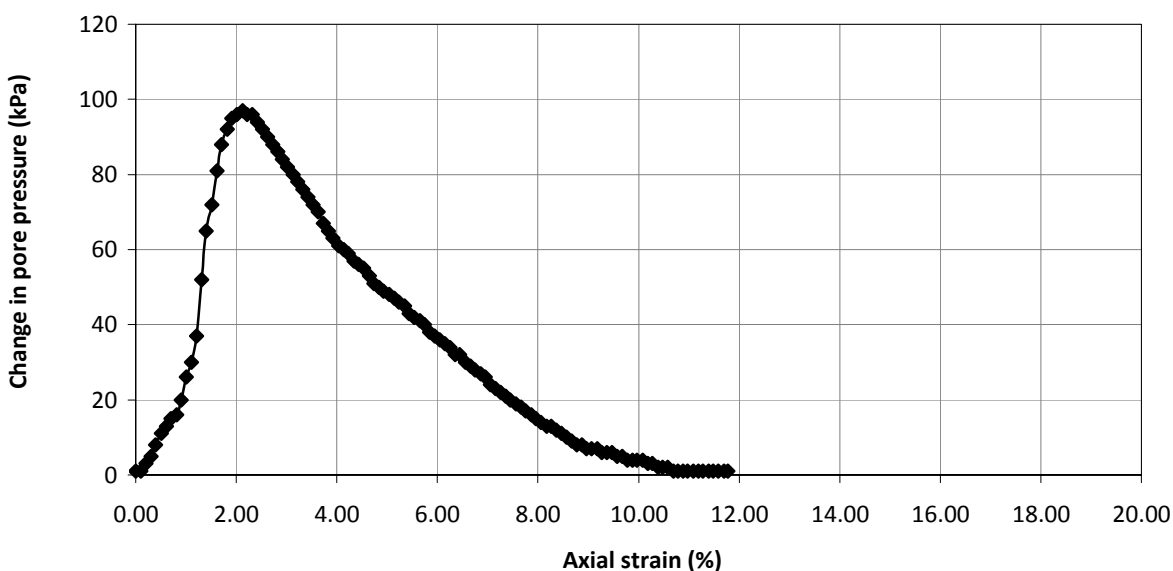
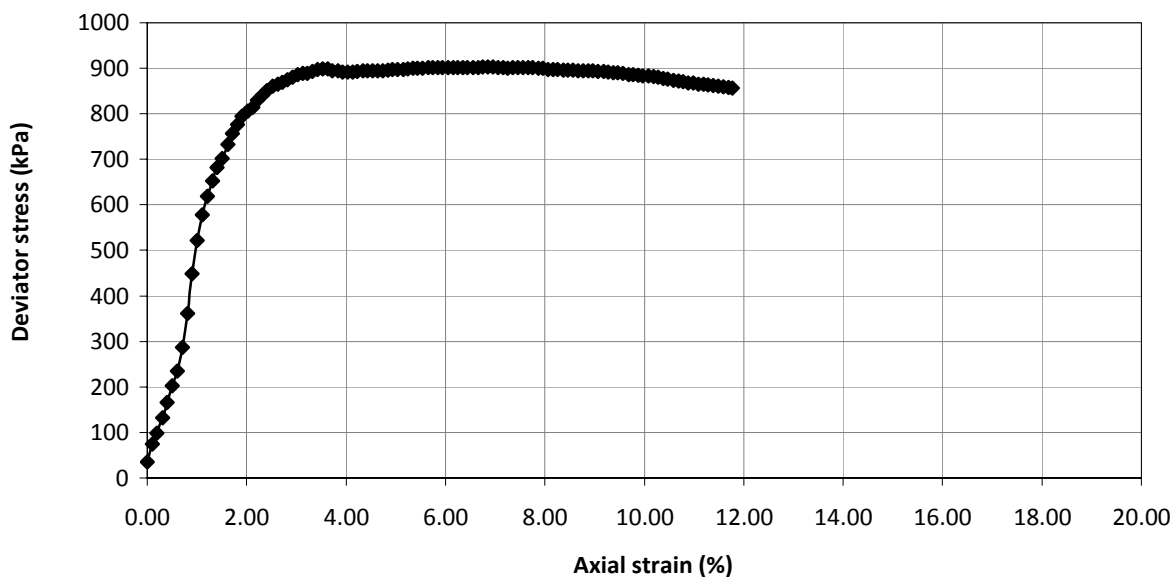
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	30/10/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
13.25	54.0	186	0.00	40.0	0.00	1116.6	1	35.8
13.33	98.0	186	0.08	84.0	0.11	1117.8	1	75.2
13.40	126.0	188	0.15	112.0	0.20	1118.8	3	100.1
13.48	164.0	190	0.23	150.0	0.30	1120.0	5	133.9
13.55	203.0	193	0.30	189.0	0.40	1121.0	8	168.6
13.63	244.0	196	0.38	230.0	0.50	1122.2	11	204.9
13.71	282.0	198	0.46	268.0	0.61	1123.4	13	238.6
13.78	341.0	200	0.53	327.0	0.70	1124.5	15	290.8
13.86	426.0	201	0.61	412.0	0.81	1125.7	16	366.0
13.93	524.0	205	0.68	510.0	0.90	1126.7	20	452.6
14.01	608.0	211	0.76	594.0	1.01	1127.9	26	526.6
14.09	673.0	215	0.84	659.0	1.11	1129.1	30	583.6
14.16	720.0	222	0.91	706.0	1.21	1130.2	37	624.7
14.24	760.0	237	0.99	746.0	1.31	1131.4	52	659.3
14.31	795.0	250	1.06	781.0	1.41	1132.5	65	689.6
14.39	819.0	257	1.14	805.0	1.51	1133.7	72	710.1
14.47	855.0	266	1.22	841.0	1.62	1134.9	81	741.0
14.54	884.0	273	1.29	870.0	1.71	1136.0	88	765.8
14.62	907.0	277	1.37	893.0	1.82	1137.2	92	785.2
14.69	929.0	280	1.44	915.0	1.91	1138.3	95	803.8
14.77	944.0	281	1.52	930.0	2.02	1139.5	96	816.1
14.85	954.0	282	1.60	940.0	2.12	1140.8	97	824.0
14.92	974.0	281	1.67	960.0	2.21	1141.9	96	840.7
15.00	987.0	281	1.75	973.0	2.32	1143.1	96	851.2
15.07	999.0	279	1.82	985.0	2.41	1144.2	94	860.9
15.15	1011.0	277	1.90	997.0	2.52	1145.4	92	870.4
15.23	1017.0	275	1.98	1003.0	2.63	1146.7	90	874.7
15.30	1023.0	273	2.05	1009.0	2.72	1147.8	88	879.1
15.38	1031.0	271	2.13	1017.0	2.82	1149.0	86	885.1
15.45	1039.0	269	2.20	1025.0	2.92	1150.1	84	891.2
15.53	1046.0	267	2.28	1032.0	3.02	1151.4	82	896.3
15.61	1051.0	265	2.36	1037.0	3.13	1152.6	80	899.7
15.68	1052.0	263	2.43	1038.0	3.22	1153.7	78	899.7



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
15.76	1058.0	261	2.51	1044.0	3.33	1155.0	76	903.9
15.83	1063.0	259	2.58	1049.0	3.42	1156.1	74	907.3
15.91	1067.0	257	2.66	1053.0	3.53	1157.4	72	909.8
15.99	1067.0	255	2.74	1053.0	3.63	1158.7	70	908.8
16.06	1063.0	252	2.81	1049.0	3.73	1159.8	67	904.5
16.14	1064.0	250	2.89	1050.0	3.83	1161.1	65	904.3
16.21	1063.0	248	2.96	1049.0	3.93	1162.2	63	902.6
16.29	1063.0	246	3.04	1049.0	4.03	1163.5	61	901.6
16.37	1065.0	245	3.12	1051.0	4.14	1164.8	60	902.3
16.44	1068.0	244	3.19	1054.0	4.23	1165.9	59	904.0
16.52	1070.0	242	3.27	1056.0	4.34	1167.2	57	904.7
16.59	1071.0	241	3.34	1057.0	4.43	1168.3	56	904.7
16.67	1072.0	240	3.42	1058.0	4.54	1169.6	55	904.6
16.75	1074.0	238	3.50	1060.0	4.64	1170.9	53	905.3
16.82	1075.0	236	3.57	1061.0	4.73	1172.1	51	905.2
16.90	1077.0	235	3.65	1063.0	4.84	1173.4	50	905.9
16.97	1080.0	234	3.72	1066.0	4.93	1174.5	49	907.6
17.05	1082.0	233	3.80	1068.0	5.04	1175.8	48	908.3
17.13	1083.0	232	3.88	1069.0	5.15	1177.1	47	908.1
17.20	1086.0	231	3.95	1072.0	5.24	1178.3	46	909.8
17.28	1088.0	230	4.03	1074.0	5.34	1179.6	45	910.5
17.35	1090.0	228	4.10	1076.0	5.44	1180.8	43	911.3
17.43	1091.0	227	4.18	1077.0	5.54	1182.1	42	911.1
17.51	1093.0	226	4.26	1079.0	5.65	1183.4	41	911.8
17.58	1095.0	225	4.33	1081.0	5.74	1184.6	40	912.6
17.66	1096.0	223	4.41	1082.0	5.85	1185.9	38	912.4
17.73	1097.0	222	4.48	1083.0	5.94	1187.1	37	912.3
17.81	1098.0	221	4.56	1084.0	6.05	1188.4	36	912.1
17.89	1099.0	220	4.64	1085.0	6.15	1189.8	35	911.9
17.96	1101.0	219	4.71	1087.0	6.25	1191.0	34	912.7
18.04	1102.0	217	4.79	1088.0	6.35	1192.3	32	912.5
18.11	1103.0	217	4.86	1089.0	6.44	1193.5	32	912.5
18.19	1105.0	215	4.94	1091.0	6.55	1194.8	30	913.1



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
18.27	1106.0	214	5.02	1092.0	6.66	1196.2	29	912.9
18.34	1108.0	213	5.09	1094.0	6.75	1197.4	28	913.7
18.42	1109.0	212	5.17	1095.0	6.86	1198.8	27	913.4
18.49	1110.0	211	5.24	1096.0	6.95	1199.9	26	913.4
18.57	1110.0	209	5.32	1096.0	7.05	1201.3	24	912.3
18.65	1111.0	208	5.40	1097.0	7.16	1202.7	23	912.1
18.72	1111.0	207	5.47	1097.0	7.25	1203.9	22	911.2
18.80	1113.0	206	5.55	1099.0	7.36	1205.3	21	911.8
18.87	1115.0	205	5.62	1101.0	7.45	1206.5	20	912.6
18.95	1116.0	204	5.70	1102.0	7.56	1207.9	19	912.4
19.03	1117.0	203	5.78	1103.0	7.66	1209.3	18	912.1
19.10	1118.0	202	5.85	1104.0	7.76	1210.5	17	912.0
19.18	1119.0	201	5.93	1105.0	7.86	1211.9	16	911.8
19.25	1119.0	200	6.00	1105.0	7.96	1213.1	15	910.9
19.33	1118.0	199	6.08	1104.0	8.06	1214.5	14	909.0
19.41	1118.0	198	6.16	1104.0	8.17	1215.9	13	908.0
19.48	1119.0	198	6.23	1105.0	8.26	1217.1	13	907.9
19.56	1120.0	197	6.31	1106.0	8.37	1218.5	12	907.7
19.63	1121.0	196	6.38	1107.0	8.46	1219.8	11	907.6
19.71	1121.0	195	6.46	1107.0	8.57	1221.2	10	906.5
19.79	1122.0	194	6.54	1108.0	8.67	1222.6	9	906.3
19.86	1123.0	193	6.61	1109.0	8.77	1223.8	8	906.2
19.94	1124.0	193	6.69	1110.0	8.87	1225.3	8	905.9
20.01	1125.0	192	6.76	1111.0	8.96	1226.5	7	905.8
20.09	1125.0	192	6.84	1111.0	9.07	1227.9	7	904.8
20.17	1125.0	192	6.92	1111.0	9.18	1229.4	7	903.7
20.24	1125.0	191	6.99	1111.0	9.27	1230.6	6	902.8
20.32	1125.0	191	7.07	1111.0	9.38	1232.1	6	901.7
20.39	1126.0	191	7.14	1112.0	9.47	1233.3	6	901.6
20.47	1125.0	190	7.22	1111.0	9.57	1234.8	5	899.7
20.55	1124.0	190	7.30	1110.0	9.68	1236.2	5	897.9
20.62	1124.0	189	7.37	1110.0	9.77	1237.5	4	897.0
20.70	1124.0	189	7.45	1110.0	9.88	1239.0	4	895.9



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
20.77	1124.0	189	7.52	1110.0	9.97	1240.2	4	895.0
20.85	1125.0	189	7.60	1111.0	10.08	1241.7	4	894.7
20.93	1124.0	188	7.68	1110.0	10.18	1243.2	3	892.9
21.00	1124.0	188	7.75	1110.0	10.28	1244.5	3	892.0
21.08	1122.0	187	7.83	1108.0	10.38	1245.9	2	889.3
21.15	1121.0	187	7.90	1107.0	10.48	1247.2	2	887.6
21.23	1119.0	187	7.98	1105.0	10.58	1248.7	2	884.9
21.31	1118.0	186	8.06	1104.0	10.69	1250.2	1	883.1
21.38	1117.0	186	8.13	1103.0	10.78	1251.5	1	881.3
21.46	1116.0	186	8.21	1102.0	10.89	1253.0	1	879.5
21.53	1116.0	186	8.28	1102.0	10.98	1254.3	1	878.6
21.61	1115.0	186	8.36	1101.0	11.09	1255.8	1	876.7
21.69	1115.0	186	8.44	1101.0	11.19	1257.3	1	875.7
21.76	1115.0	186	8.51	1101.0	11.28	1258.6	1	874.8
21.84	1114.0	186	8.59	1100.0	11.39	1260.1	1	872.9
21.91	1114.0	186	8.66	1100.0	11.48	1261.4	1	872.0
21.99	1114.0	186	8.74	1100.0	11.59	1262.9	1	871.0
22.07	1113.0	186	8.82	1099.0	11.70	1264.5	1	869.1
22.13	1112.0	186	8.88	1098.0	11.78	1265.6	1	867.6



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	35.8	328.8	293.0	1.12	0.03	310.9	17.9
0.02	0.53	74.6	367.6	293.0	1.25	0.01	330.3	37.3
0.03	0.99	99.1	390.1	291.0	1.34	0.03	340.5	49.5
0.04	1.52	132.4	421.4	289.0	1.46	0.04	355.2	66.2
0.06	1.99	166.5	452.5	286.0	1.58	0.05	369.3	83.3
0.07	2.52	202.4	485.4	283.0	1.72	0.05	384.2	101.2
0.09	3.05	235.4	516.4	281.0	1.84	0.06	398.7	117.7
0.10	3.51	287.2	566.2	279.0	2.03	0.05	422.6	143.6
0.11	4.04	361.8	639.8	278.0	2.30	0.04	458.9	180.9
0.13	4.51	448.0	722.0	274.0	2.64	0.04	498.0	224.0
0.14	5.04	521.4	789.4	268.0	2.95	0.05	528.7	260.7
0.16	5.57	577.9	841.9	264.0	3.19	0.05	552.9	288.9
0.17	6.03	618.5	875.5	257.0	3.41	0.06	566.2	309.2
0.18	6.56	652.6	894.6	242.0	3.70	0.08	568.3	326.3
0.20	7.03	682.4	911.4	229.0	3.98	0.10	570.2	341.2
0.21	7.56	702.3	924.3	222.0	4.16	0.10	573.1	351.1
0.23	8.09	732.7	945.7	213.0	4.44	0.11	579.3	366.3
0.24	8.55	757.1	963.1	206.0	4.68	0.12	584.5	378.5
0.25	9.08	775.9	977.9	202.0	4.84	0.12	590.0	388.0
0.27	9.55	794.0	993.0	199.0	4.99	0.12	596.0	397.0
0.28	10.00	805.8	1003.8	198.0	5.07	0.12	600.9	402.9
0.29	10.00	813.7	1010.7	197.0	5.13	0.12	603.9	406.9
0.31	10.00	830.4	1028.4	198.0	5.19	0.12	613.2	415.2
0.32	10.00	840.9	1038.9	198.0	5.25	0.11	618.4	420.4
0.33	10.00	850.5	1050.5	200.0	5.25	0.11	625.3	425.3
0.35	10.00	860.1	1062.1	202.0	5.26	0.11	632.0	430.0
0.36	10.00	864.3	1068.3	204.0	5.24	0.10	636.2	432.2
0.37	10.00	868.7	1074.7	206.0	5.22	0.10	640.4	434.4
0.39	10.00	874.7	1082.7	208.0	5.21	0.10	645.4	437.4
0.40	10.00	880.8	1090.8	210.0	5.19	0.10	650.4	440.4
0.41	10.00	885.9	1097.9	212.0	5.18	0.09	655.0	443.0
0.43	10.00	889.2	1103.2	214.0	5.16	0.09	658.6	444.6
0.44	10.00	889.2	1105.2	216.0	5.12	0.09	660.6	444.6



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.45	10.00	893.4	1111.4	218.0	5.10	0.09	664.7	446.7
0.46	10.00	896.9	1116.9	220.0	5.08	0.08	668.4	448.4
0.48	10.00	899.3	1121.3	222.0	5.05	0.08	671.7	449.7
0.49	10.00	898.3	1122.3	224.0	5.01	0.08	673.2	449.2
0.50	10.00	894.0	1121.0	227.0	4.94	0.07	674.0	447.0
0.52	10.00	893.8	1122.8	229.0	4.90	0.07	675.9	446.9
0.53	10.00	892.1	1123.1	231.0	4.86	0.07	677.0	446.0
0.54	10.00	891.1	1124.1	233.0	4.82	0.07	678.5	445.5
0.55	10.00	891.8	1125.8	234.0	4.81	0.07	679.9	445.9
0.57	10.00	893.5	1128.5	235.0	4.80	0.07	681.7	446.7
0.58	10.00	894.2	1131.2	237.0	4.77	0.06	684.1	447.1
0.59	10.00	894.1	1132.1	238.0	4.76	0.06	685.1	447.1
0.60	10.00	894.0	1133.0	239.0	4.74	0.06	686.0	447.0
0.62	10.00	894.7	1135.7	241.0	4.71	0.06	688.3	447.3
0.63	10.00	894.6	1137.6	243.0	4.68	0.06	690.3	447.3
0.64	10.00	895.3	1139.3	244.0	4.67	0.06	691.7	447.7
0.65	10.00	897.0	1142.0	245.0	4.66	0.05	693.5	448.5
0.67	10.00	897.6	1143.6	246.0	4.65	0.05	694.8	448.8
0.68	10.00	897.5	1144.5	247.0	4.63	0.05	695.7	448.7
0.69	10.00	899.11	1147.1	248.0	4.63	0.05	697.6	449.6
0.70	10.00	899.8	1148.8	249.0	4.61	0.05	698.9	449.9
0.71	10.00	900.6	1151.6	251.0	4.59	0.05	701.3	450.3
0.73	10.00	900.4	1152.4	252.0	4.57	0.05	702.2	450.2
0.74	10.00	901.0	1154.0	253.0	4.56	0.05	703.5	450.5
0.75	10.00	901.8	1155.8	254.0	4.55	0.04	704.9	450.9
0.76	10.00	901.6	1157.6	256.0	4.52	0.04	706.8	450.8
0.77	10.00	901.5	1158.5	257.0	4.51	0.04	707.8	450.8
0.78	10.00	901.3	1159.3	258.0	4.49	0.04	708.7	450.7
0.80	10.00	901.1	1160.1	259.0	4.48	0.04	709.6	450.6
0.81	10.00	901.9	1161.9	260.0	4.47	0.04	711.0	451.0
0.82	10.00	901.7	1163.7	262.0	4.44	0.04	712.8	450.8
0.83	10.00	901.6	1163.6	262.0	4.44	0.04	712.8	450.8
0.84	10.00	902.2	1166.2	264.0	4.42	0.03	715.1	451.1





CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.85	10.00	902.0	1167.0	265.0	4.40	0.03	716.0	451.0
0.87	10.00	902.8	1168.8	266.0	4.39	0.03	717.4	451.4
0.88	10.00	902.6	1169.6	267.0	4.38	0.03	718.3	451.3
0.89	10.00	902.5	1170.5	268.0	4.37	0.03	719.2	451.2
0.90	10.00	901.4	1171.4	270.0	4.34	0.03	720.7	450.7
0.91	10.00	901.2	1172.2	271.0	4.33	0.03	721.6	450.6
0.92	10.00	900.3	1172.3	272.0	4.31	0.02	722.1	450.1
0.93	10.00	900.9	1173.9	273.0	4.30	0.02	723.4	450.4
0.94	10.00	901.6	1175.6	274.0	4.29	0.02	724.8	450.8
0.95	10.00	901.4	1176.4	275.0	4.28	0.02	725.7	450.7
0.97	10.00	901.2	1177.2	276.0	4.27	0.02	726.6	450.6
0.98	10.00	901.1	1178.1	277.0	4.25	0.02	727.5	450.5
0.99	10.00	900.8	1178.8	278.0	4.24	0.02	728.4	450.4
1.00	10.00	899.9	1178.9	279.0	4.23	0.02	729.0	450.0
1.01	10.00	898.0	1178.0	280.0	4.21	0.02	729.0	449.0
1.02	10.00	897.0	1178.0	281.0	4.19	0.01	729.5	448.5
1.03	10.00	896.8	1177.8	281.0	4.19	0.01	729.4	448.4
1.04	10.00	896.6	1178.6	282.0	4.18	0.01	730.3	448.3
1.05	10.00	896.5	1179.5	283.0	4.17	0.01	731.2	448.2
1.06	10.00	895.4	1179.4	284.0	4.15	0.01	731.7	447.7
1.07	10.00	895.2	1180.2	285.0	4.14	0.01	732.6	447.6
1.08	10.00	895.1	1181.1	286.0	4.13	0.01	733.5	447.5
1.09	10.00	894.8	1180.8	286.0	4.13	0.01	733.4	447.4
1.10	10.00	894.7	1181.7	287.0	4.12	0.01	734.4	447.4
1.12	10.00	893.6	1180.6	287.0	4.11	0.01	733.8	446.8
1.13	10.00	892.6	1179.6	287.0	4.11	0.01	733.3	446.3
1.14	10.00	891.6	1179.6	288.0	4.10	0.01	733.8	445.8
1.15	10.00	890.6	1178.6	288.0	4.09	0.01	733.3	445.3
1.16	10.00	890.5	1178.5	288.0	4.09	0.01	733.2	445.2
1.17	10.00	888.6	1177.6	289.0	4.07	0.01	733.3	444.3
1.18	10.00	886.7	1175.7	289.0	4.07	0.01	732.4	443.4
1.19	10.00	885.8	1175.8	290.0	4.05	0.00	732.9	442.9
1.20	10.00	884.7	1174.7	290.0	4.05	0.00	732.4	442.4



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**300**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
1.21	10.00	883.8	1173.8	290.0	4.05	0.00	731.9	441.9
1.22	10.00	883.5	1173.5	290.0	4.05	0.00	731.8	441.8
1.23	10.00	881.6	1172.6	291.0	4.03	0.00	731.8	440.8
1.24	10.00	880.7	1171.7	291.0	4.03	0.00	731.4	440.4
1.25	10.00	878.0	1170.0	292.0	4.01	0.00	731.0	439.0
1.25	10.00	876.3	1168.3	292.0	4.00	0.00	730.2	438.2
1.26	10.00	873.7	1165.7	292.0	3.99	0.00	728.8	436.8
1.28	10.00	871.8	1164.8	293.0	3.98	0.00	728.9	435.9
1.28	10.00	870.1	1163.1	293.0	3.97	0.00	728.0	435.0
1.29	10.00	868.2	1161.2	293.0	3.96	0.00	727.1	434.1
1.30	10.00	867.3	1160.3	293.0	3.96	0.00	726.6	433.6
1.31	10.00	865.4	1158.4	293.0	3.95	0.00	725.7	432.7
1.32	10.00	864.4	1157.4	293.0	3.95	0.00	725.2	432.2
1.33	10.00	863.5	1156.5	293.0	3.95	0.00	724.7	431.7
1.34	10.00	861.6	1154.6	293.0	3.94	0.00	723.8	430.8
1.35	10.00	860.7	1153.7	293.0	3.94	0.00	723.3	430.3
1.36	10.00	859.6	1152.6	293.0	3.93	0.00	722.8	429.8
1.37	10.00	857.8	1150.8	293.0	3.93	0.00	721.9	428.9
1.38	10.00	856.2	1149.2	293.0	3.92	0.00	721.1	428.1



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data				Calculated data			
Time (mins)	Cell pressure (kPa)	Pore pressure (kPa)	Back pressure (kPa)	Volume-change indicator			B Value (-)
				Before (cc)	After (cc)	Difference (cc)	
	2	0	C				-
	48	5	C				0.11
	48	31	27		-0.2	-0.2	-
	98	44	C				0.26
	98	80	78		-0.1	-0.1	-
	112	85	C				0.36
	113	99	99		-0.6	-0.6	-
	148	118	C				0.54
	149	138	138		-1.3	-1.3	-
	198	178	C				0.82
	200	190	192		-0.8	-0.8	-
	248	237	C				0.98



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

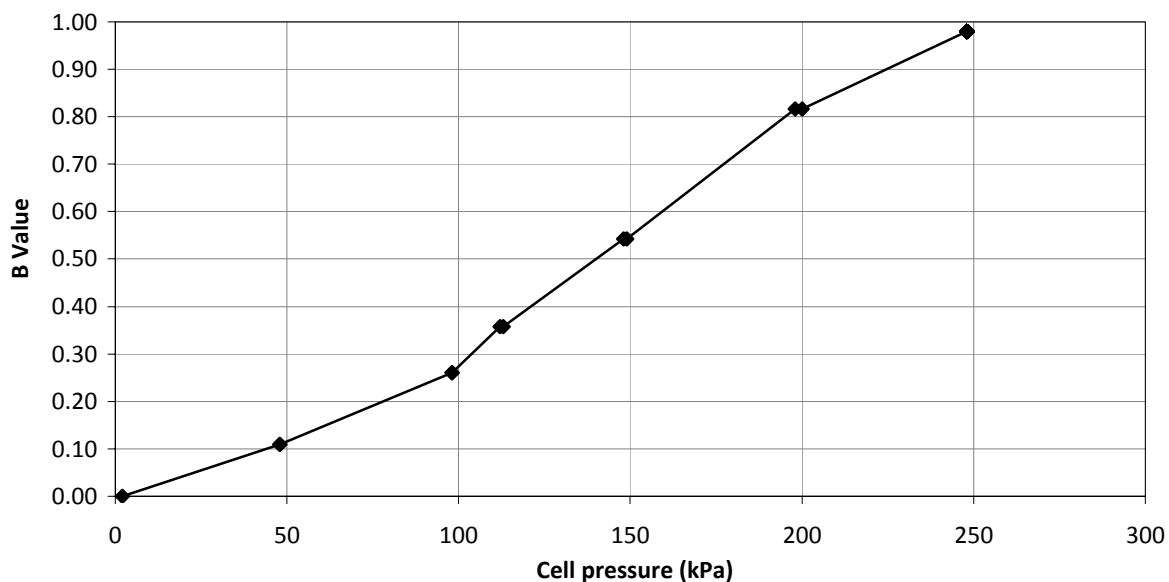
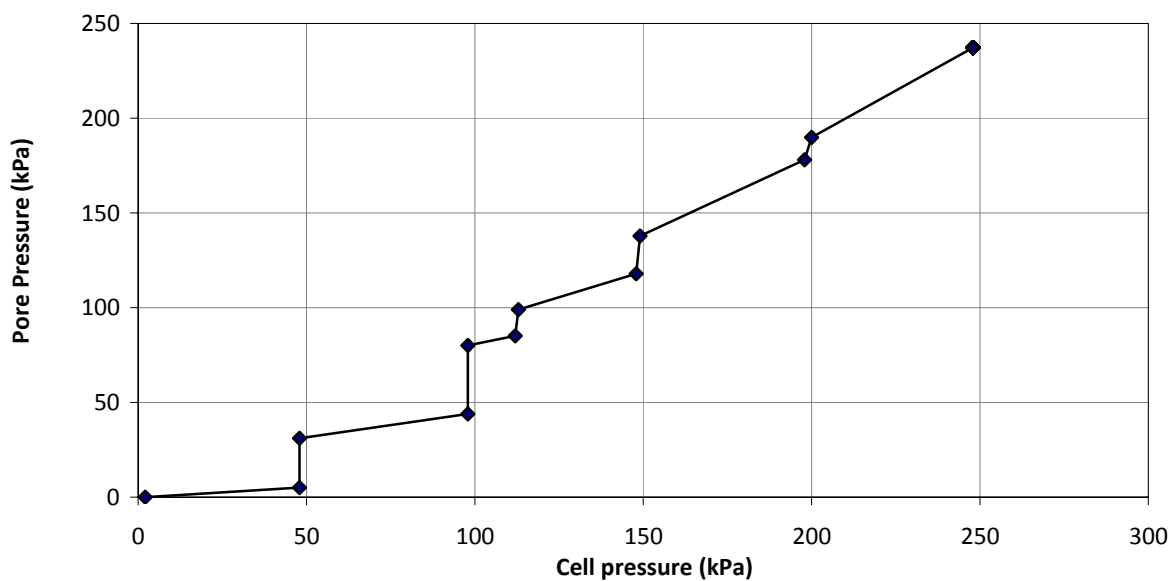
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

Effective stress (kPa)

**600**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	09/09/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	776	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	743	0.1	0.1	0.5	33	6
		1.00	660	0.1	0.1	1.0	116	20
		2.25	584	0.2	0.2	1.5	192	33
		4.00	522	0.2	0.2	2.0	254	43
		6.25	481	0.3	0.3	2.5	295	51
		9.00	436	0.3	0.3	3.0	340	58
		12.25	402	0.3	0.3	3.5	374	64
		16.00	375	0.3	0.3	4.0	401	69
		20.25	353	0.3	0.3	4.5	423	72
		25.00	333	0.3	0.3	5.0	443	76
		30.25	317	0.3	0.3	5.5	459	79
		36.00	303	0.3	0.3	6.0	473	81
		42.25	290	0.3	0.3	6.5	486	83
		49.00	279	0.3	0.3	7.0	497	85
		56.25	270	0.3	0.3	7.5	506	87
		64.00	262	0.3	0.3	8.0	514	88
		72.25	256	0.3	0.3	8.5	520	89
		81.00	249	0.3	0.3	9.0	527	90
		90.25	244	0.3	0.3	9.5	532	91
		100.00	239	0.3	0.3	10.0	537	92
		110.25	234	0.3	0.3	10.5	542	93
		121.00	230	0.3	0.3	11.0	546	93
		132.25	227	0.3	0.3	11.5	549	94
		144.00	224	0.3	0.3	12.0	552	95
		156.25	221	0.3	0.3	12.5	555	95
		169.00	218	0.3	0.3	13.0	558	96
		182.25	217	0.3	0.3	13.5	559	96
		196.00	215	0.3	0.3	14.0	561	96
		210.25	214	0.3	0.3	14.5	562	96
		225.00	212	0.3	0.3	15.0	564	97
		240.25	211	0.3	0.3	15.5	565	97
		256.00	210	0.3	0.3	16.0	566	97



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		272.25	208	0.3	0.3	16.5	568	97
		289.00	208	0.3	0.3	17.0	568	97
		306.25	207	0.3	0.3	17.5	569	97
		324.00	206	0.3	0.3	18.0	570	98
		342.25	206	0.3	0.3	18.5	570	98
		361.00	205	0.3	0.3	19.0	571	98
		380.25	205	0.3	0.3	19.5	571	98
		400.00	204	0.3	0.3	20.0	572	98
		420.25	203	0.3	0.3	20.5	573	98
		441.00	203	0.3	0.3	21.0	573	98
		462.25	202	0.3	0.3	21.5	574	98
		484.00	202	0.3	0.3	22.0	574	98
		506.25	201	0.3	0.3	22.5	575	98
		529.00	200	0.3	0.3	23.0	576	99
		552.25	199	0.3	0.3	23.5	577	99
		576.00	199	0.3	0.3	24.0	577	99
		600.25	198	0.3	0.3	24.5	578	99
		625.00	197	0.3	0.3	25.0	579	99
		650.25	197	0.3	0.3	25.5	579	99
		676.00	197	0.3	0.3	26.0	579	99
		702.25	196	0.3	0.3	26.5	580	99



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

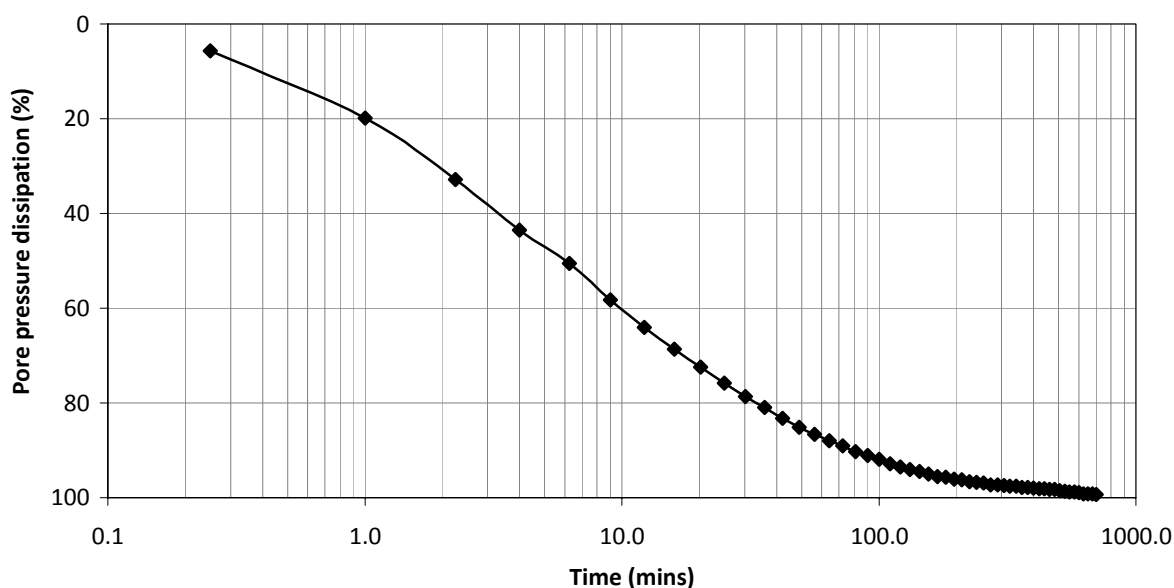
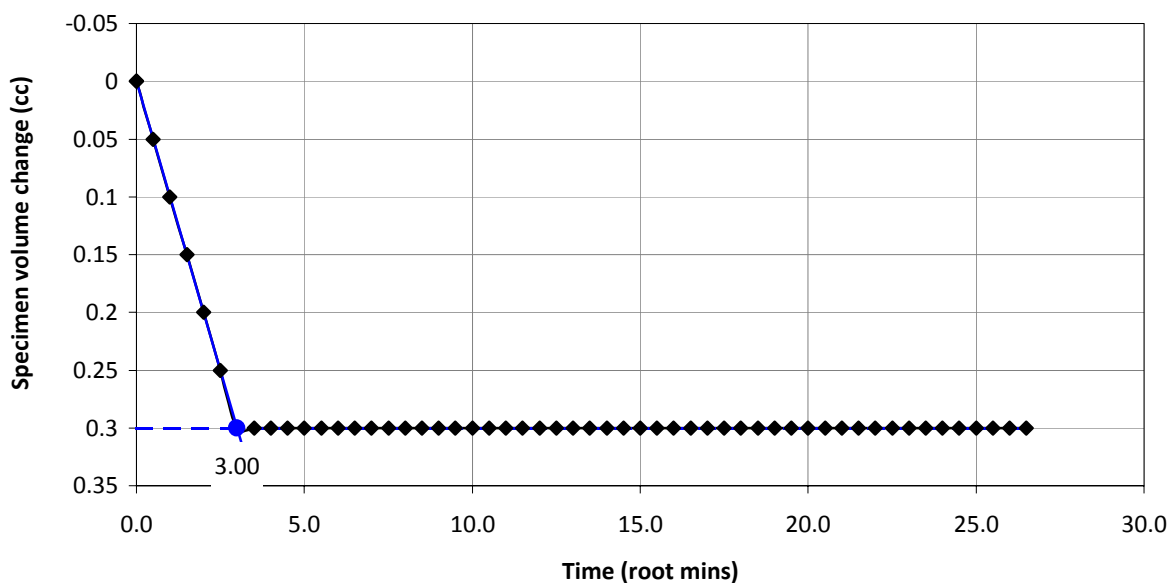
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

Effective stress (kPa)

**600**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	29/09/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

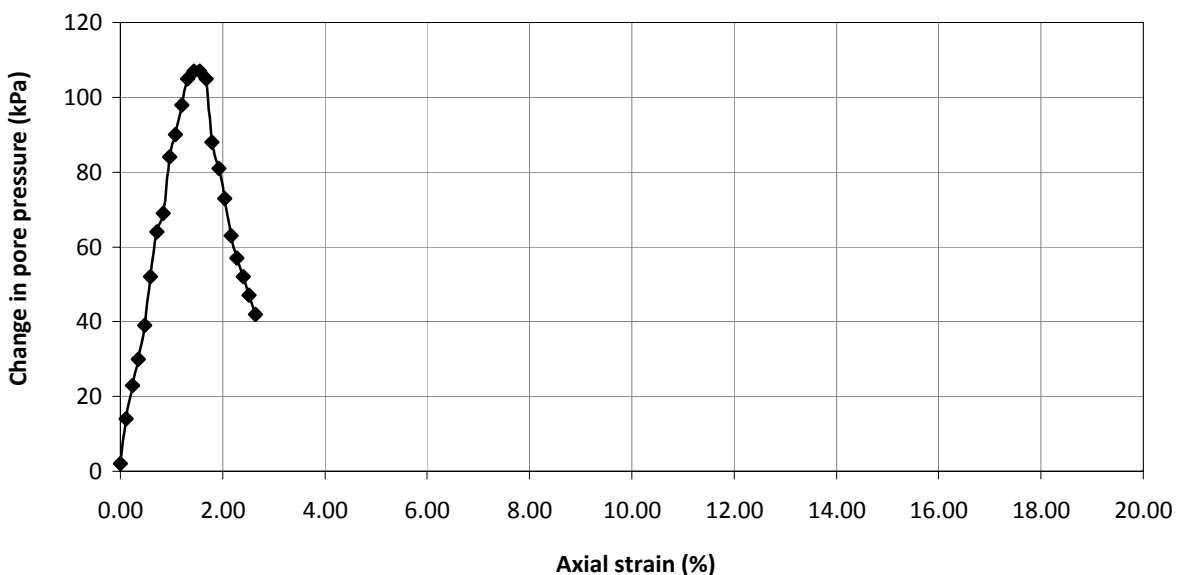
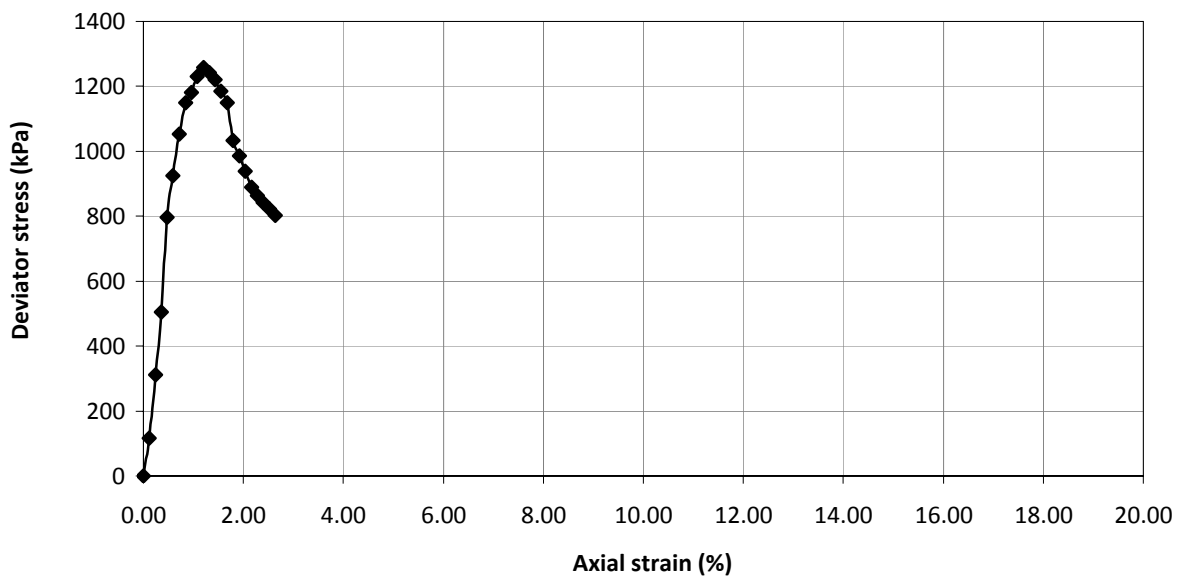
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	29/09/2014	Date	27/11/2014	Date	5065/2014





**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
**Laboratorio di Meccanica delle Terre**

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
10.75	49.0	204	0.00	0.0	0.00	1131.5	2	0.0
10.84	181.0	216	0.09	132.0	0.12	1132.8	14	116.5
10.93	404.0	225	0.18	355.0	0.24	1134.2	23	313.0
11.02	624.0	232	0.27	575.0	0.36	1135.5	30	506.4
11.11	957.0	241	0.36	908.0	0.47	1136.9	39	798.7
11.20	1105.0	254	0.45	1056.0	0.59	1138.2	52	927.8
11.29	1254.0	266	0.54	1205.0	0.71	1139.6	64	1057.4
11.39	1365.0	271	0.64	1316.0	0.84	1141.1	69	1153.3
11.48	1405.0	286	0.73	1356.0	0.96	1142.5	84	1186.9
11.57	1463.0	292	0.82	1414.0	1.08	1143.8	90	1236.2
11.66	1497.0	300	0.91	1448.0	1.20	1145.2	98	1264.4
11.75	1482.0	307	1.00	1433.0	1.32	1146.6	105	1249.8
11.84	1459.0	309	1.09	1410.0	1.44	1148.0	107	1228.3
11.93	1421.0	309	1.18	1372.0	1.55	1149.3	107	1193.7
12.02	1382.0	307	1.27	1333.0	1.67	1150.7	105	1158.4
12.11	1250.0	290	1.36	1201.0	1.79	1152.1	88	1042.4
12.21	1198.0	283	1.46	1149.0	1.92	1153.7	81	996.0
12.30	1145.0	275	1.55	1096.0	2.04	1155.1	73	948.9
12.39	1089.0	265	1.64	1040.0	2.16	1156.5	63	899.3
12.48	1062.0	259	1.73	1013.0	2.28	1157.9	57	874.9
12.57	1038.0	254	1.82	989.0	2.40	1159.3	52	853.1
12.66	1016.0	249	1.91	967.0	2.52	1160.7	47	833.1
12.75	994.0	244	2.00	945.0	2.63	1162.1	42	813.2



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGATA BIANCA (CA)		
Project reference	VA 303	Sample depth (m)	11.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	CAMPIONE 1	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	0.0	588.0	588.0	1.00	#DIV/0!	588.0	0.0
0.02	0.59	115.9	691.9	576.0	1.20	0.12	634.0	58.0
0.03	1.19	311.8	878.8	567.0	1.55	0.07	722.9	155.9
0.05	1.78	504.5	1064.5	560.0	1.90	0.06	812.3	252.3
0.07	2.37	796.2	1347.2	551.0	2.45	0.05	949.1	398.1
0.08	2.96	924.7	1462.7	538.0	2.72	0.06	1000.4	462.4
0.10	3.56	1053.7	1579.7	526.0	3.00	0.06	1052.9	526.9
0.12	4.22	1148.9	1669.9	521.0	3.21	0.06	1095.5	574.5
0.14	4.81	1182.0	1688.0	506.0	3.34	0.07	1097.0	591.0
0.15	5.40	1230.6	1730.6	500.0	3.46	0.07	1115.3	615.3
0.17	5.99	1258.2	1750.2	492.0	3.56	0.08	1121.1	629.1
0.18	6.59	1243.0	1728.0	485.0	3.56	0.08	1106.5	621.5
0.20	7.18	1220.9	1703.9	483.0	3.53	0.09	1093.4	610.4
0.22	7.77	1185.7	1668.7	483.0	3.45	0.09	1075.9	592.9
0.23	8.36	1149.8	1634.8	485.0	3.37	0.09	1059.9	574.9
0.25	8.96	1033.2	1535.2	502.0	3.06	0.09	1018.6	516.6
0.27	9.62	986.1	1495.1	509.0	2.94	0.08	1002.0	493.0
0.28	10.00	938.6	1455.6	517.0	2.82	0.08	986.3	469.3
0.30	10.00	889.0	1416.0	527.0	2.69	0.07	971.5	444.5
0.32	10.00	864.6	1397.6	533.0	2.62	0.07	965.3	432.3
0.33	10.00	842.8	1380.8	538.0	2.57	0.06	959.4	421.4
0.35	10.00	822.8	1365.8	543.0	2.52	0.06	954.4	411.4
0.36	10.00	802.8	1350.8	548.0	2.47	0.05	949.4	401.4

## APPENDICE

Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

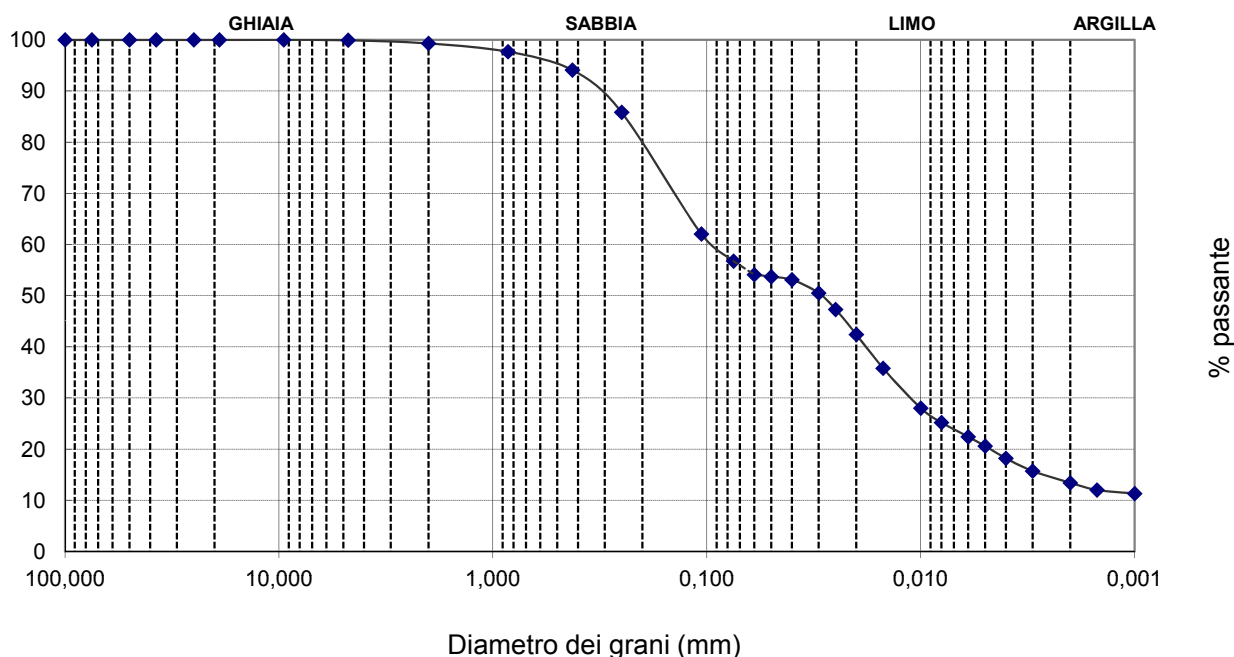
Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5069/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Curva Granulometrica

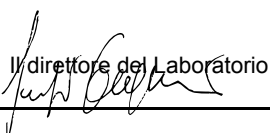


### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	0,7
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	45,2
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	40,7
Argilla	( < 0,002 mm )	13,4

D10	< 0,001
D30	0,0113
D60	0,0940

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio  


Lo sperimentatore  




Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5069/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 119,40

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,08	0,1	99,9
No.10	2,000	0,75	0,7	99,3
No.20	0,850	1,94	2,3	97,7
No.40	0,425	4,27	5,9	94,1
No.60	0,250	9,87	14,2	85,8
No.140	0,106	28,41	38,0	62,0
No.200	0,075	6,32	43,2	56,8

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 26/11/2014 12.18.37

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 56.8 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	45,9	54,1
0,050	46,3	53,7
0,040	46,9	53,1
0,030	49,5	50,5
0,025	52,7	47,3
0,020	57,6	42,4
0,015	64,2	35,8
0,010	72,0	28,0
0,008	74,8	25,2
0,006	77,6	22,4
0,005	79,4	20,6
0,004	81,8	18,2
0,003	84,3	15,7
0,002	86,6	13,4
0,002	88,0	12,0
0,001	88,7	11,3

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



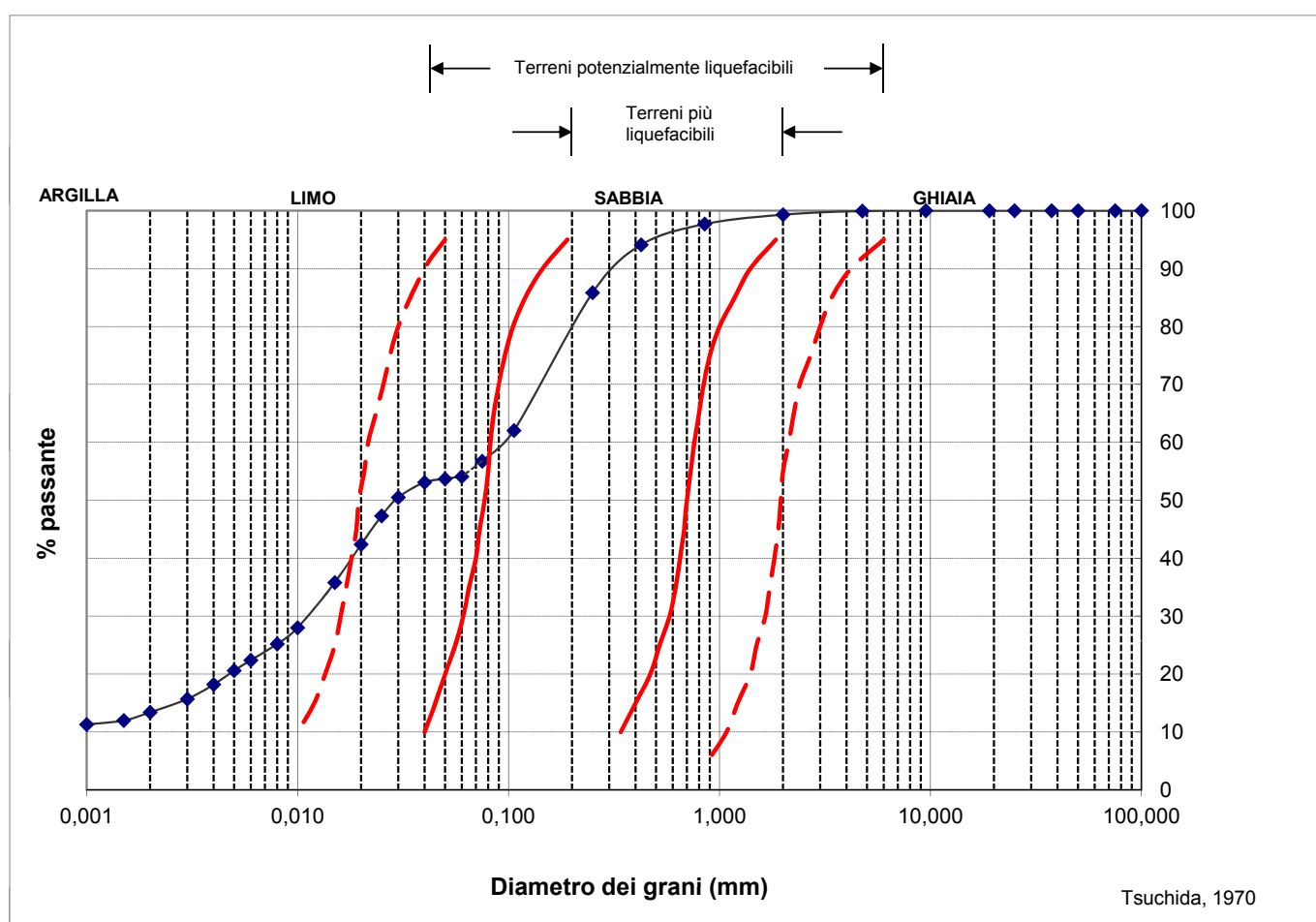
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5069/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



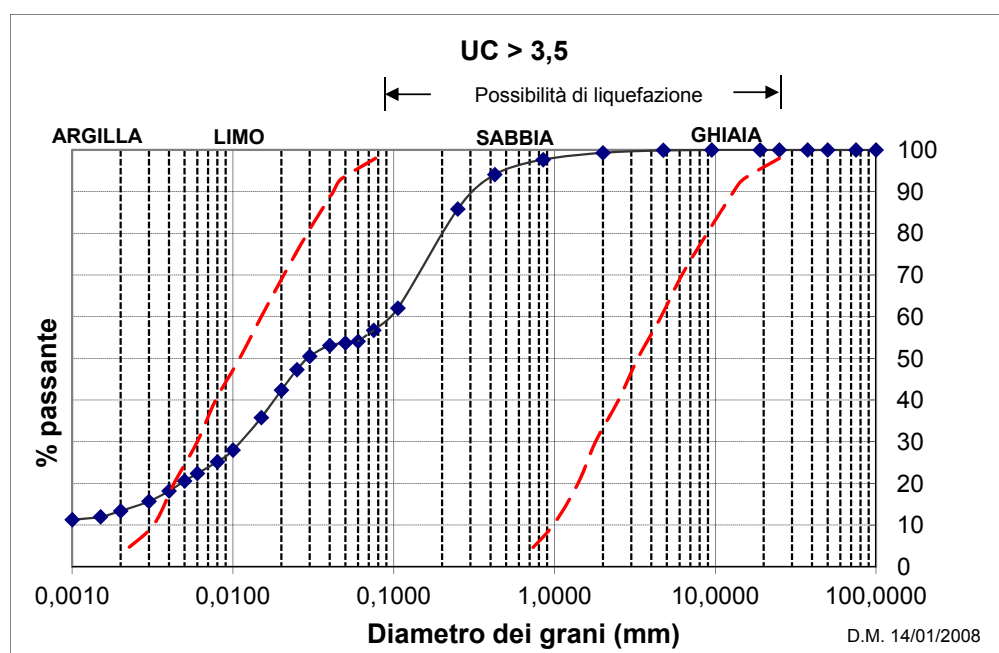
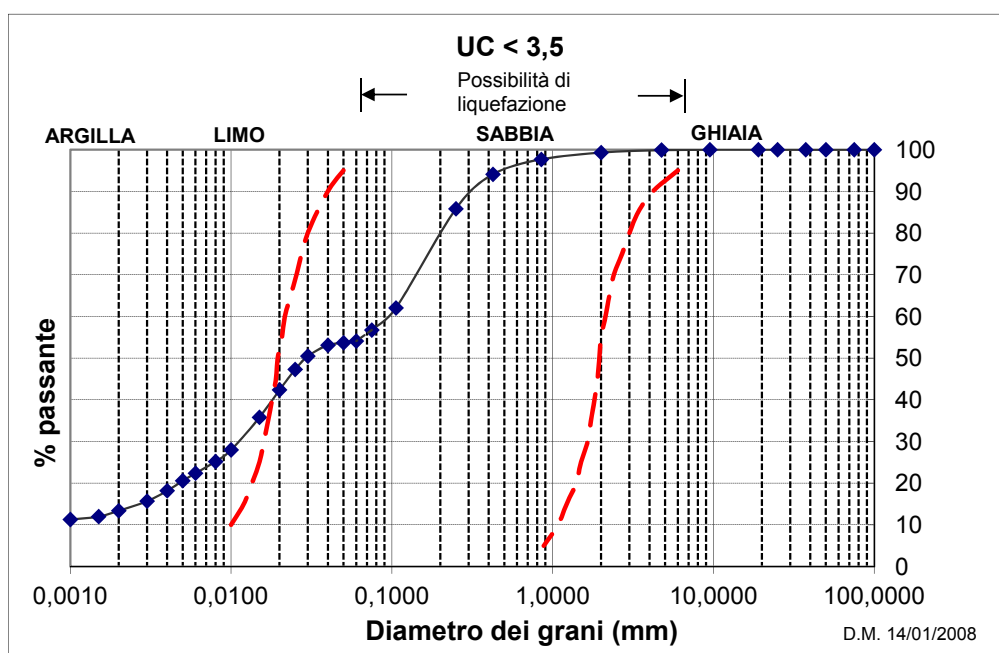
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5069/2014

Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

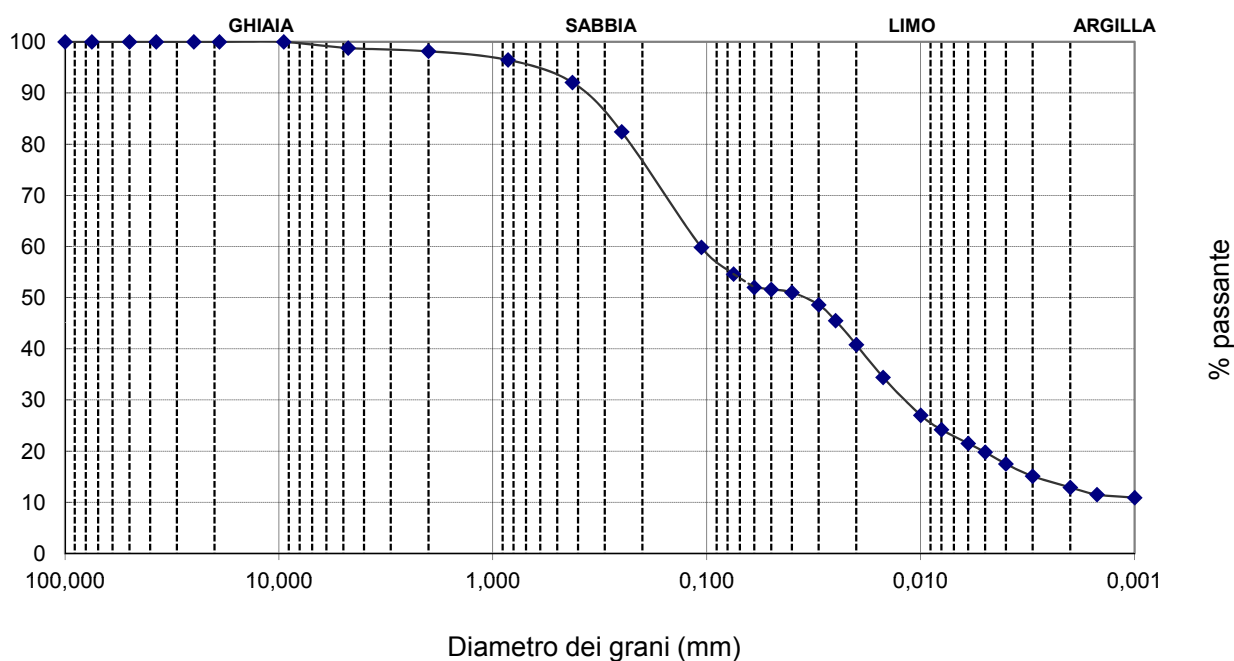
Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5070/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Curva Granulometrica



### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	1,8
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	46,2
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	39,1
Argilla	( < 0,002 mm )	12,9

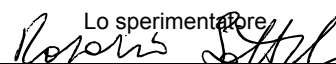
D10	< 0,001
D30	0,0120
D60	0,1071

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore







Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5070/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 124,28

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	1,50	1,2	98,8
No.10	2,000	0,78	1,8	98,2
No.20	0,850	2,10	3,5	96,5
No.40	0,425	5,48	7,9	92,1
No.60	0,250	12,00	17,6	82,4
No.140	0,106	28,07	40,2	59,8
No.200	0,075	6,49	45,4	54,6

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 27/11/2014 15.23.22

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 54.6 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	48,0	52,0
0,050	48,4	51,6
0,040	49,0	51,0
0,030	51,4	48,6
0,025	54,5	45,5
0,020	59,2	40,8
0,015	65,6	34,4
0,010	73,0	27,0
0,008	75,8	24,2
0,006	78,5	21,5
0,005	80,2	19,8
0,004	82,5	17,5
0,003	84,9	15,1
0,002	87,1	12,9
0,002	88,5	11,5
0,001	89,1	10,9

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



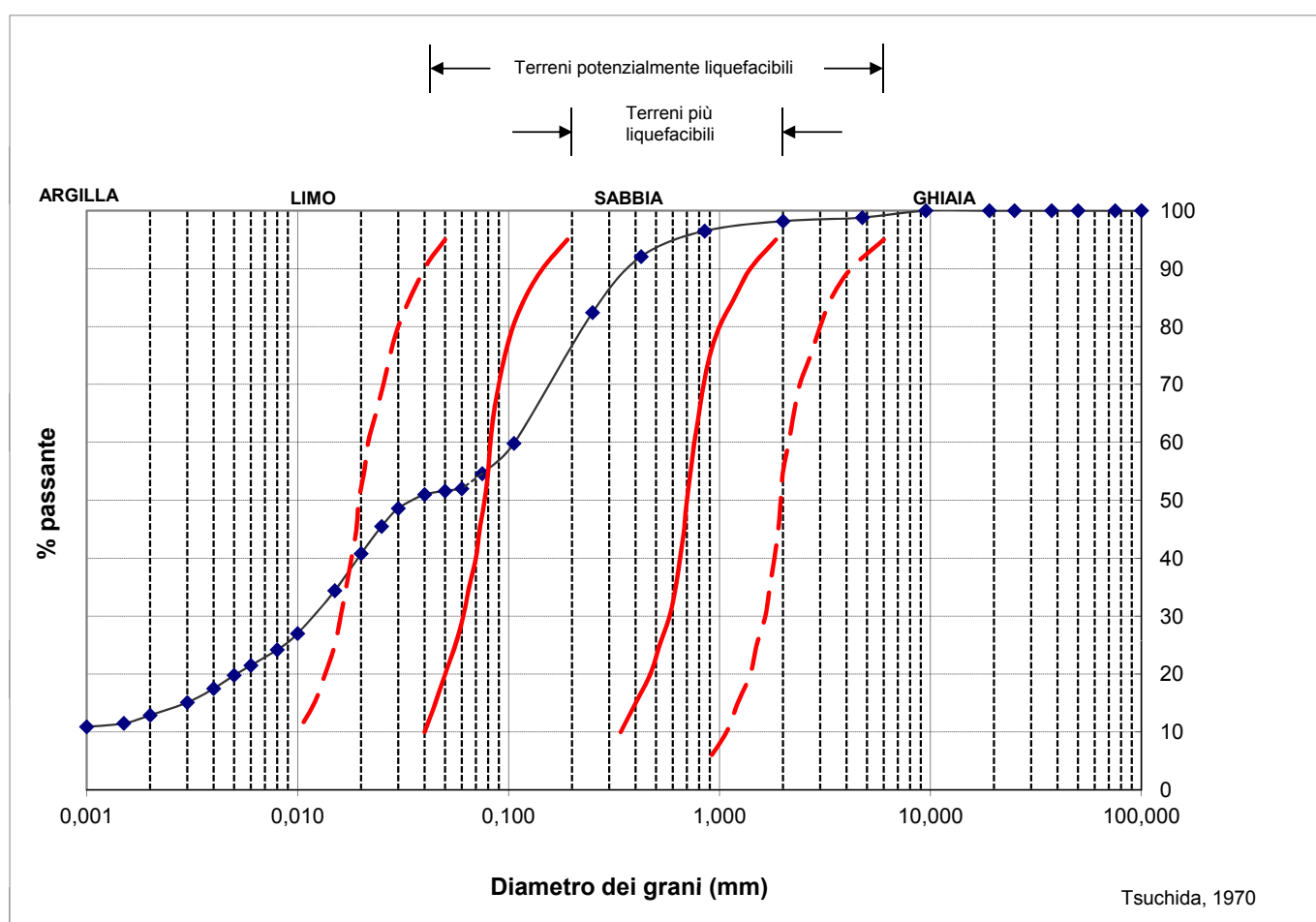
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5070/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

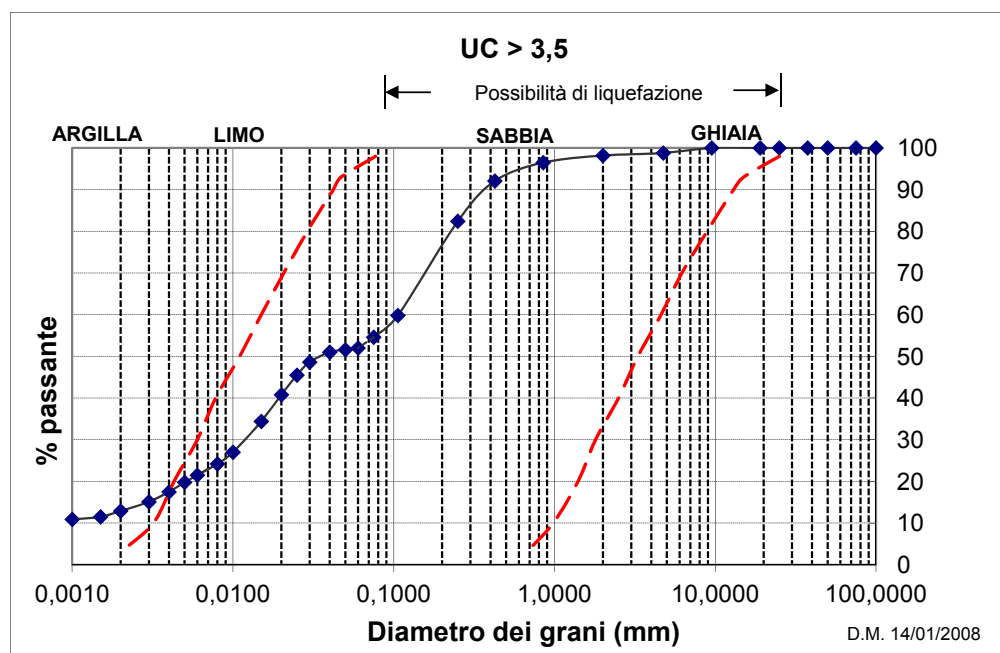
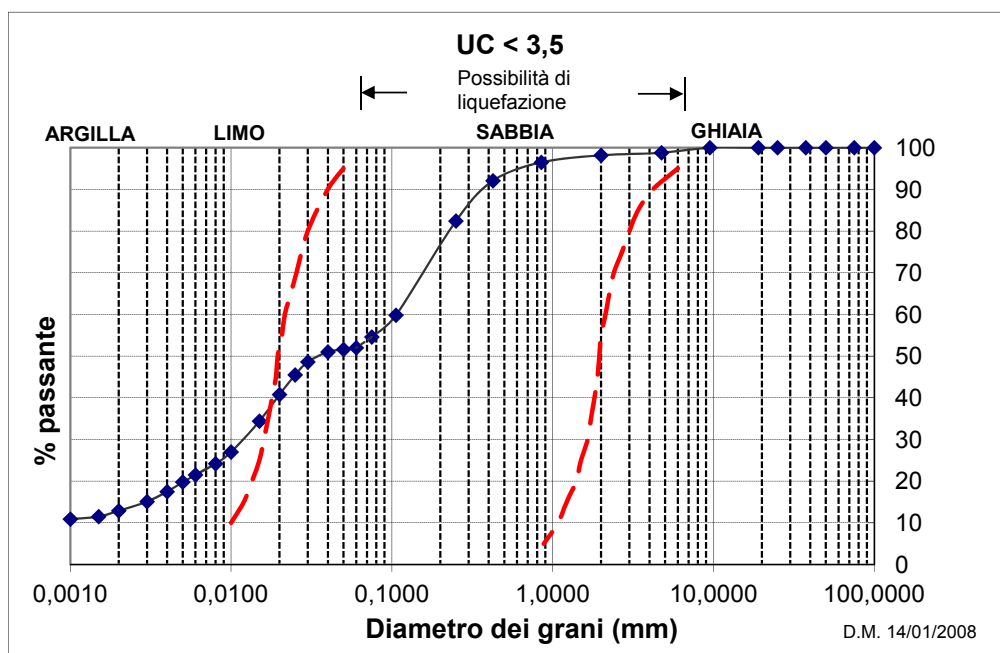
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	12/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5070/2014

Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*

Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

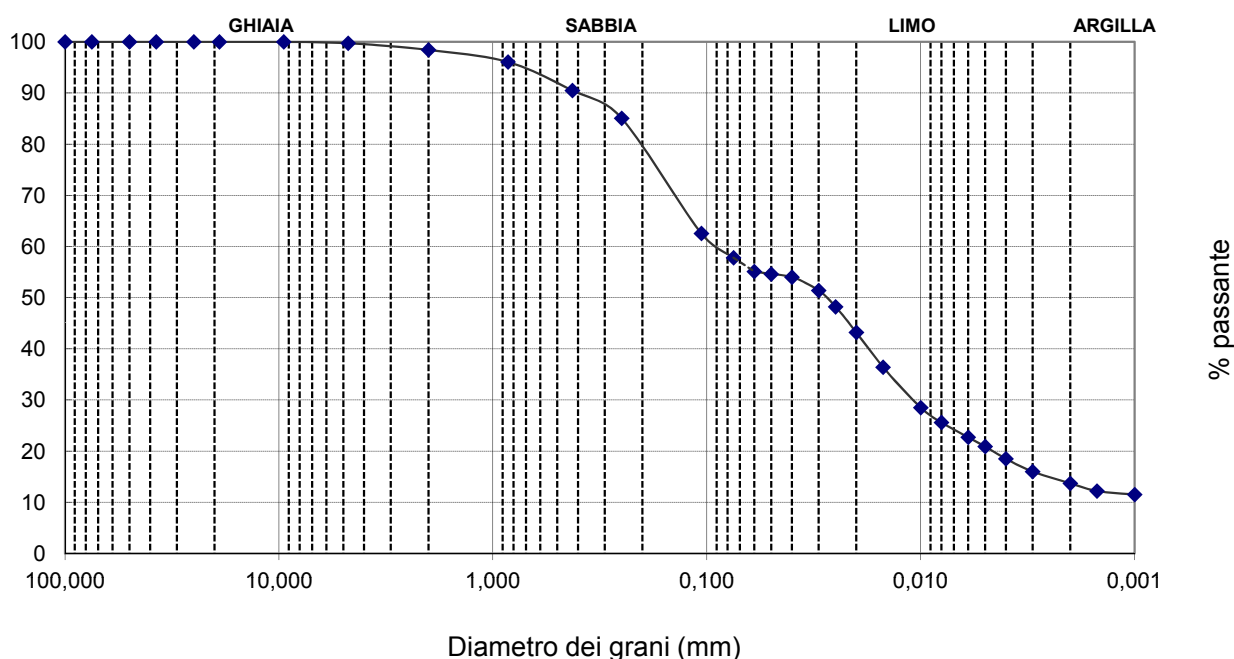
Data prova	16/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5071/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Curva Granulometrica



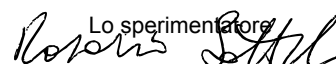
### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	1,6
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	43,3
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	41,4
Argilla	( < 0,002 mm )	13,7

D10	< 0,001
D30	0,0109
D60	0,0894

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio  


Lo sperimentatore  




Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5071/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 180,24

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,48	0,3	99,7
No.10	2,000	2,35	1,6	98,4
No.20	0,850	4,26	3,9	96,1
No.40	0,425	10,05	9,5	90,5
No.60	0,250	9,80	14,9	85,1
No.140	0,106	40,57	37,5	62,5
No.200	0,075	8,55	42,2	57,8

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 27/11/2014 15.24.16

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 57.8 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	44,9	55,1
0,050	45,4	54,6
0,040	46,0	54,0
0,030	48,6	51,4
0,025	51,8	48,2
0,020	56,8	43,2
0,015	63,6	36,4
0,010	71,5	28,5
0,008	74,4	25,6
0,006	77,3	22,7
0,005	79,1	20,9
0,004	81,5	18,5
0,003	84,0	16,0
0,002	86,3	13,7
0,002	87,8	12,2
0,001	88,5	11,5

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

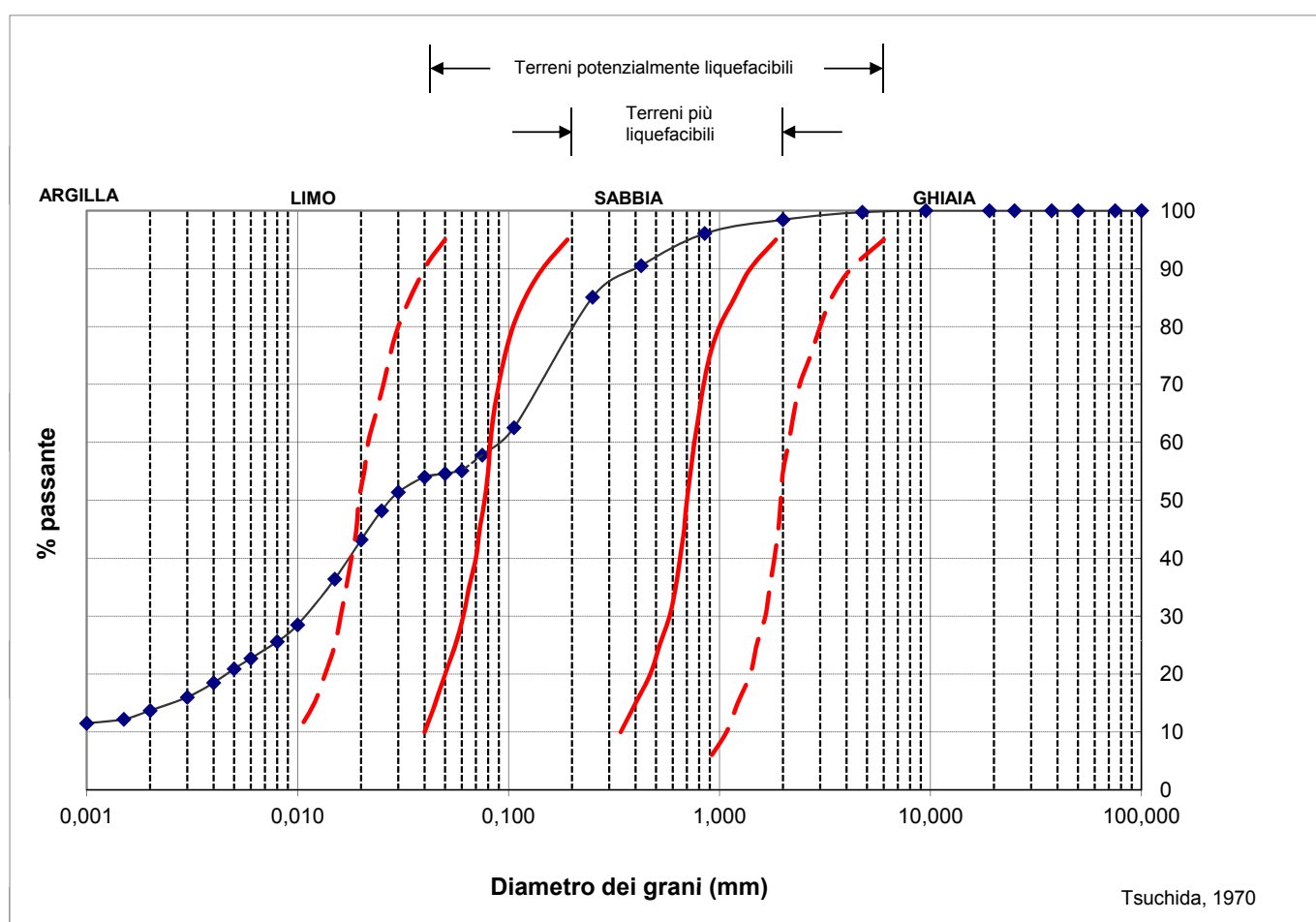
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5071/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

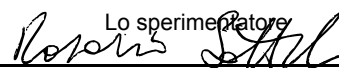
## POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore





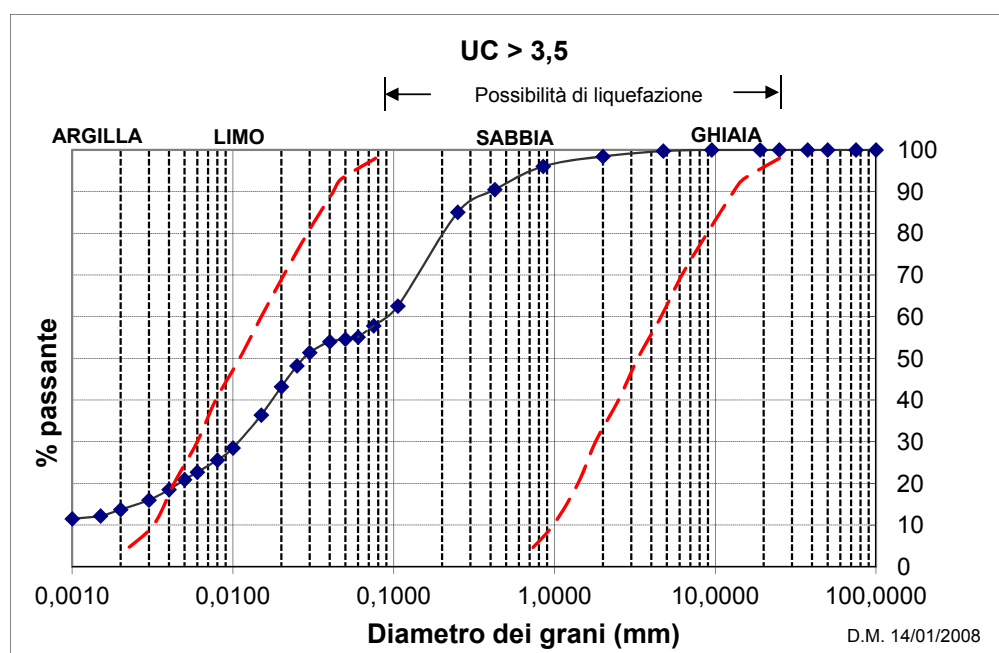
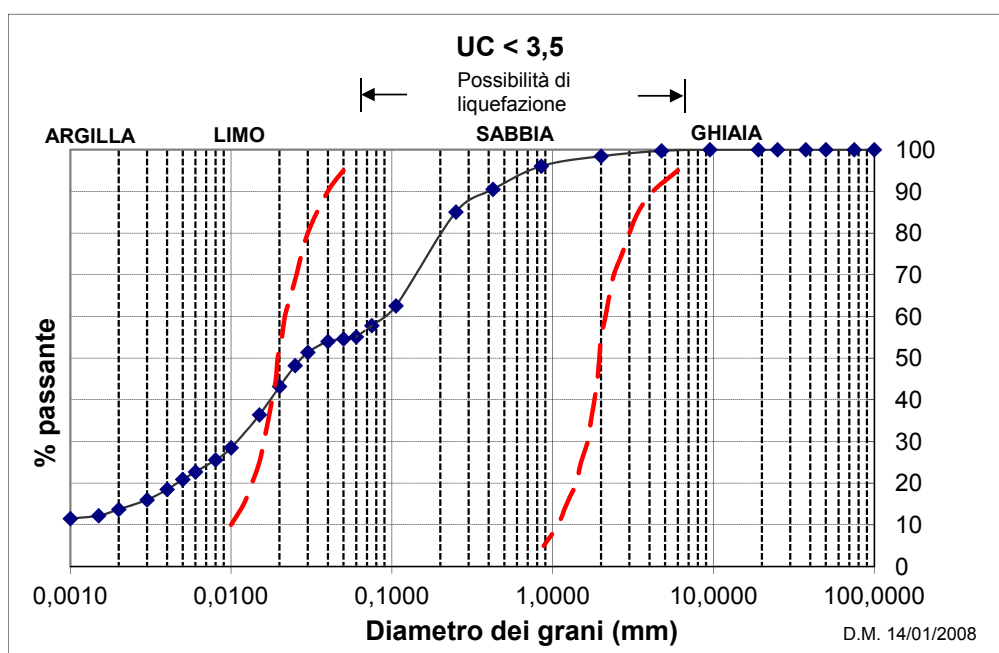
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	16/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5071/2014

Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

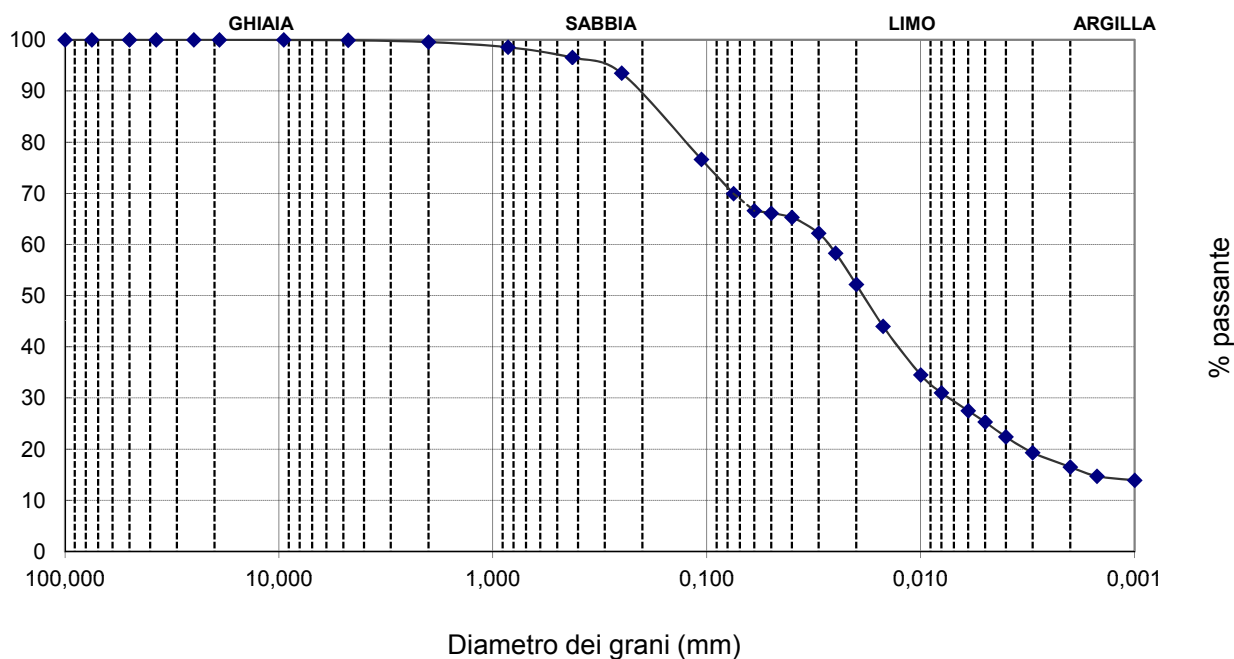
Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5072/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Curva Granulometrica



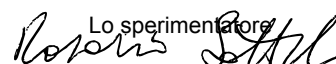
### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	0,4
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	33,0
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	50,1
Argilla	( < 0,002 mm )	16,5

D10	< 0,001
D30	0,0074
D60	0,0272

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio  


Lo sperimentatore  






Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5072/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 - E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 171,96

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,13	0,1	99,9
No.10	2,000	0,60	0,4	99,6
No.20	0,850	1,75	1,4	98,6
No.40	0,425	3,46	3,5	96,5
No.60	0,250	5,26	6,5	93,5
No.140	0,106	28,99	23,4	76,6
No.200	0,075	11,52	30,1	69,9

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 27/11/2014 15.26.17

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 69.9 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	33,4	66,6
0,050	33,9	66,1
0,040	34,7	65,3
0,030	37,8	62,2
0,025	41,7	58,3
0,020	47,8	52,2
0,015	56,0	44,0
0,010	65,5	34,5
0,008	69,0	31,0
0,006	72,5	27,5
0,005	74,7	25,3
0,004	77,6	22,4
0,003	80,7	19,3
0,002	83,5	16,5
0,002	85,3	14,7
0,001	86,1	13,9

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

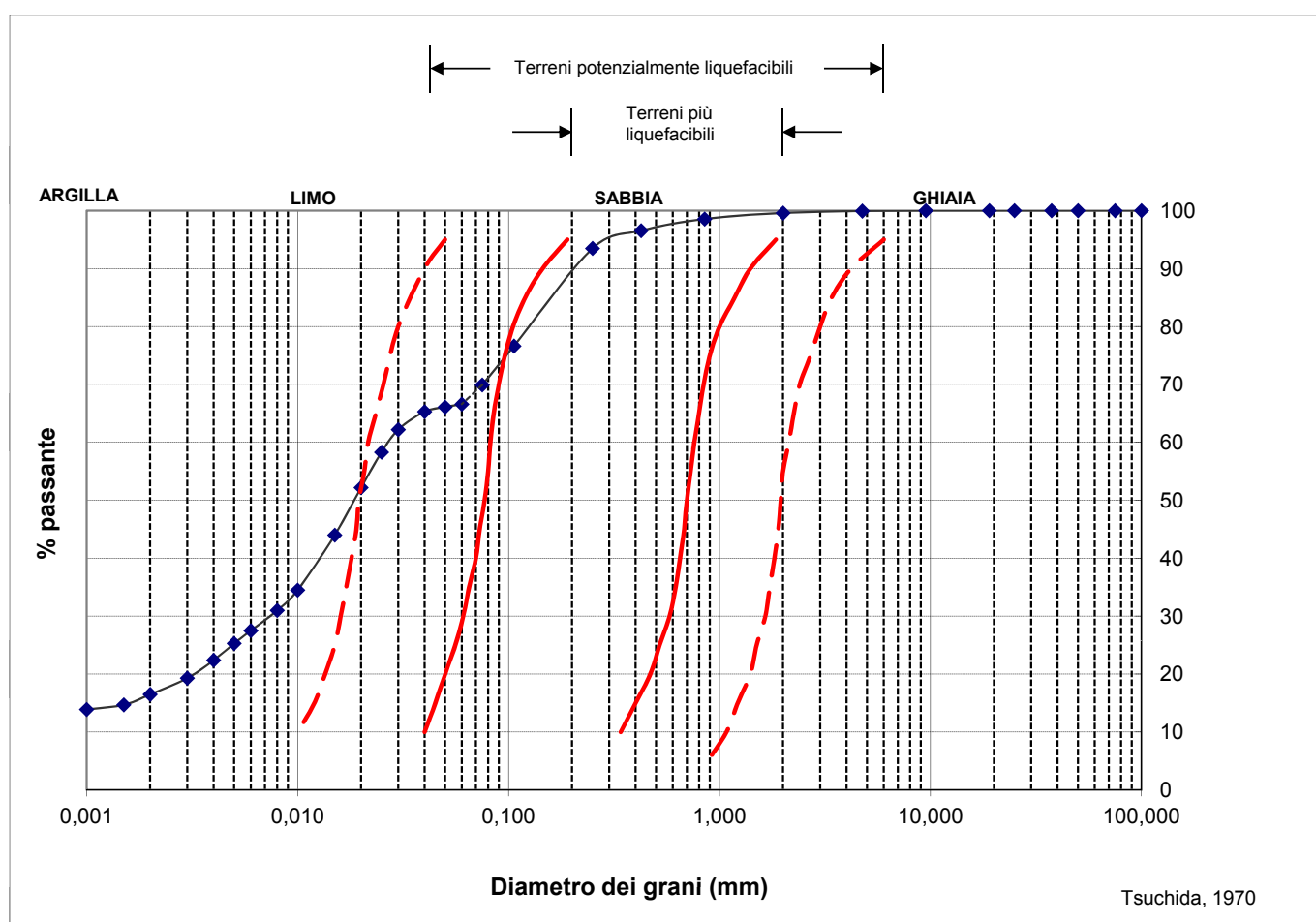
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5072/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

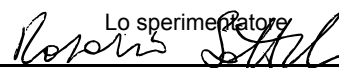
## POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore



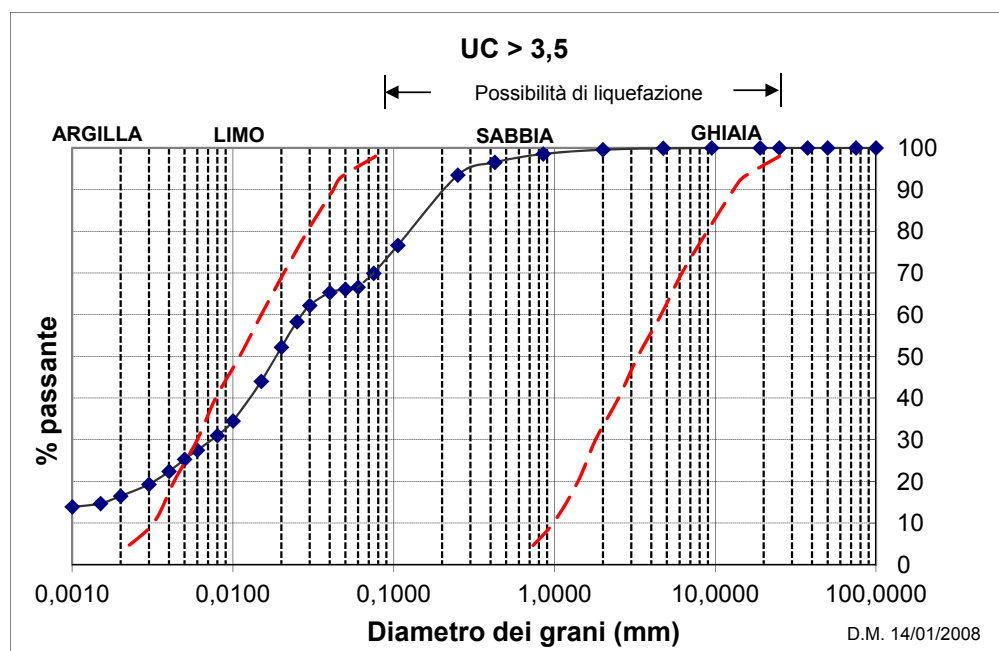
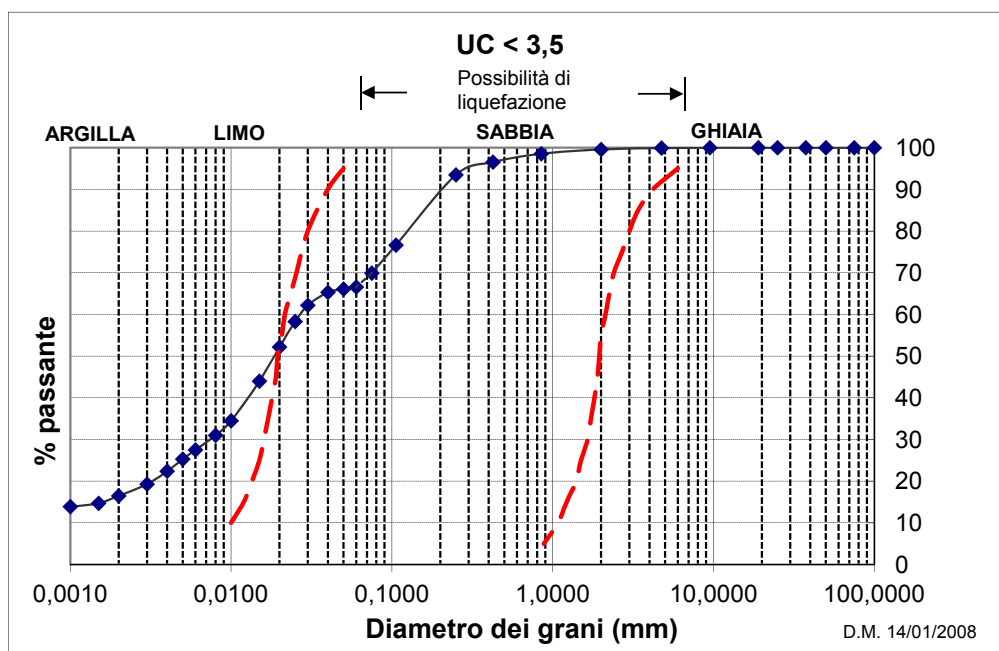
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5072/2014

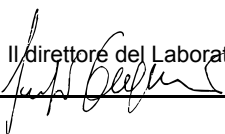
Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

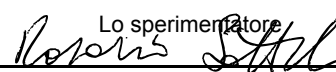
### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio



Lo sperimentatore



Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

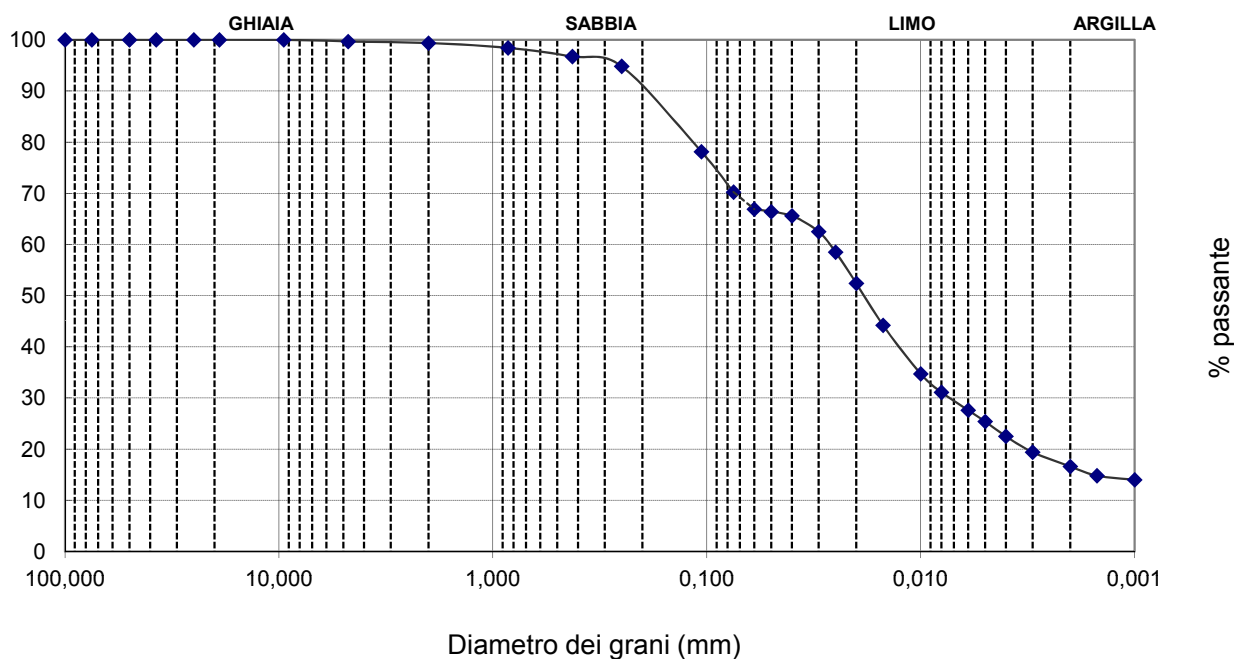
Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5073/2014

Pag. 1 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Curva Granulometrica



### Riepilogo dei risultati

Ciottoli	( > 60 mm )	0,0
Ghiaia	( 60 - 2 mm )	0,6
Sabbia	( 2 - 0,060 mm )	32,5
Limo	( 0,060 - 0,002 mm )	50,3
Argilla	( < 0,002 mm )	16,6

D10	< 0,001
D30	0,0074
D60	0,0269

Classificazione AGI 1994

Il direttore del Laboratorio  


Lo sperimentatore  




Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5073/2014

Pag. 2 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 -E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 170,05

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,57	0,3	99,7
No.10	2,000	0,52	0,6	99,4
No.20	0,850	1,59	1,6	98,4
No.40	0,425	2,87	3,3	96,7
No.60	0,250	3,25	5,2	94,8
No.140	0,106	28,38	21,9	78,1
No.200	0,075	13,43	29,8	70,2

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,603

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 24/11/2014 12.22.03

Reported: 27/11/2014 15.28.46

Liquid Visc: 0.7228 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 70.2 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:04 hrs:min

Sample Density: 2.780 g/cm³

Liquid Density: 0.9941 g/cm³

Base/Full Scale: 130 / 91 kCnts/s

Reynolds Number: 0.95

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	33,1	66,9
0,050	33,6	66,4
0,040	34,4	65,6
0,030	37,5	62,5
0,025	41,5	58,5
0,020	47,6	52,4
0,015	55,8	44,2
0,010	65,3	34,7
0,008	68,9	31,1
0,006	72,4	27,6
0,005	74,6	25,4
0,004	77,5	22,5
0,003	80,6	19,4
0,002	83,4	16,6
0,002	85,2	14,8
0,001	86,0	14,0

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



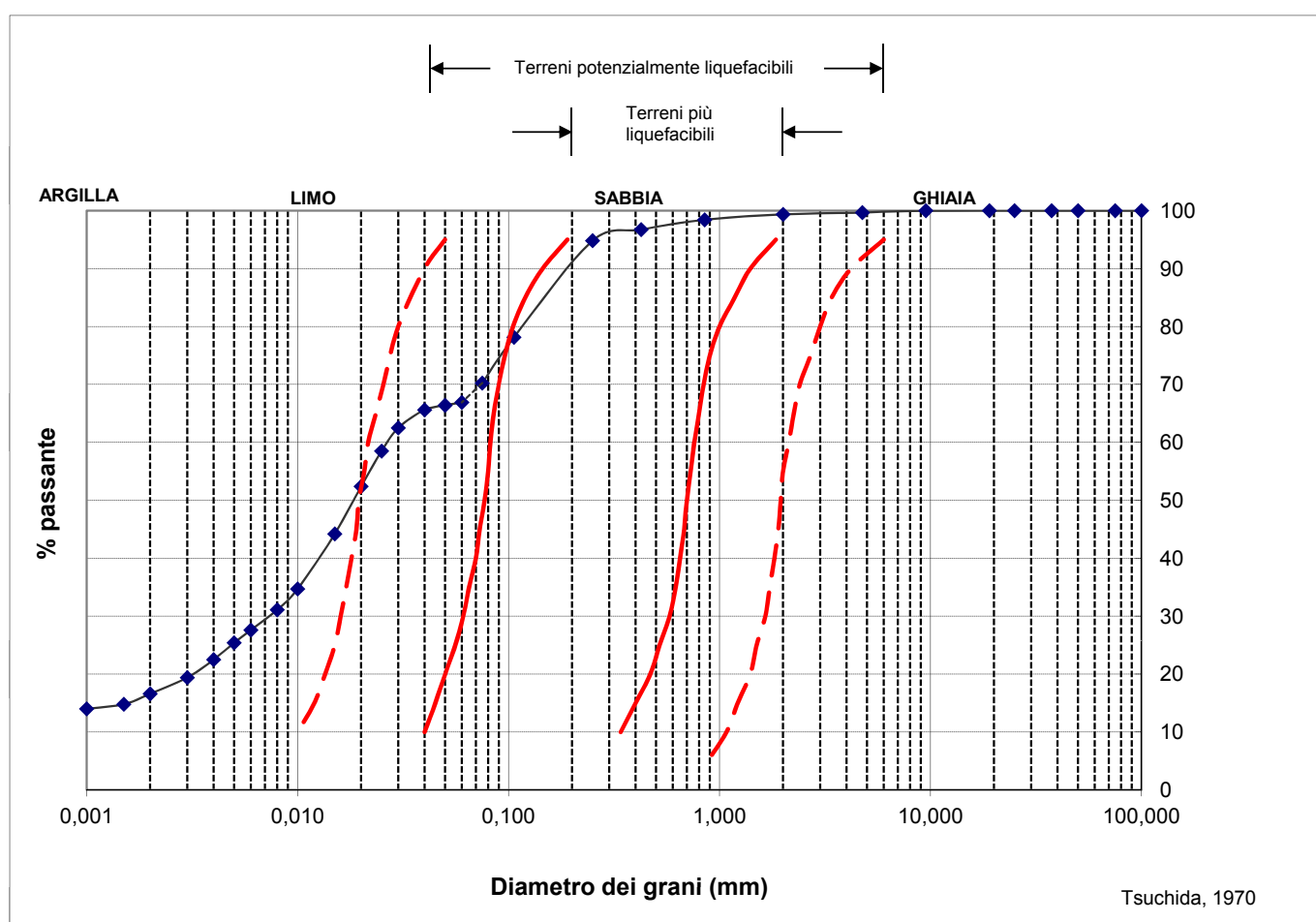
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5073/2014

Pag. 3 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



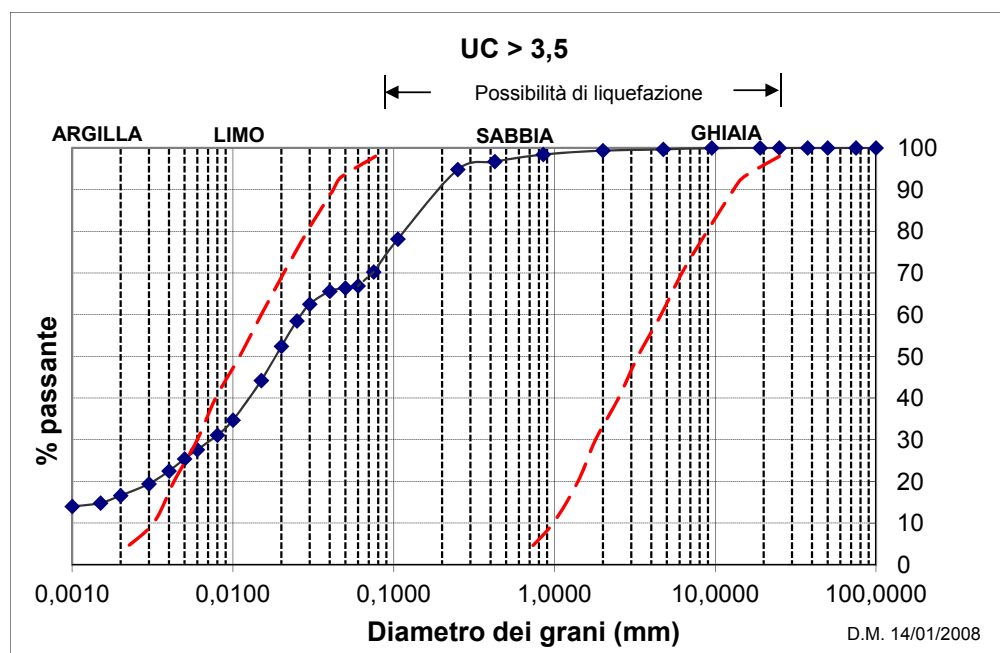
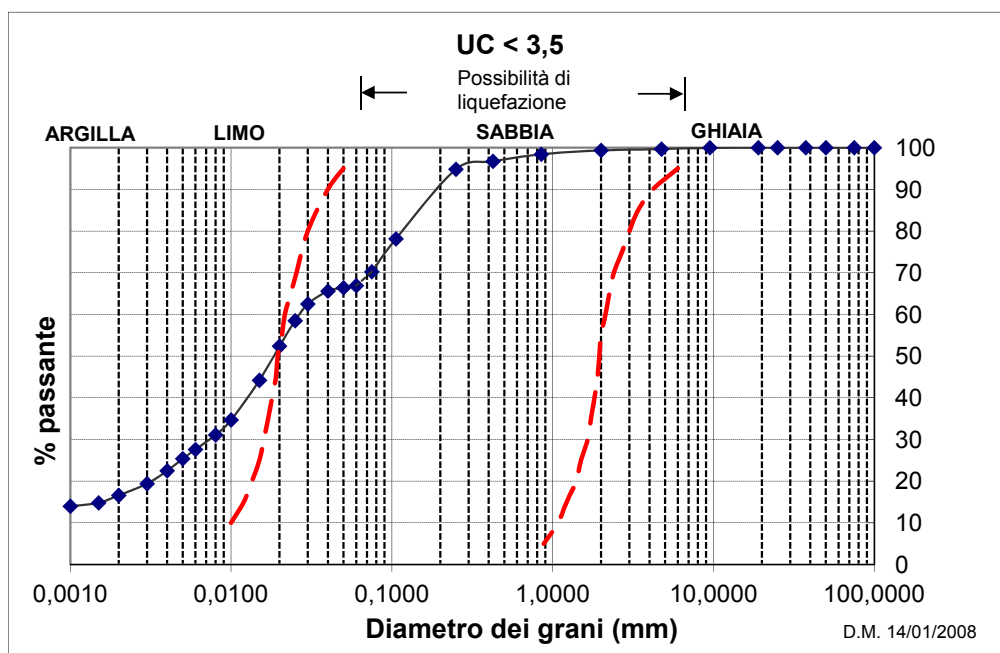
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Casiddu/Dore

Data prova	19/09/2014
Data certificato	27/11/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5073/2014

Pag. 4 di 4

Sondaggio	1	Campione	1	Profondità	11,00
-----------	---	----------	---	------------	-------

### SUSCETTIBILITA' ALLA LIQUEFAZIONE (NTC 2008)



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



Committente Argilliti S.r.l.  
Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (CA)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA** Determinazione 1

Norma di riferimento ASTM D4318

Data prova 16/09/12

Data certificato 27/11/14

Verb. Accettazione 303

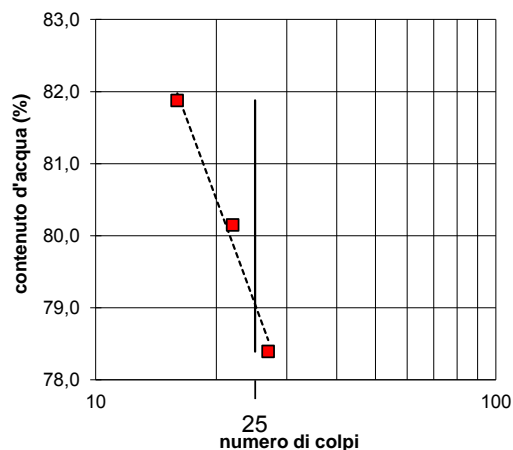
N. Certificato 5062/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11.0 m

<b>Limite Liquido</b>			<b>79,1</b>
Numero tara	B17	B24	B42
Numero dei colpi	16	22	27
P. umido + tara	g 51,19	50,80	53,33
P. secco + tara	g 36,01	36,02	37,80
Peso tara	g 17,47	17,58	17,99
Peso umido	g 33,72	33,22	35,34
Peso secco	g 18,54	18,44	19,81
Contenuto d'acqua	% 81,88	80,15	78,39

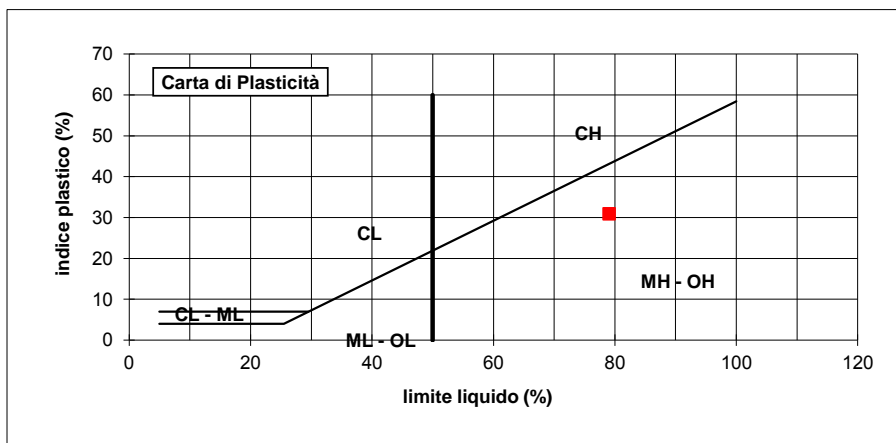
<b>Limite Plastico</b>		<b>48,2</b>
Numero tara	A09	A12
P. umido + tara	g 25,86	26,27
P. secco + tara	g 23,39	23,65
Peso tara	g 18,25	18,22
Peso umido	g 7,61	8,05
Peso secco	g 5,14	5,43
Contenuto d'acqua	% 48,05	48,25

<b>Umidità Naturale</b>	
Numero tara	C9
P. umido + tara	g 62,20
P. secco + tara	g 48,72
Peso tara	g 16,85
Peso umido	g 45,35
Peso secco	g 31,87
Contenuto d'acqua	% <b>42,3</b>



<b>Limite Liquido LL</b>	<b>79,1</b>
<b>Limite Plastico LP</b>	<b>48,2</b>
<b>Indice di Plasticità Ip</b>	<b>30,9</b>
<b>Umidità Naturale Wn</b>	<b>42,3</b>
<b>Indice di Consistenza Ic</b>	<b>1,2</b>

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



**ML**  
Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore





Committente Argilliti S.r.l.  
 Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA Determinazione 2**

Norma di riferimento ASTM D4318

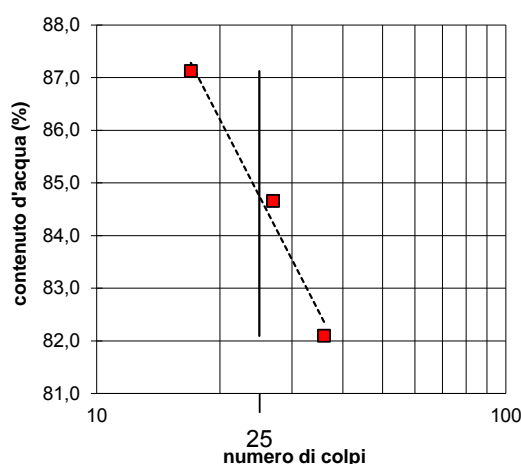
Data prova 16/09/12  
 Data certificato 27/11/14  
 Verb. Accettazione 303  
 N. Certificato 5063/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 1 Profondità 11.0 m

<b>Limite Liquido</b>			<b>84,7</b>
Numero tara	B31	B32	B40
Numero dei colpi	17	27	36
P. umido + tara	g 51,46	46,14	54,51
P. secco + tara	g 35,83	33,23	38,19
Peso tara	g 17,89	17,98	18,31
Peso umido	g 33,57	28,16	36,20
Peso secco	g 17,94	15,25	19,88
Contenuto d'acqua	% 87,12	84,66	82,09

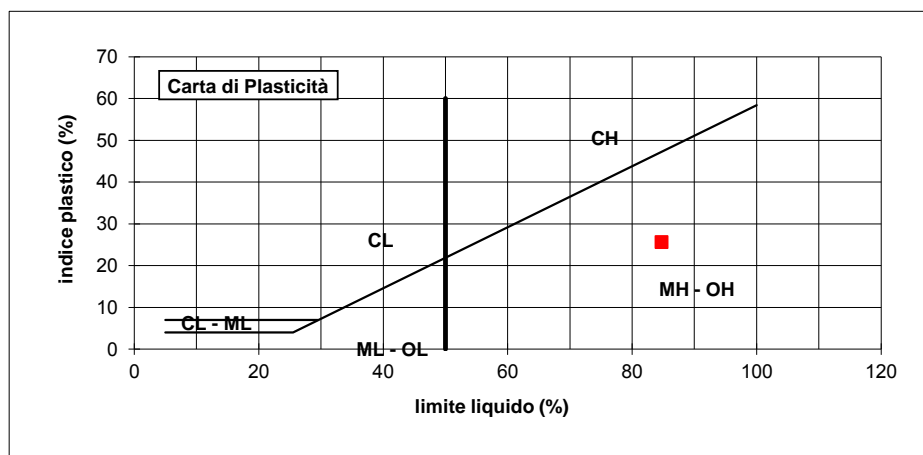
<b>Limite Plastico</b>		<b>59,1</b>
Numero tara	B21	A10
P. umido + tara	g 26,56	27,18
P. secco + tara	g 23,23	23,67
Peso tara	g 17,58	17,75
Peso umido	g 8,98	9,43
Peso secco	g 5,65	5,92
Contenuto d'acqua	% 58,94	59,29

<b>Umidità Naturale</b>	
Numero tara	C9
P. umido + tara	g 62,20
P. secco + tara	g 48,72
Peso tara	g 16,85
Peso umido	g 45,35
Peso secco	g 31,87
Contenuto d'acqua	% <b>42,3</b>



<b>Limite Liquido LL</b>	<b>84,7</b>
<b>Limite Plastico LP</b>	<b>59,1</b>
<b>Indice di Plasticità Ip</b>	<b>25,6</b>
<b>Umidità Naturale wn</b>	<b>42,3</b>
<b>Indice di Consistenza Ic</b>	<b>1,7</b>

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



**ML**  
 Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
 Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
 Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
 Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
 Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*

**Committente:**

**Argillitti S.r.l.**

**CONSULENZA GEOTECNICA SU PROVE DI LABORATORIO**

**Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)**

**Verbale di Accettazione: 303**

Il Responsabile del Laboratorio  
Dr.ssa Assunta Sfalanga

Il Direttore del Laboratorio  
Prof. Luigi Carmignani



San Giovanni Valdarno (AR), 23 settembre 2014

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

DETERMINAZIONE	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITÀ	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Contenuto d'acqua	LL	LP	IP	LR	Peso di volume	Gs	TX CU		ELL
N.	N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	%	%	%		kN/m <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	c'	Φ'	kPa
1	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	0.0	5.1	64.9	30.0	43.9	93.9	54.2	39.7	18.5 18.3 18.7	17.0	2.81	289.2	26.5	978.6
2	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	–	–	–	–	–	92.5	54.4	38.1	–	–	–	–	–	–
3	SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	–	–	–	–	–	98.2	54.5	43.7	–	–	–	–	–	–
	Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)																
	Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>																

## **DESCRIZIONE E RIPRESA FOTOGRAFICA DELLA CAMPIONE CUBICO**

**Committente:** Argillitti S.r.l.

**Cantiere/Località:** Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

**Sondaggio:** SPB Casiddu

**Campione:** 2

**Profondità prelievo:** II° livello – 30.0 m

**Data prelievo:** 10/07/2014

**Data apertura:** 18/07/2014

**Verbale accettazione n° 303**

**Descrizione:** Limo con argilla debolmente sabbioso (*Raccomandazioni AGI 1977*).

Colore: HUE 2.5YR VALUE 5 CHROMA 4 – Reddish brown (*Munsell Soil Color Chart*)



### **Prove eseguite:**

Cont. Acqua <b>W</b>	<b>X</b>	Limite di Rit. <b>LR</b>	<b>X</b>	T. Diretto <b>TD</b>	-
Peso Volume <b>y</b>	<b>X</b>	Granulom. <b>Gr</b>	<b>X</b>	Triass. <b>TX UU</b>	-
Peso Specifico <b>Gs</b>	<b>X</b>	Compress. <b>ELL</b>	<b>X</b>	Triass. <b>TX CU</b>	<b>X</b>
Limiti Cons. <b>LL</b>	<b>X</b>	Edometria <b>Ed</b>	-	Triass. <b>TX CD</b>	-

**Committente** Argillitti S.r.l.  
**Cantiere** Miniera di Sa Pigata Bianca (CA)

**pagina 1 di 1**

## PESO SPECIFICO DEI GRANI

Norma di riferimento ASTM D854

Data prova 25/07/14

Data certificato 22/09/14

Verb. Accettazione 303

N. certificato 5018/2014

Sondaggio	SPB Casiddu					
Campione	2	2				
Profondità m	II° livello 30 m	II° livello 30 m				
Diametro massimo grani campione mm	<4,75	<4,75				
Tempo di ebollizione min	30,00	30,00				
Livello del vuoto mm Hg	100,00	100,00				
Tempo applicazione vuoto min	60,00	60,00				
N. picnometro n	A	B				
Peso tara (picnometro + tappo) g	442,1	444,19				
Peso campione secco + tara g	492,31	496,12				
Peso campione secco g	50,21	51,93				
Peso picnometro + acqua distill. alla temp. di prova T (°)	1150,40	1156,56				
Peso picnometro + acqua + campione secco g	1200,61	1208,49				
Peso picnometro + acqua + campione g	1182,88	1189,99				
Volume del campione cm <sup>3</sup>	17,73	18,50				
Temperatura di prova T °C	25,8	25,8				
Costante K	0,99684	0,99684				
<b>Peso specifico dei grani Gs</b>	<b>2,82</b>	<b>2,80</b>				

(°) ottenuto dalla curva di taratura del picnometro

**Note**

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore

Committente	Argillitti S.r.l.
Cantiere	Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

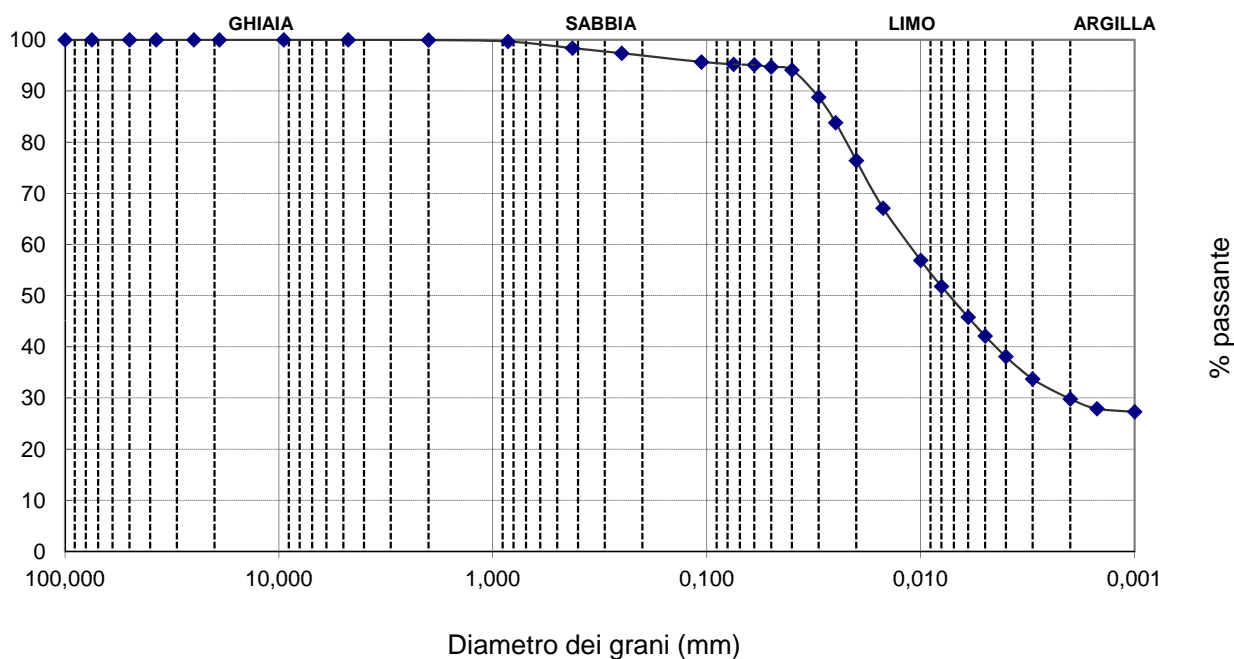
Data prova	21/07/2014
Data certificato	22/09/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5027/2014

Pag. 1 di 3

Sondaggio	SPB Casiddu	Campione	2	Profondità	II° Livello - 30.0 m
-----------	-------------	----------	---	------------	----------------------

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 - E1617)

### Curva Granulometrica





Committente Argillitti S.r.l.  
Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Data prova 21/07/2014  
Data certificato 22/09/2014  
Verb. Accettazione 303  
N. Certificato 5027/2014

Pag. 2 di 3

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m

## ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM D422 - C958 - E1617)

### Setacciatura:

Massa materiale (g): 134.08

Vagli ASTM	Apertura vagli (mm)	Massa Trattenuta (g)	Trattenuto %	Passante %
3"	75,000	0,00	0,0	100,0
2"	50,000	0,00	0,0	100,0
1,5"	37,500	0,00	0,0	100,0
1"	25,000	0,00	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,00	0,0	100,0
No.4	4,750	0,00	0,0	100,0
No.10	2,000	0,06	0,0	100,0
No.20	0,850	0,36	0,3	99,7
No.40	0,425	1,74	1,6	98,4
No.60	0,250	1,36	2,6	97,4
No.140	0,106	2,28	4,3	95,7
No.200	0,075	0,62	4,8	95,2

### Sedigrafia:

Material Mass (g): 5,118

Material/Liquid: soil / 0.20% Sodium Metaphosphate (w/w)

Measurement Principle: X-Ray monitored gravity sedimentation

Calculation Method: Stokes sedimentation and Beer's law of extinction

Test Number: 1

Analyzed: 22/07/2014 11.09.57

Reported: 30/07/2014 9.12.42

Liquid Visc: 0.7225 mPa·s

Analysis Temp: 35.0 °C

Full Scale Mass: 95.2 %

Analysis Type: High Speed(Adj)

Run Time: 0:05 hrs:min

Sample Density: 2.810 g/cm<sup>3</sup>

Liquid Density: 0.9941 g/cm<sup>3</sup>

Base/Full Scale: 130 / 83 kCnts/s

Reynolds Number: 0.79

Diametro (mm)	Trattenuto %	Passante %
0,060	4,9	95,1
0,050	5,3	94,7
0,040	5,9	94,1
0,030	11,2	88,8
0,025	16,2	83,8
0,020	23,6	76,4
0,015	32,9	67,1
0,010	43,1	56,9
0,008	48,2	51,8
0,006	54,2	45,8
0,005	57,9	42,1
0,004	61,9	38,1
0,003	66,3	33,7
0,002	70,2	29,8
0,002	72,1	27,9
0,001	72,7	27,3

Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore



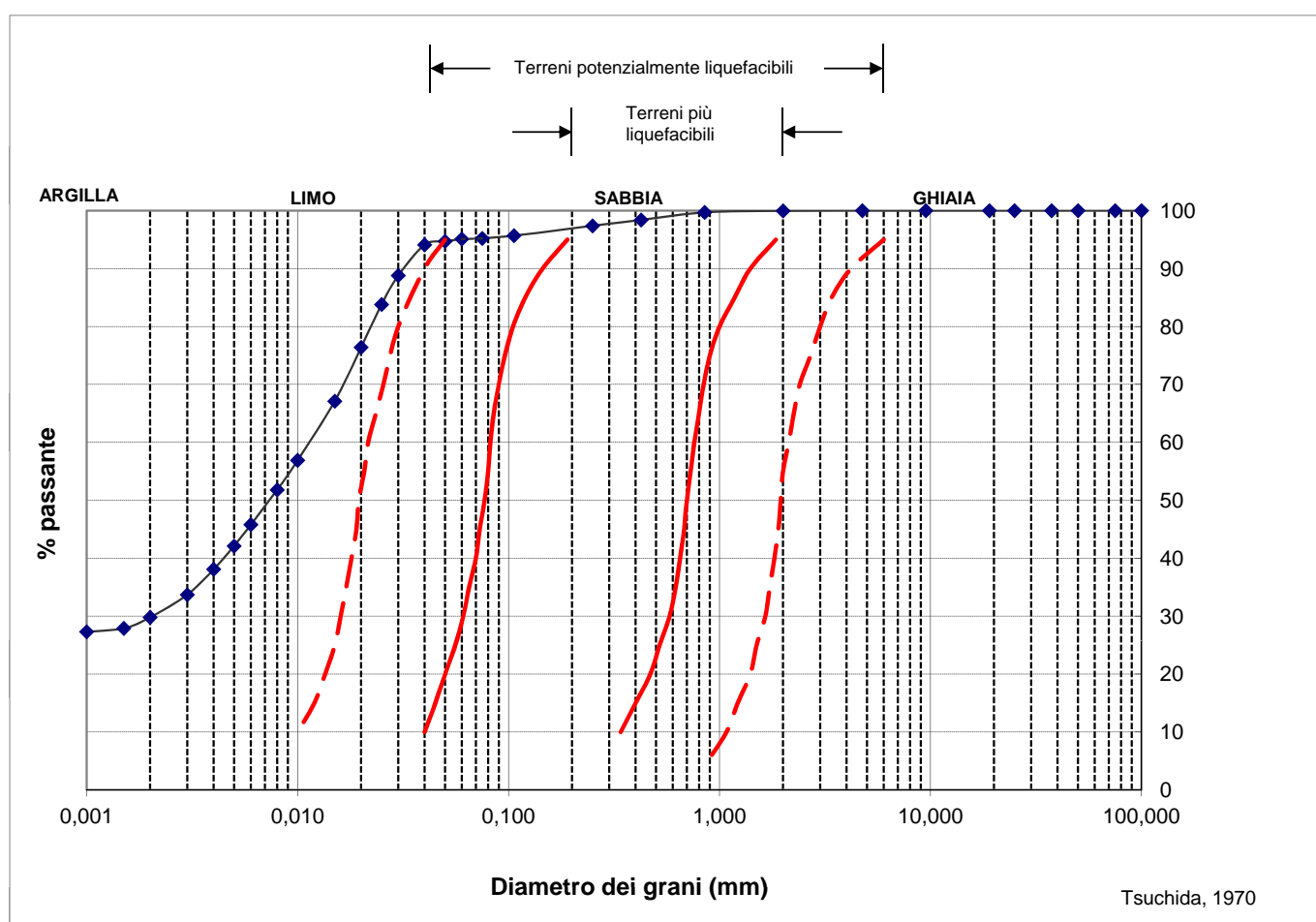
Committente	Argilliti S.r.l.
Cantiere	Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Data prova	21/07/2014
Data certificato	22/09/2014
Verb. Accettazione	303
N. Certificato	5027/2014

Pag. 3 di 3

Sondaggio	SPB Casiddu	Campione	2	Profondità	II° Livello - 30.0 m
-----------	-------------	----------	---	------------	----------------------

### POTENZIALE DI LIQUEFACIBILITA'



Il direttore del Laboratorio

Lo sperimentatore





Committente Argilliti S.r.l.  
 Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA Determinazione 1**

Norma di riferimento ASTM D4318

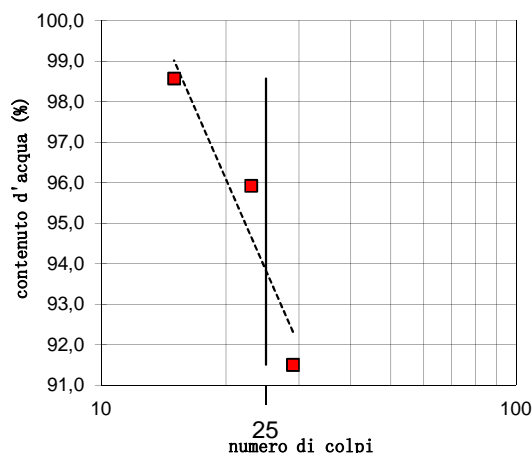
Data prova 22/07/14  
 Data certificato 22/09/14  
 Verb. Accettazione 303  
 N. Certificato 5020/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m

Limite Liquido		93,8	
Numero tara		C63	C5
Numero dei colpi		29	23
P. umido + tara	g	49,77	51,40
P. secco + tara	g	32,43	34,45
Peso tara	g	13,48	16,78
Peso umido	g	36,29	34,62
Peso secco	g	18,95	17,67
Contenuto d'acqua	%	91,50	95,93

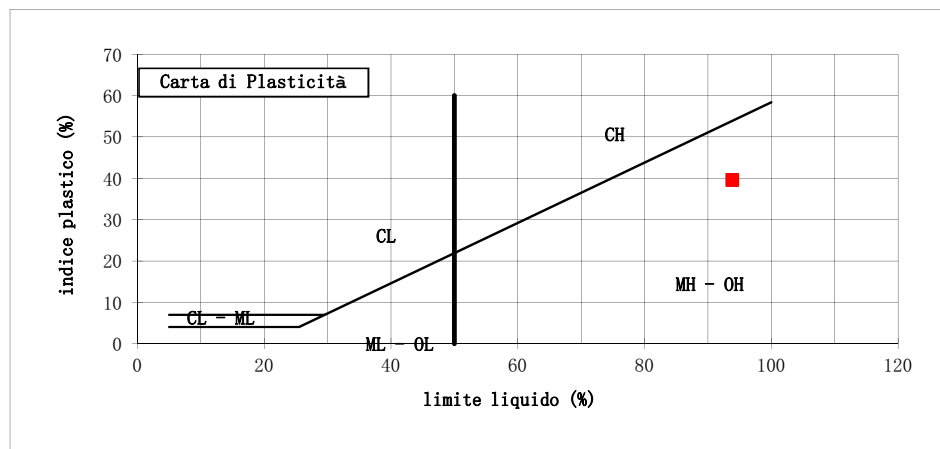
Limite Plastico		54,2	
Numero tara		C75	C57
P. umido + tara	g	25,19	27,43
P. secco + tara	g	20,91	22,39
Peso tara	g	13,01	13,09
Peso umido	g	12,18	14,34
Peso secco	g	7,90	9,30
Contenuto d'acqua	%	54,18	54,19

Umidità Naturale		43,9	
Numero tara		C70	
P. umido + tara	g	52,78	
P. secco + tara	g	40,59	
Peso tara	g	12,81	
Peso umido	g	39,97	
Peso secco	g	27,78	
Contenuto d'acqua	%	43,9	



Limite Liquido LL	93,8
Limite Plastico LP	54,2
Indice di Plasticità Ip	39,6
Umidità Naturale Wn	43,9
Indice di Consistenza Ic	1,3

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



**ML**  
 Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
 Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
 Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
 Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
 Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*

Committente Argilliti S.r.l.  
 Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA Determinazione 2**

Norma di riferimento ASTM D4318

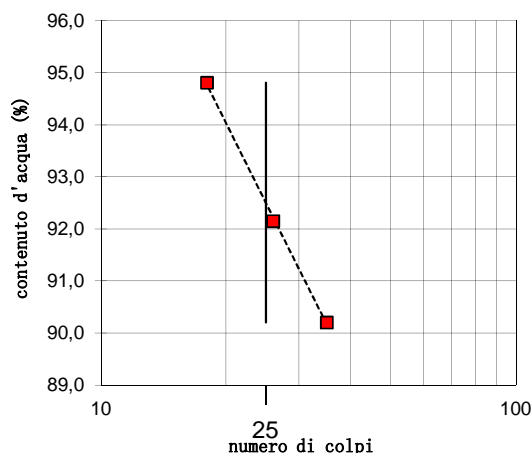
Data prova 24/07/14  
 Data certificato 22/09/14  
 Verb. Accettazione 303  
 N. Certificato 5021/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° LIVELLO - 30.0 m

Limite Liquido		92,5	
Numero tara	C51	C36	C3
Numero dei colpi	35	26	18
P. umido + tara	g 54,06	45,06	51,27
P. secco + tara	g 34,72	29,56	34,46
Peso tara	g 13,28	12,74	16,73
Peso umido	g 40,78	32,32	34,54
Peso secco	g 21,44	16,82	17,73
Contenuto d'acqua	% 90,21	92,15	94,81

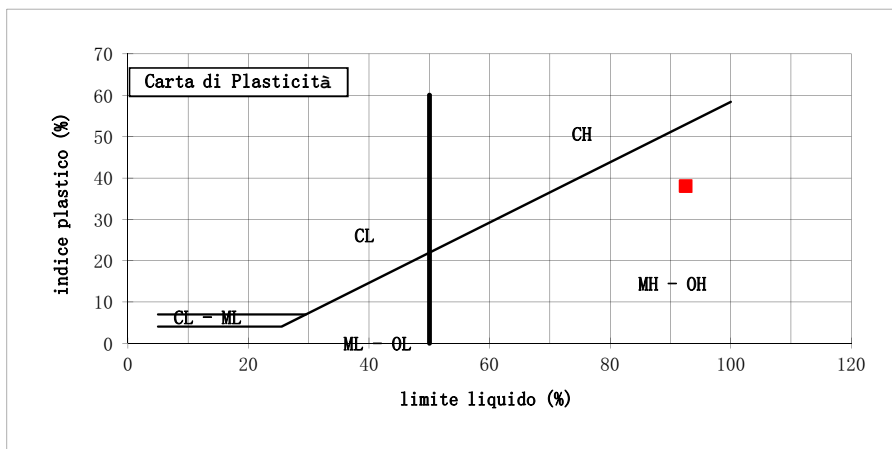
Limite Plastico		54,4	
Numero tara	C57	C53	
P. umido + tara	g 25,95	24,31	
P. secco + tara	g 21,43	20,31	
Peso tara	g 13,09	12,99	
Peso umido	g 12,86	11,32	
Peso secco	g 8,34	7,32	
Contenuto d'acqua	% 54,20	54,64	

Umidità Naturale		43,9	
Numero tara	C70		
P. umido + tara	g 52,78		
P. secco + tara	g 40,59		
Peso tara	g 12,81		
Peso umido	g 39,97		
Peso secco	g 27,78		
Contenuto d'acqua	% 43,9		



Limite Liquido LL	92,5
Limite Plastico LP	54,4
Indice di Plasticità Ip	38,1
Umidità Naturale Wn	43,9
Indice di Consistenza Ic	1,3

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



**ML**  
 Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
 Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
 Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
 Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
 Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*

Committente Argilliti S.r.l.  
 Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 1

**LIMITI DI CONSISTENZA Determinazione 3**

Norma di riferimento ASTM D4318

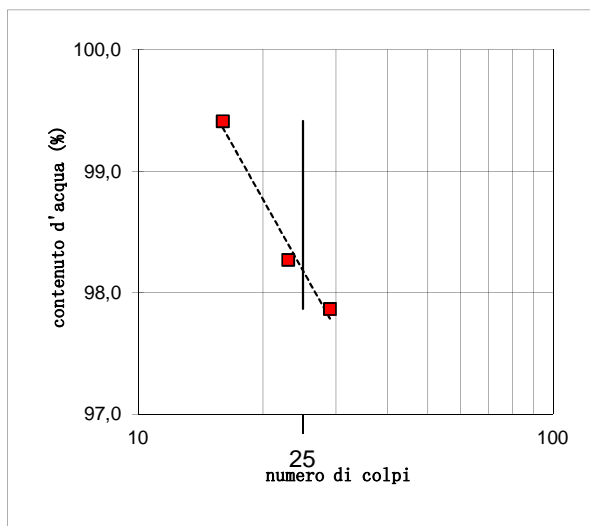
Data prova 24/07/14  
 Data certificato 22/09/14  
 Verb. Accettazione 303  
 N. Certificato 5022/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° LIVELLO - 30.0 m

<b>Limite Liquido</b>			<b>98,2</b>
Numero tara	C76	C66	C59
Numero dei colpi	16	23	29
P. umido + tara	g 47,08	47,59	43,69
P. secco + tara	g 30,17	30,54	28,55
Peso tara	g 13,16	13,19	13,08
Peso umido	g 33,92	34,40	30,61
Peso secco	g 17,01	17,35	15,47
Contenuto d'acqua	% 99,41	98,27	97,87

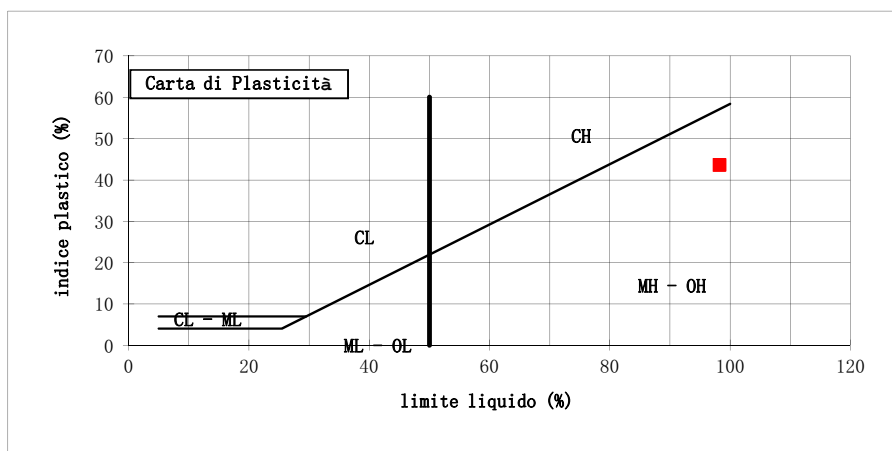
<b>Limite Plastico</b>			<b>54,5</b>
Numero tara	C19	C55	
P. umido + tara	g 25,30	25,72	
P. secco + tara	g 22,27	21,16	
Peso tara	g 16,72	12,78	
Peso umido	g 8,58	12,94	
Peso secco	g 5,55	8,38	
Contenuto d'acqua	% 54,59	54,42	

<b>Umidità Naturale</b>			
Numero tara	C70		
P. umido + tara	g 52,78		
P. secco + tara	g 40,59		
Peso tara	g 12,81		
Peso umido	g 39,97		
Peso secco	g 27,78		
Contenuto d'acqua	% 43,9		



<b>Limite Liquido LL</b>	<b>98,2</b>
<b>Limite Plastico LP</b>	<b>54,5</b>
<b>Indice di Plasticità Ip</b>	<b>43,7</b>
<b>Umidità Naturale Wn</b>	<b>43,9</b>
<b>Indice di Consistenza Ic</b>	<b>1,2</b>

$$I_p = LL - LP \quad I_c = \frac{LL - W_n}{I_p}$$



**ML**  
 Limi inorganici di bassa plasticità  
**MH**  
 Limi inorganici di alta plasticità  
**CL**  
 Argille inorganiche di bassa plasticità  
**CH**  
 Argille inorganiche di alta plasticità  
**OL**  
 Argille organiche di bassa plasticità  
**OH**  
 Argille organiche di alta plasticità

Il direttore del Laboratorio

*[Signature]*

Lo sperimentatore

*[Signature]*



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 28/07/2014  
 Data fine prova 10/08/2014  
 Data certificato 11/09/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5014/2014

**LIMITE DI RITIRO 1° Determinazione**

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30,0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
LR 1	26,33	20,81

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	56,48	30,15	90,82			20,81	1,45
2	55,83	29,50	86,71				
3	54,53	28,20	78,48				
4	54,09	27,76	75,70				
5	52,68	26,35	66,77				
6	51,34	25,01	58,29				
7	50,08	23,75	50,32	326,14	189,60	13,99	1,70
8	48,60	22,27	40,95	305,39	168,85	12,46	1,79
9	47,05	20,72	31,14	285,22	148,68	10,97	1,89
10	46,17	19,84	25,57	274,17	137,63	10,16	1,95
11	45,39	19,06	20,63	265,16	128,62	9,49	2,01
12	45,09	18,76	18,73	261,26	124,72	9,20	2,04
50°C	43,58	17,25	9,18	253,81	117,27	8,65	1,99
105°C	42,13	15,80	0,00	251,79	115,25	8,51	1,86

<b>Limite Liquido LL (%)</b>	<b>93,9</b>
<b>Limite Plastico LP (%)</b>	<b>54,2</b>
<b>Indice di Plasticità IP (%)</b>	<b>39,7</b>
<b>Limite di Ritiro LR (%)</b>	<b>18,5</b>
<b>Pv max (g/cm3)</b>	<b>2,04</b>

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

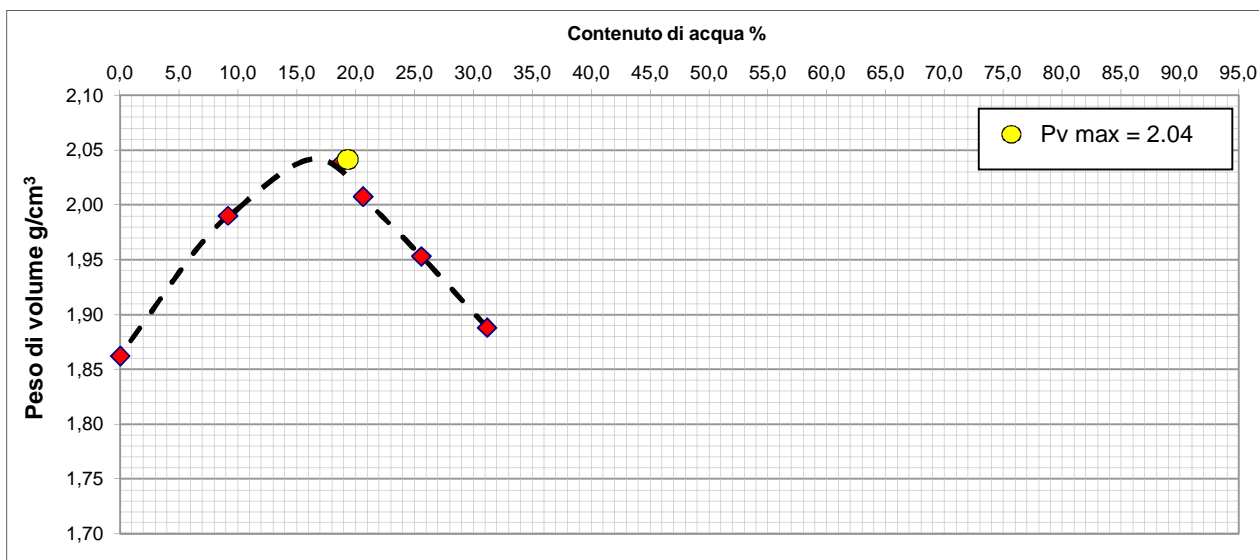
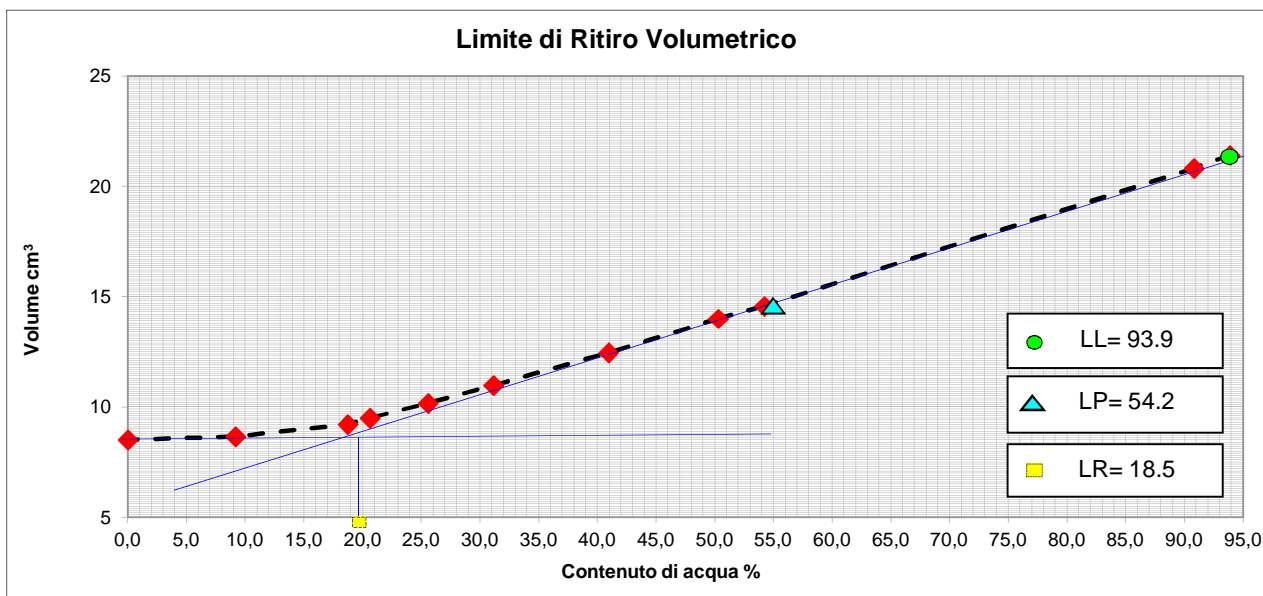
Pag. 2 di 2

### LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Data inizio prova 28/07/2014  
Data fine prova 10/08/2014  
Data certificato 11/09/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5014/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m



Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 28/07/2014  
 Data fine prova 10/08/2014  
 Data certificato 11/09/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5015/2014

**LIMITE DI RITIRO** 2° Determinazione

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30,0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
LR 2	26,41	20,16

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	55,60	29,19	91,54			20,16	1,45
2	54,66	28,25	85,37				
3	53,68	27,27	78,94				
4	53,17	26,76	75,59				
5	51,86	25,45	66,99				
6	50,51	24,10	58,14				
7	49,23	22,82	49,74	317,67	181,13	13,37	1,71
8	48,58	22,17	45,47	308,69	172,15	12,70	1,75
9	46,76	20,35	33,53	284,10	147,56	10,89	1,87
10	45,88	19,47	27,76	273,00	136,46	10,07	1,93
11	45,50	19,09	25,26	268,26	131,72	9,72	1,96
12	44,84	18,43	20,93	260,67	124,13	9,16	2,01
13	44,57	18,16	19,16	258,13	121,59	8,97	2,02
14	44,45	18,04	18,37	257,17	120,63	8,90	2,03
50°C	43,13	16,72	9,71	250,66	114,12	8,42	1,99
105°C	41,65	15,24	0,00	248,79	112,25	8,28	1,84

<b>Limite Liquido LL (%)</b>	<b>93,9</b>
<b>Limite Plastico LP (%)</b>	<b>54,2</b>
<b>Indice di Plasticità IP (%)</b>	<b>39,7</b>
<b>Limite di Ritiro LR (%)</b>	<b>18,3</b>
<b>Pv max (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2,03</b>

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

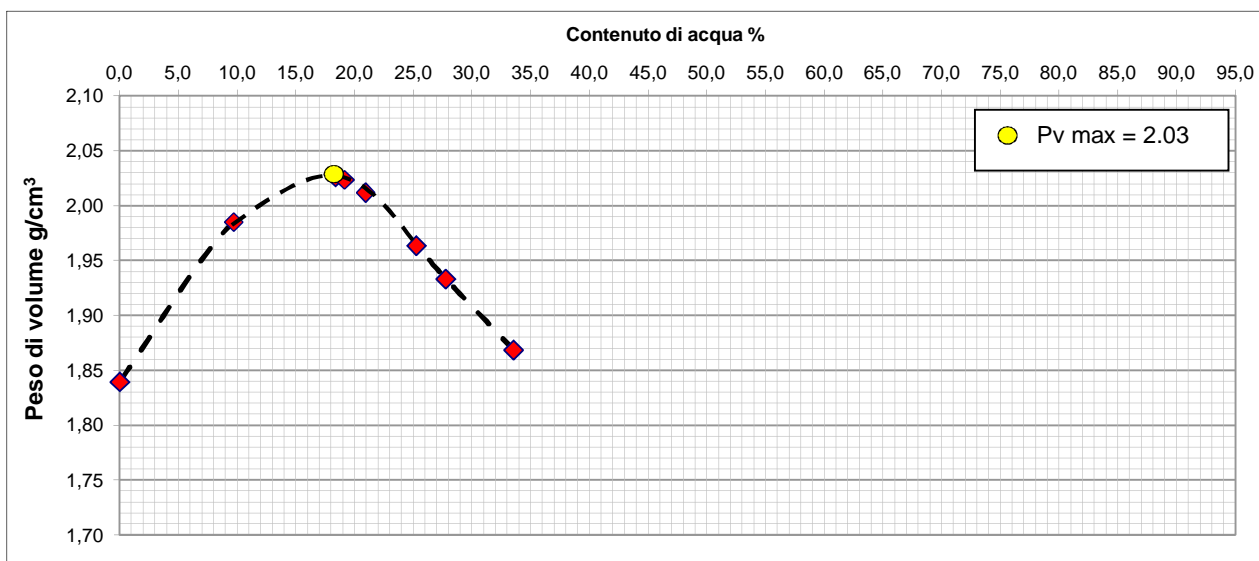
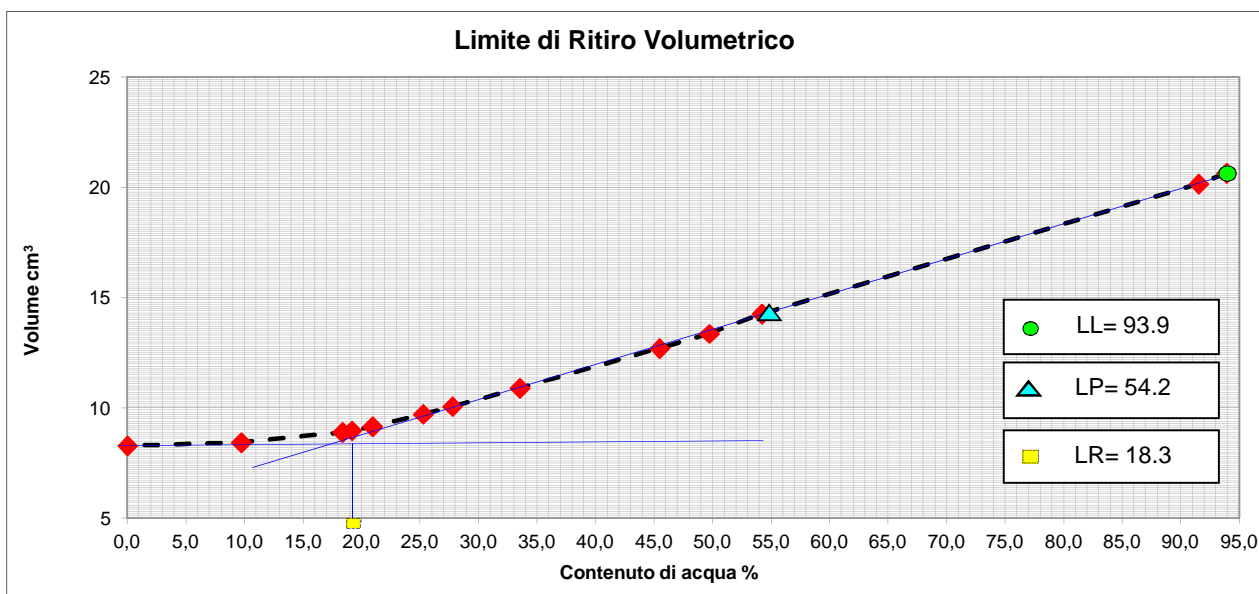
Pag. 2 di 2

### LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Data inizio prova 28/07/2014  
Data fine prova 10/08/2014  
Data certificato 11/09/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5015/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m



Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



Committente: Argilliti S.r.l.  
 Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Pag. 1 di 2

Data inizio prova 28/07/2014  
 Data fine prova 10/08/2014  
 Data certificato 11/09/2014  
 V.A. 303  
 N. Certificato 5017/2014

**LIMITE DI RITIRO Determinazione 3**

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m

Capsula	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )
LR 4	25,88	20,38

Peso Specifico Hg (g/cm <sup>3</sup> )	Peso tara (g)
13,55	136,54

Determinazione n°	Peso lordo (g)	Peso netto (g)	Contenuto d'acqua %	Peso lordo Hg	Peso netto Hg	Volume netto (cm <sup>3</sup> )	Peso di Volume
1	53,77	27,89	92,88			20,38	1,37
2	51,80	25,92	79,25				
3	50,39	24,51	69,50				
4	49,22	23,34	61,41				
5	47,17	21,29	47,23	302,4	165,86	12,24	1,74
6	46,44	20,56	42,19	292,97	156,43	11,54	1,78
7	44,97	19,09	32,02	273,10	136,56	10,08	1,89
8	43,87	17,99	24,41	259,15	122,61	9,05	1,99
9	43,01	17,13	18,46	250,32	113,78	8,40	2,04
10	42,29	16,41	13,49	246,10	109,56	8,09	2,03
50°C	41,25	15,37	6,29	240,40	103,86	7,66	2,01
105°C	40,34	14,46	0,00	238,50	101,96	7,52	1,92

Limite Liquido LL (%)	93,9
Limite Plastico LP (%)	54,2
Indice di Plasticità IP (%)	39,7
Limite di Ritiro LR (%)	18,7
Pv max (g/cm <sup>3</sup> )	2,04

Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore





Committente: Argillitti S.r.l.  
Cantiere: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

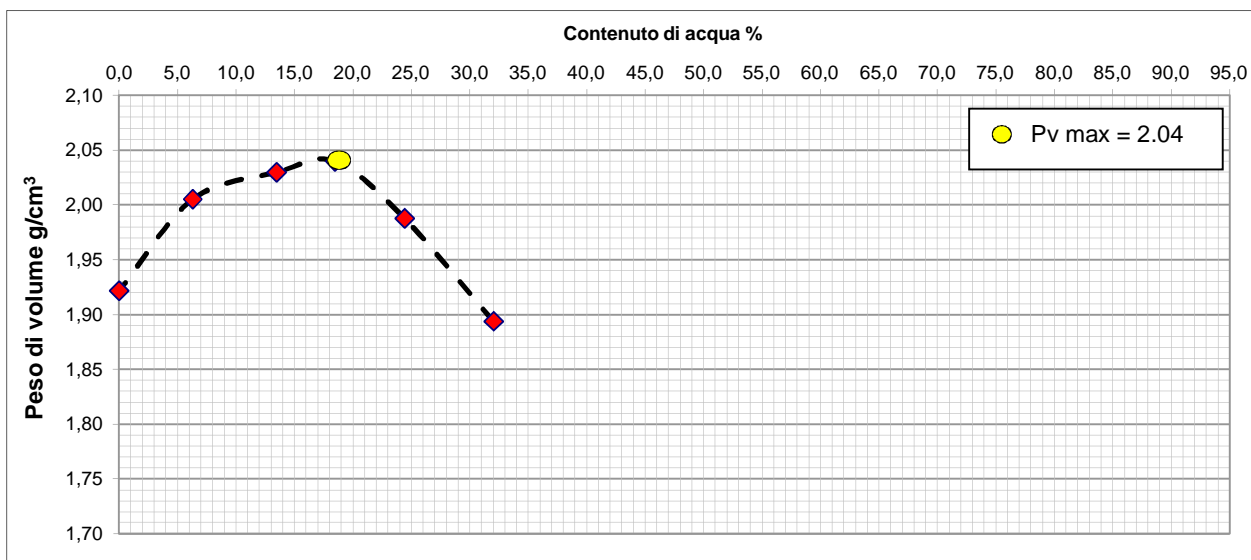
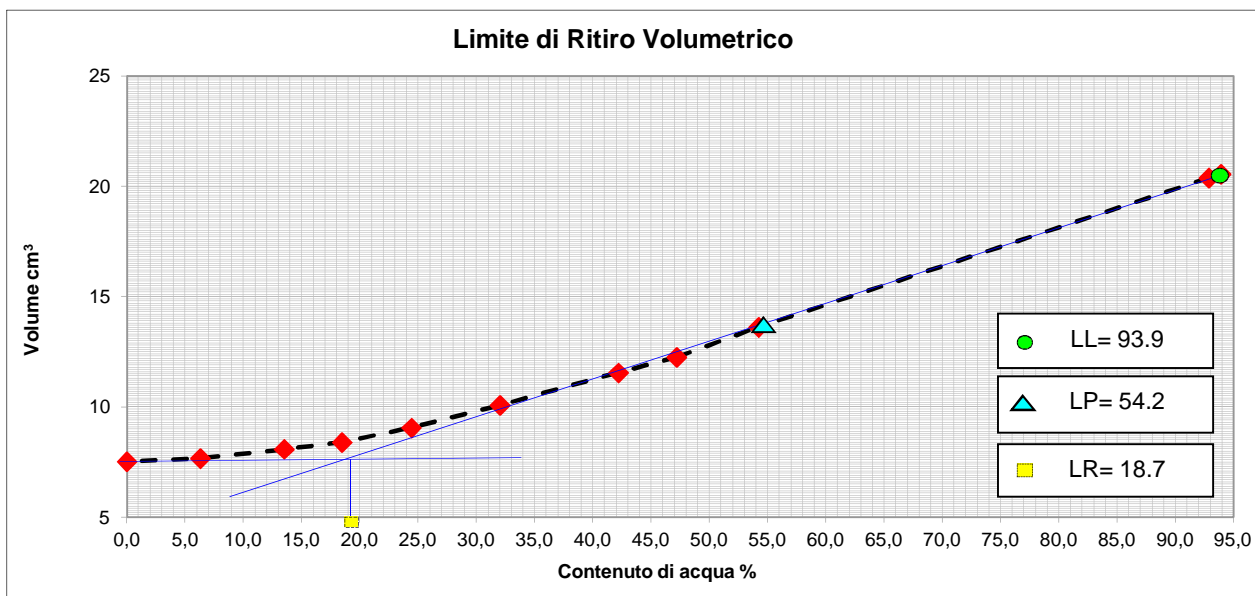
Pag. 2 di 2

Data inizio prova 28/07/2014  
Data fine prova 10/08/2014  
Data certificato 11/09/2014  
V.A. 303  
N. Certificato 5017/2014

## LIMITE DI RITIRO

Norma di riferimento ASTM D 427; BS 1377: Part 2: 1990

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità II° Livello - 30.0 m



Il Direttore del Laboratorio

Lo Sperimentatore



# UNCONFINED COMPRESSION TEST

Ref. Standard: ASTM D2166

Committente Argilliti S.r.l.

Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

Data prova 11/09/2014

Data certificato 22/09/2014

Verb. Accettazione 303

N. Certificato 5019/2014

Sondaggio SPB Casiddu Campione 2 Profondità 30 m (2° livello)

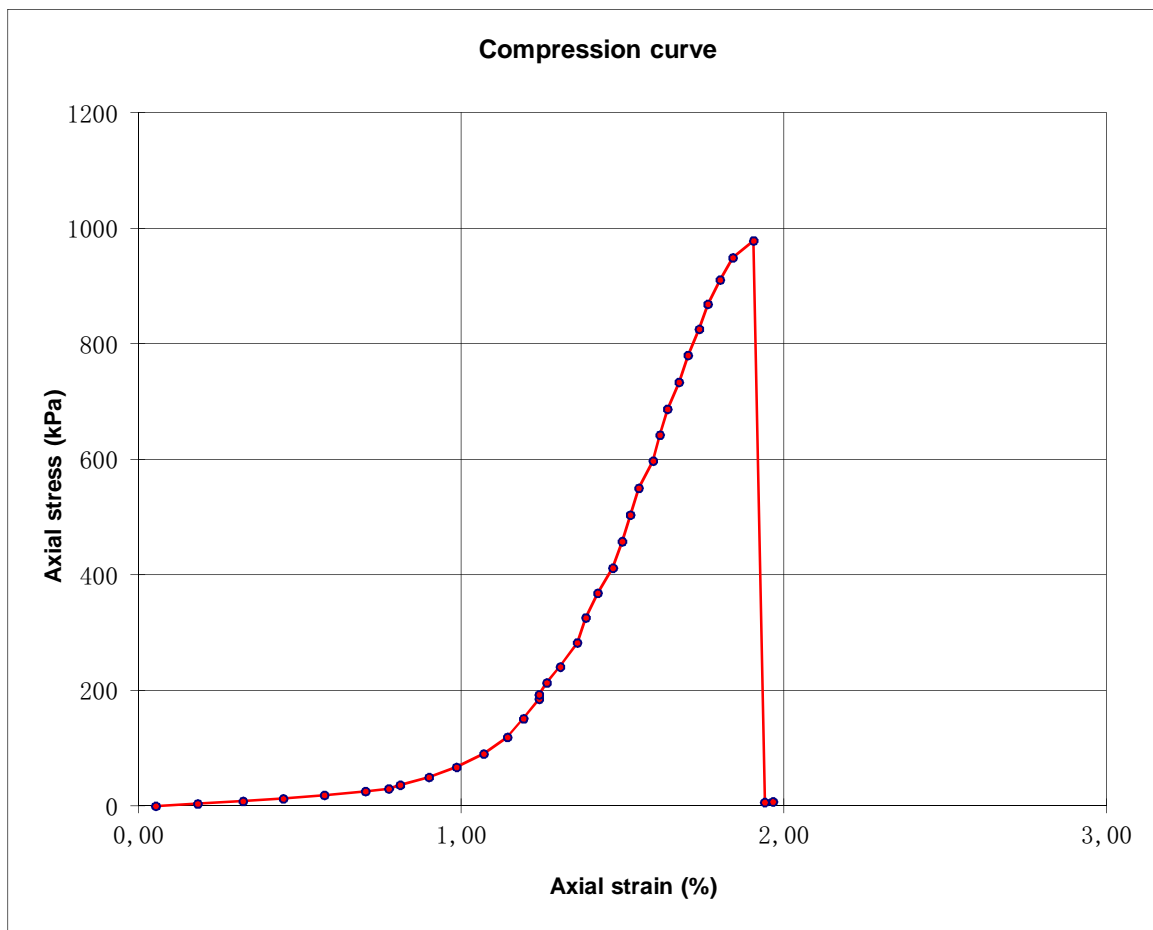
Specimen diameter	38,20	mm
Specimen height	76,20	mm
Tare N.	B3	
Weight of tare	27,98	g
Weight of tare + wet specimen	176,95	g
Weight of tare + dry specimen	126,72	g
Test velocity	0,650	mm/min

Natural weight	148,97	g
Dry weight	98,74	g
Moisture content	50,87	%
Natural density	1,706	g/cm <sup>3</sup>
Dry density	1,131	g/cm <sup>3</sup>
Liquid Limit	93,9	%
Plastic Limit	54,2	%
Plasticity Index	39,7	%

Maximum strength	978,56	kPa
Corresponding strain	1,91	%

Pag. 1 di 2

**note:** Campione parzialmente disturbato



The Technician

*[Signature]*

The Laboratory Manager

*[Signature]*

**UNCONFINED COMPRESSION TEST**

Ref. Standard: ASTM D2166

Data prova 11/09/2014

Data certificato 22/09/2014

Committente Argilliti S.r.l.

Verb. Accettazione 303

Cantiere Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)

N. Certificato 5019/2014

Sondaggio PB Casidd Campione 2

Profondità 30 m (2° livello)

**Recorded Data**

Pag. 2 di 2

load N	displ. mm	stress kPa	strain %
0,10	0,04	0,09	0,05
4,60	0,14	4,01	0,18
9,70	0,25	8,44	0,32
14,70	0,34	12,77	0,45
21,70	0,44	18,82	0,58
29,40	0,54	25,47	0,70
34,80	0,59	30,13	0,78
42,20	0,62	36,52	0,81
57,80	0,69	49,98	0,90
78,00	0,75	67,39	0,99
104,70	0,82	90,38	1,07
138,10	0,87	119,12	1,14
175,70	0,91	151,48	1,19
215,20	0,95	185,44	1,24
224,00	0,95	193,02	1,24
247,60	0,96	213,31	1,27
279,80	1,00	240,94	1,31
328,70	1,04	282,90	1,36
379,00	1,06	326,11	1,39
428,60	1,08	368,65	1,42
479,30	1,12	412,06	1,47
532,90	1,14	458,00	1,50
586,50	1,16	503,94	1,52
640,70	1,18	550,37	1,55
695,90	1,22	597,51	1,59
748,10	1,23	642,20	1,62
800,60	1,25	687,10	1,64
855,10	1,28	733,61	1,67
909,60	1,30	780,15	1,70
962,80	1,32	825,48	1,74
1013,50	1,34	868,72	1,76
1063,10	1,37	910,88	1,80
1108,00	1,40	948,97	1,84
1143,30	1,45	978,56	1,91
7,70	1,48	6,59	1,94
8,90	1,50	7,61	1,97

Restituzione fotografica  
dopo la prova



The Technician

*[Signature]*

The Laboratory Manager

*[Signature]*



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SUMMARY**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical
Sample description	Limo con argilla debolmente sabbioso		
Particle density (Mg/m <sup>3</sup> )	2.81 (Measured)	Specimens tested with side drains	
Preparation method	Prepared from a block sample in accordance with BS 1377:1990:Part 1:Clause 8.5		

INITIAL CONDITIONS	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3
Specimen depth (m)	30.00	30.00	30.00
Length (mm)	76.0	76.0	76.0
Diameter (mm)	38.0	38.0	38.0
Moisture content (measured) (%)	47	49	48
Moisture content (trimmings) (%)	47	47	47
Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	1.75	1.74	1.73

SATURATION			
Method of saturation	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure	by increments of cell and back pressure
Pressure increments (kPa)	50	50	50
Differential pressure (kPa)	10	10	10
Final cell pressure (kPa)	478	129	190
Final pore pressure (kPa)	470	117	162
Final B value	0.94	0.96	0.90

CONSOLIDATION			
Cell pressure (kPa)	626	690	953
Back pressure (kPa)	426	90	153
Effective pressure (kPa)	200	600	800
Final pore pressure (kPa)	421	96	170
Pore pressure dissipation (%)	103	99	97

Comments / variations from procedures:

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/09/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SUMMARY**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

<b>SHEARING</b>			
Rate of displacement (mm/min)	0.031667	0.031667	0.010710
Initial pore pressure (kPa)	452	96	200
Initial effective stress (kPa)	166	593	753
<b>Conditions at failure</b>			
Failure criterion	Maximum deviator stress		
Axial strain (%)	1.69	1.94	1.45
Corrected deviator stress (kPa)	1045	1286	1368
Change in pore pressure (kPa)	108	358	504
Major effective principle stress (kPa)	1103	1521	1617
Minor effective principle stress (kPa)	58	235	249
Principle effective stress ratio	19.01	6.47	6.50
Membrane correction applied (kPa)	0.2	0.3	0.2
Drains correction applied (kPa)	8.5	9.7	7.2

Shear strength parameters in terms of effective stress (as derived from s' and t at failure):			
Cohesion (kPa) :	289.2	Angle of shearing resistance (°) :	26.5

<b>Final measurements</b>			
Moisture content (%)	48	50	49
Bulk density (Mg/m <sup>3</sup> )	1.78	1.81	1.80

Specimens after failure			
			
Mode of failure			

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/09/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014

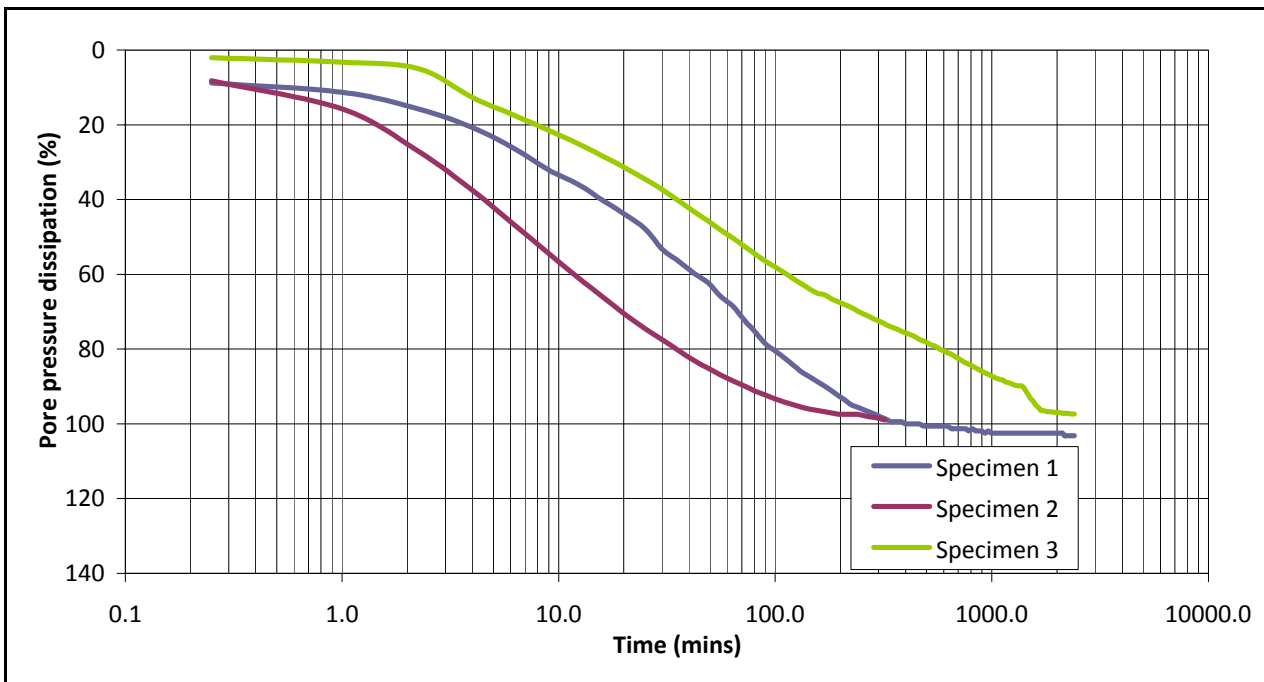
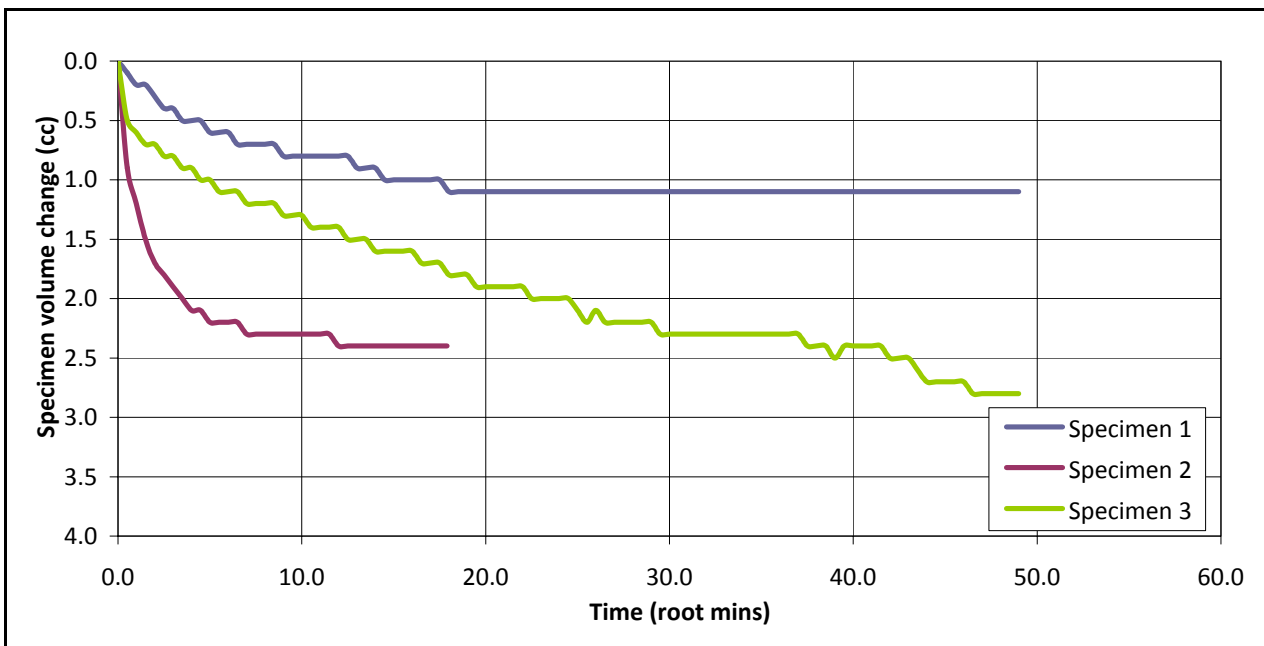


CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/09/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014

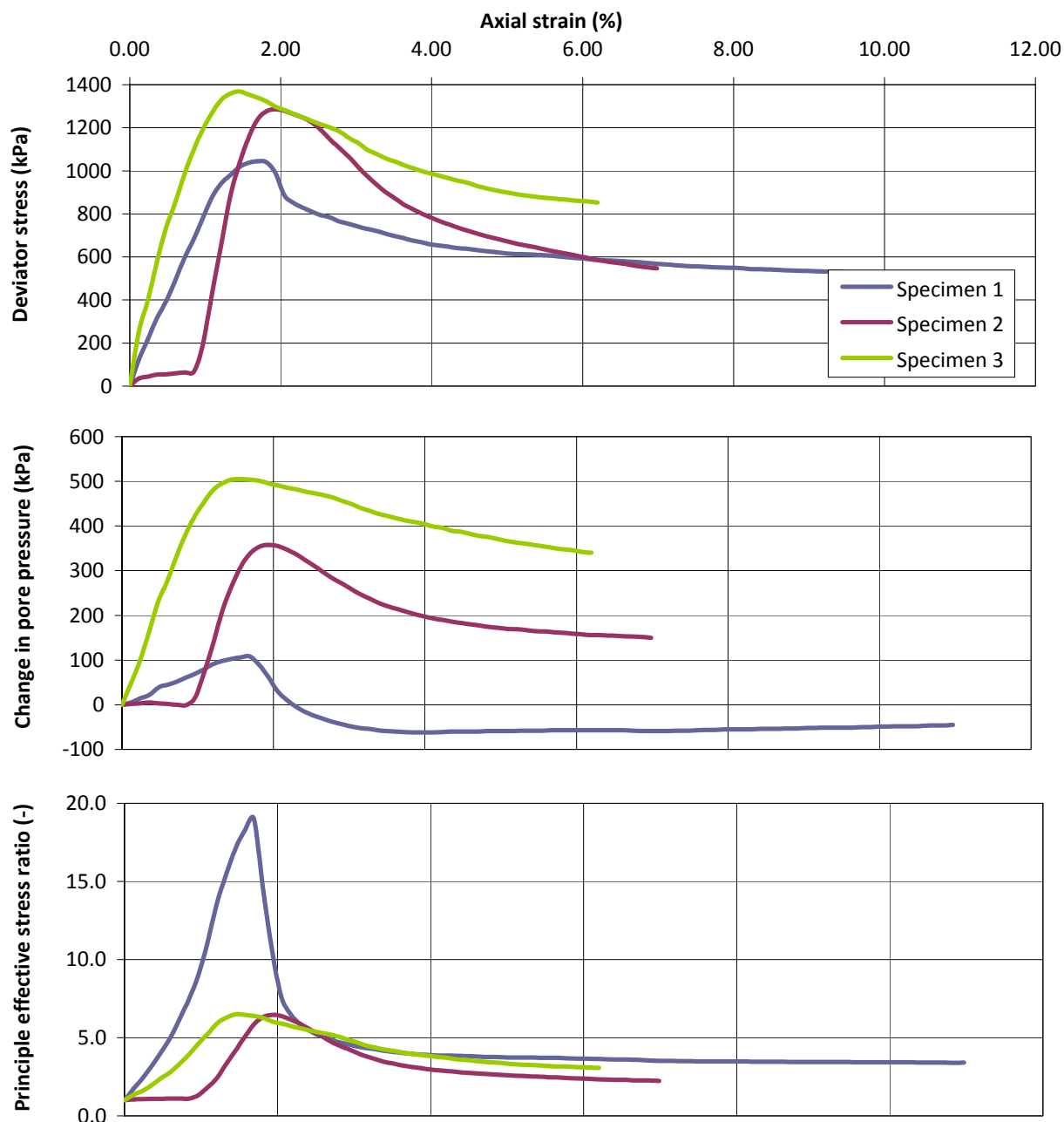


CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/09/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014

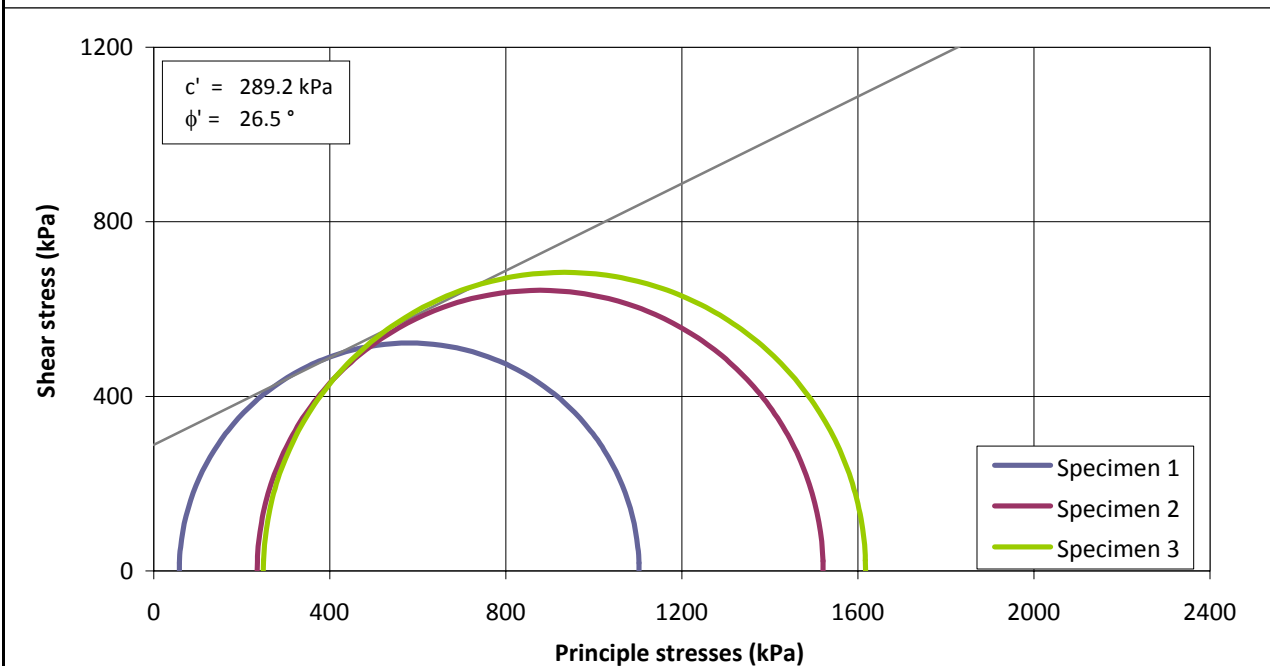
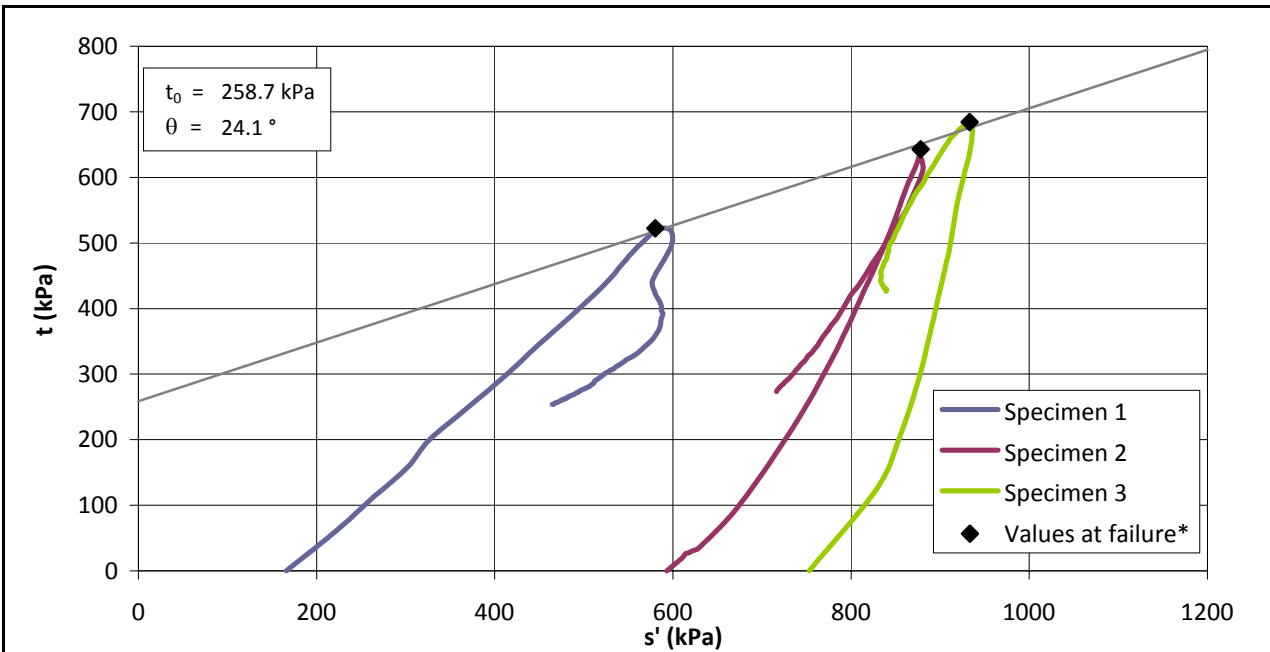


**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST REPORT - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical



\*Failure criterion: Maximum deviator stress

Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	19/09/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014





**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Recorded data						Calculated data	
Time  (mins)	Cell pressure  (kPa)	Pore pressure  (kPa)	Back pressure  (kPa)	Volume-change indicator			B Value  (-)
				Before  (cc)	After  (cc)	Difference  (cc)	
	0	8	C				-
	48	30	C				0.46
	49	42	40		-1.7	-1.7	-
	98	58	C				0.33
	101	90	89		-0.7	-0.7	-
	128	92	C				0.07
	129	125	124		-0.3	-0.3	-
	160	135	C				0.32
	159	154	153		-0.2	-0.2	-
	188	164	C				0.34
	191	184	184		-0.1	-0.1	-
	218	198	C				0.52
	218	215	216		-0.2	-0.2	-
	248	216	C				0.03
	252	244	244		-0.8	-0.8	-
	278	248	C				0.15
	328	277	C				0.58
	328	325	326		-0.6	-0.6	-
	378	362	C				0.74
	378	372	374		-0.2	-0.2	-
	429	410	C				0.75
	428	423	418		-0.1	-0.1	-
	478	470	C				0.94



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

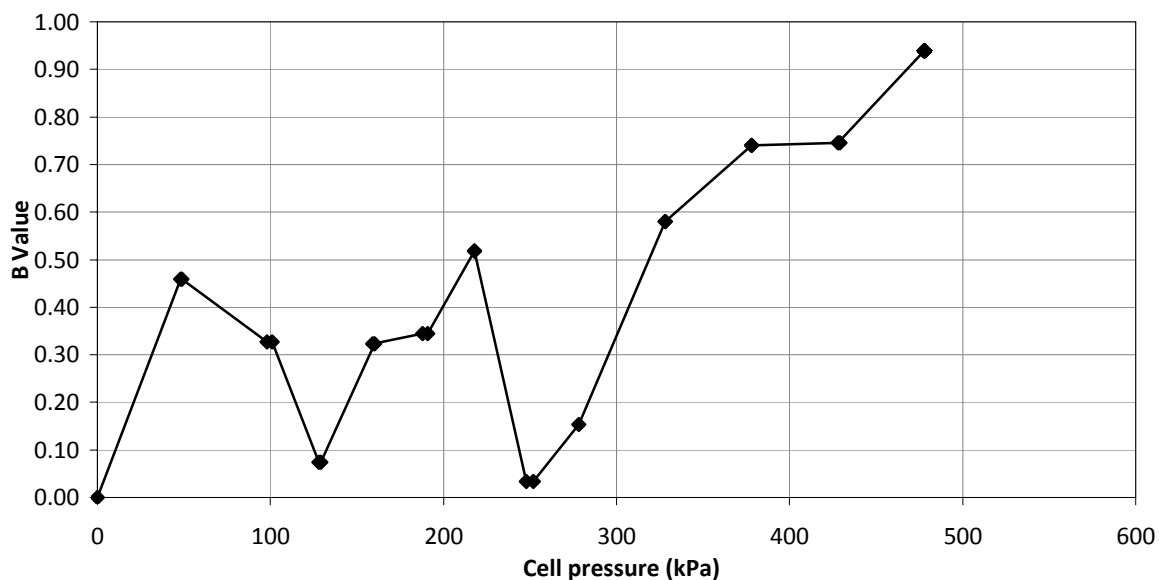
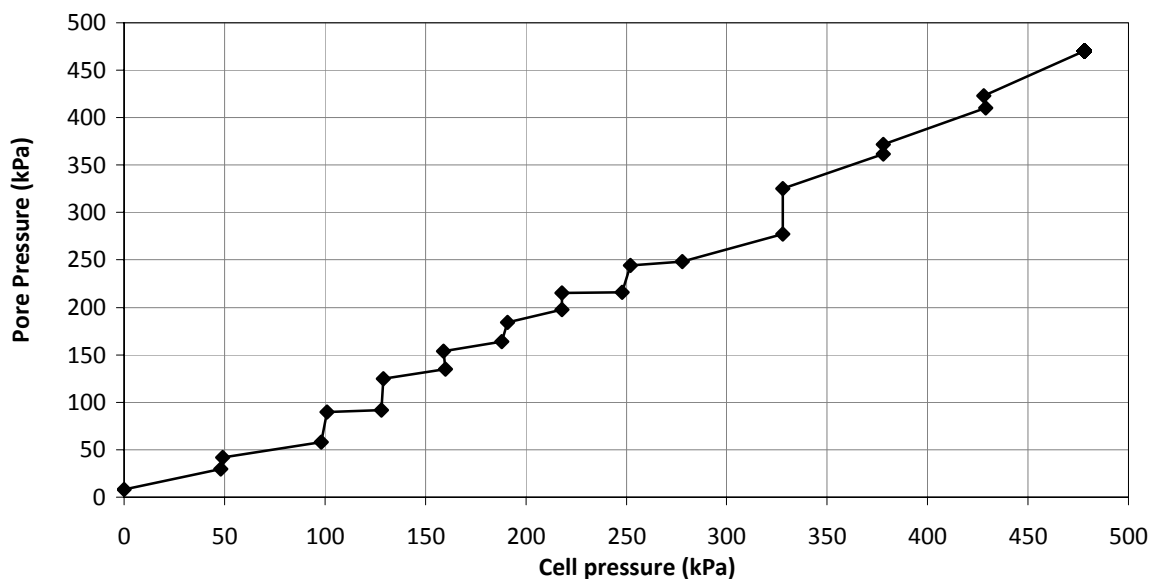
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

Effective stress (kPa)

**200**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	585	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	571	0.1	0.1	0.5	14	9
		1.00	567	0.2	0.2	1.0	18	11
		2.25	560	0.2	0.2	1.5	25	16
		4.00	552	0.3	0.3	2.0	33	21
		6.25	543	0.4	0.4	2.5	42	26
		9.00	534	0.4	0.4	3.0	51	32
		12.25	528	0.5	0.5	3.5	57	36
		16.00	521	0.5	0.5	4.0	64	40
		20.25	515	0.5	0.5	4.5	70	44
		25.00	509	0.6	0.6	5.0	76	48
		30.25	500	0.6	0.6	5.5	85	53
		36.00	495	0.6	0.6	6.0	90	57
		42.25	490	0.7	0.7	6.5	95	60
		49.00	486	0.7	0.7	7.0	99	62
		56.25	480	0.7	0.7	7.5	105	66
		64.00	476	0.7	0.7	8.0	109	69
		72.25	470	0.7	0.7	8.5	115	72
		81.00	465	0.8	0.8	9.0	120	75
		90.25	460	0.8	0.8	9.5	125	79
		100.00	457	0.8	0.8	10.0	128	81
		110.25	454	0.8	0.8	10.5	131	82
		121.00	451	0.8	0.8	11.0	134	84
		132.25	448	0.8	0.8	11.5	137	86
		144.00	446	0.8	0.8	12.0	139	87
		156.25	444	0.8	0.8	12.5	141	89
		169.00	442	0.9	0.9	13.0	143	90
		182.25	440	0.9	0.9	13.5	145	91
		196.00	438	0.9	0.9	14.0	147	92
		210.25	436	1.0	1.0	14.5	149	94
		225.00	434	1.0	1.0	15.0	151	95
		240.25	433	1.0	1.0	15.5	152	96
		256.00	432	1.0	1.0	16.0	153	96



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		272.25	431	1.0	1.0	16.5	154	97
		289.00	430	1.0	1.0	17.0	155	97
		306.25	429	1.0	1.0	17.5	156	98
		324.00	428	1.1	1.1	18.0	157	99
		342.25	427	1.1	1.1	18.5	158	99
		361.00	427	1.1	1.1	19.0	158	99
		380.25	427	1.1	1.1	19.5	158	99
		400.00	426	1.1	1.1	20.0	159	100
		420.25	426	1.1	1.1	20.5	159	100
		441.00	426	1.1	1.1	21.0	159	100
		462.25	426	1.1	1.1	21.5	159	100
		484.00	425	1.1	1.1	22.0	160	101
		506.25	425	1.1	1.1	22.5	160	101
		529.00	425	1.1	1.1	23.0	160	101
		552.25	425	1.1	1.1	23.5	160	101
		576.00	425	1.1	1.1	24.0	160	101
		600.25	425	1.1	1.1	24.5	160	101
		625.00	425	1.1	1.1	25.0	160	101
		650.25	424	1.1	1.1	25.5	161	101
		676.00	424	1.1	1.1	26.0	161	101
		702.25	424	1.1	1.1	26.5	161	101
		729.00	424	1.1	1.1	27.0	161	101
		756.25	424	1.1	1.1	27.5	161	101
		784.00	423	1.1	1.1	28.0	162	102
		812.25	424	1.1	1.1	28.5	161	101
		841.00	423	1.1	1.1	29.0	162	102
		870.25	423	1.1	1.1	29.5	162	102
		900.00	423	1.1	1.1	30.0	162	102
		930.25	422	1.1	1.1	30.5	163	103
		961.00	423	1.1	1.1	31.0	162	102
		992.25	422	1.1	1.1	31.5	163	103
		1024.00	422	1.1	1.1	32.0	163	103
		1056.25	422	1.1	1.1	32.5	163	103



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>200</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		1089.00	422	1.1	1.1	33.0	163	103
		1122.25	422	1.1	1.1	33.5	163	103
		1156.00	422	1.1	1.1	34.0	163	103
		1190.25	422	1.1	1.1	34.5	163	103
		1225.00	422	1.1	1.1	35.0	163	103
		1260.25	422	1.1	1.1	35.5	163	103
		1296.00	422	1.1	1.1	36.0	163	103
		1332.25	422	1.1	1.1	36.5	163	103
		1369.00	422	1.1	1.1	37.0	163	103
		1406.25	422	1.1	1.1	37.5	163	103
		1444.00	422	1.1	1.1	38.0	163	103
		1482.25	422	1.1	1.1	38.5	163	103
		1521.00	422	1.1	1.1	39.0	163	103
		1560.25	422	1.1	1.1	39.5	163	103
		1600.00	422	1.1	1.1	40.0	163	103
		1640.25	422	1.1	1.1	40.5	163	103
		1681.00	422	1.1	1.1	41.0	163	103
		1722.25	422	1.1	1.1	41.5	163	103
		1764.00	422	1.1	1.1	42.0	163	103
		1806.25	422	1.1	1.1	42.5	163	103
		1849.00	422	1.1	1.1	43.0	163	103
		1892.25	422	1.1	1.1	43.5	163	103
		1936.00	422	1.1	1.1	44.0	163	103
		1980.25	422	1.1	1.1	44.5	163	103
		2025.00	422	1.1	1.1	45.0	163	103
		2070.25	422	1.1	1.1	45.5	163	103
		2116.00	422	1.1	1.1	46.0	163	103
		2162.25	421	1.1	1.1	46.5	164	103
		2209.00	421	1.1	1.1	47.0	164	103
		2256.25	421	1.1	1.1	47.5	164	103
		2304.00	421	1.1	1.1	48.0	164	103
		2352.25	421	1.1	1.1	48.5	164	103
		2401.00	421	1.1	1.1	49.0	164	103



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

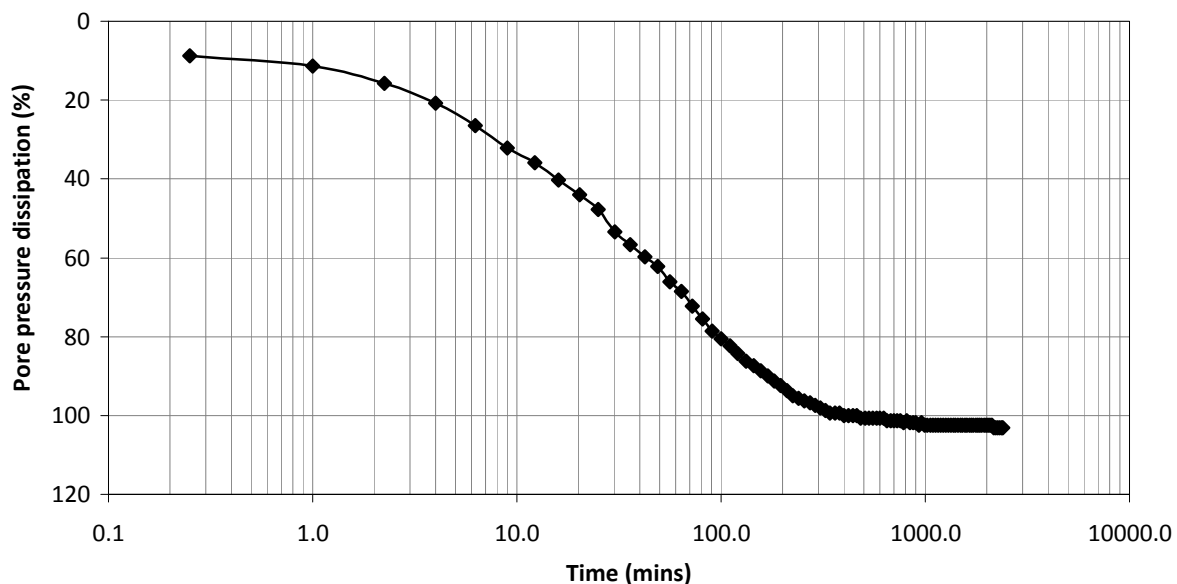
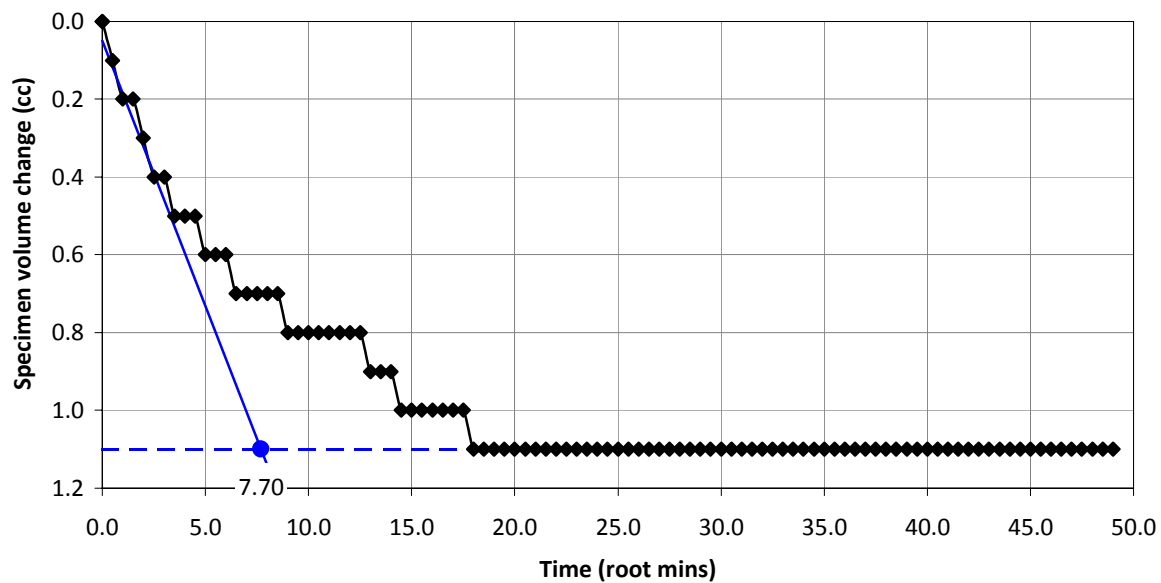
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

Effective stress (kPa)

**200**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

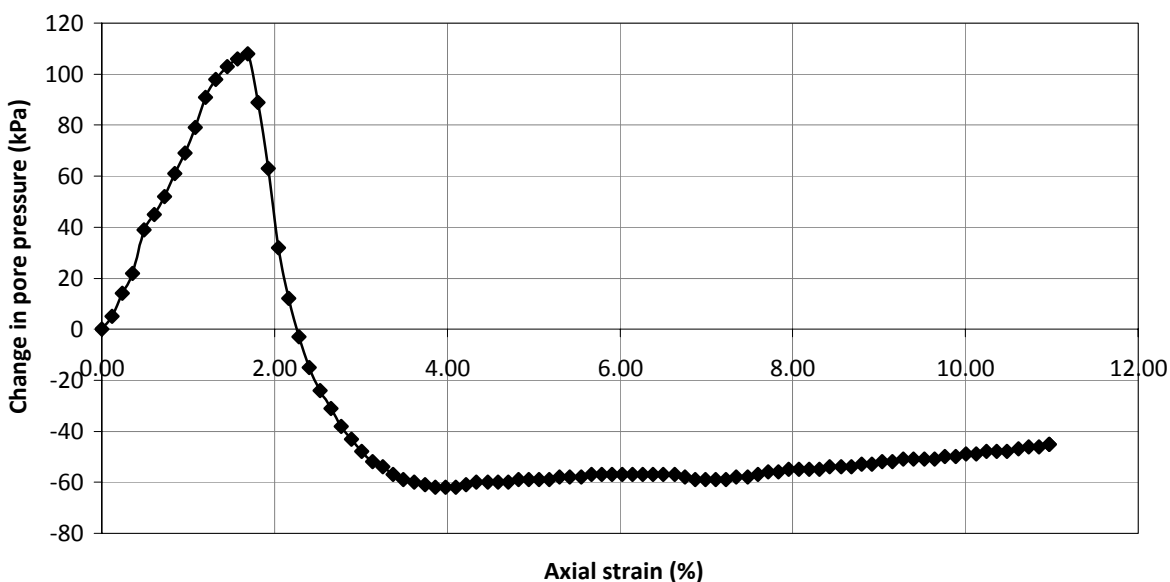
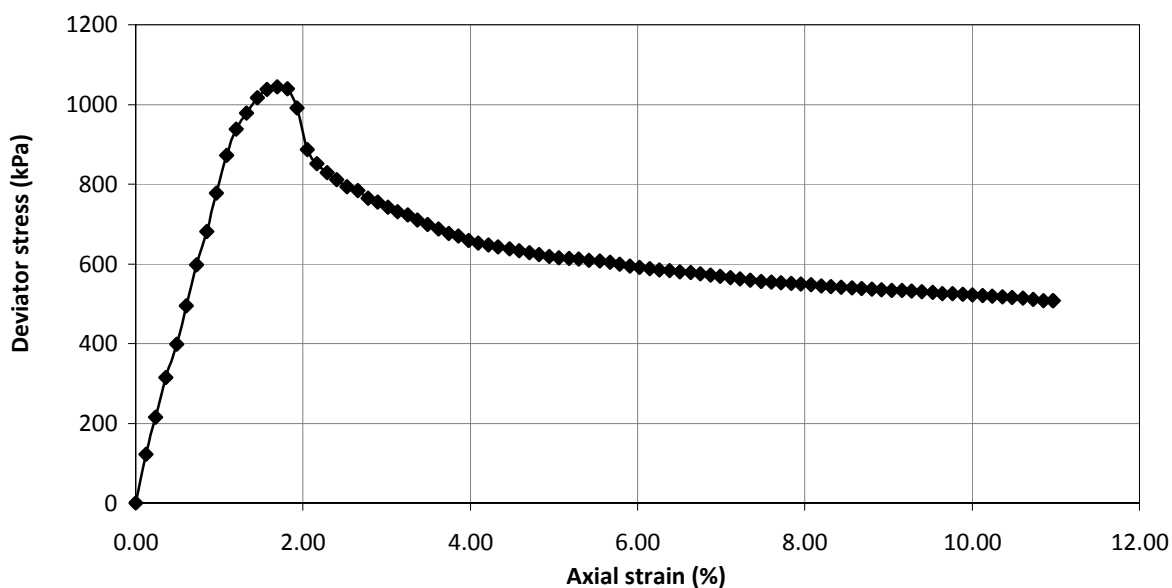
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

Effective stress (kPa)

**200**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
13.20	0.0	452	0.00	0.0	0.00	1124.5	0	0.0
13.29	138.0	457	0.09	138.0	0.12	1125.8	5	122.6
13.38	244.0	466	0.18	244.0	0.24	1127.1	14	216.5
13.47	358.0	474	0.27	358.0	0.36	1128.5	22	317.2
13.57	453.0	491	0.37	453.0	0.49	1130.0	39	400.9
13.66	563.0	497	0.46	563.0	0.61	1131.3	45	497.6
13.75	681.0	504	0.55	681.0	0.73	1132.7	52	601.2
13.84	778.0	513	0.64	778.0	0.85	1134.1	61	686.0
13.93	889.0	521	0.73	889.0	0.96	1135.4	69	783.0
14.02	998.0	531	0.82	998.0	1.08	1136.8	79	877.9
14.11	1074.0	543	0.91	1074.0	1.20	1138.2	91	943.6
14.20	1122.0	550	1.00	1122.0	1.32	1139.5	98	984.6
14.30	1169.0	555	1.10	1169.0	1.45	1141.1	103	1024.5
14.39	1194.0	558	1.19	1194.0	1.57	1142.4	106	1045.1
14.48	1205.0	560	1.28	1205.0	1.69	1143.8	108	1053.5
14.57	1201.0	541	1.37	1201.0	1.81	1145.2	89	1048.7
14.66	1147.0	515	1.46	1147.0	1.93	1146.6	63	1000.4
14.75	1030.0	484	1.55	1030.0	2.05	1148.0	32	897.2
14.84	990.0	464	1.64	990.0	2.17	1149.4	12	861.3
14.93	966.0	449	1.73	966.0	2.29	1150.8	-3	839.4
15.02	947.0	437	1.82	947.0	2.40	1152.2	-15	821.9
15.11	928.0	428	1.91	928.0	2.52	1153.6	-24	804.5
15.21	917.0	421	2.01	917.0	2.66	1155.1	-31	793.8
15.30	897.0	414	2.10	897.0	2.77	1156.6	-38	775.6
15.39	886.0	409	2.19	886.0	2.89	1158.0	-43	765.1
15.48	873.0	404	2.28	873.0	3.01	1159.4	-48	753.0
15.57	861.0	400	2.37	861.0	3.13	1160.8	-52	741.7
15.66	852.0	398	2.46	852.0	3.25	1162.2	-54	733.1
15.75	839.0	395	2.55	839.0	3.37	1163.7	-57	721.0
15.84	826.0	393	2.64	826.0	3.49	1165.1	-59	708.9
15.94	815.0	392	2.74	815.0	3.62	1166.7	-60	698.5
16.03	803.0	391	2.83	803.0	3.74	1168.1	-61	687.4
16.12	795.0	390	2.92	795.0	3.86	1169.6	-62	679.7





**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
16.21	784.0	390	3.01	784.0	3.98	1171.0	-62	669.5
16.30	778.0	390	3.10	778.0	4.10	1172.5	-62	663.5
16.39	773.0	391	3.19	773.0	4.22	1174.0	-61	658.5
16.48	767.0	392	3.28	767.0	4.33	1175.4	-60	652.5
16.58	763.0	392	3.38	763.0	4.47	1177.0	-60	648.2
16.67	758.0	392	3.47	758.0	4.59	1178.5	-60	643.2
16.76	753.0	392	3.56	753.0	4.70	1180.0	-60	638.1
16.85	749.0	393	3.65	749.0	4.82	1181.4	-59	634.0
16.94	744.0	393	3.74	744.0	4.94	1182.9	-59	628.9
17.03	741.0	393	3.83	741.0	5.06	1184.4	-59	625.6
17.12	740.0	393	3.92	740.0	5.18	1185.9	-59	624.0
17.21	739.0	394	4.01	739.0	5.30	1187.4	-58	622.4
17.30	737.0	394	4.10	737.0	5.42	1188.9	-58	619.9
17.40	735.0	394	4.20	735.0	5.55	1190.5	-58	617.4
17.49	732.0	395	4.29	732.0	5.67	1192.0	-57	614.1
17.58	728.0	395	4.38	728.0	5.79	1193.5	-57	609.9
17.67	724.0	395	4.47	724.0	5.91	1195.1	-57	605.8
17.76	721.0	395	4.56	721.0	6.03	1196.6	-57	602.6
17.85	717.0	395	4.65	717.0	6.14	1198.1	-57	598.5
17.94	715.0	395	4.74	715.0	6.26	1199.6	-57	596.0
18.03	713.0	395	4.83	713.0	6.38	1201.1	-57	593.6
18.12	711.0	395	4.92	711.0	6.50	1202.7	-57	591.2
18.22	709.0	395	5.02	709.0	6.63	1204.4	-57	588.7
18.31	707.0	394	5.11	707.0	6.75	1205.9	-58	586.3
18.40	703.0	393	5.20	703.0	6.87	1207.4	-59	582.2
18.49	700.0	393	5.29	700.0	6.99	1209.0	-59	579.0
18.58	697.0	393	5.38	697.0	7.11	1210.5	-59	575.8
18.67	694.0	393	5.47	694.0	7.23	1212.1	-59	572.6
18.76	692.0	394	5.56	692.0	7.35	1213.6	-58	570.2
18.86	689.0	394	5.66	689.0	7.48	1215.4	-58	566.9
18.95	688.0	395	5.75	688.0	7.60	1216.9	-57	565.4
19.04	687.0	396	5.84	687.0	7.72	1218.5	-56	563.8
19.13	685.0	396	5.93	685.0	7.84	1220.1	-56	561.4



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>200</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
19.22	685.0	397	6.02	685.0	7.95	1221.6	-55	560.7
19.31	684.0	397	6.11	684.0	8.07	1223.2	-55	559.2
19.40	681.0	397	6.20	681.0	8.19	1224.8	-55	556.0
19.49	680.0	397	6.29	680.0	8.31	1226.4	-55	554.5
19.58	679.0	398	6.38	679.0	8.43	1228.0	-54	552.9
19.68	678.0	398	6.48	678.0	8.56	1229.8	-54	551.3
19.77	676.0	398	6.57	676.0	8.68	1231.4	-54	549.0
19.86	675.0	399	6.66	675.0	8.80	1233.0	-53	547.5
19.95	675.0	399	6.75	675.0	8.92	1234.6	-53	546.7
20.04	674.0	400	6.84	674.0	9.04	1236.2	-52	545.2
20.13	673.0	400	6.93	673.0	9.16	1237.8	-52	543.7
20.22	672.0	401	7.02	672.0	9.28	1239.4	-51	542.2
20.31	672.0	401	7.11	672.0	9.40	1241.1	-51	541.5
20.41	670.0	401	7.21	670.0	9.53	1242.9	-51	539.1
20.50	668.0	401	7.30	668.0	9.65	1244.5	-51	536.8
20.59	668.0	402	7.39	668.0	9.77	1246.2	-50	536.0
20.68	667.0	402	7.48	667.0	9.88	1247.8	-50	534.5
20.77	666.0	403	7.57	666.0	10.00	1249.4	-49	533.0
20.86	665.0	403	7.66	665.0	10.12	1251.1	-49	531.5
20.95	665.0	404	7.75	665.0	10.24	1252.8	-48	530.8
21.04	663.0	404	7.84	663.0	10.36	1254.4	-48	528.5
21.13	661.0	404	7.93	661.0	10.48	1256.1	-48	526.2
21.23	660.0	405	8.03	660.0	10.61	1257.9	-47	524.7
21.32	657.0	406	8.12	657.0	10.73	1259.6	-46	521.6
21.41	655.0	406	8.21	655.0	10.85	1261.3	-46	519.3
21.50	655.0	407	8.30	655.0	10.97	1263.0	-45	518.6
21.50	655.0	407	8.30	655.0	10.97	1263.0	-45	518.6



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>200</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	0.0	166.0	166.0	1.00	0.00	166.0	0.0
0.02	0.59	122.0	283.0	161.0	1.76	0.04	222.0	61.0
0.03	1.19	215.3	367.3	152.0	2.42	0.07	259.6	107.6
0.05	1.78	315.4	459.4	144.0	3.19	0.07	301.7	157.7
0.07	2.44	398.4	525.4	127.0	4.14	0.10	326.2	199.2
0.09	3.04	494.5	615.5	121.0	5.09	0.09	368.3	247.3
0.10	3.63	597.5	711.5	114.0	6.24	0.09	412.7	298.7
0.12	4.23	681.7	786.7	105.0	7.49	0.09	445.8	340.8
0.14	4.82	778.0	875.0	97.0	9.02	0.09	486.0	389.0
0.15	5.42	872.3	959.3	87.0	11.03	0.09	523.2	436.2
0.17	6.01	937.5	1012.5	75.0	13.50	0.10	543.7	468.7
0.19	6.61	977.8	1045.8	68.0	15.38	0.10	556.9	488.9
0.20	7.27	1017.0	1080.0	63.0	17.14	0.10	571.5	508.5
0.22	7.86	1037.1	1097.1	60.0	18.28	0.10	578.5	518.5
0.24	8.46	1044.8	1102.8	58.0	19.01	0.10	580.4	522.4
0.25	9.05	1039.4	1116.4	77.0	14.50	0.09	596.7	519.7
0.27	9.65	990.4	1093.4	103.0	10.62	0.06	598.2	495.2
0.28	10.00	886.9	1020.9	134.0	7.62	0.04	577.5	443.5
0.30	10.00	851.0	1005.0	154.0	6.53	0.01	579.5	425.5
0.32	10.00	829.1	998.1	169.0	5.91	0.00	583.6	414.6
0.33	10.00	811.6	992.6	181.0	5.48	-0.02	586.8	405.8
0.35	10.00	794.1	984.1	190.0	5.18	-0.03	587.1	397.1
0.36	10.00	783.5	980.5	197.0	4.98	-0.04	588.7	391.7
0.38	10.00	765.2	969.2	204.0	4.75	-0.05	586.6	382.6
0.40	10.00	754.7	963.7	209.0	4.61	-0.06	586.4	377.4
0.41	10.00	742.6	956.6	214.0	4.47	-0.06	585.3	371.3
0.43	10.00	731.3	949.3	218.0	4.35	-0.07	583.6	365.6
0.44	10.00	722.6	942.6	220.0	4.28	-0.07	581.3	361.3
0.46	10.00	710.5	933.5	223.0	4.19	-0.08	578.3	355.3
0.47	10.00	698.5	923.5	225.0	4.10	-0.08	574.2	349.2
0.49	10.00	688.1	914.1	226.0	4.04	-0.09	570.0	344.0
0.50	10.00	676.9	903.9	227.0	3.98	-0.09	565.5	338.5
0.52	10.00	669.2	897.2	228.0	3.94	-0.09	562.6	334.6



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 1**

**Effective stress (kPa)**

**200**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.53	10.00	659.0	887.0	228.0	3.89	-0.09	557.5	329.5
0.55	10.00	653.0	881.0	228.0	3.86	-0.09	554.5	326.5
0.56	10.00	647.9	874.9	227.0	3.85	-0.09	550.9	323.9
0.58	10.00	642.0	868.0	226.0	3.84	-0.09	547.0	321.0
0.60	10.00	637.6	863.6	226.0	3.82	-0.09	544.8	318.8
0.61	10.00	632.6	858.6	226.0	3.80	-0.09	542.3	316.3
0.62	10.00	627.5	853.5	226.0	3.78	-0.10	539.8	313.8
0.64	10.00	623.3	848.3	225.0	3.77	-0.09	536.7	311.7
0.65	10.00	618.3	843.3	225.0	3.75	-0.10	534.1	309.1
0.67	10.00	615.0	840.0	225.0	3.73	-0.10	532.5	307.5
0.68	10.00	613.3	838.3	225.0	3.73	-0.10	531.7	306.7
0.70	10.00	611.7	835.7	224.0	3.73	-0.09	529.8	305.8
0.71	10.00	609.2	833.2	224.0	3.72	-0.10	528.6	304.6
0.73	10.00	606.6	830.6	224.0	3.71	-0.10	527.3	303.3
0.74	10.00	603.3	826.3	223.0	3.71	-0.09	524.7	301.7
0.75	10.00	599.2	822.2	223.0	3.69	-0.10	522.6	299.6
0.77	10.00	595.1	818.1	223.0	3.67	-0.10	520.5	297.5
0.78	10.00	591.8	814.8	223.0	3.65	-0.10	518.9	295.9
0.80	10.00	587.7	810.7	223.0	3.64	-0.10	516.8	293.8
0.81	10.00	585.22	808.2	223.0	3.62	-0.10	515.6	292.6
0.82	10.00	582.8	805.8	223.0	3.61	-0.10	514.4	291.4
0.84	10.00	580.4	803.4	223.0	3.60	-0.10	513.2	290.2
0.85	10.00	577.8	800.8	223.0	3.59	-0.10	511.9	288.9
0.87	10.00	575.4	799.4	224.0	3.57	-0.10	511.7	287.7
0.88	10.00	571.3	796.3	225.0	3.54	-0.10	510.7	285.7
0.89	10.00	568.1	793.1	225.0	3.52	-0.10	509.1	284.1
0.91	10.00	564.9	789.9	225.0	3.51	-0.10	507.4	282.4
0.92	10.00	561.7	786.7	225.0	3.50	-0.11	505.8	280.8
0.93	10.00	559.3	783.3	224.0	3.50	-0.10	503.6	279.6
0.95	10.00	556.0	780.0	224.0	3.48	-0.10	502.0	278.0
0.96	10.00	554.4	777.4	223.0	3.49	-0.10	500.2	277.2
0.97	10.00	552.8	774.8	222.0	3.49	-0.10	498.4	276.4
0.99	10.00	550.5	772.5	222.0	3.48	-0.10	497.2	275.2



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

<b>SPECIMEN 1</b>	<b>Effective stress (kPa)</b>	<b>200</b>
-------------------	-------------------------------	------------

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
1.00	10.00	549.7	770.7	221.0	3.49	-0.10	495.9	274.9
1.01	10.00	548.2	769.2	221.0	3.48	-0.10	495.1	274.1
1.02	10.00	545.0	766.0	221.0	3.47	-0.10	493.5	272.5
1.04	10.00	543.4	764.4	221.0	3.46	-0.10	492.7	271.7
1.05	10.00	541.9	761.9	220.0	3.46	-0.10	490.9	270.9
1.06	10.00	540.3	760.3	220.0	3.46	-0.10	490.1	270.1
1.07	10.00	537.9	757.9	220.0	3.45	-0.10	489.0	269.0
1.09	10.00	536.4	755.4	219.0	3.45	-0.10	487.2	268.2
1.10	10.00	535.6	754.6	219.0	3.45	-0.10	486.8	267.8
1.11	10.00	534.1	752.1	218.0	3.45	-0.10	485.1	267.1
1.12	10.00	532.6	750.6	218.0	3.44	-0.10	484.3	266.3
1.14	10.00	531.0	748.0	217.0	3.45	-0.10	482.5	265.5
1.15	10.00	530.3	747.3	217.0	3.44	-0.10	482.2	265.2
1.16	10.00	527.9	744.9	217.0	3.43	-0.10	481.0	264.0
1.17	10.00	525.6	742.6	217.0	3.42	-0.10	479.8	262.8
1.19	10.00	524.9	740.9	216.0	3.43	-0.10	478.4	262.4
1.20	10.00	523.3	739.3	216.0	3.42	-0.10	477.7	261.7
1.21	10.00	521.8	736.8	215.0	3.43	-0.09	475.9	260.9
1.22	10.00	520.3	735.3	215.0	3.42	-0.09	475.2	260.2
1.23	10.00	519.6	733.6	214.0	3.43	-0.09	473.8	259.8
1.24	10.00	517.3	731.3	214.0	3.42	-0.09	472.6	258.6
1.26	10.00	515.0	729.0	214.0	3.41	-0.09	471.5	257.5
1.27	10.00	513.4	726.4	213.0	3.41	-0.09	469.7	256.7
1.28	10.00	510.3	722.3	212.0	3.41	-0.09	467.2	255.2
1.29	10.00	508.0	720.0	212.0	3.40	-0.09	466.0	254.0
1.30	10.00	507.3	718.3	211.0	3.40	-0.09	464.7	253.7
1.30	10.00	507.3	718.3	211.0	3.40	-0.09	464.7	253.7



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data						Calculated data	
Time (mins)	Cell pressure (kPa)	Pore pressure (kPa)	Back pressure (kPa)	Volume-change indicator			B Value (-)
				Before (cc)	After (cc)	Difference (cc)	
	3	0	C				-
	48	29	C				0.64
	50	44	42		-1.8	-1.8	-
	98	83	C				0.81
	101	90	89		-1.1	-1.1	-
	129	117	C				0.96
			</				



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

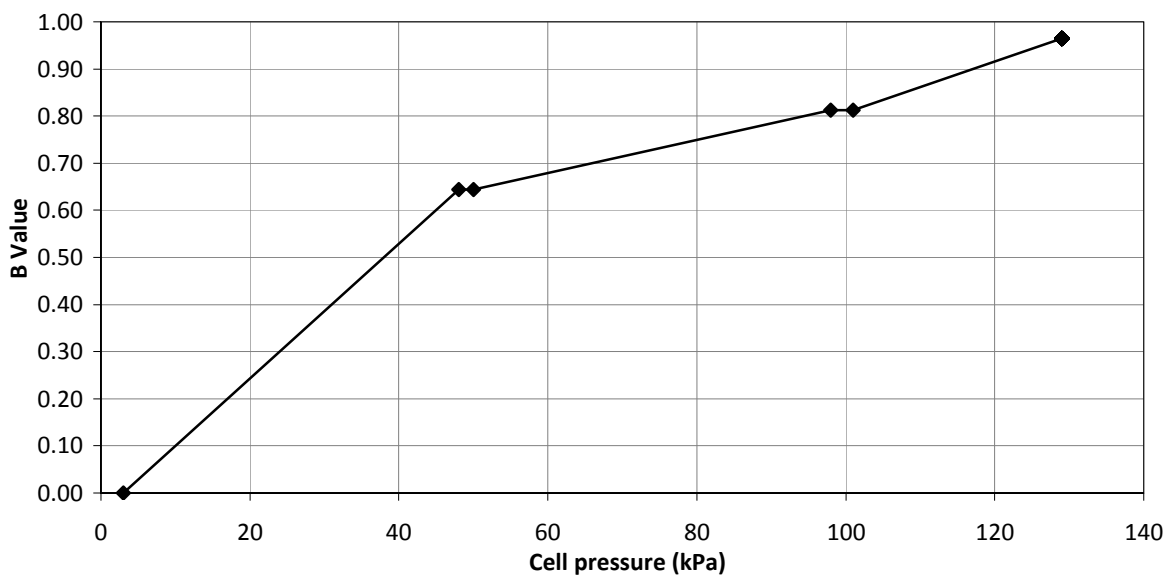
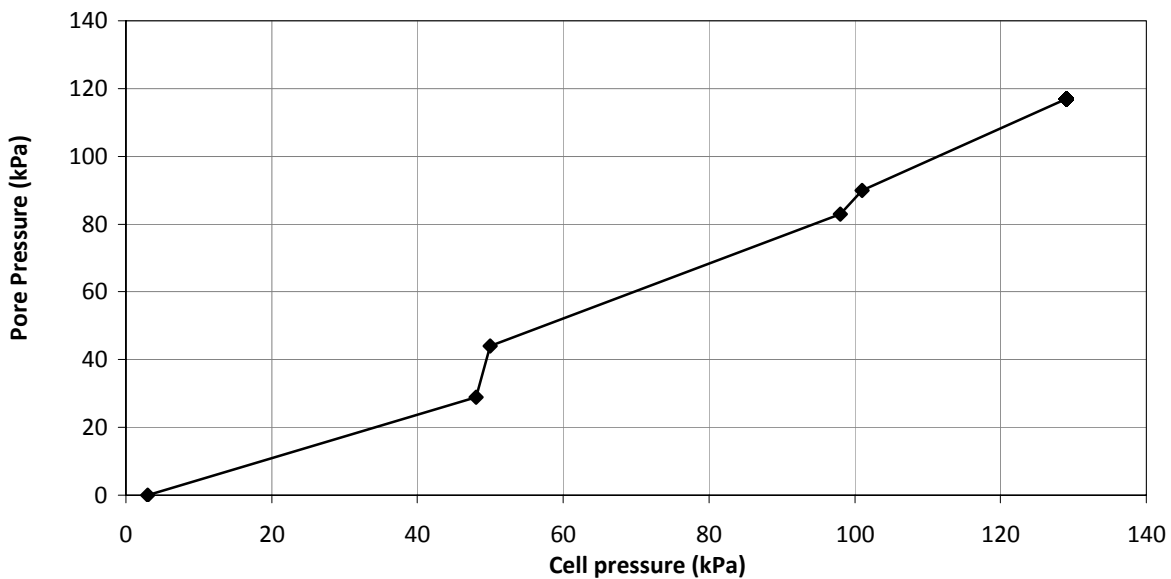
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

Effective stress (kPa)

600



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

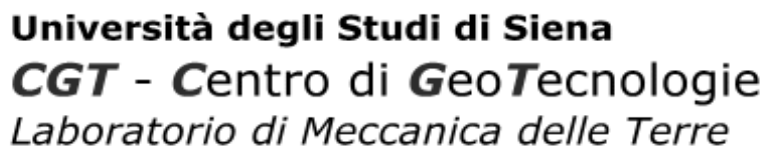
**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	674	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	626	0.9	0.9	0.5	48	8
		1.00	582	1.2	1.2	1.0	92	16
		2.25	516	1.5	1.5	1.5	158	27
		4.00	455	1.7	1.7	2.0	219	38
		6.25	401	1.8	1.8	2.5	273	47
		9.00	356	1.9	1.9	3.0	318	54
		12.25	319	2.0	2.0	3.5	355	61
		16.00	288	2.1	2.1	4.0	386	66
		20.25	261	2.1	2.1	4.5	413	71
		25.00	239	2.2	2.2	5.0	435	74
		30.25	221	2.2	2.2	5.5	453	78
		36.00	204	2.2	2.2	6.0	470	80
		42.25	189	2.2	2.2	6.5	485	83
		49.00	177	2.3	2.3	7.0	497	85
		56.25	166	2.3	2.3	7.5	508	87
		64.00	157	2.3	2.3	8.0	517	89
		72.25	149	2.3	2.3	8.5	525	90
		81.00	141	2.3	2.3	9.0	533	91
		90.25	135	2.3	2.3	9.5	539	92
		100.00	129	2.3	2.3	10.0	545	93
		110.25	124	2.3	2.3	10.5	550	94
		121.00	120	2.3	2.3	11.0	554	95
		132.25	116	2.3	2.3	11.5	558	96
		144.00	113	2.4	2.4	12.0	561	96
		156.25	111	2.4	2.4	12.5	563	96
		169.00	109	2.4	2.4	13.0	565	97
		182.25	107	2.4	2.4	13.5	567	97
		196.00	105	2.4	2.4	14.0	569	97
		210.25	105	2.4	2.4	14.5	569	97
		225.00	105	2.4	2.4	15.0	569	97
		240.25	105	2.4	2.4	15.5	569	97
		256.00	103	2.4	2.4	16.0	571	98





Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

## TEST DATA - CONSOLIDATION

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

SPECIMEN 2	Effective stress (kPa)	600
------------	------------------------	-----

[illegible]



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

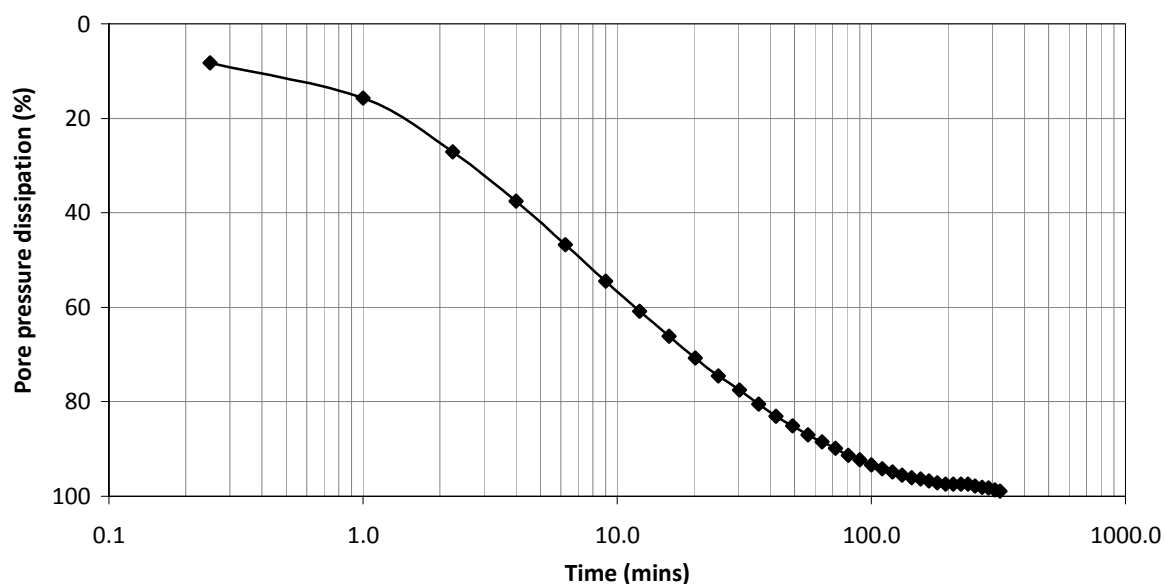
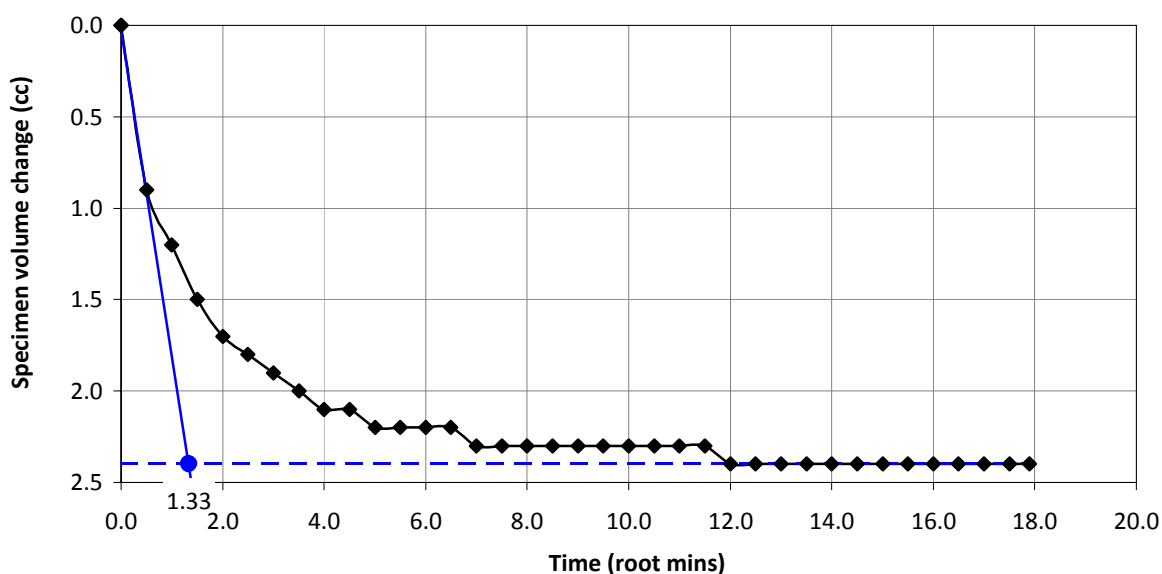
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

Effective stress (kPa)

**600**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

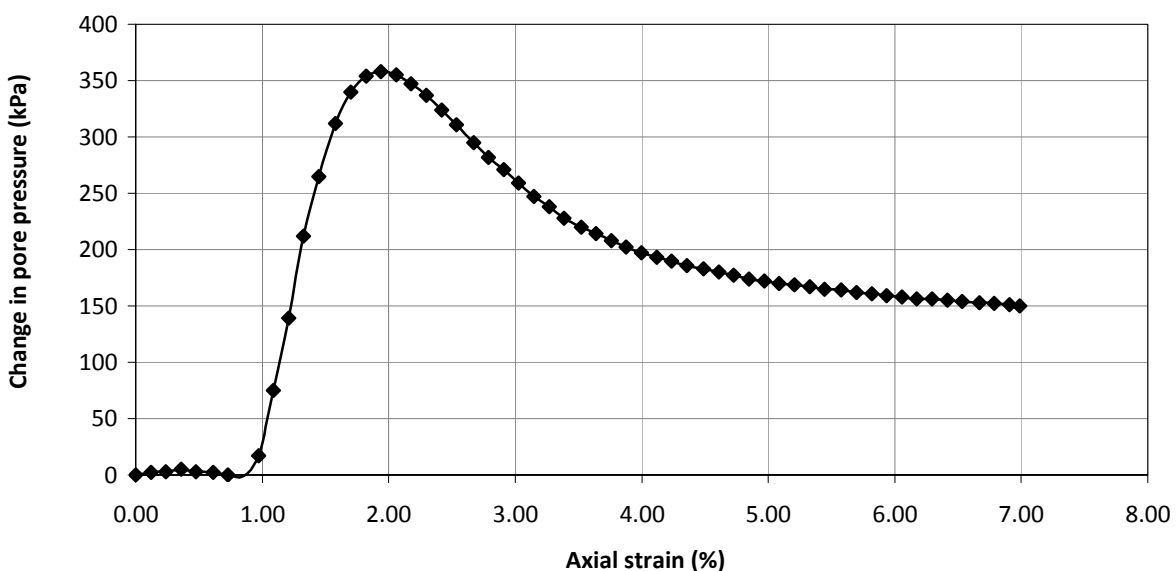
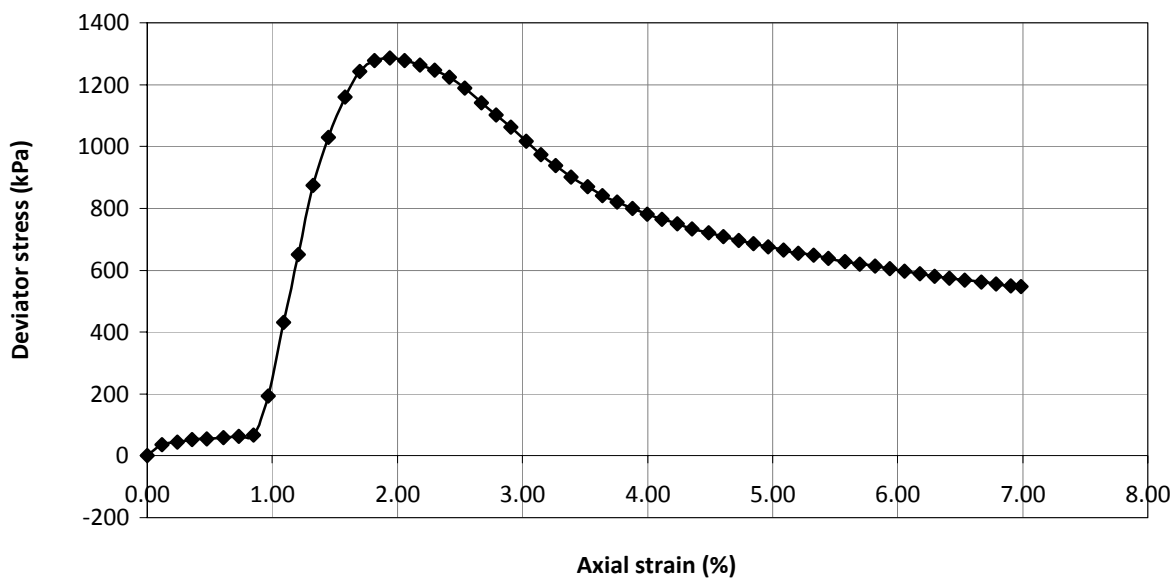
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

Effective stress (kPa)

**600**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	5024/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
10.59	32.0	96	0.00	0.0	0.00	1113.1	0	0.0
10.68	72.0	98	0.09	40.0	0.12	1114.4	2	35.9
10.77	83.0	99	0.18	51.0	0.24	1115.7	3	45.7
10.86	93.0	101	0.27	61.0	0.36	1117.1	5	54.6
10.95	96.0	99	0.36	64.0	0.48	1118.4	3	57.2
11.05	102.0	98	0.46	70.0	0.61	1119.9	2	62.5
11.14	107.0	96	0.55	75.0	0.73	1121.3	0	66.9
11.23	113.0	95	0.64	81.0	0.85	1122.6	-1	72.2
11.32	254.0	113	0.73	222.0	0.97	1124.0	17	197.5
11.41	523.0	171	0.82	491.0	1.09	1125.3	75	436.3
11.50	772.0	235	0.91	740.0	1.21	1126.7	139	656.8
11.59	1026.0	308	1.00	994.0	1.33	1128.0	212	881.2
11.68	1204.0	361	1.09	1172.0	1.45	1129.4	265	1037.7
11.78	1353.0	408	1.19	1321.0	1.58	1130.9	312	1168.1
11.87	1448.0	436	1.28	1416.0	1.70	1132.3	340	1250.5
11.96	1491.0	450	1.37	1459.0	1.82	1133.7	354	1286.9
12.05	1503.0	454	1.46	1471.0	1.94	1135.1	358	1296.0
12.14	1496.0	451	1.55	1464.0	2.06	1136.5	355	1288.2
12.23	1481.0	443	1.64	1449.0	2.18	1137.8	347	1273.5
12.32	1465.0	433	1.73	1433.0	2.30	1139.2	337	1257.9
12.41	1439.0	420	1.82	1407.0	2.42	1140.6	324	1233.5
12.50	1401.0	407	1.91	1369.0	2.54	1142.0	311	1198.7
12.60	1349.0	391	2.01	1317.0	2.67	1143.6	295	1151.6
12.69	1306.0	378	2.10	1274.0	2.79	1145.0	282	1112.7
12.78	1262.0	367	2.19	1230.0	2.91	1146.4	271	1072.9
12.87	1212.0	355	2.28	1180.0	3.03	1147.8	259	1028.0
12.96	1164.0	343	2.37	1132.0	3.15	1149.2	247	985.0
13.05	1123.0	334	2.46	1091.0	3.27	1150.7	238	948.2
13.14	1083.0	324	2.55	1051.0	3.39	1152.1	228	912.3
13.24	1049.0	316	2.65	1017.0	3.52	1153.7	220	881.5
13.33	1016.0	310	2.74	984.0	3.64	1155.1	214	851.9
13.42	993.0	304	2.83	961.0	3.76	1156.5	208	830.9
13.51	970.0	298	2.92	938.0	3.88	1158.0	202	810.0



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
13.60	950.0	293	3.01	918.0	4.00	1159.4	197	791.8
13.69	932.0	289	3.10	900.0	4.12	1160.9	193	775.3
13.78	916.0	286	3.19	884.0	4.24	1162.3	190	760.6
13.87	899.0	282	3.28	867.0	4.36	1163.8	186	745.0
13.97	884.0	279	3.38	852.0	4.49	1165.4	183	731.1
14.06	871.0	276	3.47	839.0	4.61	1166.8	180	719.0
14.15	858.0	273	3.56	826.0	4.73	1168.3	177	707.0
14.24	846.0	270	3.65	814.0	4.85	1169.8	174	695.9
14.33	835.0	268	3.74	803.0	4.97	1171.2	172	685.6
14.42	825.0	266	3.83	793.0	5.09	1172.7	170	676.2
14.51	814.0	265	3.92	782.0	5.21	1174.2	169	666.0
14.60	806.0	263	4.01	774.0	5.33	1175.7	167	658.3
14.69	797.0	261	4.10	765.0	5.45	1177.2	165	649.9
14.79	786.0	260	4.20	754.0	5.58	1178.8	164	639.6
14.88	777.0	258	4.29	745.0	5.70	1180.3	162	631.2
14.97	769.0	257	4.38	737.0	5.82	1181.8	161	623.6
15.06	760.0	255	4.47	728.0	5.94	1183.3	159	615.2
15.15	752.0	254	4.56	720.0	6.06	1184.8	158	607.7
15.24	742.0	252	4.65	710.0	6.18	1186.3	156	598.5
15.33	734.0	252	4.74	702.0	6.30	1187.8	156	591.0
15.42	728.0	251	4.83	696.0	6.41	1189.4	155	585.2
15.51	722.0	250	4.92	690.0	6.53	1190.9	154	579.4
15.61	714.0	249	5.02	682.0	6.67	1192.6	153	571.9
15.70	708.0	248	5.11	676.0	6.79	1194.1	152	566.1
15.79	702.0	247	5.20	670.0	6.91	1195.6	151	560.4
15.85	699.0	246	5.26	667.0	6.99	1196.7	150	557.4



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	0.0	593.0	593.0	1.00	0.00	593.0	0.0
0.02	0.60	35.3	626.3	591.0	1.06	0.06	608.6	17.6
0.03	1.20	44.5	634.5	590.0	1.08	0.07	612.2	22.2
0.05	1.79	52.8	640.8	588.0	1.09	0.09	614.4	26.4
0.07	2.39	54.8	644.8	590.0	1.09	0.05	617.4	27.4
0.09	3.05	59.4	650.4	591.0	1.10	0.03	620.7	29.7
0.10	3.65	63.1	656.1	593.0	1.11	0.00	624.6	31.6
0.12	4.25	67.8	661.8	594.0	1.11	-0.01	627.9	33.9
0.14	4.85	192.5	768.5	576.0	1.33	0.09	672.3	96.3
0.15	5.45	430.7	948.7	518.0	1.83	0.17	733.4	215.4
0.17	6.04	650.6	1104.6	454.0	2.43	0.21	779.3	325.3
0.19	6.64	874.3	1255.3	381.0	3.29	0.24	818.2	437.2
0.20	7.24	1030.3	1358.3	328.0	4.14	0.26	843.1	515.1
0.22	7.90	1159.9	1440.9	281.0	5.13	0.27	861.0	580.0
0.24	8.50	1241.8	1494.8	253.0	5.91	0.27	873.9	620.9
0.25	9.10	1277.6	1516.6	239.0	6.35	0.28	877.8	638.8
0.27	9.70	1286.0	1521.0	235.0	6.47	0.28	878.0	643.0
0.29	10.00	1277.9	1515.9	238.0	6.37	0.28	877.0	639.0
0.30	10.00	1263.2	1509.2	246.0	6.13	0.27	877.6	631.6
0.32	10.00	1247.5	1503.5	256.0	5.87	0.27	879.8	623.8
0.33	10.00	1223.2	1492.2	269.0	5.55	0.26	880.6	611.6
0.35	10.00	1188.4	1470.4	282.0	5.21	0.26	876.2	594.2
0.37	10.00	1141.3	1439.3	298.0	4.83	0.26	868.6	570.6
0.38	10.00	1102.3	1413.3	311.0	4.54	0.26	862.1	551.1
0.40	10.00	1062.5	1384.5	322.0	4.30	0.26	853.3	531.3
0.41	10.00	1017.6	1351.6	334.0	4.05	0.25	842.8	508.8
0.43	10.00	974.6	1320.6	346.0	3.82	0.25	833.3	487.3
0.44	10.00	937.7	1292.7	355.0	3.64	0.25	823.9	468.9
0.46	10.00	901.8	1266.8	365.0	3.47	0.25	815.9	450.9
0.48	10.00	871.1	1244.1	373.0	3.34	0.25	808.5	435.5
0.49	10.00	841.4	1220.4	379.0	3.22	0.25	799.7	420.7
0.51	10.00	820.4	1205.4	385.0	3.13	0.25	795.2	410.2
0.52	10.00	799.5	1190.5	391.0	3.04	0.25	790.8	399.8



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 2**

**Effective stress (kPa)**

**600**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.54	10.00	781.2	1177.2	396.0	2.97	0.25	786.6	390.6
0.55	10.00	764.7	1164.7	400.0	2.91	0.25	782.4	382.4
0.57	10.00	750.0	1153.0	403.0	2.86	0.25	778.0	375.0
0.58	10.00	734.4	1141.4	407.0	2.80	0.25	774.2	367.2
0.60	10.00	720.5	1130.5	410.0	2.76	0.25	770.2	360.2
0.61	10.00	708.4	1121.4	413.0	2.72	0.25	767.2	354.2
0.63	10.00	696.4	1112.4	416.0	2.67	0.25	764.2	348.2
0.64	10.00	685.2	1104.2	419.0	2.64	0.25	761.6	342.6
0.66	10.00	674.9	1095.9	421.0	2.60	0.25	758.5	337.5
0.67	10.00	665.5	1088.5	423.0	2.57	0.26	755.8	332.8
0.69	10.00	655.3	1079.3	424.0	2.55	0.26	751.7	327.7
0.70	10.00	647.6	1073.6	426.0	2.52	0.26	749.8	323.8
0.71	10.00	639.2	1067.2	428.0	2.49	0.26	747.6	319.6
0.73	10.00	628.9	1057.9	429.0	2.47	0.26	743.4	314.4
0.74	10.00	620.4	1051.4	431.0	2.44	0.26	741.2	310.2
0.76	10.00	612.9	1044.9	432.0	2.42	0.26	738.4	306.4
0.77	10.00	604.5	1038.5	434.0	2.39	0.26	736.2	302.2
0.79	10.00	596.9	1031.9	435.0	2.37	0.26	733.5	298.5
0.80	10.00	587.7	1024.7	437.0	2.34	0.27	730.8	293.8
0.81	10.00	580.18	1017.2	437.0	2.33	0.27	727.1	290.1
0.83	10.00	574.4	1012.4	438.0	2.31	0.27	725.2	287.2
0.84	10.00	568.6	1007.6	439.0	2.30	0.27	723.3	284.3
0.86	10.00	561.0	1001.0	440.0	2.28	0.27	720.5	280.5
0.87	10.00	555.2	996.2	441.0	2.26	0.27	718.6	277.6
0.88	10.00	549.5	991.5	442.0	2.24	0.27	716.7	274.7
0.89	10.00	546.5	989.5	443.0	2.23	0.27	716.2	273.2



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data				Calculated data		
Time (mins)	Cell pressure (kPa)	Pore pressure (kPa)	Back pressure (kPa)	Volume-change indicator		B Value (-)
				Before (cc)	After (cc)	
	1	0	C			-
	48	18	C			0.38
	48	24	40		-0.9	-
	98	57	C			0.66
	99	70	89		-1.1	-
	129	89	C			0.63
	129	105	124		-0.6	-
	158	128	C			0.79
	159	134	153		-0.7	-
	190	162	C			0.90





CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

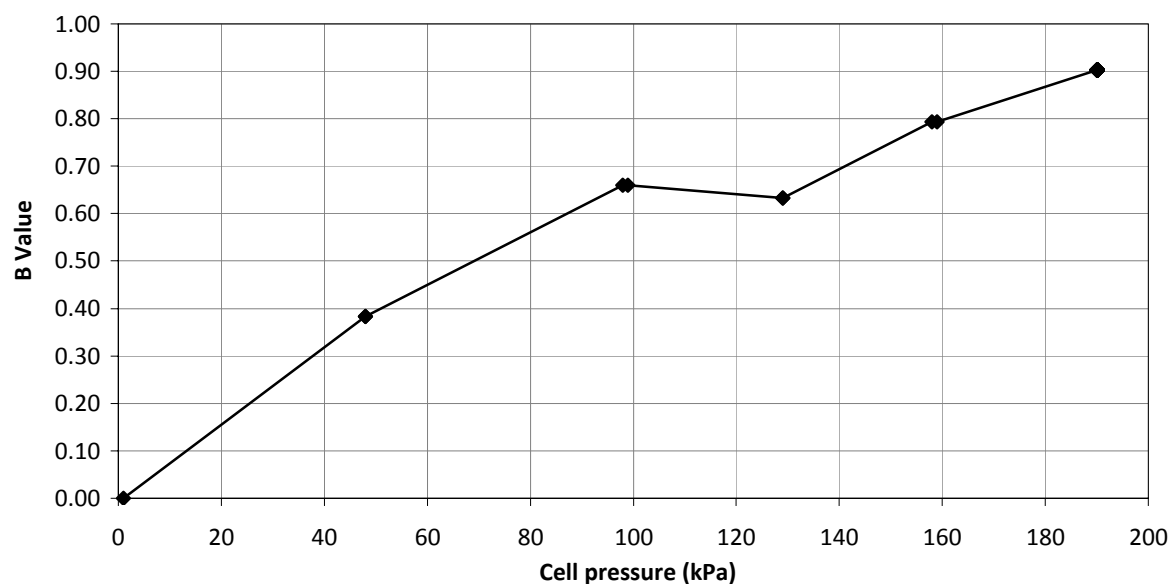
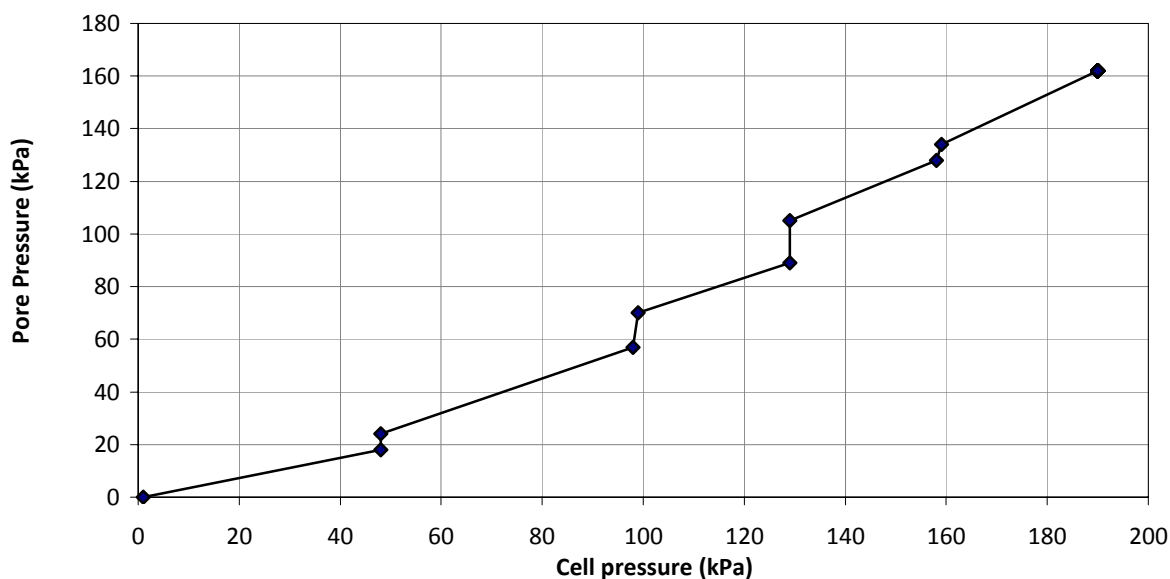
**TEST DATA - SATURATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

Effective stress (kPa)

**800**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		0.00	794	0.0	0.0	0.0	0	0
		0.25	781	0.5	0.5	0.5	13	2
		1.00	773	0.6	0.6	1.0	21	3
		2.25	762	0.7	0.7	1.5	32	5
		4.00	713	0.7	0.7	2.0	81	13
		6.25	682	0.8	0.8	2.5	112	17
		9.00	656	0.8	0.8	3.0	138	22
		12.25	634	0.9	0.9	3.5	160	25
		16.00	612	0.9	0.9	4.0	182	28
		20.25	592	1.0	1.0	4.5	202	32
		25.00	573	1.0	1.0	5.0	221	34
		30.25	554	1.1	1.1	5.5	240	37
		36.00	535	1.1	1.1	6.0	259	40
		42.25	517	1.1	1.1	6.5	277	43
		49.00	501	1.2	1.2	7.0	293	46
		56.25	485	1.2	1.2	7.5	309	48
		64.00	471	1.2	1.2	8.0	323	50
		72.25	457	1.2	1.2	8.5	337	53
		81.00	444	1.3	1.3	9.0	350	55
		90.25	432	1.3	1.3	9.5	362	56
		100.00	422	1.3	1.3	10.0	372	58
		110.25	412	1.4	1.4	10.5	382	60
		121.00	402	1.4	1.4	11.0	392	61
		132.25	393	1.4	1.4	11.5	401	63
		144.00	384	1.4	1.4	12.0	410	64
		156.25	377	1.5	1.5	12.5	417	65
		169.00	374	1.5	1.5	13.0	420	66
		182.25	367	1.5	1.5	13.5	427	67
		196.00	362	1.6	1.6	14.0	432	67
		210.25	357	1.6	1.6	14.5	437	68
		225.00	352	1.6	1.6	15.0	442	69
		240.25	346	1.6	1.6	15.5	448	70
		256.00	341	1.6	1.6	16.0	453	71



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		272.25	337	1.7	1.7	16.5	457	71
		289.00	332	1.7	1.7	17.0	462	72
		306.25	328	1.7	1.7	17.5	466	73
		324.00	323	1.8	1.8	18.0	471	73
		342.25	319	1.8	1.8	18.5	475	74
		361.00	316	1.8	1.8	19.0	478	75
		380.25	312	1.9	1.9	19.5	482	75
		400.00	309	1.9	1.9	20.0	485	76
		420.25	306	1.9	1.9	20.5	488	76
		441.00	302	1.9	1.9	21.0	492	77
		462.25	298	1.9	1.9	21.5	496	77
		484.00	295	1.9	1.9	22.0	499	78
		506.25	292	2.0	2.0	22.5	502	78
		529.00	288	2.0	2.0	23.0	506	79
		552.25	285	2.0	2.0	23.5	509	79
		576.00	281	2.0	2.0	24.0	513	80
		600.25	278	2.0	2.0	24.5	516	80
		625.00	275	2.1	2.1	25.0	519	81
		650.25	272	2.2	2.2	25.5	522	81
		676.00	268	2.1	2.1	26.0	526	82
		702.25	265	2.2	2.2	26.5	529	83
		729.00	261	2.2	2.2	27.0	533	83
		756.25	258	2.2	2.2	27.5	536	84
		784.00	255	2.2	2.2	28.0	539	84
		812.25	252	2.2	2.2	28.5	542	85
		841.00	249	2.2	2.2	29.0	545	85
		870.25	246	2.3	2.3	29.5	548	85
		900.00	243	2.3	2.3	30.0	551	86
		930.25	240	2.3	2.3	30.5	554	86
		961.00	238	2.3	2.3	31.0	556	87
		992.25	235	2.3	2.3	31.5	559	87
		1024.00	233	2.3	2.3	32.0	561	88
		1056.25	231	2.3	2.3	32.5	563	88



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data					Calculated data			
Date	Time	Elapsed time (mins)	Pore pressure (kPa)	Volume-change		Elapsed time (root mins)	Pore pressure	
				Reading (cc)	Difference (cc)		Difference (kPa)	Dissipation (%)
		1089.00	229	2.3	2.3	33.0	565	88
		1122.25	228	2.3	2.3	33.5	566	88
		1156.00	225	2.3	2.3	34.0	569	89
		1190.25	224	2.3	2.3	34.5	570	89
		1225.00	222	2.3	2.3	35.0	572	89
		1260.25	220	2.3	2.3	35.5	574	90
		1296.00	219	2.3	2.3	36.0	575	90
		1332.25	218	2.3	2.3	36.5	576	90
		1369.00	218	2.3	2.3	37.0	576	90
		1406.25	215	2.4	2.4	37.5	579	90
		1444.00	208	2.4	2.4	38.0	586	91
		1482.25	201	2.4	2.4	38.5	593	93
		1521.00	195	2.5	2.5	39.0	599	93
		1560.25	191	2.4	2.4	39.5	603	94
		1600.00	185	2.4	2.4	40.0	609	95
		1640.25	181	2.4	2.4	40.5	613	96
		1681.00	176	2.4	2.4	41.0	618	96
		1722.25	176	2.4	2.4	41.5	618	96
		1764.00	175	2.5	2.5	42.0	619	97
		1806.25	174	2.5	2.5	42.5	620	97
		1849.00	174	2.5	2.5	43.0	620	97
		1892.25	173	2.6	2.6	43.5	621	97
		1936.00	173	2.7	2.7	44.0	621	97
		1980.25	172	2.7	2.7	44.5	622	97
		2025.00	172	2.7	2.7	45.0	622	97
		2070.25	172	2.7	2.7	45.5	622	97
		2116.00	171	2.7	2.7	46.0	623	97
		2162.25	171	2.8	2.8	46.5	623	97
		2209.00	171	2.8	2.8	47.0	623	97
		2256.25	171	2.8	2.8	47.5	623	97
		2304.00	170	2.8	2.8	48.0	624	97
		2352.25	170	2.8	2.8	48.5	624	97
		2401.00	170	2.8	2.8	49.0	624	97



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

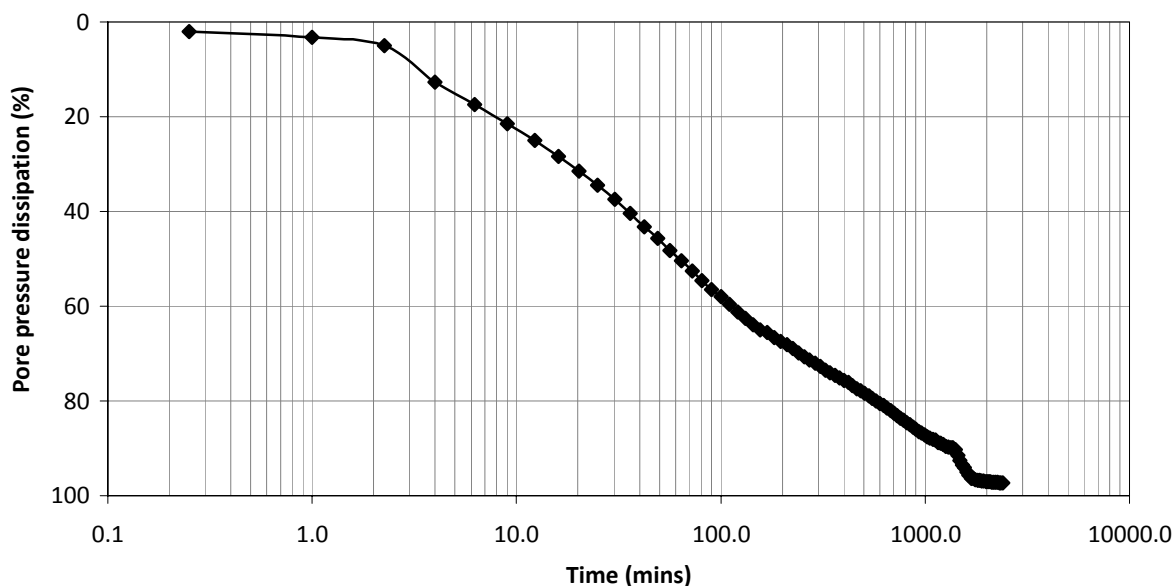
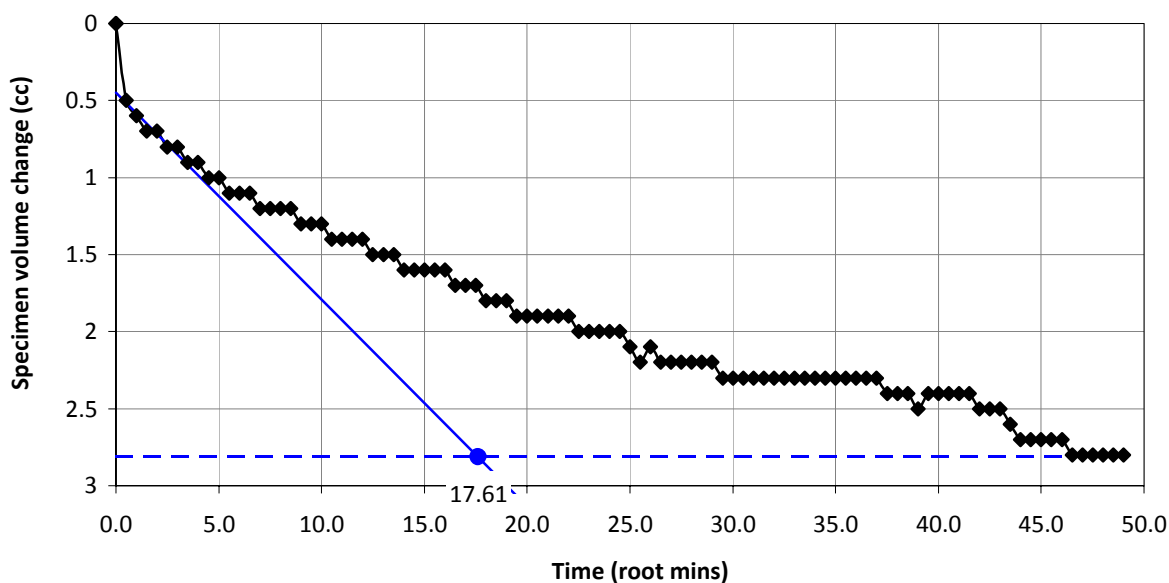
**TEST DATA - CONSOLIDATION**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

Effective stress (kPa)

800



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014



**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

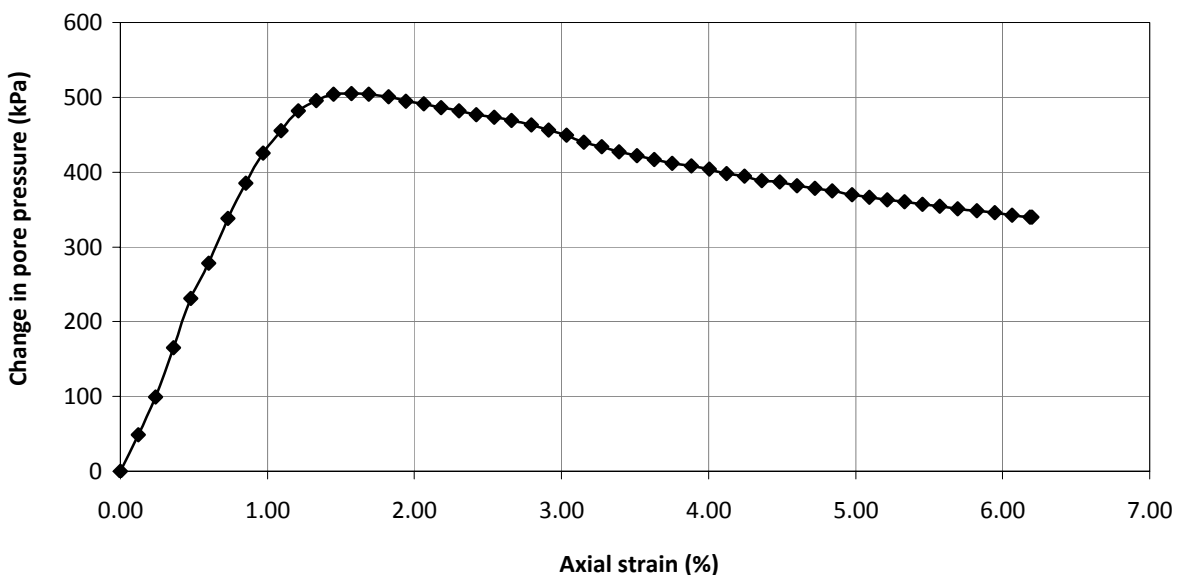
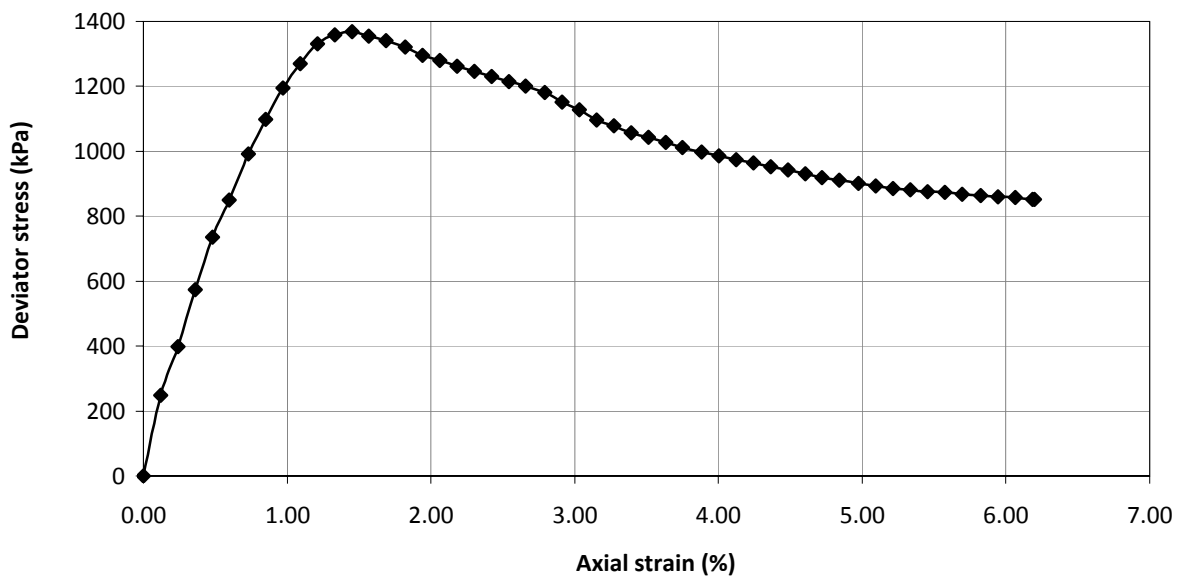
**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**



Tested	Dott. Harroud	Checked	Dott.ssa Sfalanga	Approved	Prof. Carmignani
Date	21/07/2014	Date	22/09/2014	Date	22/09/2014



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
18.60	0.0	200	0.00	0.0	0.00	1109.6	0	0.0
18.69	277.0	249	0.09	277.0	0.12	1110.9	49	249.4
18.78	445.0	299	0.18	445.0	0.24	1112.2	99	400.1
18.87	641.0	365	0.27	641.0	0.36	1113.6	165	575.6
18.96	822.0	431	0.36	822.0	0.48	1114.9	231	737.3
19.05	951.0	478	0.45	951.0	0.60	1116.2	278	852.0
19.15	1113.0	538	0.55	1113.0	0.73	1117.7	338	995.8
19.24	1235.0	585	0.64	1235.0	0.85	1119.1	385	1103.6
19.33	1345.0	625	0.73	1345.0	0.97	1120.4	425	1200.4
19.42	1430.0	655	0.82	1430.0	1.09	1121.8	455	1274.7
19.51	1501.0	682	0.91	1501.0	1.21	1123.1	482	1336.4
19.60	1535.0	696	1.00	1535.0	1.33	1124.5	496	1365.0
19.69	1549.0	704	1.09	1549.0	1.45	1125.9	504	1375.8
19.78	1536.0	705	1.18	1536.0	1.57	1127.2	505	1362.6
19.87	1523.0	704	1.27	1523.0	1.69	1128.6	504	1349.4
19.97	1504.0	701	1.37	1504.0	1.82	1130.1	501	1330.8
20.06	1478.0	695	1.46	1478.0	1.94	1131.5	495	1306.2
20.15	1462.0	691	1.55	1462.0	2.06	1132.9	491	1290.5
20.24	1444.0	686	1.64	1444.0	2.18	1134.3	486	1273.0
20.33	1428.0	682	1.73	1428.0	2.30	1135.7	482	1257.4
20.42	1410.0	677	1.82	1410.0	2.42	1137.1	477	1240.0
20.51	1394.0	673	1.91	1394.0	2.54	1138.5	473	1224.4
20.60	1380.0	669	2.00	1380.0	2.66	1139.9	469	1210.7
20.70	1359.0	663	2.10	1359.0	2.79	1141.4	463	1190.6
20.79	1328.0	656	2.19	1328.0	2.91	1142.8	456	1162.0
20.88	1303.0	649	2.28	1303.0	3.03	1144.3	449	1138.7
20.97	1269.0	640	2.37	1269.0	3.15	1145.7	440	1107.6
21.06	1249.0	634	2.46	1249.0	3.27	1147.1	434	1088.8
21.15	1227.0	627	2.55	1227.0	3.39	1148.5	427	1068.3
21.24	1212.0	622	2.64	1212.0	3.51	1149.9	422	1054.0
21.33	1194.0	617	2.73	1194.0	3.63	1151.4	417	1037.0
21.42	1179.0	612	2.82	1179.0	3.75	1152.8	412	1022.7
21.52	1163.0	608	2.92	1163.0	3.88	1154.4	408	1007.5



**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Recorded data			Calculated data					
Axial disp. (mm)	Axial force (N)	Pore pressure (kPa)	Change in length (mm)	Change in force (N)	Axial strain (%)	Area (mm <sup>2</sup> )	Change in pore pr. (kPa)	Deviator stress (kPa)
21.61	1152.0	604	3.01	1152.0	4.00	1155.8	404	996.7
21.70	1140.0	598	3.10	1140.0	4.12	1157.3	398	985.1
21.79	1130.0	595	3.19	1130.0	4.24	1158.7	395	975.2
21.88	1117.0	589	3.28	1117.0	4.36	1160.2	389	962.8
21.97	1108.0	587	3.37	1108.0	4.48	1161.6	387	953.8
22.06	1094.0	582	3.46	1094.0	4.60	1163.1	382	940.6
22.15	1082.0	578	3.55	1082.0	4.72	1164.5	378	929.1
22.24	1074.0	575	3.64	1074.0	4.84	1166.0	375	921.1
22.34	1065.0	570	3.74	1065.0	4.97	1167.6	370	912.1
22.43	1057.0	566	3.83	1057.0	5.09	1169.1	366	904.1
22.52	1050.0	563	3.92	1050.0	5.21	1170.6	363	897.0
22.61	1045.0	560	4.01	1045.0	5.33	1172.1	360	891.6
22.70	1041.0	557	4.10	1041.0	5.45	1173.6	357	887.0
22.79	1038.0	554	4.19	1038.0	5.57	1175.0	354	883.4
22.88	1034.0	551	4.28	1034.0	5.69	1176.5	351	878.9
22.98	1031.0	548	4.38	1031.0	5.83	1178.2	348	875.1
23.07	1028.0	546	4.47	1028.0	5.95	1179.7	346	871.4
23.16	1026.0	542	4.56	1026.0	6.07	1181.2	342	868.6
23.25	1021.0	540	4.65	1021.0	6.19	1182.7	340	863.3
23.26	1021.0	540	4.66	1021.0	6.20	1182.9	340	863.2





**Università degli Studi di Siena**  
**CGT - Centro di GeoTecnologie**  
*Laboratorio di Meccanica delle Terre*

**CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE**

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.00	0.00	0.0	753.0	753.0	1.00	0.00	753.0	0.0
0.02	0.60	248.7	952.7	704.0	1.35	0.20	828.4	124.4
0.03	1.20	398.9	1052.9	654.0	1.61	0.25	853.4	199.4
0.05	1.80	573.8	1161.8	588.0	1.98	0.29	874.9	286.9
0.07	2.39	734.8	1256.8	522.0	2.41	0.31	889.4	367.4
0.09	2.99	848.9	1323.9	475.0	2.79	0.33	899.4	424.4
0.10	3.66	992.0	1407.0	415.0	3.39	0.34	911.0	496.0
0.12	4.26	1099.2	1467.2	368.0	3.99	0.35	917.6	549.6
0.14	4.86	1195.4	1523.4	328.0	4.64	0.36	925.7	597.7
0.15	5.45	1269.1	1567.1	298.0	5.26	0.36	932.6	634.6
0.17	6.05	1330.2	1601.2	271.0	5.91	0.36	936.1	665.1
0.19	6.65	1358.2	1615.2	257.0	6.28	0.37	936.1	679.1
0.20	7.25	1368.4	1617.4	249.0	6.50	0.37	933.2	684.2
0.22	7.85	1354.5	1602.5	248.0	6.46	0.37	925.3	677.3
0.24	8.45	1340.8	1589.8	249.0	6.38	0.38	919.4	670.4
0.25	9.11	1321.4	1573.4	252.0	6.24	0.38	912.7	660.7
0.27	9.71	1296.2	1554.2	258.0	6.02	0.38	906.1	648.1
0.29	10.00	1280.2	1542.2	262.0	5.89	0.38	902.1	640.1
0.30	10.00	1262.7	1529.7	267.0	5.73	0.38	898.4	631.4
0.32	10.00	1247.1	1518.1	271.0	5.60	0.39	894.5	623.5
0.33	10.00	1229.7	1505.7	276.0	5.46	0.39	890.8	614.8
0.35	10.00	1214.1	1494.1	280.0	5.34	0.39	887.0	607.0
0.37	10.00	1200.3	1484.3	284.0	5.23	0.39	884.1	600.1
0.38	10.00	1180.2	1470.2	290.0	5.07	0.39	880.1	590.1
0.40	10.00	1151.6	1448.6	297.0	4.88	0.40	872.8	575.8
0.41	10.00	1128.3	1432.3	304.0	4.71	0.40	868.2	564.2
0.43	10.00	1097.2	1410.2	313.0	4.51	0.40	861.6	548.6
0.44	10.00	1078.4	1397.4	319.0	4.38	0.40	858.2	539.2
0.46	10.00	1057.9	1383.9	326.0	4.25	0.40	854.9	528.9
0.48	10.00	1043.5	1374.5	331.0	4.15	0.40	852.7	521.7
0.49	10.00	1026.5	1362.5	336.0	4.06	0.41	849.3	513.3
0.51	10.00	1012.2	1353.2	341.0	3.97	0.41	847.1	506.1
0.52	10.00	996.9	1341.9	345.0	3.89	0.41	843.5	498.5



CONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL COMPRESSION TEST WITH MEASUREMENT OF PORE PRESSURE

Set of specimens - tested in accordance with BS 1377:1990:Part 8:Clauses 4, 5, 6 & 7

**TEST DATA - SHEARING**

Project location	MINIERA DI SA PIGADA BIANCA (SS)		
Project reference	VA_303	Sample depth (m)	30.00
Borehole number	SPB_CASIDDU	Sample type	Undisturbed
Sample number	2	Specimen orientation	Vertical

**SPECIMEN 3**

**Effective stress (kPa)**

**800**

Calculated data								
Membrane correction (kPa)	Drain correction (kPa)	Corrected dev. stress (kPa)	Principle stresses			Coefficient A (-)	Stress path parameters	
			Major ( $\sigma_1'$ ) (kPa)	Minor ( $\sigma_3'$ ) (kPa)	$\sigma_1'/\sigma_3'$ (-)		s' (kPa)	t (kPa)
0.54	10.00	986.1	1335.1	349.0	3.83	0.41	842.1	493.1
0.55	10.00	974.5	1329.5	355.0	3.75	0.41	842.3	487.3
0.57	10.00	964.6	1322.6	358.0	3.69	0.41	840.3	482.3
0.58	10.00	952.2	1316.2	364.0	3.62	0.41	840.1	476.1
0.60	10.00	943.2	1309.2	366.0	3.58	0.41	837.6	471.6
0.61	10.00	930.0	1301.0	371.0	3.51	0.41	836.0	465.0
0.63	10.00	918.5	1293.5	375.0	3.45	0.41	834.2	459.2
0.64	10.00	910.4	1288.4	378.0	3.41	0.41	833.2	455.2
0.66	10.00	901.4	1284.4	383.0	3.35	0.41	833.7	450.7
0.67	10.00	893.4	1280.4	387.0	3.31	0.41	833.7	446.7
0.69	10.00	886.3	1276.3	390.0	3.27	0.41	833.1	443.1
0.70	10.00	880.9	1273.9	393.0	3.24	0.41	833.4	440.4
0.71	10.00	876.3	1272.3	396.0	3.21	0.41	834.2	438.2
0.73	10.00	872.6	1271.6	399.0	3.19	0.41	835.3	436.3
0.74	10.00	868.1	1270.1	402.0	3.16	0.40	836.1	434.1
0.76	10.00	864.3	1269.3	405.0	3.13	0.40	837.2	432.2
0.77	10.00	860.6	1267.6	407.0	3.11	0.40	837.3	430.3
0.79	10.00	857.8	1268.8	411.0	3.09	0.40	839.9	428.9
0.80	10.00	852.5	1265.5	413.0	3.06	0.40	839.2	426.2
0.80	10.00	852.35	1265.3	413.0	3.06	0.40	839.2	426.2

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

DETERMINAZIONE	SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	Contenuto d'acqua
N.	N.	N.	(m)	%
1	SPB Casiddu	2	30.0	43.9
2	SPB Casiddu	2	30.0	44.6
3	SPB Casiddu	2	30.0	46.5
Località: <b>Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)</b>				
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>				

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA'	GS	Metodologia di prova
N.	N.	(m)	g/cm <sup>3</sup>	
SPB Casiddu	2	30.0	2.19	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.21	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.26	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.33	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.39	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.50	Picnometro ad Elio ASTM D5550-00
SPB Casiddu	2	30.0	2.45	Procedura interna (Picnometro ad acqua 100 ml)
SPB Casiddu	2	30.0	2.81	ASTM D 854 – 06 (Picnometro 500 ml)
Località: <b>Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)</b>				
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>				

## ARGILLITTI S.r.l.

### TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITÀ (m)	Classificazione ASTM				Gs
			GHIAIA (> 2.0)	SABBIA (2.0 – 0.05)	LIMO (0.05 – 0.005)	ARGILLA (< 0.005)	
N.	N.	(m)	%	%	%	%	g/cm <sup>3</sup>
SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	0.0	5.3	52.6	42.1	95.2 2.81
Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)							
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>							

## ARGILLITTI S.r.l.

### TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITÀ	Classificazione MIT				Gs
			GHIAIA (> 2.0)	SABBIA (2.0 – 0.06)	LIMO (0.06 – 0.002)	ARGILLA (< 0.002)	
N.	N.	(m)	%	%	%	%	g/cm <sup>3</sup>
SPB Casiddu	2	II° Livello 30.0	0.0	4.9	65.3	29.8	95.2 2.81
Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)							
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>							

**ARGILLITTI S.r.l.**

**TABELLA RIASSUNTIVA**

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITÀ (m)	Classificazione ASTM				Passante 0.075	Gs g/cm <sup>3</sup>
			GHIAIA (> 2.0)	SABBIA (2.0 – 0.05)	LIMO (0.05 – 0.005)	ARGILLA (< 0.005)		
N.	N.	(m)	%	%	%	%		
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	6.4	56.4	37.2	95.2	2.21
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	6.7	49.3	44.0	95.2	2.45
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	5.4	53.1	41.5	95.2	2.49
Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)								
Data: 23/09/2014								
Verbale accettazione: <b>303</b>								

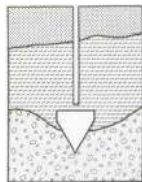
## ARGILLITTI S.r.l.

### TABELLA RIASSUNTIVA

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITÀ (m)	Classificazione MIT				Passante 0.075	Gs
			GHIAIA (> 2.0)	SABBIA (2.0 – 0.06)	LIMO (0.06 – 0.002)	ARGILLA (< 0.002)		
N.	N.	(m)	%	%	%	%	%	g/cm <sup>3</sup>
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	5.7	67.6	26.7	95.2	2.21
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	6.4	61.7	31.9	95.2	2.45
SPB Casiddu	2	II° Livello - 30.0	0.0	5.1	64.9	30.0	95.2	2.49
Località: Miniera di Sa Pigada Bianca (SS)								
Data: 23/09/2014 Verbale accettazione: <b>303</b>								



**ALLEGATO V**  
RELAZIONE SPECIALISTICA INDAGINE SISMICA



**DR. ANTONELLO ANGIUS**

Web site: [www.angiusgeo.com](http://www.angiusgeo.com)

**INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE GEOTECNICHE, MONITORAGGIO AMBIENTALE,**  
**PROSPEZIONI MINERARIE, CONSOLIDAMENTI, POZZI PER ACQUA**

Tel/Fax: +39 070 40 32 74

Pec: [angiusgeo@pec.it](mailto:angiusgeo@pec.it)

e-mail: [angiusgeo@tiscali.it](mailto:angiusgeo@tiscali.it)

Comune di Ittiri

***Provincia di Sassari***

***Progetto:***

**Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu,  
presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)**



**AGOSTO 2023**

**INDAGINE GEOFISICA**

**Committente: Argilliti S.r.l.**

SEDE LEGALE e UFFICI: Via Italia, 143 – 09134 Cagliari (ITALY)  
Codice Fiscale: NGSNNL61H07B354Y  
Partita IVA: 01985230927  
CCIAA Cagliari: 154185 del 07/01/1991  
Albo Nazionale Gestori Ambientali: CA08746

Società attestata da  
**SOA**  
**GROUP**  
OS20b CLASS. II – OS21 CLASS. I

## Sommario

1	PREMESSA .....	2
2	PROGRAMMA DELLE INDAGINI SVOLTE .....	3
3	INDAGINI SISMICHE MASW .....	4
3.1	Tecnica e parametri utilizzati .....	4
3.2	Strumentazione utilizzata .....	6
3.3	Elaborazione dei dati.....	6
3.4	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO - D.M. 19.01.2018 (NTC 2018) .....	7
3.5	VALORI DI VELOCITÀ DELLE ONDE P ED S PER I PRINCIPALI LITOTIPI .....	9
3.6	DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI DEFORMAZIONE E DI RESISTENZA AL TAGLIO DALLE INDAGINI SISMICHE.....	10
4	HVSR.....	13
4.1	Stima dello spessore delle coperture.....	14
5	INTERPRETAZIONE DEI DATI: MASW.....	15
5.1	MASW M1 .....	15
5.2	MASW M2 .....	17
5.3	MASW M3 .....	18
6	INTERPRETAZIONE DEI DATI: HVSR.....	21
6.1	HVSR 1.1.....	21
6.2	HVSR 1.2.....	22
6.3	HVSR 2.1.....	23
6.4	HVSR 2.2.....	24
6.5	HVSR 3.1.....	25
6.6	HVSR 3.2.....	26
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	27

### Allegati:

- Allegato 1. Planimetria ubicazione indagini;
- Allegato A. MASW: Sismogramma acquisiti- spettri velocità di fase/frequenza - Curve di dispersione sperimentali e calcolate con profilo Vs;
- Allegato B. Documentazione fotografica.

## **1 PREMESSA**

La presente Relazione descrive le attività di indagine geofisica realizzate nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" nel territorio comunale di Ittiri (SS).

Le prospezioni geofisiche sono state realizzate impiegando la metodologia sismica con le tecniche MASW e del MICROTREMORE.

Si riportano nello specifico le caratteristiche delle metodologie impiegate:

1. L'indagine sismica con tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che attraverso la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali  $V_s$ , è in grado di ricostruire una sismo-stratigrafia atta a permettere la definizione della categoria di suolo ai sensi del DM 17/01/2018.
2. La tecnica HVSR utilizza la misura della frequenza di vibrazione naturale di un sito e, attraverso un processo di inversione della misura iniziale, consente anche la stima del parametro normativo  $V_{s30}$ . Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

A supporto della progettazione geotecnica e strutturale, tramite le indagini MASW, sono stati determinati sulla base di correlazioni bibliografiche i parametri elasto-dinamici derivati dalle indagini sismiche e il modulo statico di deformazione.

Sono stati realizzati in totale n° 3 stendimenti MASW e n° 6 misure del microtremore HVSR, ubicate all'interno dell'area della concessione come da indicazioni della Committenza. Le attività di acquisizione sono state eseguite i giorni 01 e 02 Agosto 2023.

Fanno parte integrante della presente relazione i seguenti allegati:

- Allegato 1. Planimetria ubicazione indagini;
- Allegato A. MASW: Sismogrammi acquisiti- spettri velocità di fase/frequenza - Curve di dispersione sperimentali e calcolate con profilo  $V_s$ ;
- Allegato B. Documentazione fotografica.

## 2 PROGRAMMA DELLE INDAGINI SVOLTE

Le prospezioni geofisiche sono state articolate secondo il seguente programma:

1. Verifica preliminare dei luoghi oggetto d'indagine;
2. Esecuzione, di n° 3 stendimenti di sismica con tecnica MASW (M1, M2, M3), esecuzione di n° 6 misure HVSr (HVSr 1.1 e HVSr 1.2, HVSr2.1 e HVSr 2.2, HVSr 3.1 e HVSr 3.2);
3. Rilievo topografico di tutti i punti di misura (geofoni, punti di shot);
4. Elaborazione dei dati tramite analisi delle prospezioni acquisite in campagna e restituzione grafica dei profili Vs ottenuti con l'impiego di software specialistici.

L'ubicazione degli stendimenti è indicata nella **Tavola 1**.

Nella tabella seguente si riporta il quadro riassuntivo delle indagini svolte, con l'ID dell'area d'indagine e le sigle identificative, per gli stendimenti la direzione di esecuzione (da geofono iniziale a quello finale) e la loro lunghezza complessiva, mentre per l'indagine HVSr si riportano i dettagli esecutivi.

**Tavola 1.** Quadro riassuntivo delle indagini MASW e HVSr

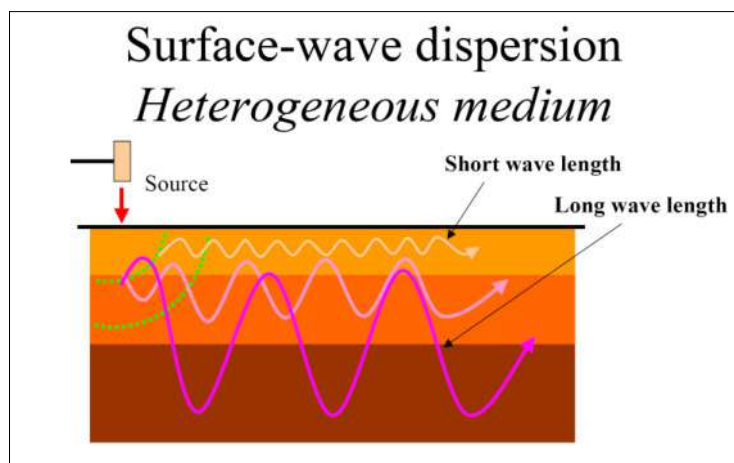
ID Area	Stendimento/Misura del microtremore	Orientamento	Lunghezza stendimento [m]
AREA 01	M1	SW – NE	46
	HVSr 1.1	NW	-
	HVSr 1.2	NW	-
AREA 02	M2	WSW – ENE	46
	HVSr 2.1	NW	-
	HVSr 2.2	NW	-
AREA 03	M3	NW – SE	46
	HVSr 3.1	NW	-
	HVSr 3.3	NW	-

### 3 INDAGINI SISMICHE MASW

#### 3.1 Tecnica e parametri utilizzati

“Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva, che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo; invece, onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.” (da *Caratterizzazione sismica dei suoli con il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves – V. Roma 2006)*). L'indagine svolta ha visto l'applicazione di tecnica M.A.S.W. di tipo attivo, ossia misura del comportamento dei terreni a seguito di un'energizzazione.



da SAGEEP2003

L'indagine si sviluppa mediante la materializzazione sul terreno di una linea retta mediante la posa di una fettuccia metrica. A seguire vengono posizionati i geofoni intervallati ad una distanza pari a 2,0 m in funzione anche della disponibilità di spazio. Esternamente alla stesa geofonica, da ora base sismica, a distanza di interesse che può essere pari ad un multiplo della distanza intergeofonica ma anche variabile (in funzione delle disponibilità di cantiere), sia in andata (ovvero in prossimità del geofono 1) che al ritorno (ovvero all'ultimo geofono posizionato sulla base sismica), vengono svolte delle energizzazioni mediante massa battente pari a Kg 10,0. Nel caso in esame, sono state

svolte le energizzazioni in "andata" e in "ritorno" con distanza dal geofono 1 e dal geofono 24 crescente e pari a multipli della distanza intergeofonica (v. schema).

Il metodo risulta efficace se la base sismica è ubicata su piano a pendenza costante e per una stratificazione piano parallela al piano topografico. Al fine di svolgere al meglio la campagna geofisica M.A.S.W., è utile che lo sviluppo lineare della base sismica sia limitata in lunghezza secondo i siti.

La maggior profondità di caratterizzazione raggiunta è legata alla minor frequenza registrata. Come già indicato nella figura, una frequenza alta caratterizza gli strati superficiali. La registrazione delle frequenze minori è destinata ai geofoni più lontani dalla sorgente.

Per il presente lavoro sono state considerate le componenti Z e R dell'onda di Rayleigh (Z: componente verticale; R: componente radiale) e la componente T che rappresenta l'onda di Love (componente trasversale).

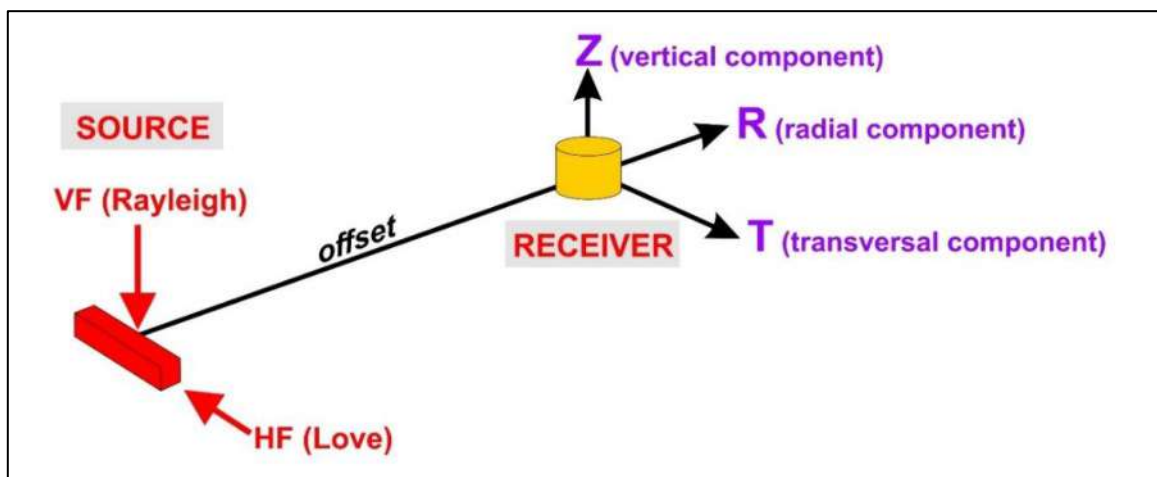
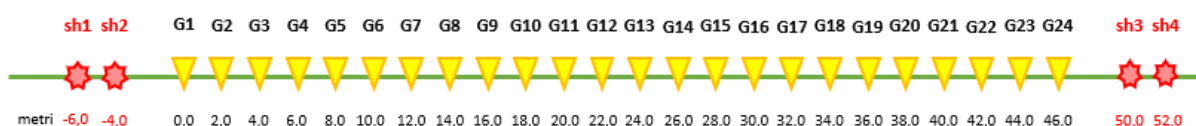


FIGURA 1. Componenti sismiche delle onde di superficie

Gli spettri di velocità sono stati gestiti tramite approccio FVS (Full Velocity Spectrum – Dal Moro 2014; 2019) quindi senza alcun picking/interpretazione in termini di curve modali.

L'acquisizione dei dati è avvenuta tramite sismografo a 24 canali collegato a geofoni verticali da 4,5 Hz per registrare la componente ZVF (componente verticale dell'onda di Rayleigh) e geofoni orizzontali a frequenza propria di 4,5 Hz in configurazione RVF per acquisire la componente orizzontale dell'onda di Rayleigh e in configurazione THF per le onde di Love (vedi FIGURA 1). Il numero di geofoni utile all'esecuzione ottimale di un'indagine M.A.S.W. è risultato, per il cantiere svolto, di 24 geofoni dei quali sono state utilizzate tutte le tracce. Il tempo dell'acquisizione è stato definito tra 1.00 e 2.00 secondi.

Schema 1. Schema geometrico di acquisizione dei dati per lo stendimento M1 di lunghezza L=46.00 m



### 3.2 Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione del cantiere d'interesse, è stata impiegata una strumentazione di acquisizione modello GEA24, prodotto dalla PASI Geophysics, con frequenza di campionamento 1500 Hz per ognuno dei canali registrati, ciascuno attrezzato con geofoni verticali e orizzontali della PASI Geophysic con frequenza propria di 4,5 Hz. Il numero di canali è risultato pari a n° 24 canali.

Per l'energizzazione ci siamo avvalsi di una mazza battente da 10 kg impattante verticalmente su piastra di battuta in duralluminio, diametro 18 cm, spessore 4 cm, peso 2 kg.

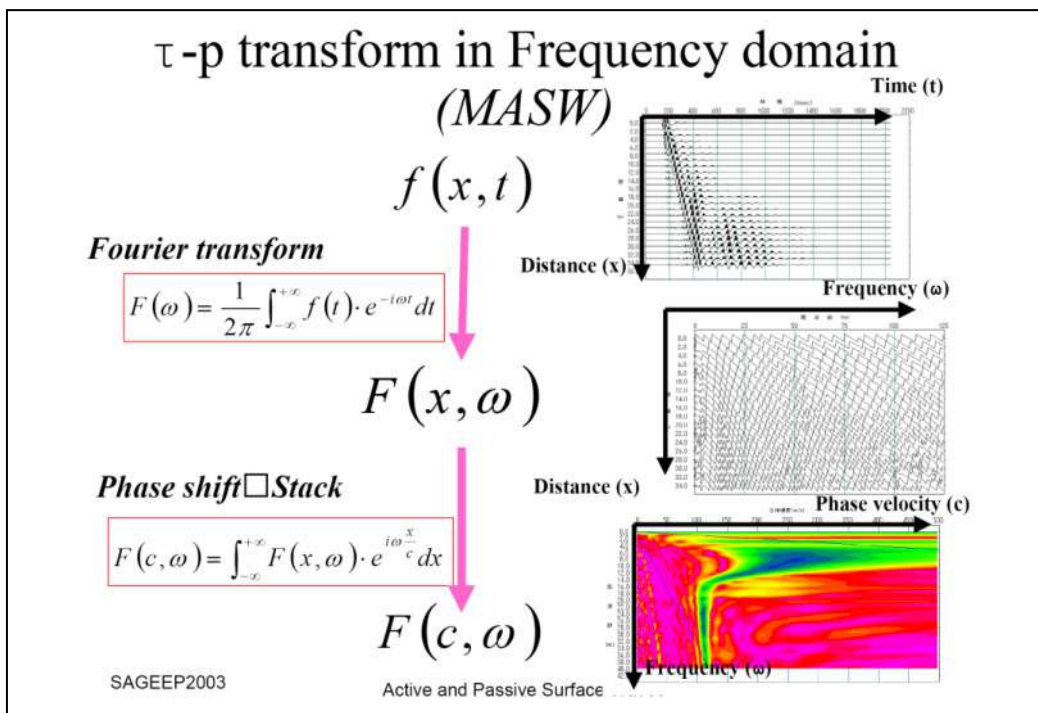
### 3.3 Elaborazione dei dati

Il metodo interpretativo della M.A.S.W. si compone dei seguenti passaggi di analisi dei segnali acquisiti:

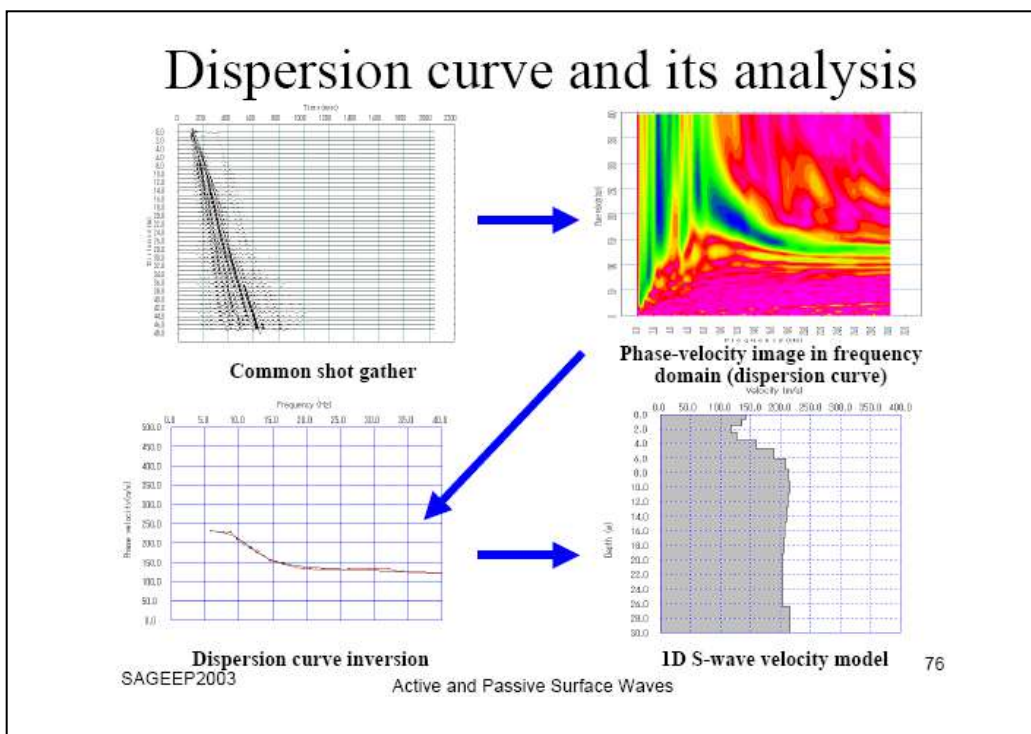
- individuazione della variazione del segnale acquisito nel tempo
- analisi di Fourier con definizione dei contenuti spettrali acquisiti nei segnali
- stacking dello spostamento di fase con definizione delle velocità di rotazione retrograda compatibile con il campo di frequenza definita.

A posteriori dell'analisi matematica del segnale acquisito, definito un modello stratigrafico compatibile con la geologia locale, si provvede all'inversione della curva di dispersione ottenendo la sismo-stratigrafia.

A seguire è indicato il procedimento di elaborazione che ha prodotto il profilo di velocità grazie all'impiego dei software ZondST2D e winMASW.







### 3.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO - D.M. 19.01.2018 (NTC 2018)

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" – Decreto del 19/01/2018 definiscono le regole per progettare l'opera sia in zona sismica che in zona non sismica.

Per la valutazione delle azioni sismiche di progetto deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto nel suolo superficiale.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del citato Decreto. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del suddetto decreto, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2 del Decreto.

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove, tra le quali le MASW costituiscono la metodologia maggiormente adoperata.

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

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

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

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

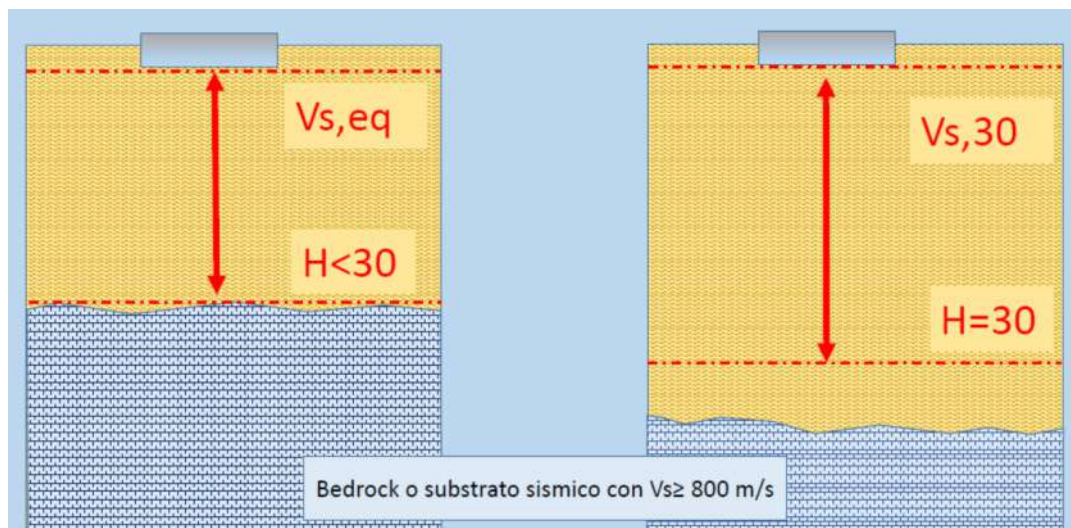
$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato  $H$  è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione (v. schema seguente).

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Schema di Calcolo delle  $V_{S,eq}$  e delle  $V_{S,30}$



Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle NTC 2018. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

**Tabella 3.2.II. Categorie di sottosuolo (Fonte NTC 2018)**

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

### 3.5 VALORI DI VELOCITÀ DELLE ONDE P ED S PER I PRINCIPALI LITOTIPI

Nella seguente tabella si riportano i valori di velocità delle onde P ed S dei principali litotipi riferibili anche al contesto geologico in esame (Fonte: Hearey e Brooks 1991, Bala et al 2005, Corrao e Coco 2006, bibliografia specialistica reperibile in rete).

In particolare, si ricorda che le velocità delle onde P misurate per terreni perfettamente saturi ( $S_r = 100\%$ ) dipendono talora in maniera decisiva dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale e perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Invece le velocità delle onde S sono caratteristiche delle vibrazioni trasmesse prevalentemente dal solo scheletro solido e perciò rappresentative delle proprietà meccaniche del terreno. Ne consegue che per alcuni terreni al di sotto della falda le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidezza del terreno sono quelle di taglio (S).

## Valori di velocità delle onde P ed S dei principali litotipi

Litotipi	Vp [m/s] min-max	Vs [m/s] min-max
<b>TERRENI E ACQUA</b>		
Alluvioni	400 - 2000	200 - 800
Sabbia asciutta	200 - 1000	80 - 400
Sabbia satura (in funzione anche del grado di saturazione)	600 - 2300	250 - 450
Sabbia siltosa	600 - 1900	200 - 600
Sabbia e ghiaia	300 - 1800	300 - 600
Limo	650 - 1250	240 - 480
Argilla	1000 - 2500	300 - 600
Argilla sabbiosa	600 - 2500	200 - 450
Acqua	1450 - 1500	0
<b>ROCCE SEDIMENTARIE</b>		
Argillite	2100 - 4400	550 - 2100
Arenaria	1500 - 6000	950 - 3100
Arenaria fratturate	800 - 2100	360 - 950
Calcare	2000 - 7000	1000 - 3300
Calcare fratturato	750 - 1500	330 - 1000
Calcarenite	1400 - 4400	800 - 2500
Calcarenite fratturata	600 - 1300	330 - 800
Marna	1500 - 4500	600 - 1.500
<b>ROCCE IGNEE</b>		
Basalto	1800 - 5000	1000 - 3000
Basalto fratturato	950 - 1350	480 - 700
Granitoidi	1600 - 5000	900 - 3000
Granitoidi fratturati	1000 - 1750	500 - 900
Piroclastite coerente	750 - 2500	350 - 1100
Piroclastite incoerente	350 - 1000	160 - 450

### 3.6 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI DI DEFORMAZIONE E DI RESISTENZA AL TAGLIO DALLE INDAGINI SISMICHE

Di seguito si indicano le correlazioni bibliografiche che possono essere utilizzate per il calcolo dei parametri di deformazione dinamici calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input Vp, Vs e densità per ciascun sismostrato definito dalle indagini geofisiche.

$$\text{Coefficiente di Poisson } \nu = \frac{V_p^2 - 2 V_s^2}{2 (V_p^2 - V_s^2)}$$

$$\text{Modulo di Young dinamico } E_d = \gamma V_s^2 [(3V_p^2 - 4 V_s^2) / (V_p^2 - V_s^2)]$$

$$\text{Modulo di taglio (rigidità) } G_0 = \gamma V_s^2$$

$$\text{Modulo di comprimibilità o di Bulk } K = \gamma (V_p^2 - 4/3 V_s^2)$$

### Determinazione del modulo di Young statico $E_s$

Per la determinazione del modulo di Young statico  $E_s$  dal modulo dinamico  $E_d$  si può applicare la nota relazione proposta da Rzhevsky e Novik (1971) valida per i moduli misurati in MPa o Kg/cm<sup>2</sup>:

$$E_{\text{stat}} = \frac{E_{\text{din}} - 0.97}{8.3}$$

Per gli ammassi rocciosi la bibliografia specialistica suggerisce di applicare un coefficiente pari a 0,8-1,0 per la roccia integra e un coefficiente via via più basso per quelle fratturate in relazione al grado di fratturazione.

$$E_{\text{stat}} = E_{\text{din}} \times (0.3/1.0)$$

Si sottolinea tuttavia come i valori ottenuti con la suddetta formulazione sia un modulo di elasticità e quindi non può essere utilizzato per determinare ad esempio cedimenti di fondazione quando il carico delle fondazioni dia luogo a elevate deformazioni (superiori al limite di elasticità) poiché in quei casi la componente plastica è predominante su quella elastica.

### Correlazioni con $N_{\text{spt}}$ e parametri geotecnici

Nella letteratura specializzata sono ormai reperibili moltissime correlazioni tra il numero di colpi ( $N_{\text{spt}}$ ) del Penetrometro Standard e la velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ). Le principali correlazioni sono di tipo esponenziale, con  $N_{\text{spt}} = (V_s / \alpha)^\beta$  con i coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  variabili in funzione del tipo di terreno. Si ricorda che il numero di colpi di cui si parla è quello necessario per far avanzare di 30 cm nel terreno la punta del campionatore Raymond standard.

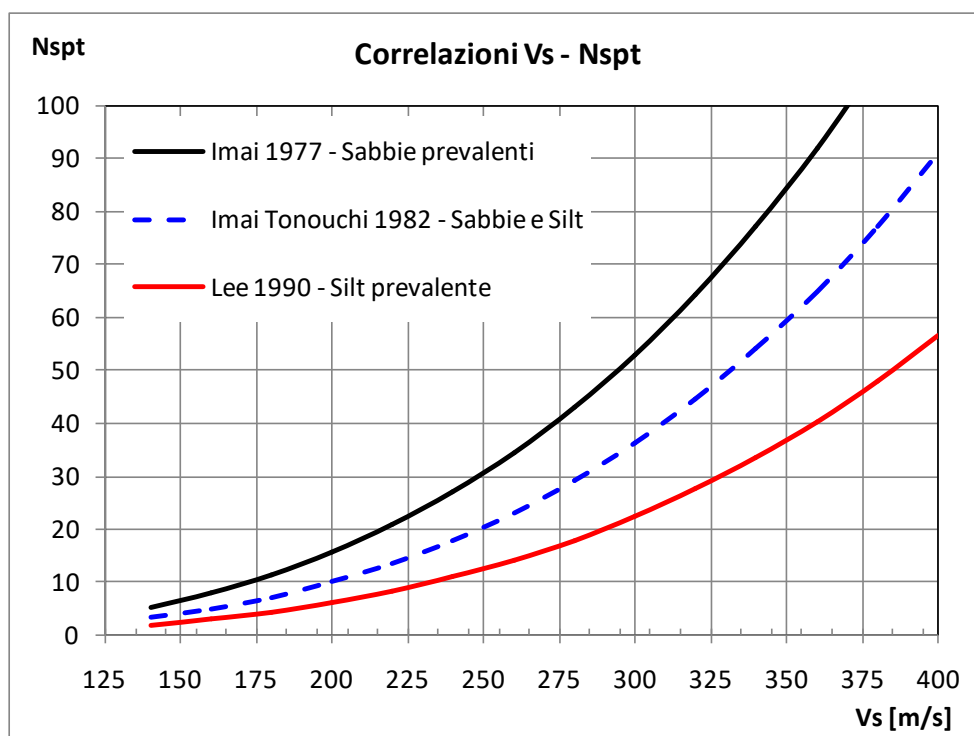
A tale scopo si illustrano le correlazioni proposte da Imai 1977, Imai e Tonuchi (1982) e Lee (1990) valide per tre differenti tipologie di terreni che caratterizzano in genere tutti i terreni:

$$N_{\text{SPT}} = \left( \frac{V_s}{80,6} \right)^{3,021} \text{ valida per i terreni prevalentemente sabbiosi - Imai (1977)}$$

$$N_{\text{SPT}} = \left( \frac{V_s}{97,0} \right)^{3,184} \text{ valida per i terreni misti sabbioso-siltosi - Imai e Tonuchi (1982)}$$

$$N_{\text{SPT}} = \left( \frac{V_s}{114,43} \right)^{3,226} \text{ valida per terreni prevalentemente fini/siltosi - Lee (1990)}$$

Dove:  $N_{\text{spt}}$  = numero di colpi del Penetrometro Standard e  $V_s$  = Velocità delle onde di taglio



Noto il valore di Nspt si calcolano i seguenti parametri geotecnici dei terreni:

Parametri geotecnici	Metodologie – Relazioni
Resistenza al taglio $\phi$	<u>Terreni sabbiosi</u> Entro i 6 m di profondità- Peck-Hanson&Thornburn, $\phi = 0,28 \text{ Nspt} + 27,2$ Oltre i 6 m di profondità- Japanese National Railway, $\phi = 0,30 \text{ Nspt} + 27$ <u>Terreni: sabbie fini o limose</u> $\phi = \sqrt{15 \text{ Nspt}} + 15$
Modulo di deformazione E (o di Young)	<b>Schmertmann</b> (valido per sabbie e terreni prevalentemente sabbiosi) $E(\text{Kg/cm}^2) = 2B \text{ Nspt}$ dove $B=4$ (sabbia fine), $B=6$ (sabbia media), $B=10$ (sabbia grossolana) <b>D'Appolonia et Alii.</b> (valido per sabbia+ghiaia e sabbie sovraconsolidate) $E(\text{Kg/cm}^2) = 7,71 \text{ Nspt} + 191$ (ghiaia + sabbia) <b>Tornaghi</b> (valido per sabbia + ghiaia) $E(\text{MPa}) = B \text{ Nspt}$ ( $B=7 \text{ MPa}$ )

#### 4 HVSR

Sono state eseguite nel complesso 6 registrazioni del rumore ambientale, 2 per ciascuna delle 3 aree d'indagine, ubicate lungo la linea sismica dell'acquisizione MASW. Le ubicazioni delle prove sono indicate nella **Tavola 1**.

L'analisi HVSR viene condotta in due fasi principali:

1. La prima fase è avvenuta in campagna con l'acquisizione dei segnali sismici, mediante le misure del microtremore ambientale di durata variabile, ma mai minore ai 3000 secondi con un tomografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento, il tomografo digitale 3DLG-2 della PASI GEOPHYSICS è dotato di una terna di sensori ortogonali da 2 Hz orientati N-S, E-W e verticale. Il segnale viene campionato a 300 Hz per evitare eventuale aliasing.



Figura 1: Geofono 3D da superficie 3DLG-2

Tutte le analisi sono state disposte direzionando l'asse nord-sud della terna in direzione NW, perpendicolarmente alla direzione della maggiore vallata riscontrata nell'area.

2. La seconda fase, che consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti in campagna, è stata eseguita mediante il software winMASW Academy della EliaSoft. Il programma, basato sulle linee guida del progetto europeo SESAME, divide l'elaborazione nei seguenti passaggi:
  - Ricampionamento a 64 Hz del segnale;
  - Rimozione manuale di eventuali transienti;
  - Larghezza delle finestre d'analisi 40 s e liscio con ampiezza pari al 10%;
  - Calcolo dello spettro mediante metodo di Nakamura;
  - Controllo della persistenza del segnale cioè della continuità nella registrazione e quindi coerenza;
  - Analisi della direzionalità del segnale (in caso di sorgente di rumore con direzione predominante questa viene eliminata nella fase 2);

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o liscio secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma

tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo  $V_{s30}$ .

Ultimamente, un progetto europeo denominato SESAME (Site EffectS Assessment AMBient Excitations) si è occupato di stabilire le linee guida per la corretta esecuzione delle misure di microtremore ambientale, sia in stazione singola sia in array.

Inoltre, ha anche fornito i criteri per la valutazione dell'attendibilità delle curve HVSR e il significato dei picchi H/V eventualmente trovati.

#### 4.1 Stima dello spessore delle coperture

Le misure HVSR realizzate hanno avuto l'obiettivo di stimare lo spessore delle coperture al di sopra di un marcato contrasto di impedenza sismica (corrispondente o no al tetto del substrato sismico), in particolare per capire se il substrato sismico corrisponda al substrato geologico.

Per una stima dello spessore delle coperture ( $h$ ) a partire dai valori delle frequenze di risonanza determinate dalle misure HVSR ( $F_0$ ) individuate attraverso la definizione dei massimi della curva HVSR, sono stati utilizzati i valori bibliografici riportati nella tabella sottostante (Albarelo D. e Castellaro S., 2011).

$F_0$ (Hz)	$h$ (m)
<1	>100
1-2	50-100
2-3	30-50
3-5	20-30
5-8	10-20
8-20	5-10
>20	<5

FIGURA 7 - ABACO PER LA STIMA DELLO SPESSORE DELLE COPERTURE ( $h$ ) A PARTIRE DAI VALORI DELLE FREQUENZE DI RISONANZA ( $F_0$ ) DETERMINATE DALLE MISURE H/V (ALBARELLO D. E CASTELLARO S., 2011).



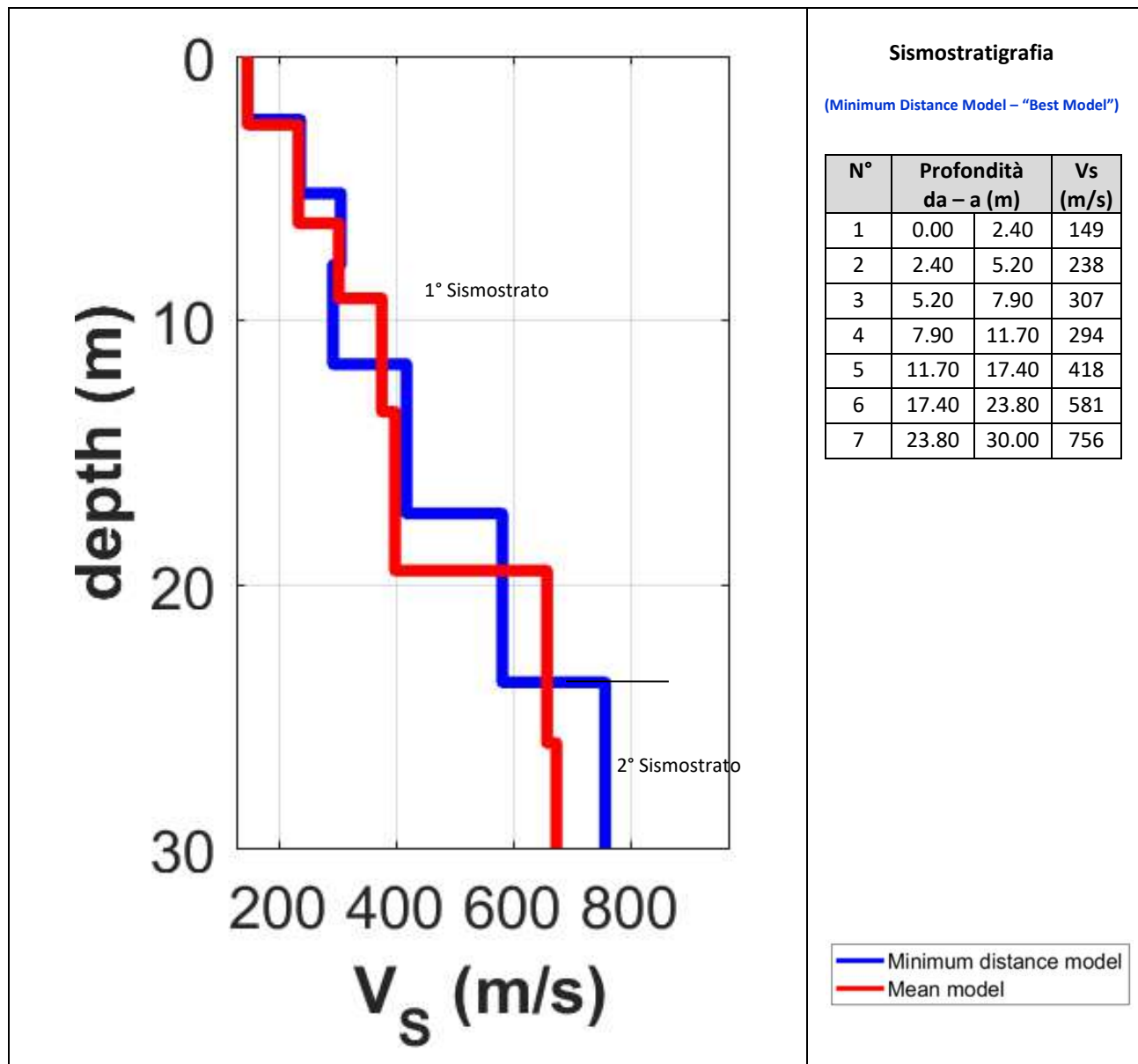
## 5 INTERPRETAZIONE DEI DATI: MASW

### 5.1 MASW M1

L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali Vs dello stendimento M1, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati. Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio Vs.

Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 23.80	1° sismostrato con Vs tra <b>149 e 581 m/s</b> , terre di riporto e copertura detritica
23.80 – 30.00	2° sismostrato con Vs di <b>756 m/s</b> , substrato ignimbrítico compatto

MASW M1 - PROFILO Vs ( $V_{s30}$  da p.c.= 363.88 m/s)



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

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

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

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

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Esaminato il profilo delle  $V_s$  la profondità del substrato è posta **oltre 30 m dal p.c.** ( $V_s > 800$  m/s);

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata per il substrato posto a **30 m** di profondità dal p.c. è pari a:

$$V_{s30} = \frac{30.00 \text{ m}}{0.082445 \text{ s}} = 363.88 \text{ m/s}$$

Ciò consente di classificare il terreno come **Categoria B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti**, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

#### Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

Nella **Tabella 1** si illustrano i parametri di deformazione dinamici medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input  $V_s$  e densità (da bibliografia/correlazione) per ciascun sismostrato definito dalle indagini eseguite.

**Tabella 1.** Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

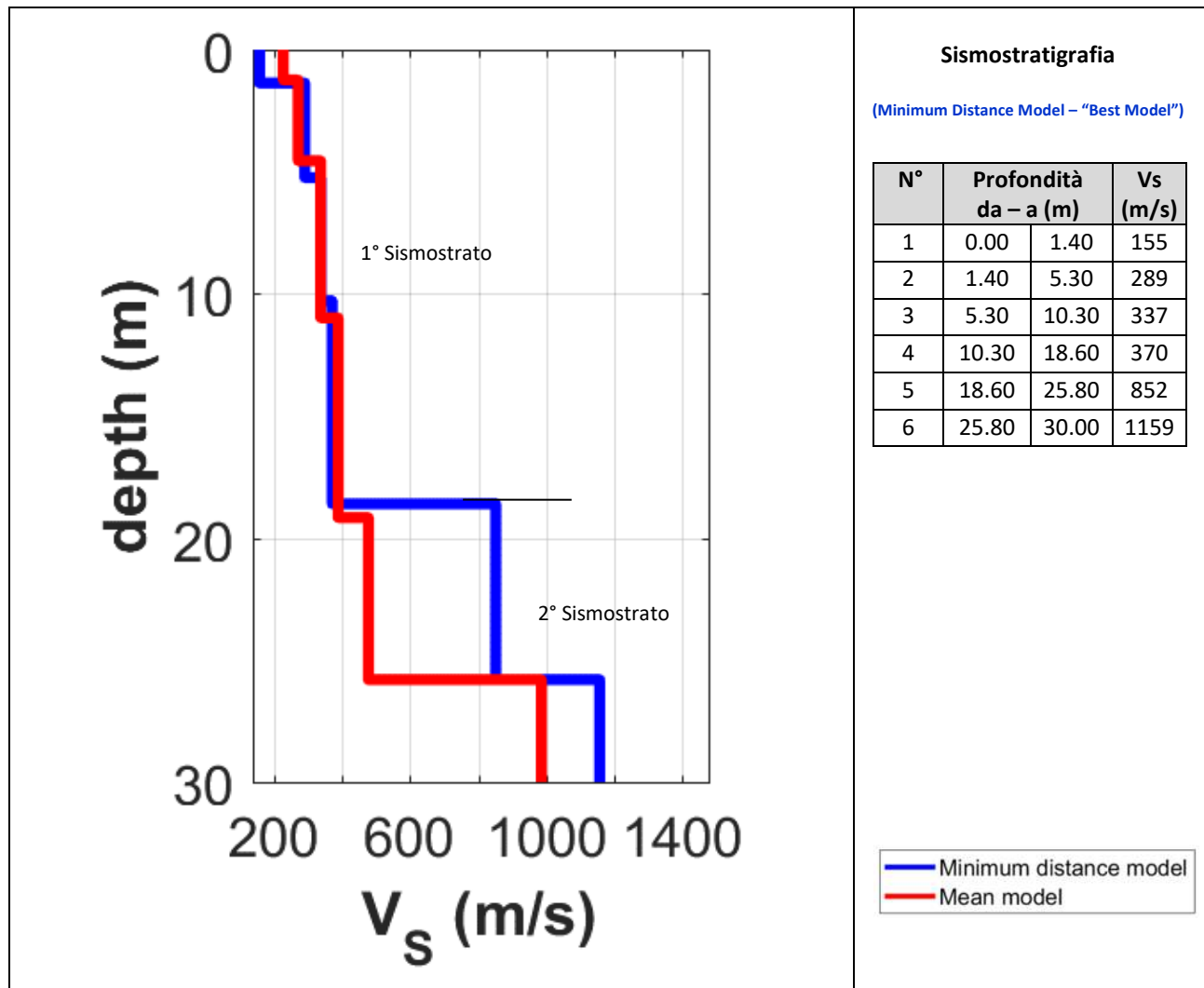
Sismostrato	$V_s$	Densità $\gamma$	Modulo di Young dinamico $E_{dyn}$	Modulo di taglio iniziale $G_0$	Modulo di compressibilità o di Bulk $K$
	<i>m/s</i>	<i>kg/m<sup>3</sup></i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
1	149	1800	106.56	39.96	106.56
2	238	1900	287.00	107.62	287.00
3	307	2000	502.66	188.50	502.66
4	294	2000	460.99	172.87	460.99
5	418	2100	978.45	366.92	978.45
6	581	2200	1980.36	742.63	1980.36
7	756	2400	3657.83	1371.69	3657.83

## 5.2 MASW M2

L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali Vs dello stendimento M2, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati. Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio Vs.

Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 18.60	1° sismostrato con Vs tra <b>155 e 370 m/s</b> , copertura detritica e livelli di bentonite
18.60 – 30.00	2° sismostrato con Vs tra <b>852 e 1159 m/s</b> , possibile substrato ignimbrítico compatto

MASW M2 - PROFILO Vs ( $V_{seq}$  da p.c.= 311.06 m/s)



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

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

con:

$h_i$  spessore dell'*i*-esimo strato;

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

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

Esaminato il profilo delle Vs la profondità del substrato è posta a **18.6 m dal p.c.** ( $V_s > 800$  m/s);

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata per il substrato posto a **18.6 m** di profondità dal p.c. è pari a:

$$V_{seq} = \frac{18.60 \text{ m}}{0.05980 \text{ s}} = 311.06 \text{ m/s}$$

Ciò consente di classificare il terreno come **Categoria E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D**, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

#### Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

Nella **Tabella 2** si illustrano i parametri di deformazione dinamici medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input Vs e densità (da bibliografia/correlazione) per ciascun sismostrato definito dalle indagini eseguite.

**Tabella 2.** Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

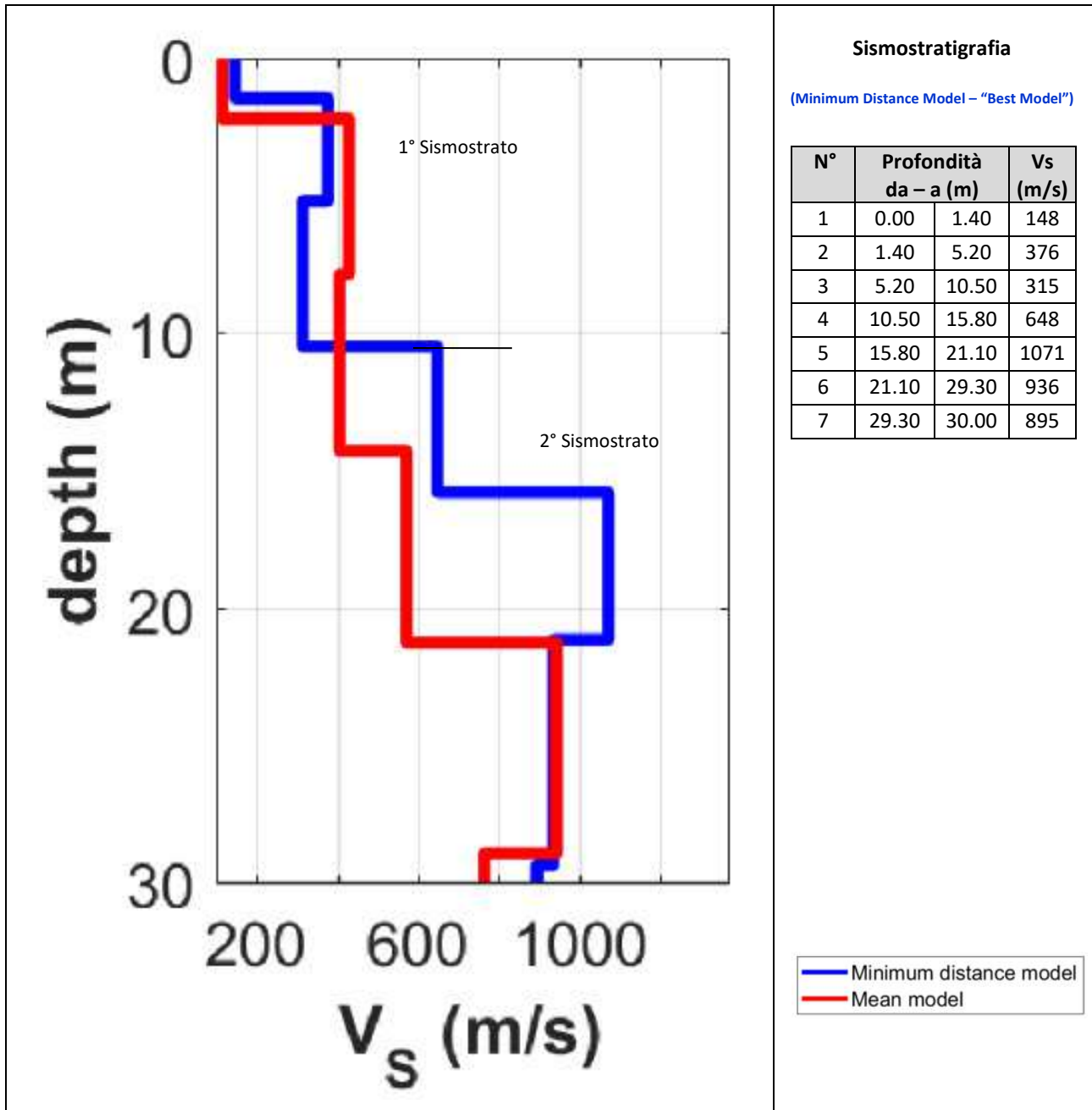
Sismostrato	Vs	Densità y	Modulo di Young dinamico Ed <sub>dyn</sub>	Modulo di taglio iniziale Go	Modulo di compressibilità o di Bulk K
	m/s	kg/m <sup>3</sup>	MPa	MPa	MPa
1	155	1900	121.73	45.65	121.73
2	289	2000	445.45	167.04	445.45
3	337	2000	605.70	227.14	605.70
4	370	2050	748.39	280.65	748.39
5	852	2400	4645.79	1742.17	4645.79
6	1159	2500	8955.21	3358.20	8955.21

### 5.3 MASW M3

L'indagine sismica con tecnica MASW ha permesso di ottenere il profilo medio di velocità delle onde di taglio verticali Vs dello stendimento M3, dal quale si possono distinguere i sismostrati di seguito indicati. Si ricorda che si tratta di un profilo medio della velocità di taglio Vs.

Profondità [m sotto il pc]	Descrizione
0.00 – 10.50	1° sismostrato con Vs tra <b>148 e 315 m/s</b> , copertura detritica livelli di bentonite
10.50 – 30.00	2° sismostrato con Vs tra <b>648 e 1071 m/s</b> , possibile substrato ignimbrítico compatto

MASW M3 - PROFILO Vs ( $V_{s,eq}$  da p.c.= 354.50 m/s)



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

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

con:

$h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;

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

$N$  numero di strati;

$H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Esaminato il profilo delle  $V_s$  la profondità del substrato è posta a **15.8 m dal p.c.** ( $V_s > 800$  m/s);

La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata per il substrato posto a **15.8 m** di profondità dal p.c. è pari a:

$$V_{seq} = \frac{15.80 \text{ m}}{0.04457 \text{ s}} = 354.50 \text{ m/s}$$

Le inversioni di velocità riscontrate lungo la verticale indagata sono tali da poter essere ritenute non rilevanti, permettendo quindi l'approccio semplificato per l'attribuzione della categoria di sottosuolo [si vedano le indicazioni riportate in "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica - Parti I e II" (Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome - 2008)].

Ciò consente di classificare il terreno come **Categoria E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D**, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

#### Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

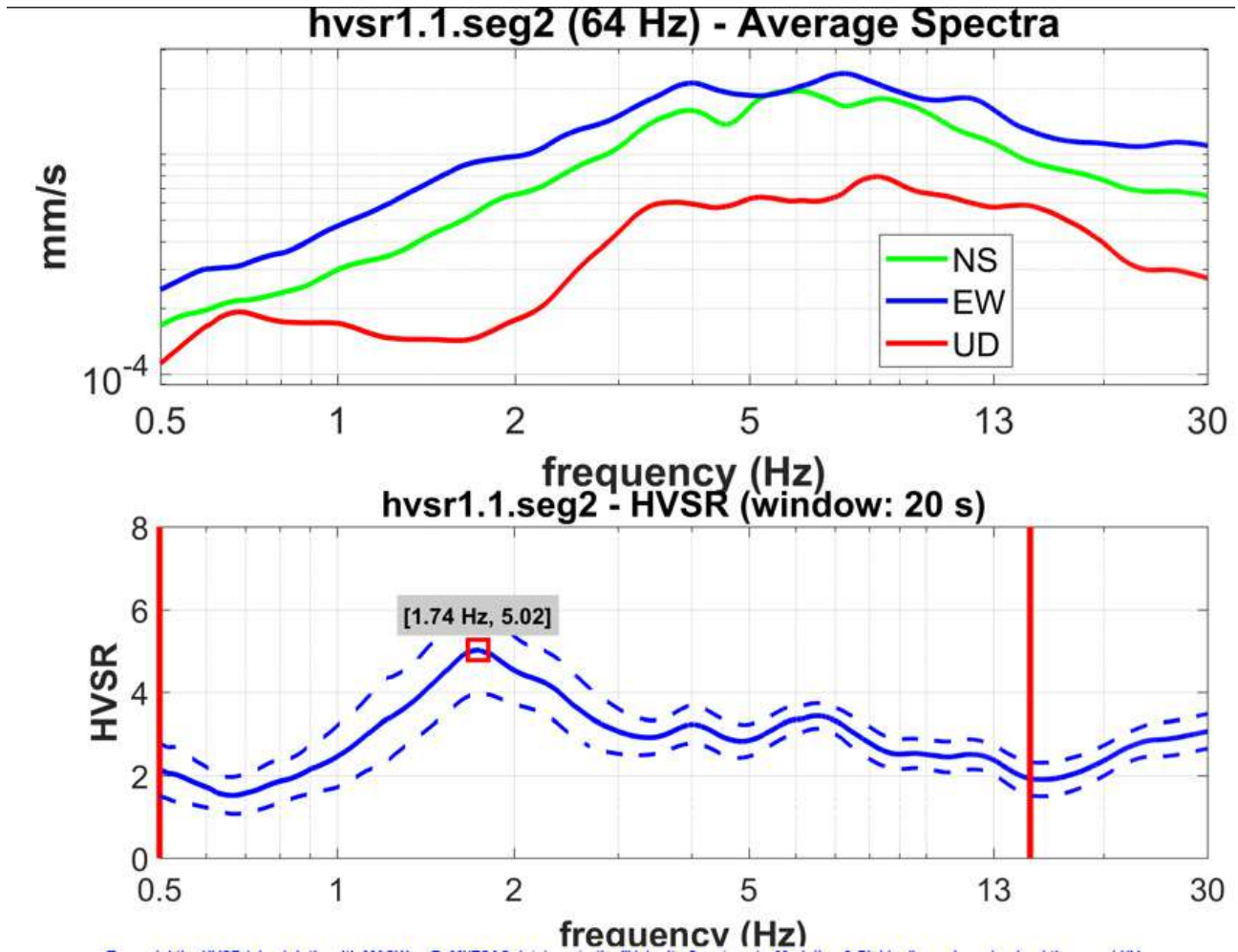
Nella **Tabella 3** si illustrano i parametri di deformazione dinamici medi calcolati tramite correlazione bibliografica dei parametri di input Vs e densità (da bibliografia/correlazione) per ciascun sismostrato definito dalle indagini eseguite.

**Tabella 3.** Parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni determinati tramite misure sismiche

Sismostrato	Vs	Densità y	Modulo di Young dinamico Ed <sub>dyn</sub>	Modulo di taglio iniziale Go	Modulo di compressibilità o di Bulk K
	m/s	kg/m <sup>3</sup>	MPa	MPa	MPa
1	148	1900	110.98	41.62	110.98
2	376	2000	754.01	282.75	754.01
3	315	2000	529.20	198.45	529.20
4	648	2050	2295.48	860.80	2295.48
5	1071	2500	7646.94	2867.60	7646.94
6	936	2500	5840.64	2190.24	5840.64
7	895	2500	5340.17	2002.56	5340.17

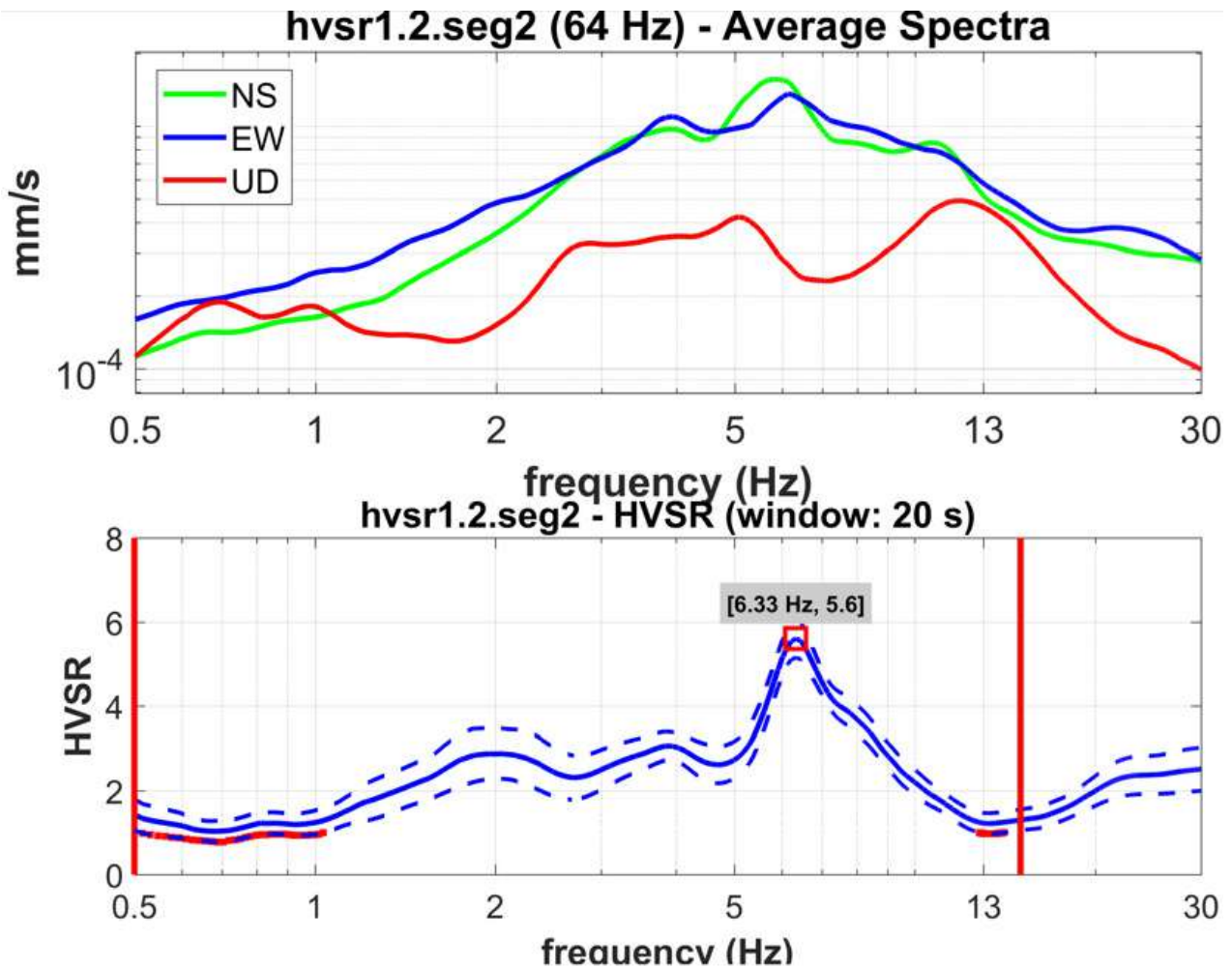
## 6 INTERPRETAZIONE DEI DATI: HVSR

### 6.1 HVSR 1.1



L'elaborazione della misura del microtremore HVSR 1.1 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, ha mostrato un contrasto molto accentuato a 1.74 Hz e ulteriori due contrasti poco accentuati a circa 4 Hz e 6.33 Hz. Ciò permette di definire due discontinuità principali, poste rispettivamente alla profondità indicativa di 50-100 m (discontinuità profonda corrispondente al contrasto a frequenze minori) e una discontinuità più superficiale a profondità comprese tra 10-30 m (corrispondente ai due contrasti individuati a frequenze maggiori).

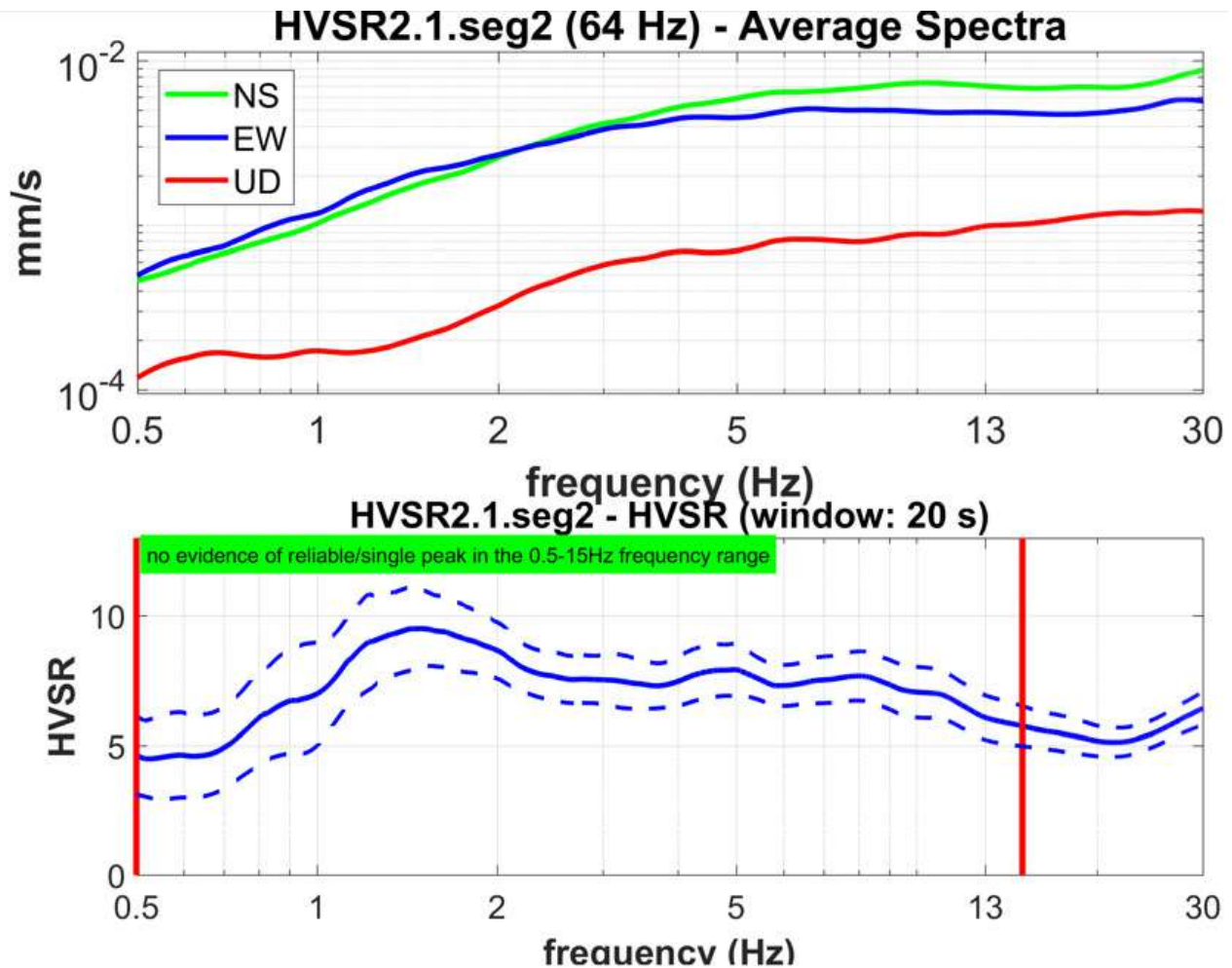
## 6.2 HVSR 1.2



L'elaborazione della misura del microtremore HVSR 1.2 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, ha mostrato un contrasto molto accentuato a 6.33 Hz e ulteriori due contrasti meno accentuati a circa 1.74 Hz e 4 Hz. Ciò permette di definire due discontinuità principali: quella con maggiore contrasto di impedenza sismica, in tale caso, risulta essere quella più superficiale, posta a profondità comprese tra 10-30 m (corrispondente ai due massimi della curva posti a frequenze maggiori), mentre al contrasto poco accentuato a 1.74 Hz corrisponde una discontinuità più profonda, localizzabile tra 50-100 m dal p.c.

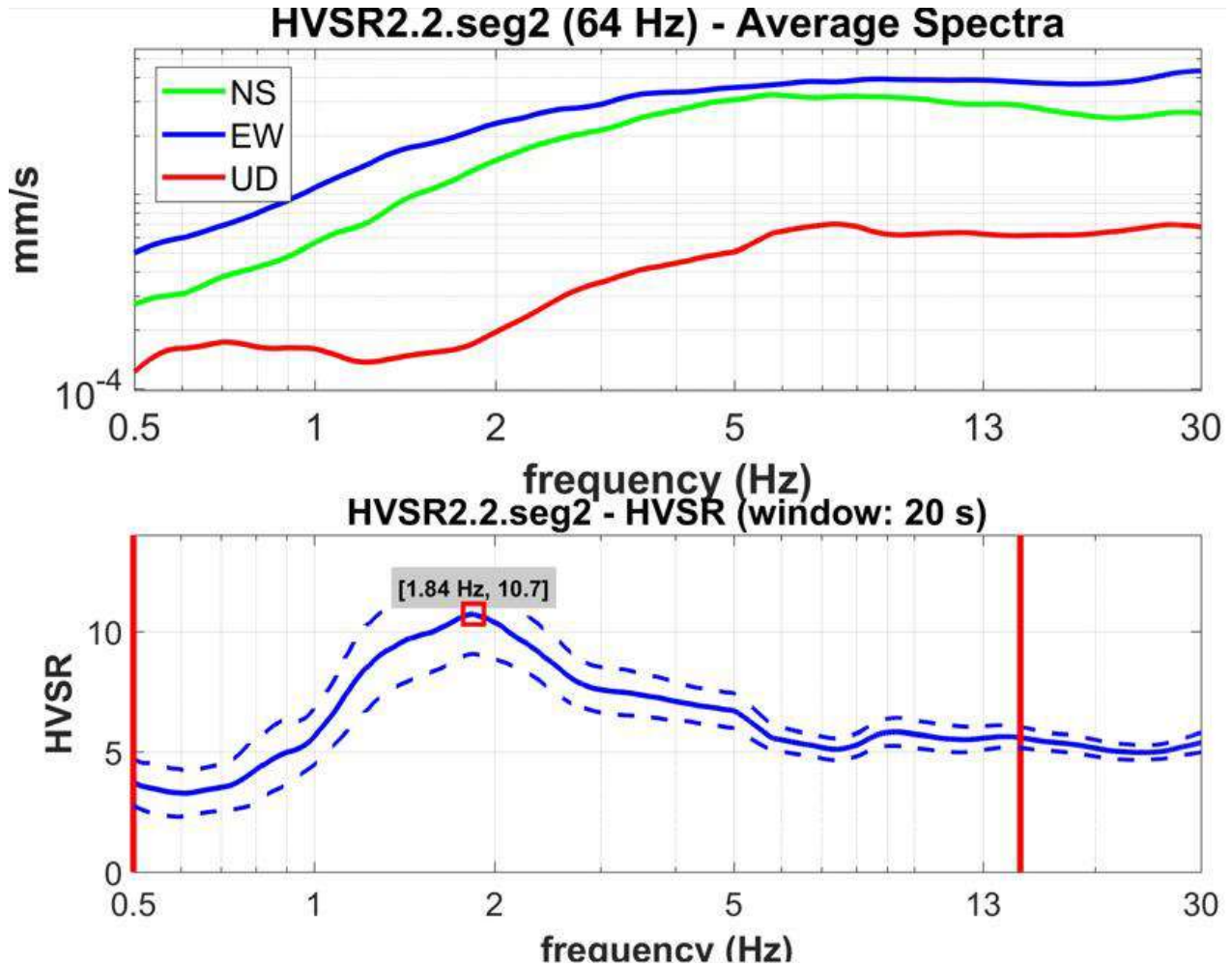


### 6.3 HVSR 2.1



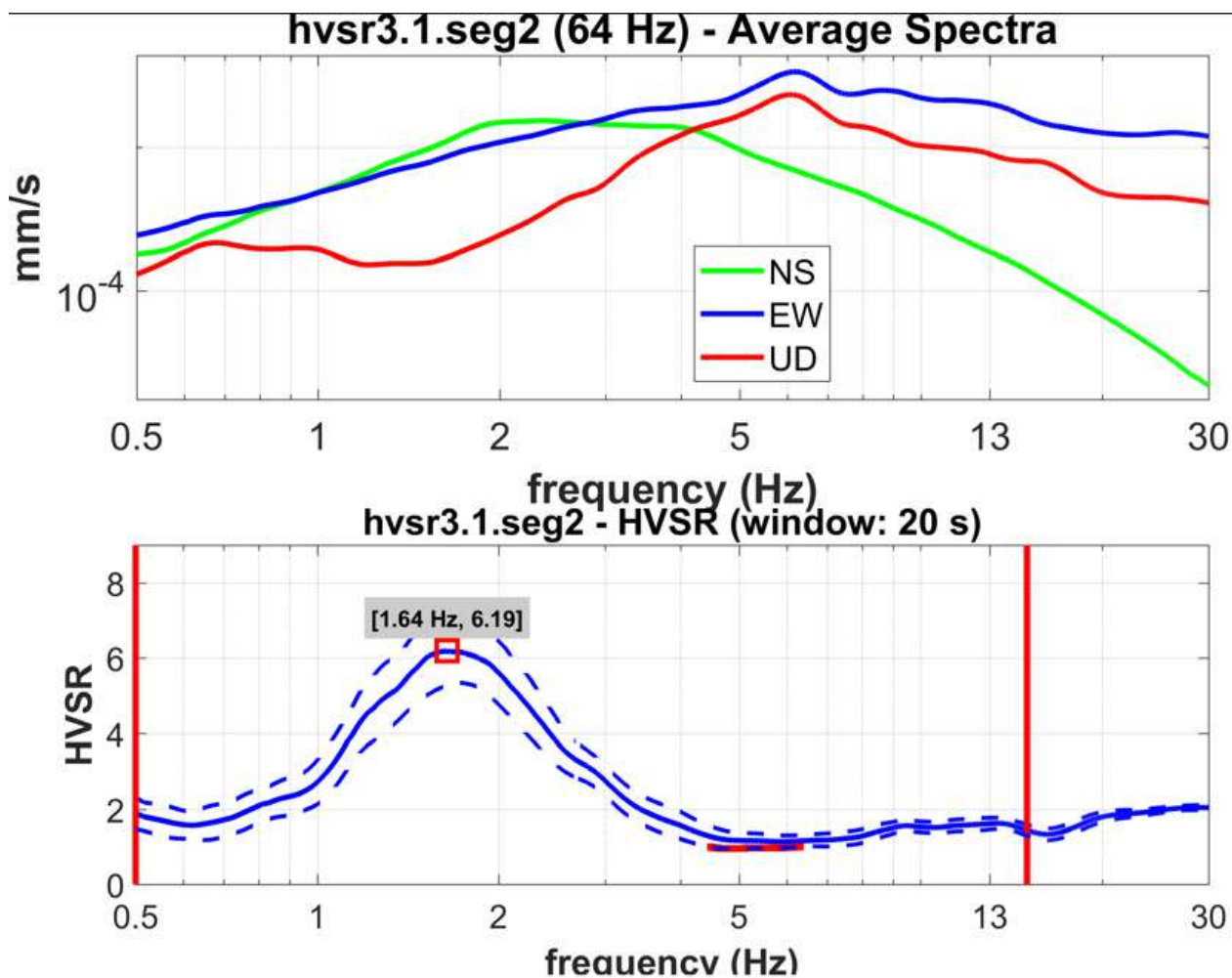
L'elaborazione della misura del microtremore HVSR 2.1 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, non ha mostrato contrasti accentuati, mentre sono appena accennati due massimi nella curva posti rispettivamente a 1.60 Hz e 5 Hz. Tale evidenza potrebbe essere riconducibile a un contrasto d'impedenza sismica basso tra la copertura detritica e il substrato da alterato/fratturato a integro. I due contrasti individuati rappresentano quindi due discontinuità, rispettivamente a profondità stimate di 50-100 m e 10-30 m dal piano campagna.

#### 6.4 HVSr 2.2



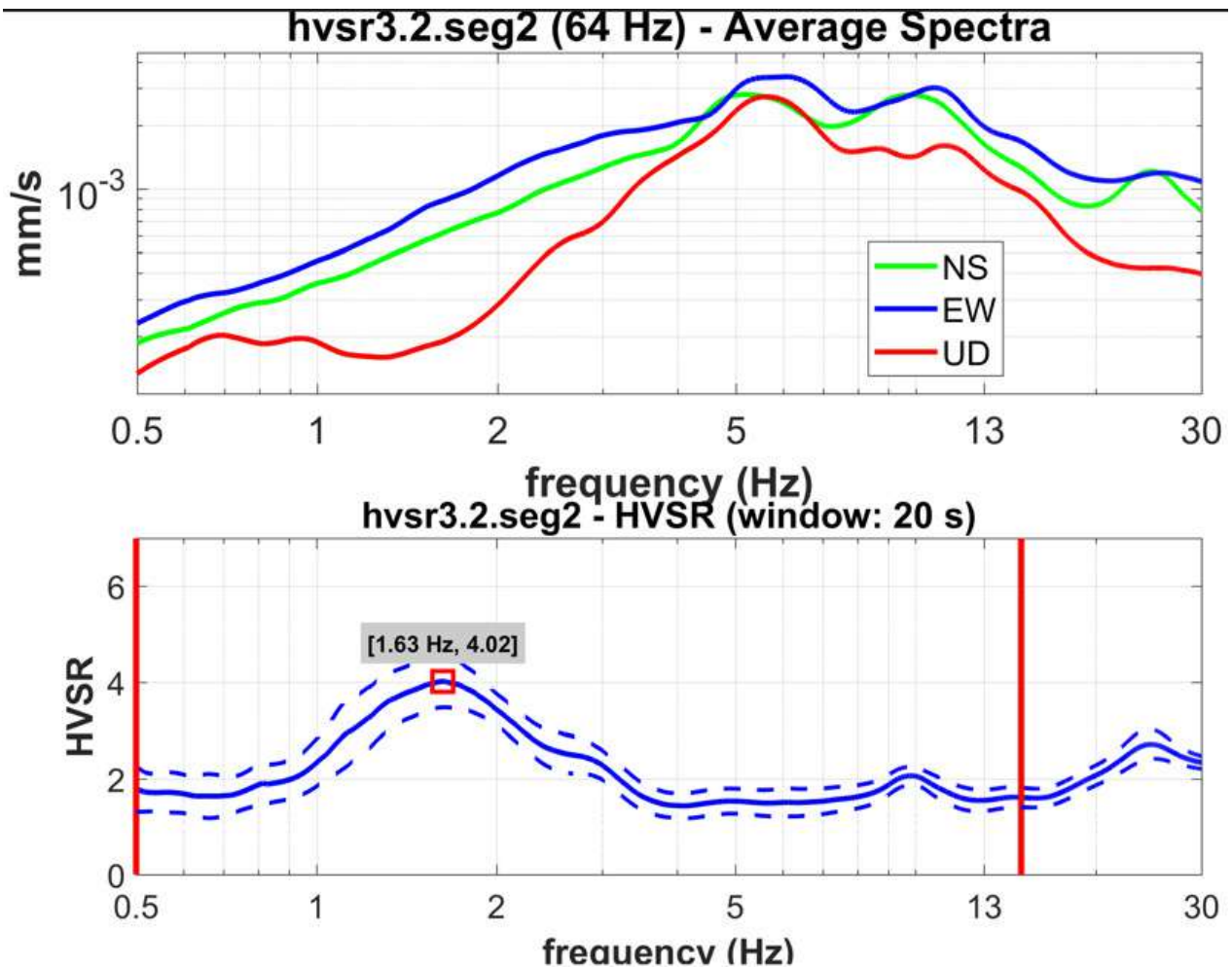
L'elaborazione della misura del microtremore HVSr 2.2 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, ha mostrato un contrasto molto accentuato a 1.84 Hz e un contrasto poco accentuato a circa 5 Hz. Ciò permette di definire due discontinuità principali, poste rispettivamente alla profondità indicativa di 50-100 m (discontinuità profonda corrispondente al contrasto a frequenze minori) e una discontinuità più superficiale a profondità comprese tra 10-30 m (corrispondente al contrasto a frequenze maggiori).

## 6.5 HVSR 3.1



L'elaborazione della misura del microtremore HVSR 3.1 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, ha mostrato un contrasto molto accentuato a 1.64 Hz, permettendo di definire una discontinuità alla profondità indicativa di 50-100 m. Non sono stati individuati massimi secondari e/o meno accentuati.

## 6.6 HVSR 3.2



L'elaborazione della misura del microtremore HVSR 3.2 nelle tre dimensioni spaziali (x-y-z), riportata nell'immagine sovrastante, ha mostrato un contrasto accentuato alla frequenza di 1.63 Hz e un contrasto poco accentuato a circa 9.5 Hz. Ciò permette di definire due discontinuità principali, poste rispettivamente alla profondità indicativa di 50-100 m (discontinuità profonda corrispondente al contrasto a frequenze minori) e una discontinuità più superficiale a profondità comprese tra 5-10 m (corrispondente al contrasto a frequenze maggiori).

## 7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La prospezione geofisica attraverso l'impiego della tecnica della sismica MASW ha permesso di ricostruire con un buon grado di precisione l'assetto lito-stratigrafico dell'area in esame e dedurne le caratteristiche sismiche. Lungo la verticale indagata si evince la presenza di sismostrati con velocità  $V_s$  crescente con la profondità con andamento e spessori indicati nei precedenti paragrafi.

L'analisi delle onde di superficie ha consentito di determinare il profilo verticale  $V_s$  e, di conseguenza, di calcolare il parametro  $V_{seq}$ . La velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio calcolata dalla MASW, è riportata nel seguente schema riassuntivo:

Sigla	Profondità Piano di posa [m da p.c.]	Profondità substrato [m]	$V_{seq}$ [m/s]	Categoria sottosuolo (NTC2018)
<b>M1</b>	0.00	> 30.00	363.88	<b>B</b>
<b>M2</b>	0.00	18.60	311.06	<b>E</b>
<b>M3</b>	0.00	15.80	354.50	<b>E</b>

I dati derivati dalla MASW, rapportati alle correlazioni bibliografiche indicate nei precedenti paragrafi, hanno permesso di determinare i parametri di deformazione dinamici e statici dei terreni e per correlazione ottenere una preliminare definizione dei parametri di resistenza al taglio.

La prospezione geofisica attraverso la misura del microtremore ha permesso di determinare i maggiori contrasti del rapporto HVSR in presenza di fenomeni di risonanza sismica. Attraverso opportune correlazioni bibliografiche è stato possibile stimare la profondità delle superfici di discontinuità presenti. Tali discontinuità risultano essere esemplificative delle litologie presenti, e rappresentano il passaggio stratigrafico tra le terre di riporto e/o copertura detritica ed il substrato roccioso presumibilmente ignimbrico da alterato/fratturato a integro (contrastati a maggiori frequenze, corrispondenti a profondità comprese tra 10-30 m dal p.c. in pressoché tutte le misure e 5-10 m in HVSR 3.2) piuttosto che al passaggio ad un substrato estremamente rigido in profondità (il contrasto di frequenza posto a circa 1.60/1.80 Hz è stato riscontrato in tutte le misure e corrisponde a profondità stimate di 50-100 m dal p.c.).

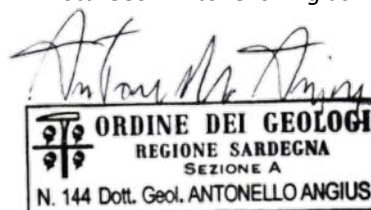
Cagliari 01.09.2023

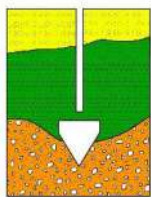
Acquisizione ed elaborazione:

Dott. Geol. Marcello Piras

Dott. Geol. Martina Gaias

Dott. Geol. Antonello Angius





**DR. ANTONELLO ANGIUS**

Web site: [www.angiusgeo.com](http://www.angiusgeo.com)

INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE GEOTECNICHE, MONITORAGGIO AMBIENTALE,  
PROSPEZIONI MINERARIE, CONSOLIDAMENTI, POZZI PER ACQUA, PROSPEZIONI  
GEOFISICHE

Tel/Fax: +39 070 40 32 74

Pec: [angiusgeo@pec.it](mailto:angiusgeo@pec.it)

e-mail: [angiusgeo@tiscali.it](mailto:angiusgeo@tiscali.it)

**Progetto:**

Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

**Committente:**

Argilliti S.r.l.

**Planimetria ubicazione indagini**

**ALLEGATO 1**



## TAVOLA 1

### PLANIMETRIA GENERALE UBICAZIONE INDAGINI

Comune di Ittiri

**Progetto:** Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

### LEGENDA

- Misure HVSR
- Stendimenti sismici MASW





## TAVOLA 2

### PLANIMETRIA DI DETTAGLIO UBICAZIONE INDAGINI

Comune di Ittiri

**Progetto:** Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

## LEGENDA

- Misure **HVSR 1.1** e **HVSR 1.2**
- Stendimento sismico **MASW 1**
- ➔ Direzione dello stendimento (Lunghezza g1-g24 = 46 m)





### TAVOLA 3

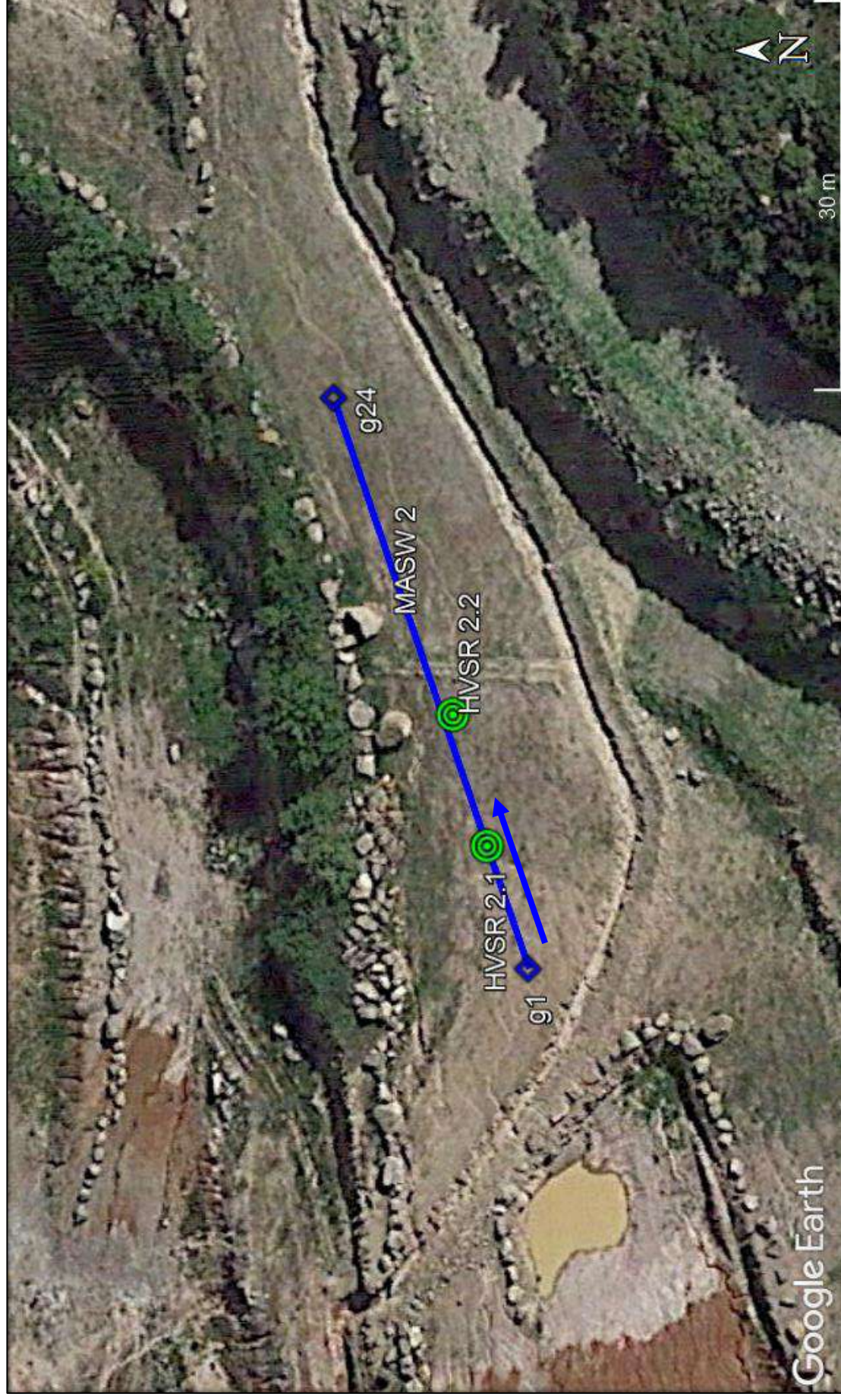
#### PLANIMETRIA DI DETTAGLIO UBICAZIONE INDAGINI

Comune di Ittiri

**Progetto:** Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

#### LEGENDA

- Misure **HVSR 2.1** e **HVSR 2.2**
- Stendimento sismico
- ➔ Direzione dello stendimento (Lunghezza g1-g24 = 46 m)





#### TAVOLA 4

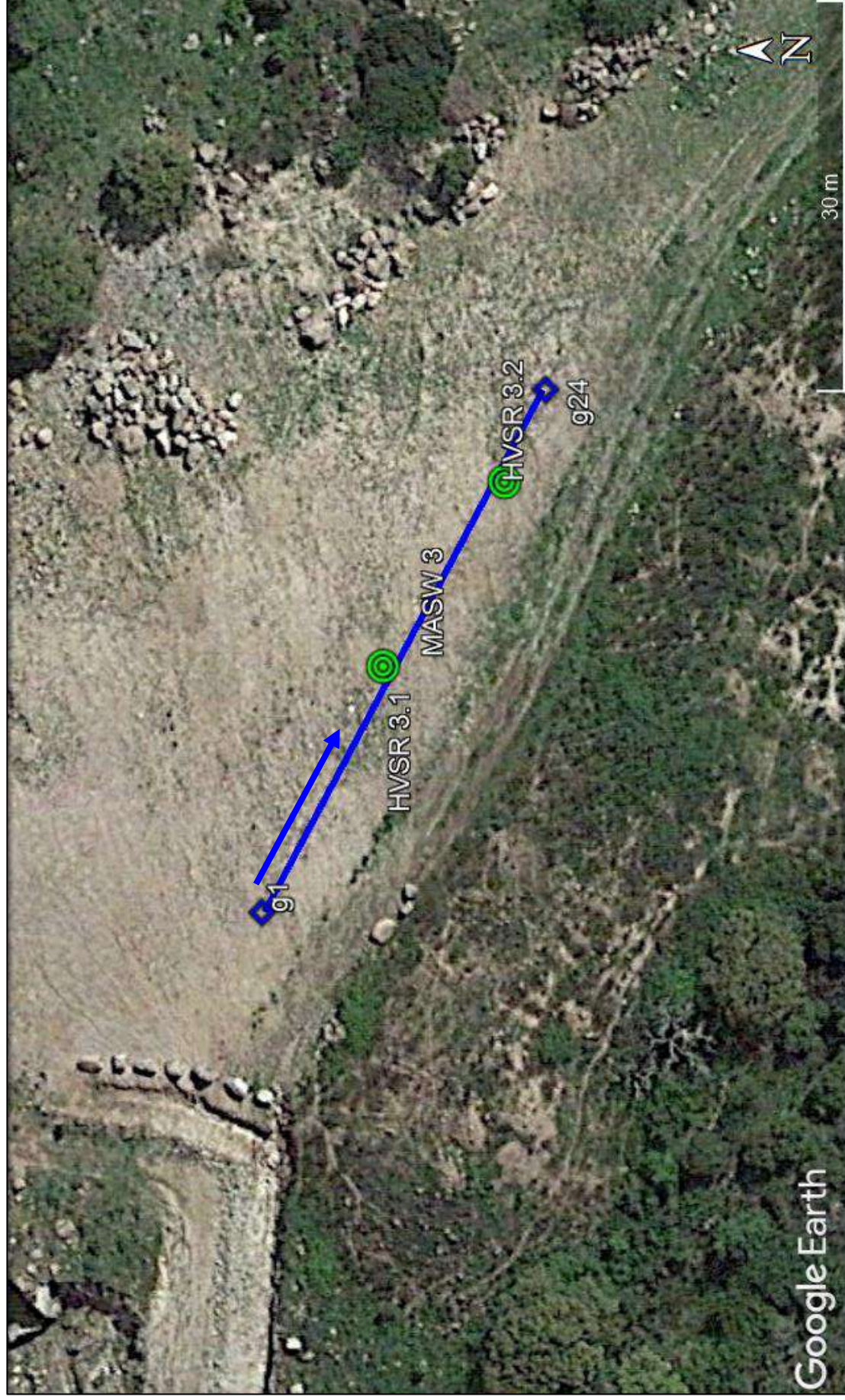
##### PLANIMETRIA DI DETTAGLIO UBICAZIONE INDAGINI

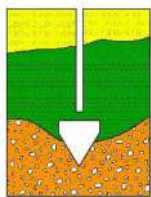
Comune di Ittiri

**Progetto:** Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

#### LEGENDA

- Misure **HVSR 3.1** e **HVSR 3.2**
- Stendimento sismico
- ➡ Direzione dello stendimento (Lunghezza g1-g24 = 46 m)





**DR. ANTONELLO ANGIUS**

Web site: [www.angiusgeo.com](http://www.angiusgeo.com)

INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE GEOTECNICHE, MONITORAGGIO AMBIENTALE,  
PROSPEZIONI MINERARIE, CONSOLIDAMENTI, POZZI PER ACQUA, PROSPEZIONI  
GEOFISICHE

Tel/Fax: +39 070 40 32 74

Pec: [angiusgeo@pec.it](mailto:angiusgeo@pec.it)

e-mail: [angiusgeo@tiscali.it](mailto:angiusgeo@tiscali.it)

**Progetto:**

Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

**Committente:**

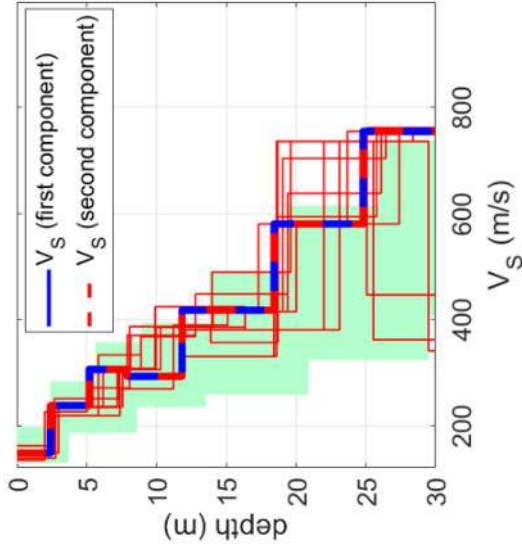
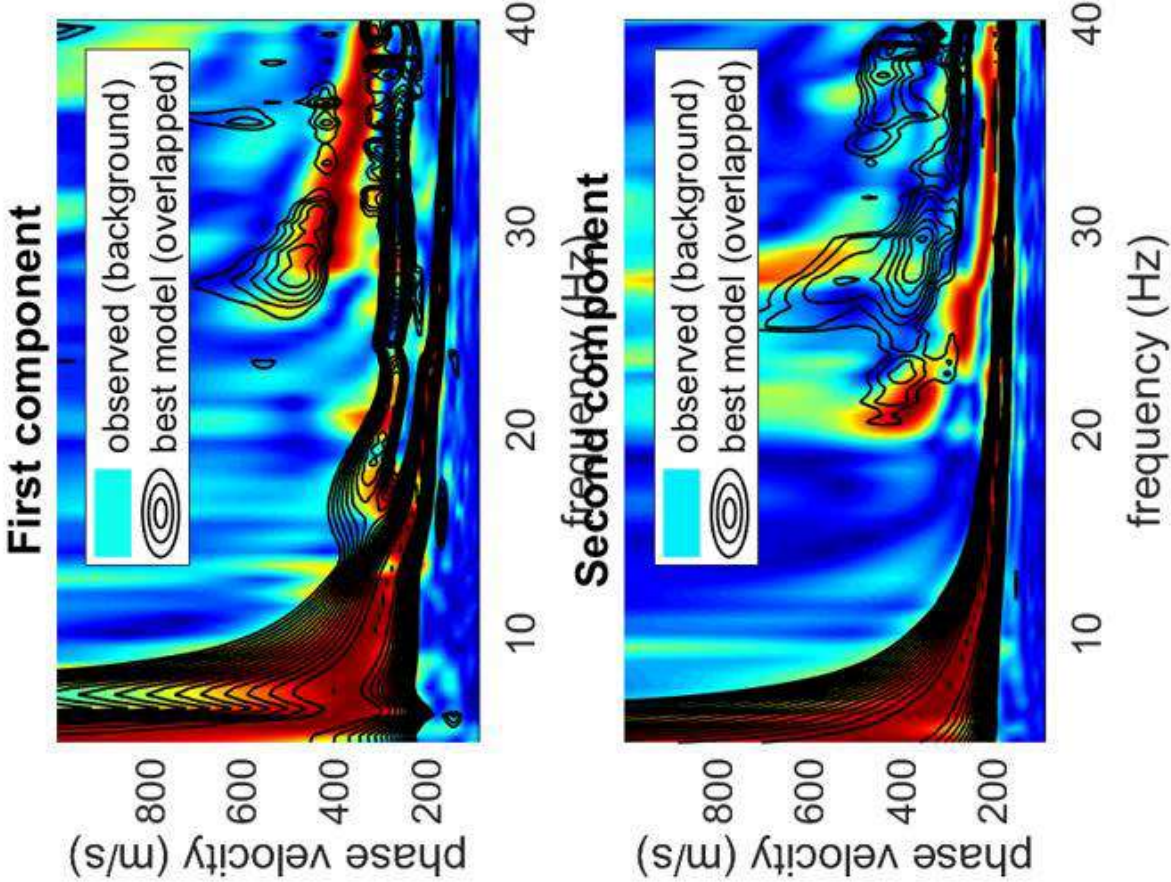
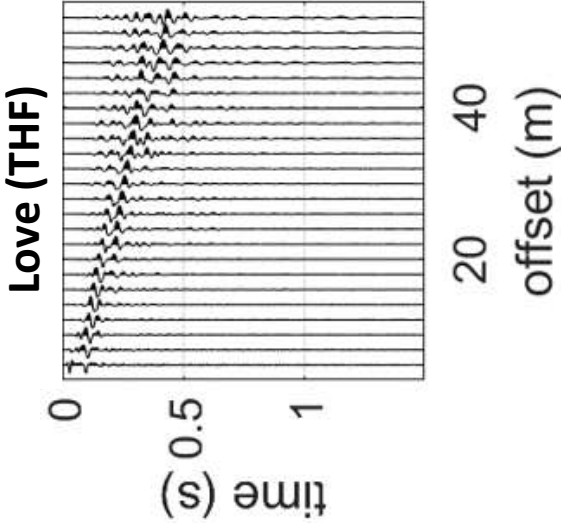
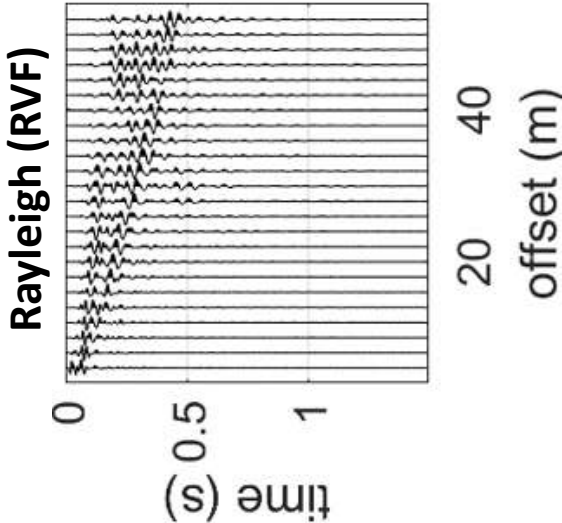
Argilliti S.r.l.

**MASW**

**ALLEGATO A**

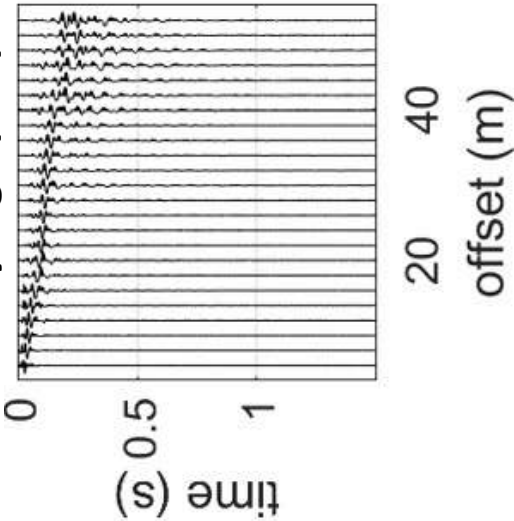


Sismogramma acquisito: onda di Rayleigh (RVF) e onda di Love (THF) – Spettro velocità di fase/frequenza: RVF e THF  
Profilo Vs ottenuto dall'analisi congiunta delle due componenti  
(Acquisizione con shot a 52,00 m)

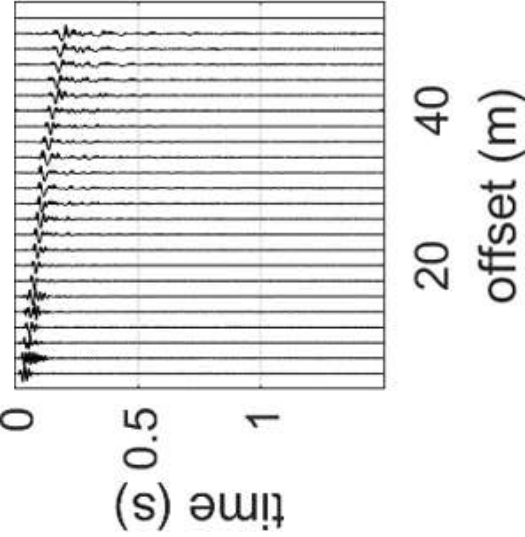


First component: RVF-PHASE-spectrum.mat  
Second component: THF-PHASE-spectrum.mat

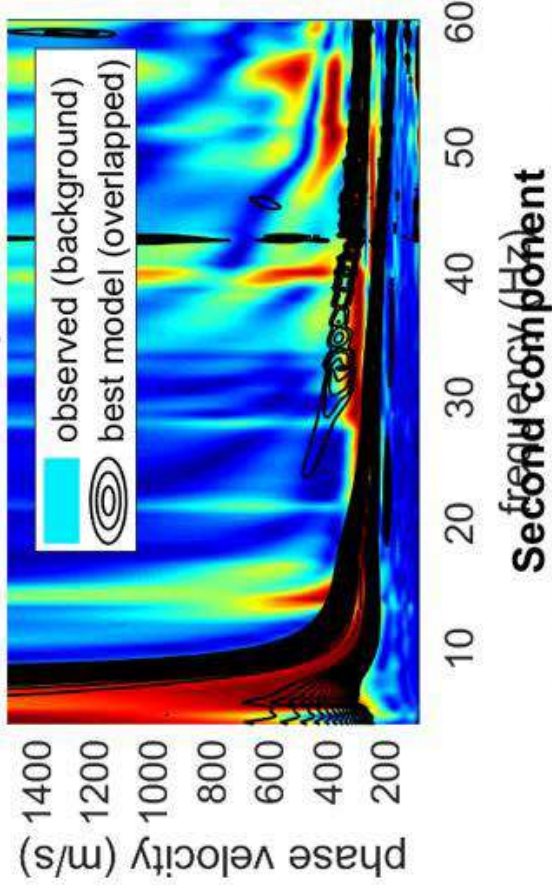
Rayleigh (ZVF)



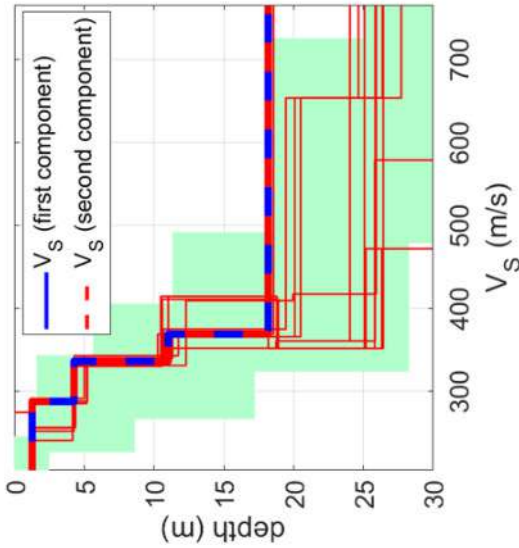
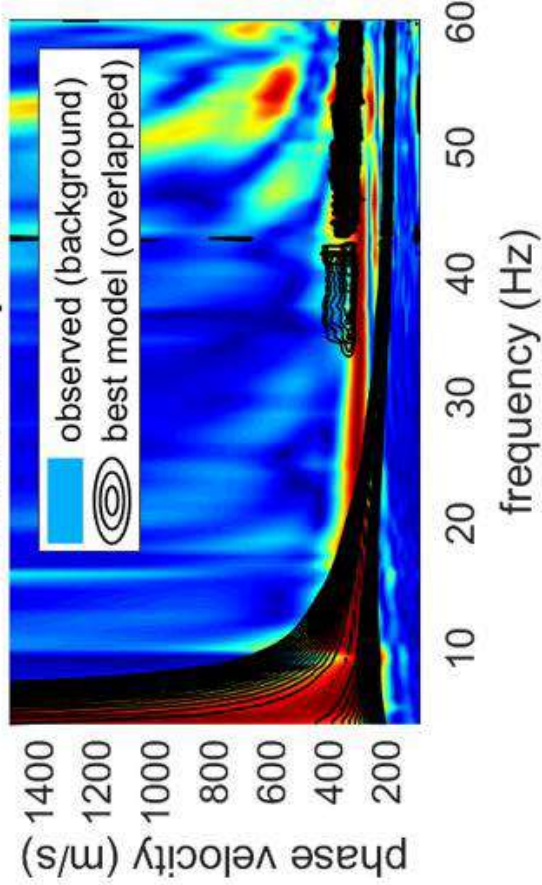
Love (THF)



First component

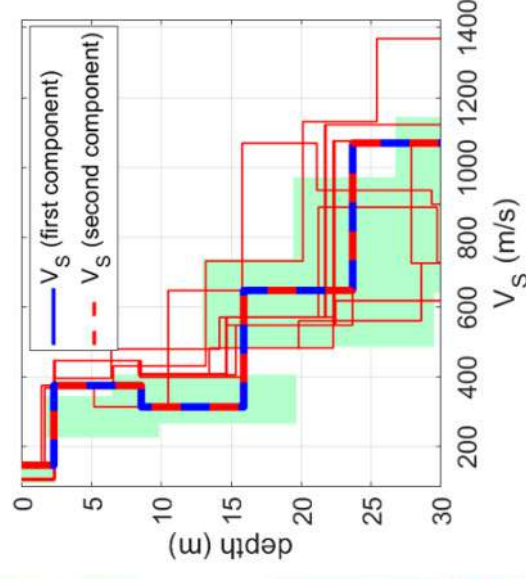
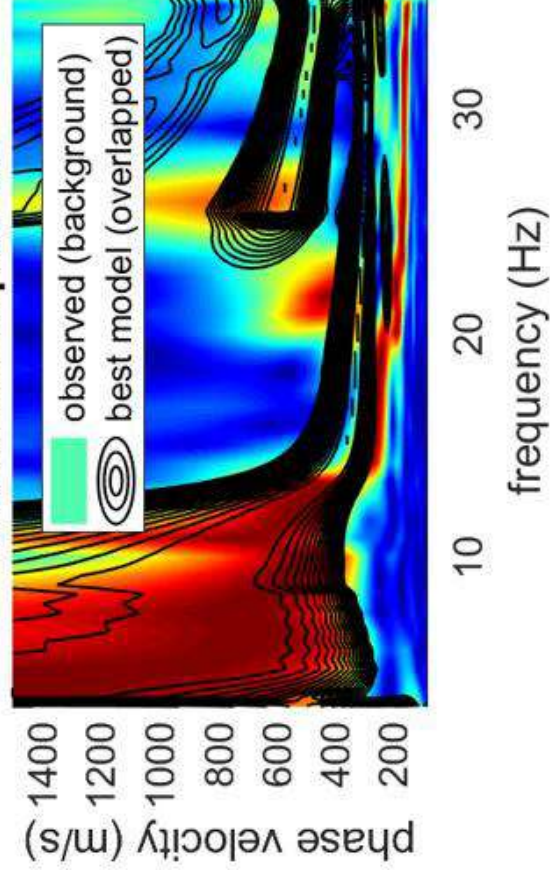
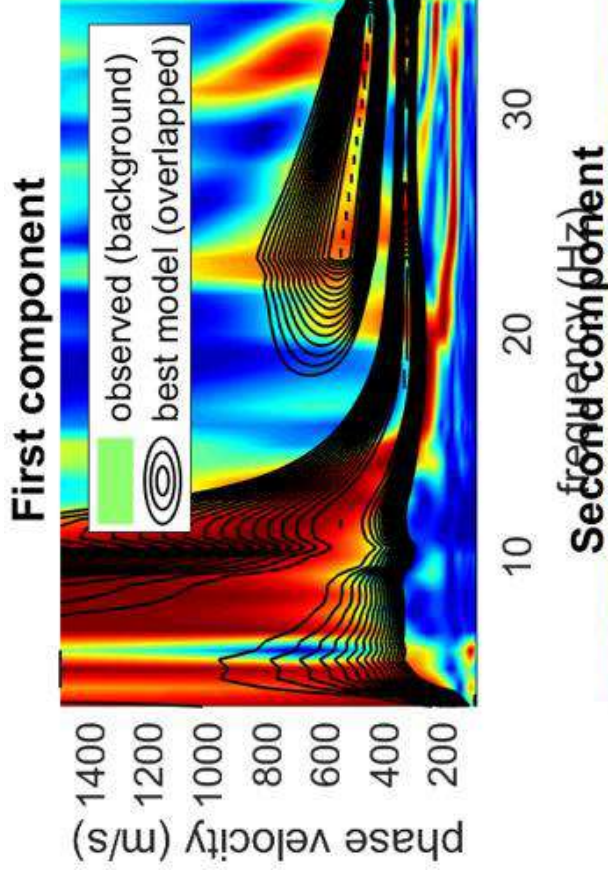
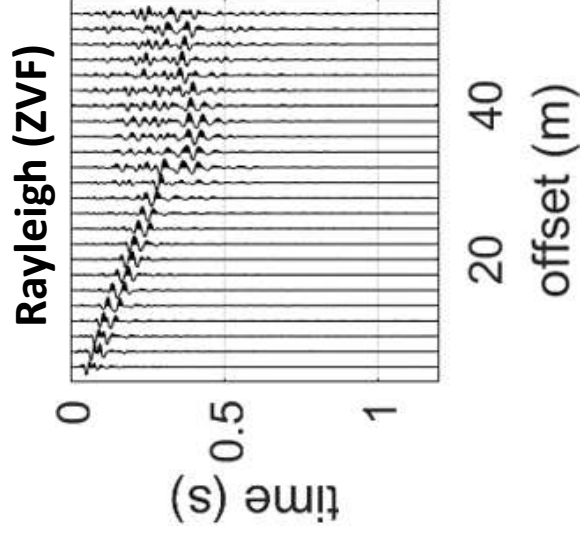
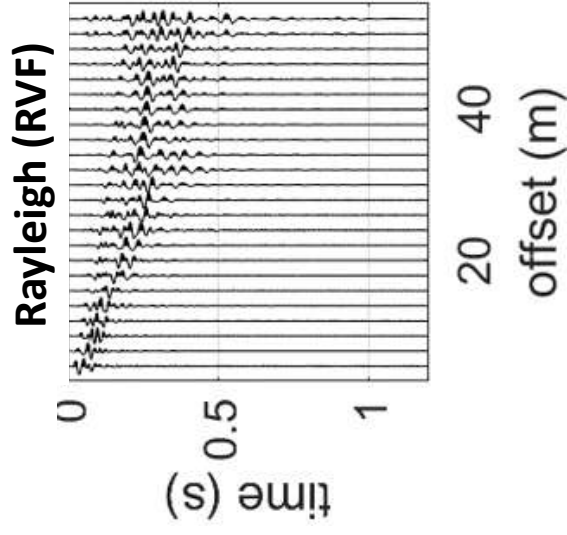


Second component

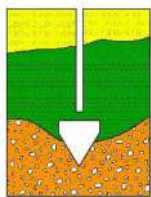


First component: ZVF-PHASE-spectrum.mat  
Second component: THF-PHASE-spectrum.mat





First component: RVF-PHASE-spectrum.mat  
Second component: ZVF-PHASE-spectrum.mat



**DR. ANTONELLO ANGIUS**

Web site: [www.angiusgeo.com](http://www.angiusgeo.com)

**INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE GEOTECNICHE, MONITORAGGIO AMBIENTALE,  
PROSPEZIONI MINERARIE, CONSOLIDAMENTI, POZZI PER ACQUA, PROSPEZIONI  
GEOFISICHE**

Tel/Fax: +39 070 40 32 74

Pec: [angiusgeo@pec.it](mailto:angiusgeo@pec.it)

e-mail: [angiusgeo@tiscali.it](mailto:angiusgeo@tiscali.it)

**Progetto:**

Esecuzione di indagini sismiche nel cantiere Casiddu, presso la concessione mineraria "Sa Pigada Bianca" a Ittiri (SS)

**Committente:**

Argilliti S.r.l.

**Documentazione fotografica**

**ALLEGATO B**



**ALLEGATO B – MASW 1**  
Documentazione fotografica



Foto 1: M1 da G1



Foto 2: unità di acquisizione del dato



Foto 3: M1 da G24



**ALLEGATO B – HVSR 1**  
Documentazione fotografica



Foto 4: HVSR 1.1



Foto 5: HVSR 1.2





Foto 6: M2 da G1

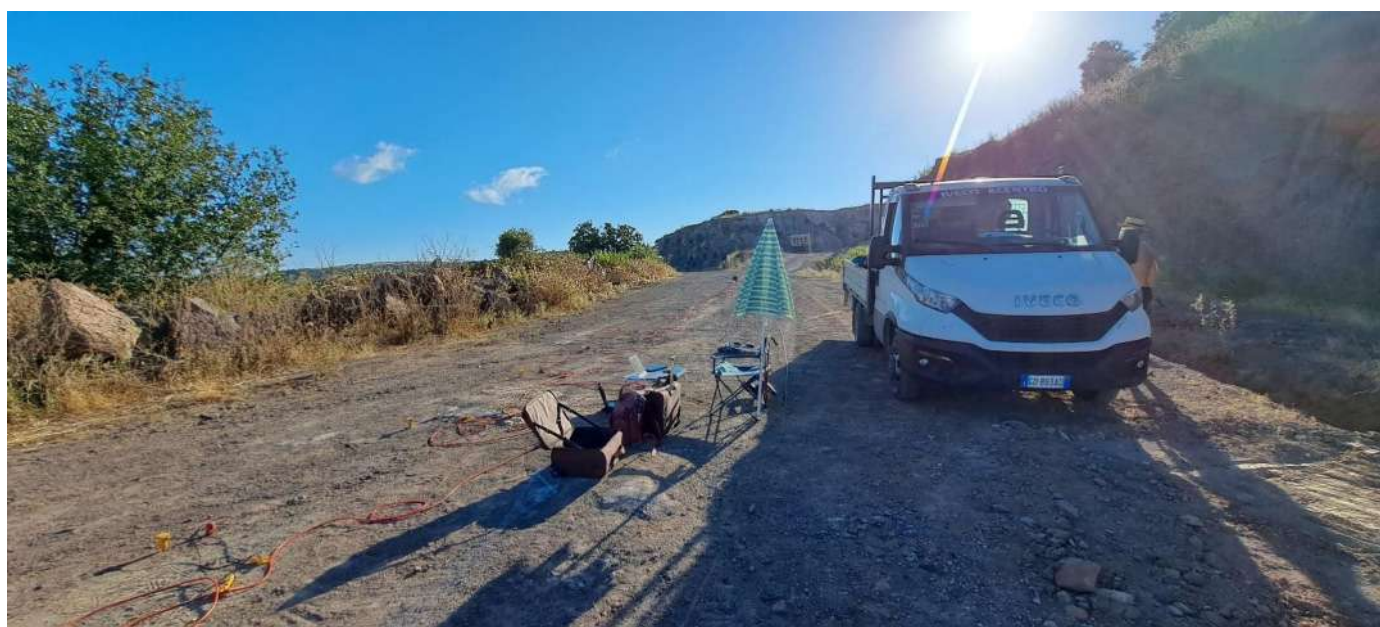


Foto 7: unità di acquisizione del dato



Foto 8: M2 da G24



**ALLEGATO B – HVSR 2**  
Documentazione fotografica



Foto 9: HVSR 2.1



Foto 10: HVSR 2.2



**ALLEGATO B – MASW 3**  
Documentazione fotografica



Foto 11: M3 da G1



Foto 12: unità di acquisizione del dato



Foto 13: M3 da G24



**ALLEGATO B – HVSR 3**  
Documentazione fotografica



Foto 14: HVSR 3.1



Foto 15: HVSR 3.2

**ALLEGATO VI**  
PARAMETRI SISMICI DA PS GESOTRU

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii  
Muro rigido: 0

Sito in esame.

Latitudine: 40,0872004462762  
Longitudine: 8,98100200328476  
Classe: 0  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 0	Lat: 0,0000	Lon: 0,0000	Di stanza: 0,000
Sito 2	ID: 0	Lat: 0,0000	Lon: 0,0000	Di stanza: 0,000
Sito 3	ID: 0	Lat: 0,0000	Lon: 0,0000	Di stanza: 0,000
Sito 4	ID: 0	Lat: 0,0000	Lon: 0,0000	Di stanza: 0,000

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: E  
Categoria topografica: T3  
Periodo di riferimento: 50anni  
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
Tr: 30 [anni]  
ag: 0,019 g  
Fo: 2,610  
Tc\*: 0,273 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
Tr: 50 [anni]  
ag: 0,024 g  
Fo: 2,670  
Tc\*: 0,296 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
Tr: 475 [anni]  
ag: 0,050 g  
Fo: 2,880  
Tc\*: 0,340 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
Tr: 975 [anni]  
ag: 0,060 g  
Fo: 2,980  
Tc\*: 0,372 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,600  
Cc: 1,930  
St: 1,200  
Kh: 0,007  
Kv: 0,004  
Amax: 0,350  
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,600  
Cc: 1,870  
St: 1,200  
Kh: 0,009  
Kv: 0,005  
Amax: 0,442  
Beta: 0,200

GeostruPS\_report\_21-8-2023\_16-31

SLV:

Ss:	1,600
Cc:	1,770
St:	1,200
Kh:	0,019
Kv:	0,010
Amax:	0,941
Beta:	0,200

SLC:

Ss:	1,600
Cc:	1,710
St:	1,200
Kh:	0,023
Kv:	0,012
Amax:	1,135
Beta:	0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru

Coordinate WGS84  
latitudine: 40.086143  
longitudine: 8.980026