



# Comune di TRAPANI

OGGETTO:

## "EX MATTATOIO COMUNALE" DI TRAPANI CAMPUS del MEDITERRANEO

PROGETTO DI RECUPERO FUNZIONALE E RIUSO DI ALCUNI CAPANNONI DELL'EX MATTATOIO COMUNALE PER REALIZZARE LABORATORI ARTIGINALI E SPAZI FORMATIVI PER MIGRANTI REGOLARI - CUP: I98D20000050001



**SAIR - EWIV**  
Geschäftsführer und Generaldirektor  
ARCHITETTO DR. FRANCESCO SINDONI  
Amministratore Unico & Direttore Generale  
**SAIR - GEIE**

**ORDINE DEGLI ARCHITETTI**  
PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO  
N° 3142  
**ARCHITETTO FRANCESCO SINDONI**

SEDE CENTRALE ED ISTITUZIONALE EUROPEA:  
SAIR-EWIV D - 70178 STUTTGART ROTEBÜHLSTR. 66

SEDE LEGALE ED AMMINISTRATIVA IN ITALIA:  
SAIR-GEIE I - FORLÌ VIALE ROMA, 58

tel.: +39 0543 488000 fax: +39 0543 559530  
E-MAIL: info@sair-europe.com mail PEC: sairgeie@pec.it



CAPO GRUPPO RESPONSABILE

**FRANCESCO SINDONI**

architetto

Piazza Villa Oliva, 190017 - SANTA FLAVIA (PA)  
tel.: +39 091 932270 fax: +39 091 932741  
mail: francesco.sindoni@sair-europe.com

COORD. DELLE INTEGRAZIONI SPECIALISTICHE TRA LE PARTI

**Responsabile:** **Giuseppe BELLANCA** architetto

ARCHITETTURA (E.20)

**Responsabile:** **Carles GELPI** architetto

Giuseppe BELLANCA architetto  
Agata BUXADE' architetto  
Anna CALTAGIRONE architetto  
Federica MORANA architetto  
Esterina SINDONI architetto

STRUTTURE (S.03)

**Responsabile:** **Giovanni MARGIOTTA** ingegnere

Piercarlo MARGIOTTA ingegnere  
Ramon FERRANDO architetto

IMPIANTI FLUIDI E TERMOFLUIDI (IA.01 - IA.02)

**Responsabile:** **Antonio SINDONI** ingegnere

Carmelo FILIPPINI ingegnere  
Salvatore VENTO ingegnere

IMPIANTI ELETTRICI (IA.03)

**Responsabile:** **Sergio RAPPA** ingegnere

Giuseppe MIRELLI ingegnere

COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA

**Responsabile:** **Daniele CARRUBA** ingegnere

Francesco CASTRONOVO architetto

GEOLOGIA E RILIEVI

aspetti geologici Daniele POLIZZI geologo  
rilievi Luigi FONTANA geometra

**ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGICI**  
DI SICILIA  
N° 1583  
**DOTT. GEOLOGO DANIELE POLIZZI**

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Antonino ALESTRA architetto

TITOLO

TIPOLOGIA

ELABORATO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

TECNICO AMMINISTRATIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

DISEGNO SCALA

-

TITOLO

TIPOLOGIA

ELABORATO

**PE1****TA****013**

CODICE DI RIFERIMENTO	DATA PROGETTO	REV	DATA
07.10 OM 182	15.APR.2021		

ELABORATO REDATTO DA: DANIELE POLIZZI
--

VERIFICATO da: DANIELE POLIZZI
-----------------------------------

APPROVATO da: FRANCESCO SINDONI
------------------------------------

AUTORIZZATO da: FRANCESCO SINDONI
--------------------------------------

## RELAZIONE GEOLOGICA ESECUTIVA

### CAMPUS DEL MEDITERRANEO "EX MATTATOIO COMUNALE" DI TRAPANI

SEDE CENTRALE ED ISTITUZIONALE EUROPEA: SAIR-EWIV D - 70178 STUTTGART  
SEDE LEGALE ED AMMINISTRATIVA IN ITALIA: SAIR-GEIE I - 47121 FORLÌ

ROTEBÜHLSTR, 66  
VIALE ROMA, 58

#### SEDI OPERATIVA CENTRALE PER L'ITALIA

I - 47121 FORLÌ  
TEL: +39.0543.488000  
website: [www.saireurope.com](http://www.saireurope.com)  
mailpec: [sairgeie@pec.it](mailto:sairgeie@pec.it)  
mail: [info@saireurope.com](mailto:info@saireurope.com)

VIA CUCCHIARI, 15  
FAX: +39 0543 559530

[www.saireurope.com](http://www.saireurope.com)  
[sairgeie@pec.it](mailto:sairgeie@pec.it)  
[info@saireurope.com](mailto:info@saireurope.com)

#### Capo Gruppo Responsabile: arch. Francesco SINDONI

I - 90017 S. FLAVIA - PALERMO -  
TEL: +39 091 932270

website:  
mailpec:  
mail:

P.zza VILLA OLIVA, 1  
FAX: +39 091 932741

[www.saireurope.com](http://www.saireurope.com)  
[sairgeie@pec.it](mailto:sairgeie@pec.it)  
[francesco.sindoni@saireurope.com](mailto:francesco.sindoni@saireurope.com)



CERT. N°  
32822/15/S

CAMPUS DEL MEDITERRANEO “EX MATTATOIO COMUNALE” DI TRAPANI

**RELAZIONE GEOLOGICA ESECUTIVA**

PREMESSA.....	3
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE .....	6
CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE .....	8
INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO STRUTTURALE.....	9
VERIFICA VINCOLO P.A.I. ....	12
SISMICITA' DELL'AREA.....	14
INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO ESEGUITE .....	15
Indagini in sito .....	15
Indagini in laboratorio .....	15
MODELLO DEL SOTTOSUOLO .....	19
CONCLUSIONI .....	26
ALLEGATI.....	27



## PREMESSA

A supporto dell'incarico professionale relativo alla realizzazione di un Campus del Mediterraneo nell'area dell'ex mattatoio comunale di Trapani, si è dato incarico, a redigere uno studio geologico, al sottoscritto Geologo Dott. Daniele Angelo Polizzi.

Ad espletamento dell'incarico conferitogli, lo scrivente geologo ha proceduto alla stesura della presente relazione geologica svolta in ottemperanza disposizioni approvate con Decreto Ministeriale il 17 gennaio 2018 (*NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 20/02/2018*).

A tal proposito, eseguiti i sopralluoghi preliminari, si è proceduto:

- a) All'esecuzione di un rilievo geologico di dettaglio delle aree, al fine della *determinazione dell'assetto geomorfologico* nonché delle analisi dei processi morfogenetici in atto o potenziali;
- b) Allo studio dei dati storici desunti dalla bibliografia esistente, al fine della *definizione dell'assetto idrogeologico delle aree* in riferimento alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- c) Si è inoltre proceduto all'esecuzione, nel sito oggetto dell'incarico di una campagna di indagini geognostiche dirette e indirette, consistenti in :
- d)

- Prospezioni sismiche di tipo MASW, con la finalità prima della determinazione delle caratteristiche sismostratigrafiche dei substrati presenti nonché della misura diretta in sito della velocità delle onde sismiche Vs fino ad una profondità ipotizzabile di circa 30 metri dal piano di posa delle fondazioni, delle Vs30, ovvero della media pesata della velocità delle onde sismiche trasversali per i primi 30 metri indi procedere alla classificazione sismica del suolo dell'area oggetto di studio (categoria di suolo di fondazione – c.fr 3.2.2 - Categorie di Sottosuolo).

- Prove sismiche passive per la valutazione della risposta sismica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico per una finestra temporale di registrazione in continuo non inferiore a 20 minuti e registrato con geofono 3D avente periodo di oscillazione non superiore a 4,5 Hz e collegato ad una stazione sismometrica con risoluzione 16 - 24 bit.

- Pozzetti esplorativi finalizzati alla verifica in dettaglio della stratigrafia degli strati più superficiali, del livello della falda freatica e dello spessore del terreno vegetale.

- Perforazioni ad andamento verticale eseguite a rotazione a carotaggio continuo.

- Prove penetrometriche dinamiche discontinue (SPT) eseguite nei sondaggi a rotazione, con campionatore tipo Raymond o simile, provvisto di massa battente da 73 kg e di dispositivo di sganciamento automatico, altezza di caduta 75 cm.

- Analisi di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati durante le perforazioni (*Determinazione del contenuto d'acqua, Determinazione del peso dell'unità di volume, Determinazione del peso specifico dei granuli, Analisi granulometrica, Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità, Prova di consolidazione edometrica, Prova di taglio diretto*).

Si allega alla presente:

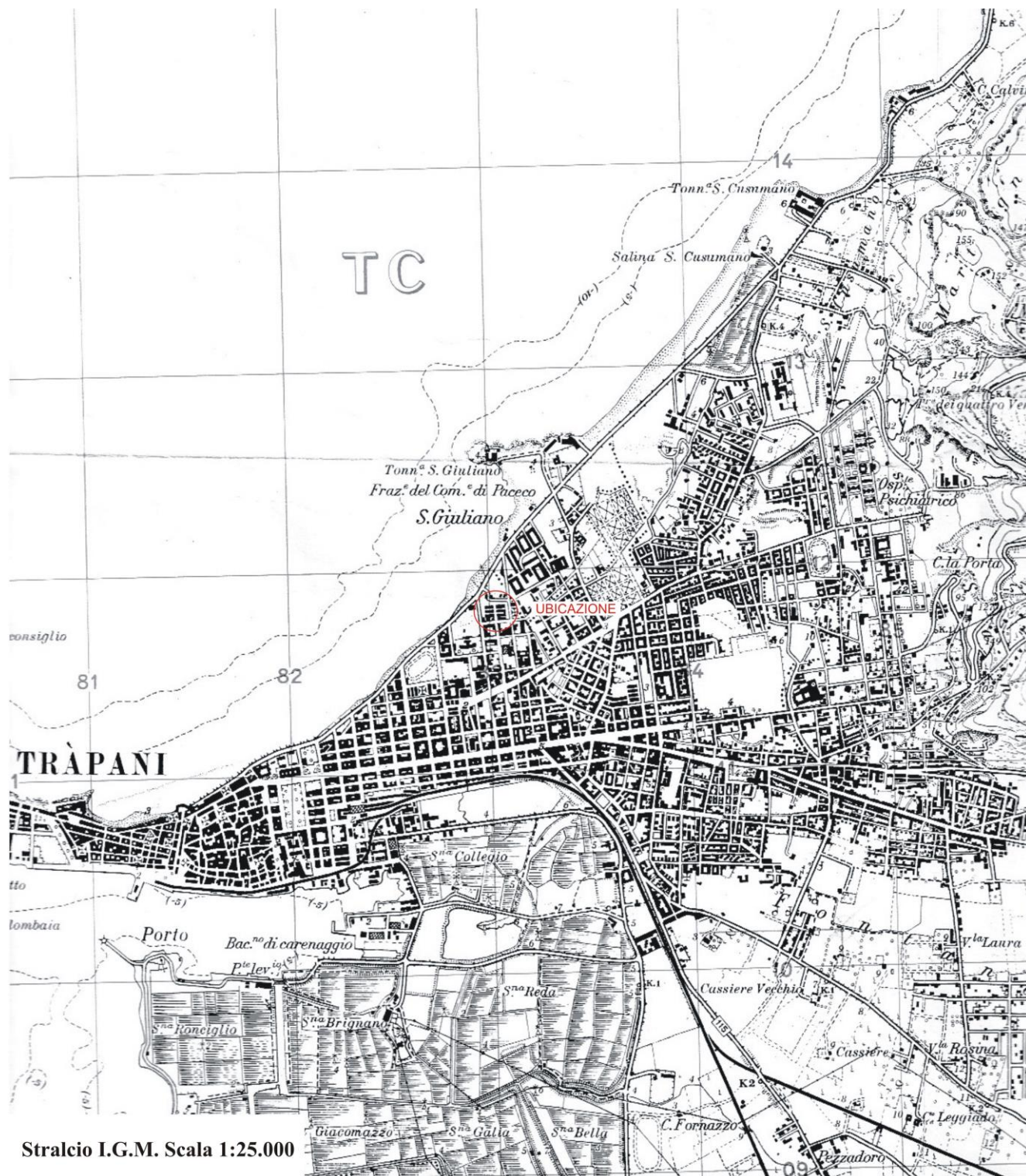
- stralcio I.G.M. in scala 1: 25.000;
- stralcio C.T.R. in scala 1:10.000;
- stralcio carta litologica;
- colonna stratigrafica schematica;

- sezione stratigrafica AB;
- stralcio carta pericolosità e rischio geomorfologico P.A.I.;
- stralcio carta dei dissesti P.A.I.;
- tabulati relativi alle indagini eseguite;









## CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Le indagini geomorfologiche sono state rivolte alla identificazione ed alla rappresentazione cartografica di tutte le forme ed processi che potrebbero compromettere a lungo termine la stabilità delle opere in progetto.

L'area oggetto d'intervento, rientra nella Tavoletta 1:25.000, redatta dall'Istituto Geografico Militare, nel F. 248 III S.O. Trapani.

L'assetto geomorfologico del settore in esame è stato prevalentemente influenzato dalla configurazione geologico-strutturale e dall'attività neotettonica. Infatti, la sovrapposizione delle successioni mesozoiche di piattaforma carbonatica sui terreni argillosi e marnosi terziari, durante le fasi tettoniche mioceniche e plioceniche, ha favorito l'instaurarsi di condizioni di disequilibrio dovute sia alla presenza di superfici di discontinuità nei complessi carbonatici, a comportamento rigido, che alle deformazioni plastiche dei sottostanti terreni argillosi, in parte favorite dalla circolazione idrica sotterranea. Le condizioni di equilibrio dei versanti sono state, inoltre, influenzate dalle variazioni glacio-eustatiche e dai sollevamenti neotettonici; l'erosione marina, che si esplicava durante l'innalzamento del livello della linea di costa, determinava fenomeni di scalzamento al piede dei versanti che cessavano durante il progressivo abbassamento del livello marino. Le stesse cause hanno determinato la formazione di superfici terrazzate che bordano lungo la costa i principali rilievi. Nei rilievi dove prevale la componente argillosa caratterizzati da modeste pendenze, le piogge intense e prolungate svolgono un ruolo preponderante per l'innescare di fenomeni gravitativi per lo più superficiali e di modeste dimensioni.

Dal punto di vista morfologico l'areale di cui fa parte la porzione del territorio, oggetto della presente indagine, risulta monotono; esso costituisce una spianata che si imposta ad est della città di Trapani.

Restringendo il campo di osservazione al sito oggetto del presente studio, esso ricade in una porzione dell'insediamento urbano di Trapani facente parte di una spianata di regressione, la cui superficie topografica, aggirantesi attorno ai 2 metri s.l.m., declina lievemente verso nord-ovest, con dislivello massimo tra il punto più elevato e quello più depresso di ordine decimetrico.

L'analisi geomorfologica effettuata, non ha messo in evidenza fenomeni di instabilità in atto o potenziali tali da pregiudicare l'equilibrio morfologico raggiunto dai luoghi, pertanto i problemi della zona ai fini costruttivi sono da riferire alle caratteristiche litologiche e di comprimibilità della coltre dei terreni affioranti, nonché alle eventuali variazioni del contenuto naturale d'acqua  $W_n$  che possono verificarsi nei litotipi rilevati.

L'areale interessato, risulta geomorfologicamente stabile e non è caratterizzato da fenomeni di dissesto attivi od incipienti che possono turbare l'attuale assetto di equilibrio morfologico (*la morfologia dei luoghi avente andamento sub - orizzontale inserisce tale superficie topografica nella categoria T1 della tab. 3.2.IV delle NTC ovvero "superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$* ).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

## CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La dinamica idrica sotterranea, direttamente influenzata dalla sovrapposizione di strati a diversa permeabilità e dai loro rapporti giacitureali, è da ricondurre alla natura degli acquiferi e a quella del substrato impermeabile che li delimita verso il basso.

L'acquifero calcarenitico-sabbioso, che caratterizza tutta la piana costiera e che a luoghi presenta notevoli spessori, è impostato su terreni permeabili per porosità, in cui il grado di porosità varia in funzione del grado di cementazione o in relazione alla presenza di livelli argillo-limosi.

L'idrogeologia dell'area, oggetto del presente studio, si è nel tempo modificata in conseguenza all'aumento dei processi antropici.

Il processo d'urbanizzazione verificatosi nel corso dell'ultimo secolo nelle "zone umide" (aree paludose o adibite a saline), ha segnato e caratterizzato profondamente l'antica connotazione del territorio.

Infatti, in passato, queste zone tendevano a riprendere l'antica natura palustre in occasione di violenti nubifragi, anche perché era inesistente una linea di impluvio che raccogliesse le acque provenienti dai versanti meridionali ed occidentali del Monte Erice.

Mentre le acque provenienti dal versante occidentale fluivano direttamente sulla Città insieme al loro carico di detriti, quelle del versante meridionale confluivano nelle statali 187 e 113 che fungendo da alvei portavano le acque direttamente nelle vie principali della Città di Trapani.

Per ovviare a questo problema sono stati adottati una serie di provvedimenti atti alla mitigazione dei fenomeni d'inondazione della Piana di Trapani.

Fra i provvedimenti adottati vi è la sistemazione idraulica del territorio realizzata con inalveamenti ed imbrigliamenti, lo sbarramento del Torrente Paceco ad opera di una diga che, completata nel 1985, ha realizzato un serbatoio artificiale, avente anche funzione di laminazione delle piene, con capacità utile di  $5 \times 10^6$  mc d'acqua.

Inoltre è stato realizzato un canale di gronda che raccoglie le acque provenienti dalle falde occidentali del Monte Erice.



Infine la città si è dotata di una sviluppata rete di raccolta delle acque bianche, provvista di impianti di sollevamento disposti dove le pendenze naturali non favoriscono lo smaltimento per gravità delle acque stesse.

Prima che per la città di Trapani si realizzassero queste opere difensive, l'azione delle acque di dilavamento che si è susseguita nel tempo in particolar modo nell'ultimo secolo, ha fatto sì che tutta la Piana di Trapani e le campagne circostanti fossero ricoperte da una coltre di terreni limosi avente natura alluvionale e spessore variabile da luogo a luogo.

Si riportano indicativamente il valore dei coefficiente di permeabilità (Faden e Casagrande 1940).

LITOTIPO	TIPO DI PERM.	GRADO DI PERM.
<i>Terreno vegetale</i>	Variamente perm.	$10^{-2}\text{cm/s} < K < 10^{-4}\text{cm/s}$
<i>Limi sabbiosi poco consistenti</i>	Variamente perm.	$10^{-3}\text{cm/s} < K < 10^{-5}\text{cm/s}$
<i>Argille sabbioso limose</i>	Impermeabile	$10^{-4}\text{cm/s} < K < 10^{-7}\text{cm/s}$
<i>Argille limose</i>	Impermeabile	$K < 10^{-7}\text{cm/s}$

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED ASSETTO STRATIGRAFICO STRUTTURALE

L'edificio strutturale attualmente osservabile, nell'intorno in oggetto, deriva principalmente dalla deformazione miocenica delle successioni di piattaforme carbonatiche e di bacini pelagici, individuatesi durante le fasi di distensione mesozoiche e facenti parte, durante il Mesozoico-Terziario del margine continentale africano.

Questi domini paleogeografici, sono stati progressivamente deformati a partire dal Miocene inf. dando luogo a diverse unità tettoniche, trasportate verso Est e Sud-Est, e successivamente impilate e messe in posto dopo il Tortoniano medio.

La serie stratigrafica della zona, costituita da depositi prevalentemente carbonatici e terrigeni, è stata ricostruita in base alle conoscenze specifiche in possesso dello scrivente sulla geologia della zona, supportate da dati bibliografici esistenti ad opera di vari autori.

La successione stratigrafica risultante dai lavori di rilevamento compiuti nella zona, consente pertanto di classificare i diversi litotipi nel seguente modo ordinato dal più recente verso il più antico:

### - Copertura superficiale a prevalente composizione sabbiosa

Gli spessori di questi litotipi raggiungono nella zona valori valutati intorno a 6 - 7 metri.

Il deposito risulta essere costituito da sabbia sciolta con discreta componente limosa contenente in diversa percentuale noduli calcarenitici che denotano condizioni di accumulo tipiche di alcune facies litoranee pertinenti ai cicli sedimentari del Pleistocene.

### - Depositi sabbioso limosi di ambiente litoraneo

Le coperture sabbiose sopra descritte giacciono su un complesso di sedimenti alquanto esteso e potente, rappresentato da depositi anch'essi di ambiente litoraneo.

Le caratteristiche granulometriche sono variabili da luogo a luogo e restano definite nell'ambito delle tre classi granulometriche corrispondenti a limo, sabbia e ghiaia.

Nell'intorno dell'area interessata dai lavori è stato tuttavia osservato che la frazione corrispondente a quella del limo e della sabbia risulta quantitativamente preponderante rispetto alla frazione argillosa e ghiaiosa.

La calcarenite è presente in livelli il cui spessore può essere dell'ordine del decimetro, intercalata ai limi sabbiosi.

#### ***- Argille del complesso basale***

Il locale substrato, sul quale è andato successivamente a disporsi per trasgressione il complesso dei sedimenti plio - quaternari, è costituito da argille sabbiose di colore grigio cupo molto consistenti, con alternanza di livelli di sabbia fina di colore grigiastro molto addensata.

Caratteristica delle argille del complesso basale è il valore piuttosto modesto del contenuto naturale d'acqua posseduto dai livelli inalterati e la tipica struttura a scaglie.





**VERIFICA VINCOLO P.A.I.**

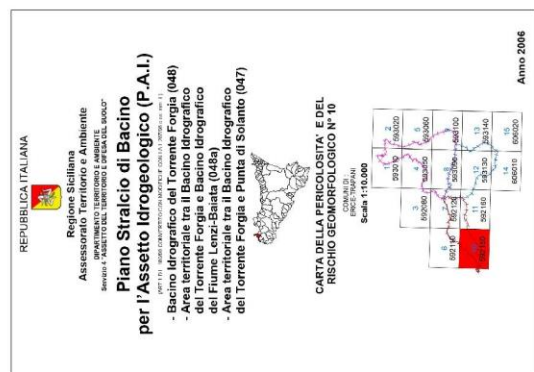
L'area territoriale tra il bacino del Torrente Forgia e il bacino del fiume Lenzi Baiata, in cui ricade l'areale oggetto di studio, comprende dal punto di vista amministrativo i territori comunali di Custonaci, Erice, Trapani e Valderice e parzialmente i centri abitati di Trapani, Erice e Valderice. Estesa circa 37 Km<sup>2</sup>, si sviluppa con una forma sub rettangolare in direzione NE-SW e presenta le seguenti caratteristiche:







Area Territoriale		TRA IL BACINO DEL TORRENTE FORGIA E IL BACINO DEL FIUME LENZI BAIATA		Numero	048a
Provincia		Trapani			
Versante		Settentrionale			
Recapito dei corsi d'acqua		Mar Tirreno			
Lunghezza dell'asta principale					
Altitudine	massima	248 m s.l.m.			
	minima	0 m s.l.m.			
Superficie totale del bacino imbrifero		37 km <sup>2</sup>			
Affluenti		-			
Serbatoi ricadenti nel bacino		-			
Utilizzazione prevalente del suolo		Urbanizzato e Seminativo semplice			
Territori comunali		Erice, Trapani, Valderice			
Centri abitati		Erice, Trapani, Valderice			

A seguito della consultazione della redazione P.A.I. "*PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO*" e dei relativi allegati, aggiunti in calce, si dichiara quanto segue:

L'areale interessato, ricadente nel territorio comunale di Trapani, oggetto del seguente studio geologico, **non rientra tra le aree a pericolosità o rischio geomorfologico R1-R2-R3-R4 secondo la classificazione del "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico"**, che approva il "Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico" dell'area territoriale tra il bacino del Torrente Forgia e il bacino del fiume Lenzi Baiata.





	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato
	Sito d'attenzione

LIVELLI DI RISCHIO

R1	moderato
R2	medio
R3	elevato
R4	molto elevato

Limite Area terr. 047

Limite Area terr. 048a

Limite Bacino 048

Limite comunale

---

---

## SISMICITA' DELL'AREA

A seguito degli eventi sismici verificatisi nel 1968 nella valle del Belice, con epicentri localizzati nella fascia di territorio compresa tra la direttrice Castelvetro - Monte Finestrelle e la direttrice Montevago - Bisacquino - Corleone, il Comune di Trapani con D.M. 23.09.1981 è stato incluso fra le zone sismiche di seconda categoria (grado S = 9).

Data la molteplicità delle scosse sismiche verificatesi nell'anno suddetto, non è stato possibile ricostruire una carta delle "isoiste".

Per dare, comunque, una informazione sulla sismicità dell'area, alcuni autori si sono avvalsi dell'uso delle isoblade, considerando il grado di danneggiamento subito dai manufatti delle zone colpite.

Tra "Isoblade" ed "Isoiste" possono stabilirsi le seguenti corrispondenze legate ad analisi statistiche:

Isoblada	Isoista (Mercalli)
0,995	X° grado
0,375	IX°-X° grado
0,075	VII°VIII° grado
0,010	VII° grado
0,001	V°-VI° grado

Da quanto sopra si può dedurre che l'area del Comune di Trapani è riconducibile ad una zona ad alta sismicità, del valore dell' VIII° e IX° grado della scala Mercalli (coefficiente sismico = 0,07 e grado di sismicità S = 9).

Il DM 17 gennaio 2018 (*NTC 2018 – Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 20/02/2018*), considera la natura del terreno sottostante per definire le azioni sismiche sulle strutture e definisce cinque categorie di suolo di fondazione in base agli spessori delle formazioni ed alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

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

dove:

$h_i$  = 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.

## INDAGINI IN SITO E IN LABORATORIO ESEGUITE

### Indagini in sito

- a. Prove sismiche attive MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh generate con idonei sistemi e registrate con almeno 24 geofoni verticali aventi periodo di oscillazione 4.5 Hz disposti secondo geometria lineare e collegati ad un sismografo multicanale con convertitore A/D a 24 bit per canale a memoria incrementale. Compreso l'analisi dei dati nel dominio F-K (frequency-wave number) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici Vfase – Hz, l'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, la relazione riepilogativa contenente: le procedure di esecuzione della prova, grafici di acquisizione (serie temporali), Vfase – Hz, restituzione di profili Vs del sottosuolo.
- b. Prove sismiche passive per la valutazione della risposta sismica di sito mediante l'acquisizione di rumore sismico per una finestra temporale di registrazione in continuo non inferiore a 20 minuti e registrato con geofono 3D avente periodo di oscillazione non superiore a 4,5 Hz e collegato ad una stazione sismometrica con risoluzione 16 - 24 bit. Compresa l'elaborazione dei dati con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo nonché la restituzione del rapporto H/V per la valutazione della frequenza del sito e di eventuali effetti di amplificazione sismica locale.
- c. Pozzetti esplorativi finalizzati alla verifica in dettaglio sia delle fondazioni dei fabbricati esistenti che della stratigrafia degli strati più superficiali, del livello della falda freatica e dello spessore del terreno vegetale. Gli scavi sono stati eseguiti con dimensioni di circa 2 x 1 m, in pianta e sono stati spinti alla profondità di circa 1,5 m. dal p.c.. Il materiale scavato è stato ammucchiato a distanza di circa 2/3 m dallo scavo, cercando di mantenere separati i diversi strati presenti al fine di ricostruire la stratigrafia reale in fase di ricomposizione.
- d. Perforazioni ad andamento verticale eseguite a carotaggio continuo, del diametro 85-145 mm, eseguite anche in presenza di falda, con uso di rivestimenti metallici provvisori, con prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati.
- e. Prove penetrometriche dinamiche discontinue (SPT) eseguite nel corso dei sondaggi a rotazione, con campionatore tipo Raymond o simile, provvisto di massa battente da 73 kg, di dispositivo di sganciamento automatico e altezza di caduta 75 cm.

### Indagini in laboratorio

- a. Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa, da effettuare sulla media di almeno 3 provini: (ASTM D 2216 IO UNI CEN ISO/TS 17892-112005).
- b. Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale mediante fustella tarata di diametro  $\Phi$  38 mm, da effettuare sulla media di 3 provini (BS 1377-90).
- c. Determinazione del peso specifico dei granuli (ASTM D854-10) (effettuare sulla media su due valori).

- d. Analisi granulometrica mediante stacciatura e sedimentazione con aerometro. (ASTM D 422-63 (2007); LINI CEN ISO/TS 17R92- /2005) mesh (apertura maglie pari a 0.0074 mm).
- e. Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità congiuntamente (ASTM D 4318-10, CNR UNI 10014/1964; UNI CEN ISO/TS 17892 -12/2005).
- f. Prova di consolidazione edometrica ad incrementi di carico controllati (IL) (ASTM D 2415-04; UNI CEN ISO/TS 17892 - 15/2005) su provini aventi diametro da 40 a 100 mm con il mantenimento di ogni gradino di carico per un intervallo di tempo minore di 48 h. con pressione massima non superiore a 6.4 MPa per un numero massimo di 8 incrementi nella fase di carico e 4 decrementi nella fase di scarico con misura di almeno n. 5 valori del modulo edometrico.
- g. Determinazione  $C_v$  (coefficiente di consolidazione)  $K_v$  (permeabilità)  $M_v$  (modulo di compressibilità) nel corso delle prove edometriche, compresa la preparazione dei diagrammi cedimenti/tempo e  $C_v - \log s_v$  da effettuare per ogni incremento di carico (ASTM D 2435-04; UNI CEN ISO/TS 17892-5/2005).
- h. Prova di taglio diretto, (ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005) da eseguire su n.3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata – drenata (CD) con rilievo e diagrammazione delle curve cedimenti/tempo e tensioni – deformazioni.

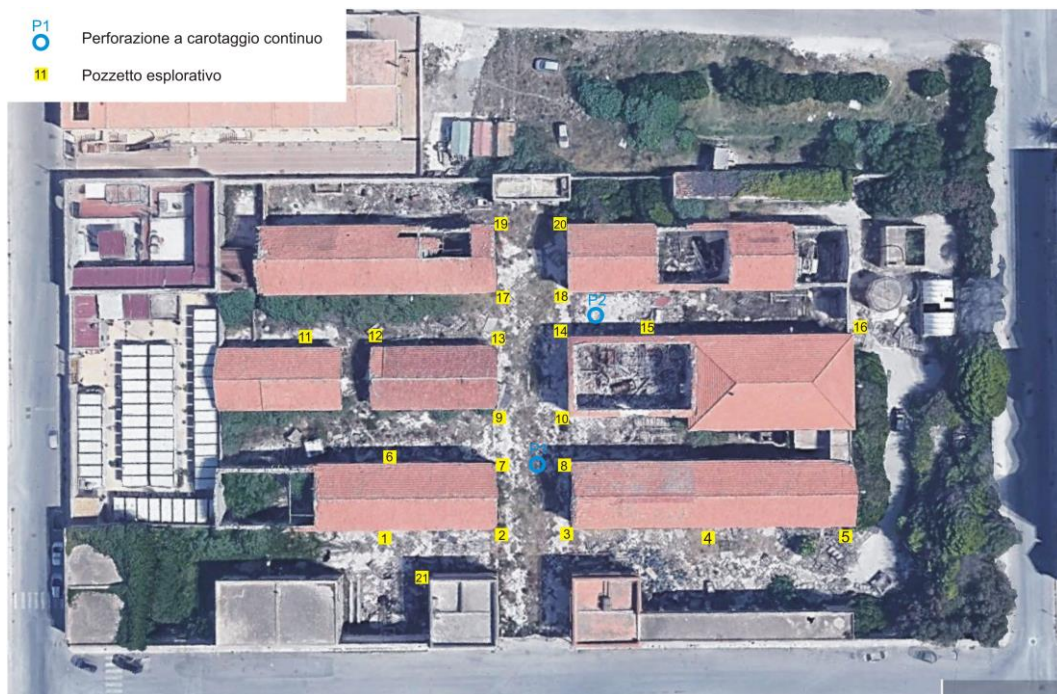




*UBICAZIONE PROVE SISMICHE MASW*



*UBICAZIONE PROVE SISMICHE HVSr*



*UBICAZIONE PERFORAZIONI E POZZETTI ESPLORATIVI*



## MODELLO DEL SOTTOSUOLO

L'integrazione di tutte le informazioni tratte dalla geologia di superficie e dai dati provenienti dalle indagini eseguite, ha permesso la ricostruzione di un modello geologico-tecnico del sottosuolo presente al di sotto del sito oggetto di studio.

Si indicheranno in tale paragrafo i parametri geotecnici assimilabili alle litologie definite in fase di studio.

Considerati:

1) l'inserimento dell'area in un contesto di *“zona indenne da rischi geologici”*;  
2) i dati storici bibliografici in possesso dello scrivente;  
3) i dati ricavati dalle prospezioni geognostiche in sito e dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati; si sono ricostruite, dall'alto verso il basso, le litologie appresso descritte con il relativo range delle caratteristiche geotecniche (*i valori puntuali sono individuabili nei tabulati allegati delle prospezioni eseguite*):

- Orizzonte a struttura, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie e noduli calcarenitici in matrice argilloso - limosa, umide e mediamente addensate. E' nel complesso di colore grigio - beige e costituisce una coltre che ricopre uniformemente l'intera zona per uno spessore medio di circa 2,00 metri.

- angolo di attrito interno  $\phi = 25^\circ$
- coesione effettiva  $C^I = 9 \text{ KN/m}^2$
- peso di volume  $\gamma = 17,44 \text{ KN/m}^3$
- coefficiente di Poisson  $\rho = 0,33 - 0,38$
- Modulo di Young = 81 - 310 MPa
- Modulo di Taglio = 31 - 117 MPa
- Modulo di compressione = 79 - 395 MPa
- Contenuto naturale d'acqua = 33,27 %

- Bancone calcarenitico compatto dello spessore di circa 50 cm. La granulometria degli elementi costituenti il sedimento è in massima parte rappresentata da sabbie medie e medio grossolane abbastanza uniformi con scarsa componente limosa.

- angolo di attrito interno  $\phi = 30^\circ$
- coesione effettiva  $C^I = 10 \text{ KN/m}^2$
- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
- coefficiente di Poisson  $\rho = 0,37$
- Modulo edometrico  $E = 20 \div 50 \text{ MPa}$

- Sedimento prevalentemente granulare costituito da argille limose alterate, di colore marrone giallastro, molto umide e molto plastiche, con inclusi frequenti elementi marnosi etero-dimensionali.

- angolo di attrito interno  $\phi = 32^\circ$
- coesione effettiva  $C^I = 9,8 \text{ KN/m}^2$
- peso di volume  $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$
- coefficiente di Poisson  $\rho = 0,33 - 0,38$
- Modulo di Young = 175 - 883 MPa

- Modulo di Taglio = 66 – 320 MPa
- Modulo di compressione = 237 – 866 MPa
- Contenuto naturale d'acqua = 29,91 %

- Seguono, più in profondità ad una profondità dal p.c. di circa 10 m., argille limose con scarsa frazione sabbiosa plastiche, in cui si rileva una graduale crescita della consistenza con l'approfondimento. Il colore è grigio verdastro. Il materiale rigonfia a seguito estrusione. Si presentano spesso variamente scagliettate e con spessori indefiniti.

- angolo di attrito interno  $\phi = 35^\circ$
- coesione effettiva  $C' = 24 \text{ KN/m}^2$
- peso di volume  $\gamma = 19 \text{ KN/m}^3$
- coefficiente di Poisson  $\rho = 0,28 - 0,38$
- Modulo di Young = 1592 - 3483 MPa
- Modulo di Taglio = 621 – 1316 MPa
- Modulo di compressione = 1213 – 3648 MPa

**STRATIGRAFIA Sondaggio S1** - Progetto di ristrutturazione dell'ex mattatoio comunale originariamente destinato a "CAMPUS DEL MEDITERRANEO"  
 - Servizio per l'esecuzione delle indagini geognostiche necessarie per l'esecuzione della progettazione esecutiva delle opere da realizzare.

Modalità di perforaz.	Profon. dal P.C.	Spessore	Rif.	Sondaggio	Descrizione litologica	Campioni		Falda Acquif.	SPT
						Indist.	Riman.		
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO - CAROTIERE SEMPLICE Ø 101/82	2,00 m	2,00 m			Orizzonte a struttura, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie e noduli calcarenitici in matrice argilloso-limosa, umide e mediamente addensate. E' nel complesso di colore grigio - beige	1.40 m 1.80 m		1,00 m	
	2,50 m	0,50 m			Bancone calcarenitico compatto	2.60 m 3.20 m			3,20m (4/7/12)
					Sedimento prevalentemente granulare costituito da argille limose alterate e in subordine limi e elementini più grossolani circoscritti in livelletti decimetrici. Saltuariamente distribuiti vi si riscontrano frammenti di volumetria più consistente. Sedimento umido ed a luoghi fortemente umido scarsamente addensato. Il colore è marrone giallastro con modesta pigmentazione più scura.	5,60 m 6,00 m			6,00m (3/6/6)
						8,00 m 8,40 m			8,00m (7/12/16)
	10,00 m	7,50 m			Note: Durante il sondaggio sono stati utilizzati 6,00 ml di rivestimento metallico a recupero.				

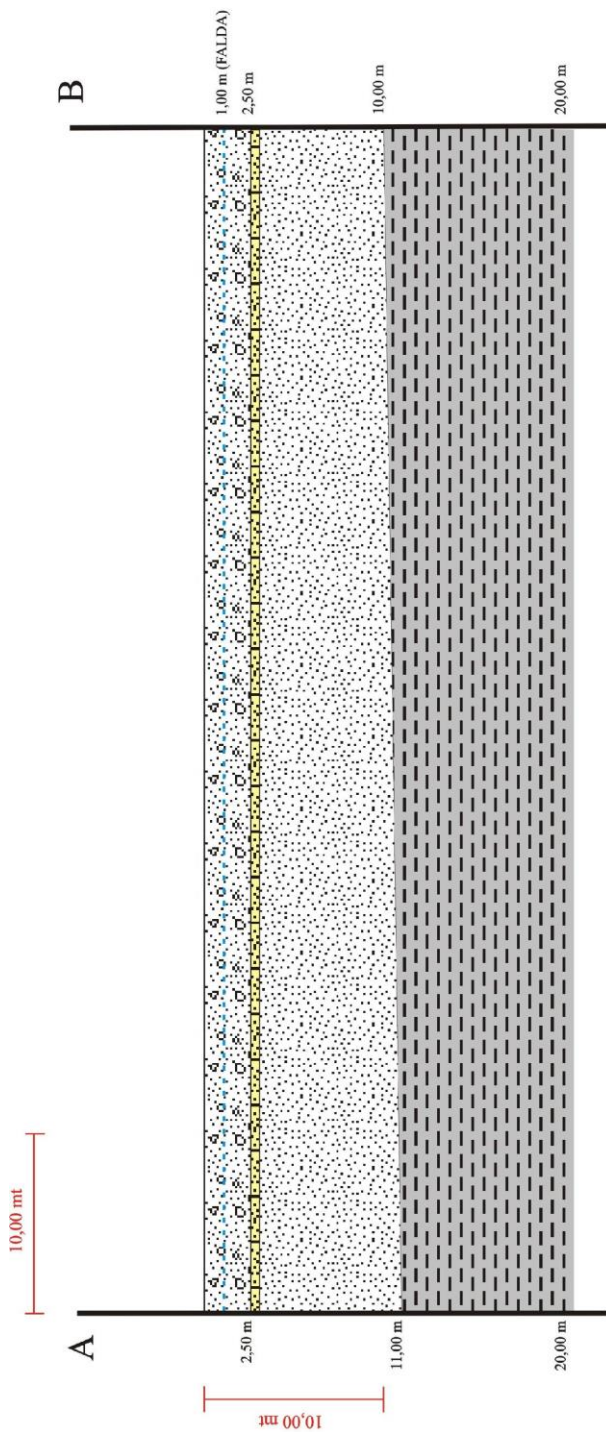
**STRATIGRAFIA Sondaggio S2** - Progetto di ristrutturazione dell'ex mattatoio comunale originariamente destinato a "CAMPUS DEL MEDITERRANEO"  
 - Servizio per l'esecuzione delle indagini geognostiche necessarie per l'esecuzione della progettazione esecutiva delle opere da realizzare.

Modalità di perforaz.	Profon. dal P.C.	Spessore	Rif.	Sondaggio	Descrizione litologica	Campioni		Falda Acquif.	SPT
						Indist.	Riman.		
ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO - CAROTIERE SEMPLICE Ø 101/82	2,50 m	2,50 m			Orizzonte a struttura, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie e noduli calcarenitici in matrice argilloso-limosa, umide e mediamente addensate. E' nel complesso di colore grigio-beige			1,00 m	
	3,00 m	0,50 m			Bancone calcarenitico compatto	2,60 m			3,00m (2/10/17)
					Sedimento prevalentemente granulare costituito da argille limose alterate e in subordine limi e elementini più grossolani circoscritti in livelletti decimetrici. Saltuariamente distribuiti vi si riscontrano frammenti di volumetria più consistente. Sedimento umido ed a luoghi fortemente umido scarsamente addensato. Il colore è marrone giallastro con modesta pigmentazione più scura.	3,40 m			
	10,00 m	7,00 m				6,30 m			6,80m (20/5/6)
	11,00 m	1,00 m			Argille limose con scarsa frazione sabbiosa plastiche, in cui si rileva una graduale crescita della consistenza con l'approfondimento. Il colore è grigio verdastro. Il materiale rigonfia a seguito estrusione.	6,70 m			8,00m (2/3/3)
Note: Durante il sondaggio sono stati utilizzati 4,00 ml di rivestimento metallico a recupero.									





TRACCE SEZIONI STRATIGRAFICHE



**SEZIONE STRATIGRAFICA A - B**



Orizzonte a struttura eterogenea, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie, sabbie limose colore beige, con intercalati sottili livelli arenacei.



Bancone calcarenitico compatto

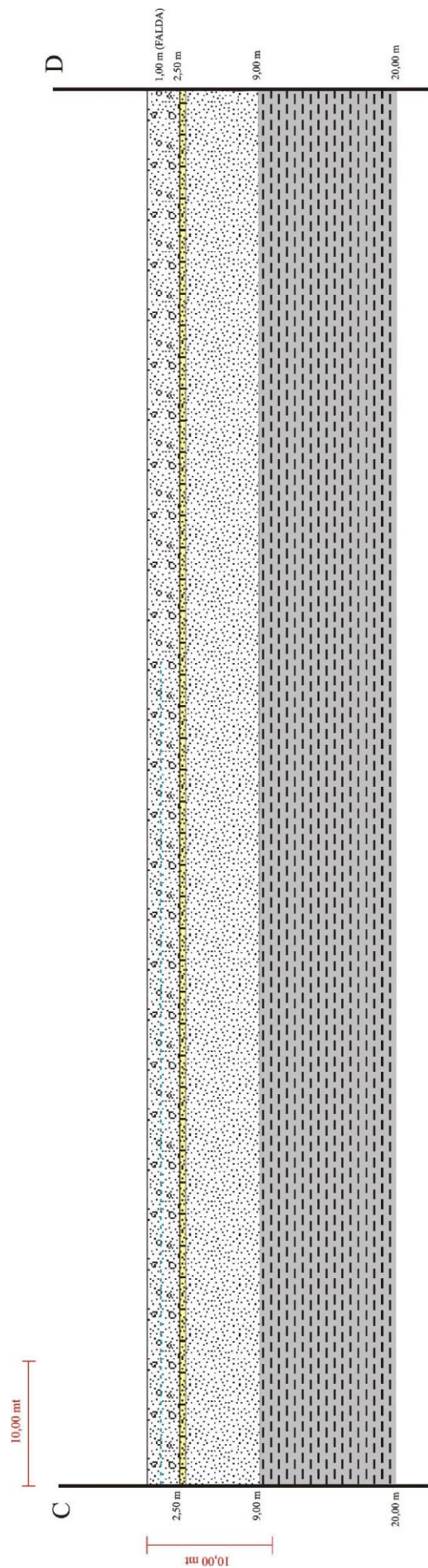


Sedimento prevalentemente granulare costituito da sabbie medie, sabbie medio fini e in subordine limi e da elementini più grossolani in circoscritti livelletti decimetrici. Il colore è beige-bruno con modesta pigmentazione più scura.



Argille limose con scarsa frazione sabbiosa plastiche, in cui si rileva una graduale crescita della consistenza con l'approfondimento. Il colore è grigio verdastro.





**SEZIONE STRATIGRAFICA C - D**



Orizzonte a struttura eterogenea, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie, sabbie limose colore beige, con intercalati sottili livelli arenacei.



Sedimento prevalentemente granulare costituito da sabbie medie, sabbie medio fini e in subordine limi e da elementini più grossolani in circoscritti livellati decimetrici. Il colore è beige-bruno con modesta pigmentazione più scura.



Bancone calcarenitico compatto



Argille limose con scarsa frazione sabbiosa plastiche, in cui si rileva una graduale crescita della consistenza con l'approfondimento. Il colore è grigio verdastro.

## CONCLUSIONI

Grazie al presente studio geologico, effettuato a supporto del progetto per la realizzazione di un Campus del Mediterraneo nell'area dell'ex mattatoio comunale di Trapani, si è giunti alle seguenti conclusioni :

- a) La successione litologica locale, è rappresentata dall'alto verso il basso da:
- Orizzonte a struttura, tessitura e granulometria eterogenea, rappresentato da sabbie e noduli calcarenitici in matrice argilloso - limosa, umide e mediamente addensate. E' nel complesso di colore grigio - beige e costituisce una coltre che ricopre uniformemente l'intera zona per uno spessore medio di circa 2,00 metri.
  - Bancone calcarenitico compatto dello spessore di circa 50 cm. La granulometria degli elementi costituenti il sedimento è in massima parte rappresentata da sabbie medie e medio grossolane abbastanza uniformi con scarsa componente limosa.
  - Sedimento prevalentemente granulare costituito da argille limose alterate, di colore marrone giallastro con modesta pigmentazione più scura, molto umide e molto plastiche, con inclusi frequenti elementi marnosi etero-dimensionali.
  - Seguono, più in profondità ad una profondità dal p.c. di circa 10 m., argille limose con scarsa frazione sabbiosa plastiche, in cui si rileva una graduale crescita della consistenza con l'approfondimento. Il colore è grigio verdastro. Il materiale rigonfia a seguito estrusione. Si presentano spesso variamente scagliettate e con spessori indefiniti.
- b) La zona, totalmente urbanizzata, si presenta dall'aspetto ben definito e stabile privo di fenomeni di dissesto, né in atto né quiescenti, pertanto, allo stato attuale, risulta essere indenne da rischi geologici.
- c) L'area d'intervento non rientra tra le aree a pericolosità o rischio geomorfologico R1-R2-R3-R4 secondo la classificazione del "*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*", che approva il "*Piano straordinario per l'Assetto Idrogeologico*" dell'area territoriale tra il bacino del Torrente Forgia e il bacino del fiume Lenzi Baiata.
- d) Il Comune di Trapani ricade in zona 2 contraddistinto da un valore di  $A_g$  pari a 0,25 g dove g = accelerazione di gravità.
- e) Le indagini eseguite hanno permesso di categorizzare il sottosuolo secondo la tabella 3.2.II delle N.T.C. 2018, (D.M. 17 gennaio 2018 – *Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale. Pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 20/02/2018*) come appartenente alla categoria "B" nei sondaggi MASW n°. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 e alla categoria "C" nei sondaggi MASW numero 1 e 6. Ovviamente sarà scelta del Progettista delle strutture attribuire la categoria al sito sotto la propria responsabilità, preferibilmente utilizzando un criterio di scelta basato sulla cautela.

Aprile 2021

**IL GEOLOGO**  
**(Dott. Daniele Angelo Polizzi)**





## **ALLEGATI**



REGIONE SICILIA  
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI  
COMUNE DI TRAPANI

## RELAZIONE SULLE INDAGINI SISMICHE MASW – HVSR

### **OGGETTO:**

STUDIO SISMICO DEI TERRENI, NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EX MATTATOIO COMUNALE ORIGINARIAMENTE DESTINATO A "CAMPUS DEL MEDITERRANEO" NEL COMUNE DI TRAPANI.

Il Committente:

**NICOCIA TRIVELLAZIONI**

Il tecnico:

**Geol. Michele Mortillaro**



GENNAIO/2021

# **INDICE**

## **1 – PREMESSA**

## **2 – METODO DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

## **3 – INTERPRETAZIONE DEI DATI**

- Analisi modello
- Spettri di risposta e curve di dispersione
- Profili verticali

## **4 – INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (HVSR)**

## **5 – CONCLUSIONI**

*Allegati:*

*Ortofoto con ubicazione Indagini*

*Ubicazione sondaggi Masw*

*Allegato fotografico*

## 1 – PREMESSA

Su incarico della ditta Nicocia Trivellazzioni consulente del servizio per l'esecuzione delle indagini geognostiche necessarie per l'esecuzione della progettazione esecutiva delle opere da realizzare nell'ambito del PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EX MATTATOIO COMUNALE ORIGINARIAMENTE DESTINATO A “ CAMPUS DEL MEDITERRANEO” il sottoscritto è stato incaricato per l'esecuzione di una campagna di indagini sismiche tipo MASW e HVSR.

Tutte le operazioni di rilevamento sismico diretto sono state eseguite dal tecnico **dott. Michele Mortillaro** (O.R.G.S. n° 2657), con studio professionale in Erice nella Via Avellino 42/a.

Questo studio, a supporto di quello geologico, è stato redatto per l'attribuzione alla categoria di sottosuolo di fondazione (cfr punto 3.2.2 Categorie di Sottosuolo) così come previsto dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/2018, a tal fine sono state eseguite delle indagini geofisiche prevalentemente finalizzate alla determinazione della giacitura e potenza degli strati nel sito, ed alla individuazione di eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale legati alle caratteristiche geologiche e fisiche dell'area mediante la misura diretta in sito della velocità delle onde sismiche Vs. La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, VS,eq (in m/s).

È stato inoltre valutato l'aspetto inerente la microzonazione sismica o zonazione di secondo grado, avente come obiettivo la valutazione del comportamento medio di un'area in un territorio comunale attraverso l'indagine HVSR.

Affinché tale studio abbia significato è indispensabile individuare dei parametri tali cui ci si può riferire nella definizione di zone a più alto o meno alto rischio sismico e fornire ai progettisti quei coefficienti che consentano di dimensionare le opere da un punto di vista sismico.

Il nostro studio si riferisce alla caratterizzazione sismica dei siti ove andranno costruiti i manufatti, intendendo così parametrizzare il sito stesso nell'immediato sottosuolo dalla geometrizzazione dei vari orizzonti sismici.

## 2 – METODO DI INDAGINE MASW E STRUMENTAZIONE ADOTTATA

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto. Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

La determinazione della velocità delle onde di taglio VS tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su una artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S – profondità".

Per ottenere un quadro soddisfacente ed assicurarsi che tutta l'area di interesse significativo per le costruzioni sia coerente ed omogenea, si è stabilito di eseguire n° 10 sondaggi MASW con lunghezza della base sismica di 26 mt..

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz), sono stati utilizzati n. 12 geofoni a 4.5 Hz (ad asse verticale).

Il sismografo è stato tarato per attribuire lo stesso guadagno ad ogni geofono.

L'array effettuato per la presente indagine è lineare. La spaziatura tra i geofoni è di 2 m quindi la lunghezza complessiva del profilo risulta essere di 26 m. Non ci sono variazioni di quota tra i geofoni. Il sito risulta del tutto orizzontale.

Viene energizzato in un punto esterno allo stendimento, distante dal primo geofono 6 m (offset).

L'energizzazione viene realizzata con una mazza da 9 kg; L'intervallo di campionamento è stato assunto in 2 ms in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale.

#### STRUMENTAZIONE USATA:

- Sismografo PASI 12S12L;
- Numero dei canali 12;
- Geofoni verticali da 4.5 hz PASI;

#### SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE:

Massa battente (mazza da 9 kg).

Il sottosuolo delle fasce studiate è stato esplorato per una profondità di 30 mt.

Il sondaggio sismico ha permesso la determinazione dei vari strati unitamente ai loro spessori, e il riconoscimento della loro natura litologica in base ai parametri fisico-dinamici ricavati dalla prospezione geofisica prescelta.

In Allegato è riportata l'ortofoto con l'ubicazione dei sondaggi sismici MASW.

### 3 – INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

L'elaborazione dei sismogrammi acquisiti è stata effettuata mediante software WinMasw 4.0 della EliaSoft (software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione mediante il metodo Masw Multichannel Analysis of Surface Waves). Le interpretazioni restituiscono una stratigrafia del terreno dove accanto agli strati con i relativi spessori e velocità, si riporta il valore della velocità delle onde di Rayleigh a secondo della frequenza.

Tramite la conoscenza della velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio è stato possibile definire una caratterizzazione geotecnica del terreno.

Tale caratterizzazione si riferisce a livelli di sforzo molto bassi e di natura impulsiva (segnale sismico generato da una sorgente).

Le grandezze geotecniche che si estrapolerà si dicono dinamiche, in quanto descrivono il comportamento del terreno quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo quale può essere quello di un sisma.

Tali moduli e coefficienti possono essere ricavati direttamente partendo dalla velocità delle onde sismiche in P ed Sh.

Và comunque fatto notare come le onde Sh e P reagiscano diversamente alla presenza di mezzi saturi, infatti mentre la presenza dei medesimi provoca un incremento delle velocità in P, non influenza minimamente. Quindi una maggior congruenza fra qualità geotecniche e moduli dinamici potrà essere valutata solo considerando quei moduli che si riferiscono alle onde Sh, ed in particolare il modulo di taglio dinamico.

Sono stati calcolati i seguenti moduli dinamici per ogni singolo sondaggio:

Coefficiente di Poisson ( $\nu$ )

Modulo di Young (E)

Modulo di deformazione a Taglio (G)

Costante di Lamè

Modulo di compressibilità volumetrica ( $E_v$ )

**Sondaggio MASW MW1**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto
VS (m/s)	211.9129	189.574	360.8202	550.5686
spessore (m):	2.0488	6.8252	6.6342	
Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici				
Stima della VP (m/s):	463	420	822	1085
Stima della densità (gr/cm3):	1.87	1.84	2.01	2.07
Rapporto VP/VS:	2.18	2.21	2.28	1.97
Modulo di Poisson:	0.37	0.37	0.38	0.33
Modulo di Young (MPa):	230	183	722	1670
Modulo di Taglio (MPa):	84	67	261	630
Costante di Lamé (MPa):	232	192	833	1182
Modulo di compressione (MPa):	288	237	1007	1602

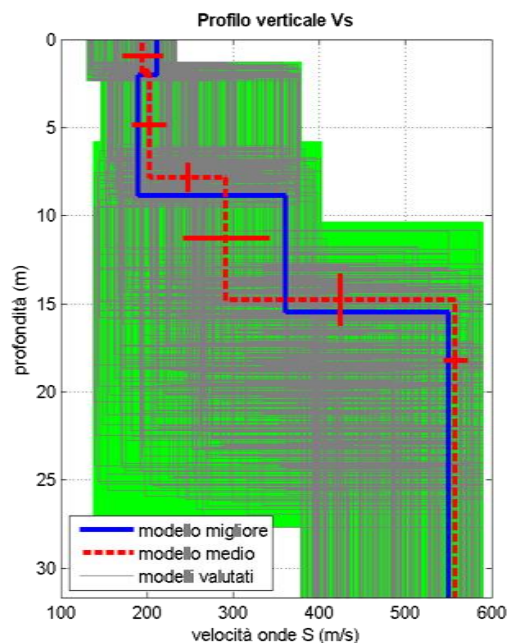
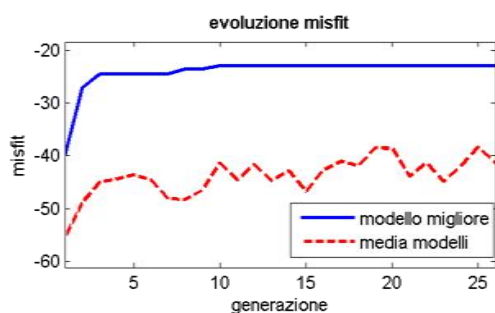
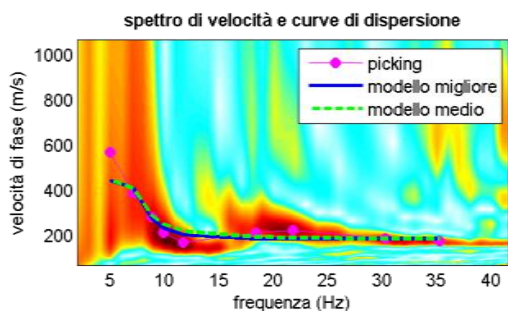
Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 45 m

VS5 del modello medio: 200 m/s  
 VS5 del modello migliore: 198 m/s

VS20 del modello medio: 277 m/s  
 VS20 del modello migliore: 277 m/s

VS30 del modello medio: 333 m/s

**VS30 del modello migliore: 332 m/s**



**modello migliore VS30: 332 m/s**  
**modello medio VS30: 333 m/s**



**Sondaggio MASW MW2**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto	Quinto
VS (m/s):	235.629	213.6532	373.8736	395.8027	728.2045
spessore (m):	1.5007	2.976	4.6544	5.7838	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	531	468	750	796	1430
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.90	1.87	1.98	2.00	2.14
Rapporto VP/VS:	2.25	2.19	2.01	2.01	1.96
Modulo di Poisson:	0.38	0.37	0.33	0.34	0.33
Modulo di Young (MPa):	292	234	741	837	3007
Modulo di Taglio (MPa):	106	86	278	313	1135
Costante di Lamé (MPa):	324	238	561	639	2108
Modulo di compressione (MPa):	395	295	746	848	2865

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 38 m

VS5 del modello medio: 1362 m/s

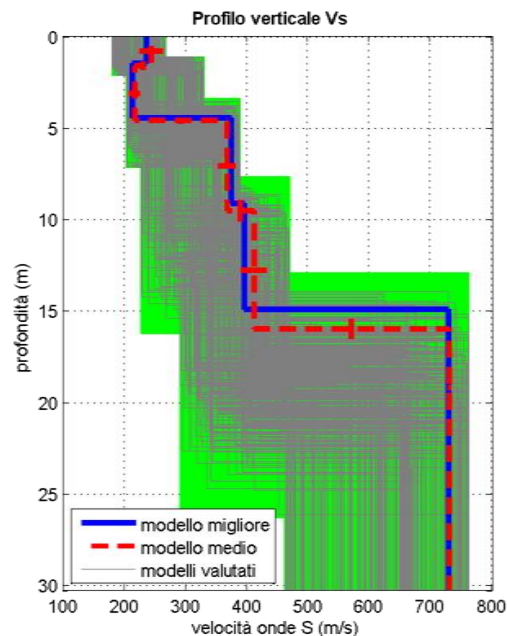
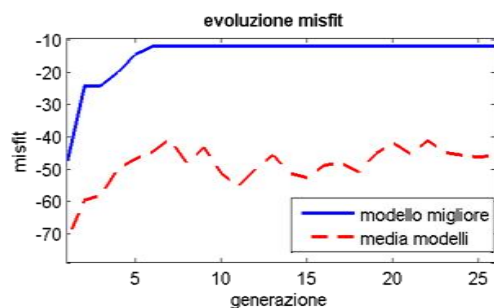
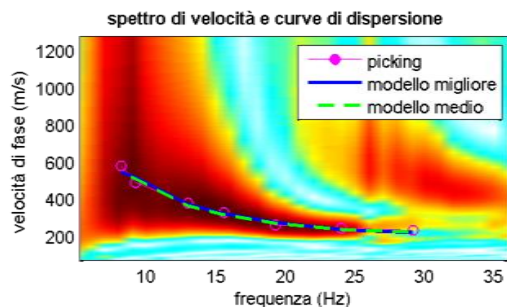
VS5 del modello migliore: 1334 m/s

VS20 del modello medio: 363 m/s

VS20 del modello migliore: 368 m/s

VS30 del modello medio: 436 m/s

**VS30 del modello migliore: 441 m/s**



**modello migliore VS30: 441 m/s**

**modello medio VS30: 436 m/s**

**Sondaggio MASW S3**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto	Quinto
VS (m/s):	209.299	265.3801	376.9925	521.5276	707.5751
spessore (m):	1.6015	4.3958	5.1195	4.0424	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	475	539	754	1168	1386
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.87	1.90	1.99	2.09	2.13
Rapporto VP/VS:	2.27	2.03	2.00	2.24	1.96
Modulo di Poisson:	0.38	0.34	0.33	0.38	0.32
Modulo di Young (MPa):	226	359	753	1567	2830
Modulo di Taglio (MPa):	82	134	282	570	1069
Costante di Lamé (MPa):	259	286	564	1714	1959
Modulo di compressione (MPa):	314	375	753	2093	2672

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 35 m

VS5 del modello medio: 1555 m/s

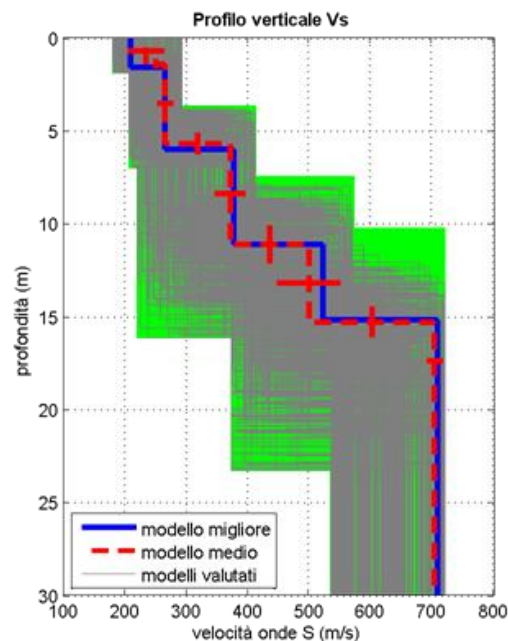
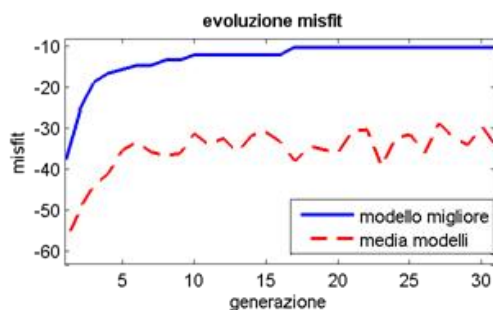
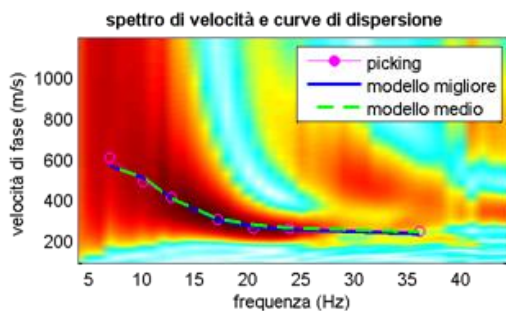
VS5 del modello migliore: 239 m/s

VS20 del modello medio: 386 m/s

VS20 del modello migliore: 382 m/s

VS30 del modello medio: 454 m/s

**VS30 del modello migliore: 451 m/s**



**modello migliore VS30: 451 m/s**  
**modello medio VS30: 454 m/s**

**ondaggio MASW S4**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto
VS (m/s):	249.2866	315.011	482.4413	770
spessore (m):	1.6305	7.2083	9.5188	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	491	626	1049	1506
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.88	1.94	2.07	2.15
Rapporto VP/VS:	1.97	1.99	2.18	1.96
Modulo di Poisson:	0.33	0.33	0.37	0.32
Modulo di Young (MPa):	310	512	1311	3378
Modulo di Taglio (MPa):	117	193	480	1277
Costante di Lamé (MPa):	220	375	1313	2331
Modulo di compressione (MPa):	298	504	1633	3182

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 36 m

VS5 del modello medio: 285 m/s

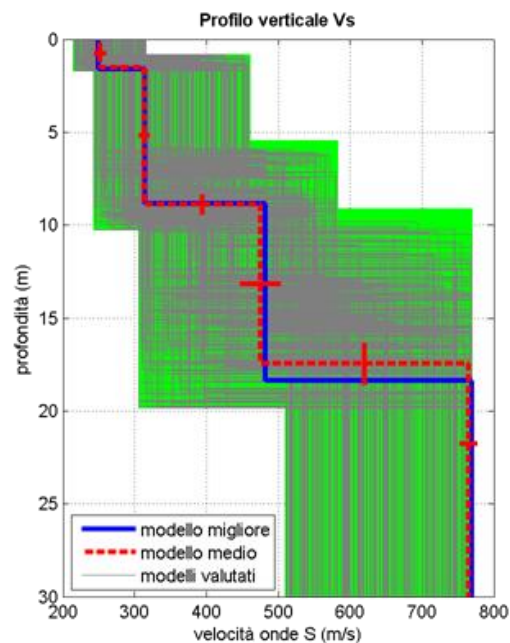
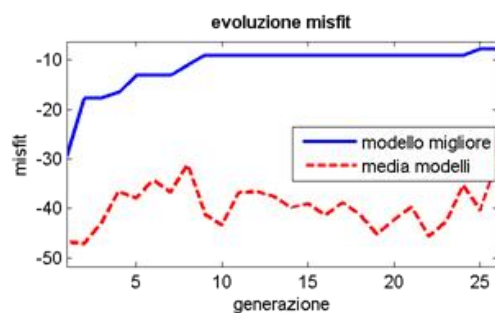
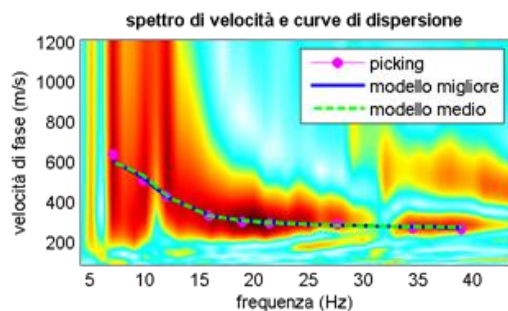
VS5 del modello migliore: 285 m/s

VS20 del modello medio: 393 m/s

VS20 del modello migliore: 390 m/s

VS30 del modello medio: 469 m/s

**VS30 del modello migliore: 467 m/s**



**modello migliore VS30: 467 m/s**  
**modello medio VS30: 469 m/s**

**Sondaggio MASW S5**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto
VS (m/s):	205.4734	351.4951	498.2579	688.5789
spessore (m):	2.1418	6.2736	7.7359	

Stima approssimativa di  $V_p$ , densità e moduli elastici

Stima della $V_p$ (m/s):	418	709	1094	1357
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.84	1.97	2.08	2.13
Rapporto $V_p/V_s$ :	2.04	2.02	2.20	1.97
Modulo di Poisson:	0.34	0.34	0.37	0.33
Modulo di Young (MPa):	208	649	1410	2680
Modulo di Taglio (MPa):	77	243	515	1010
Costante di Lamé (MPa):	167	505	1455	1898
Modulo di compressione (MPa):	219	667	1798	2572

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 34 m

VS5 del modello medio: 283 m/s

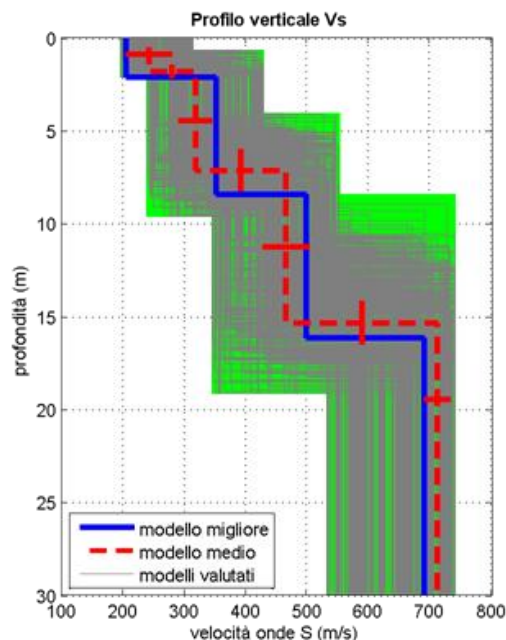
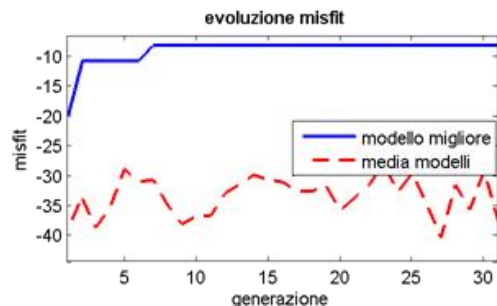
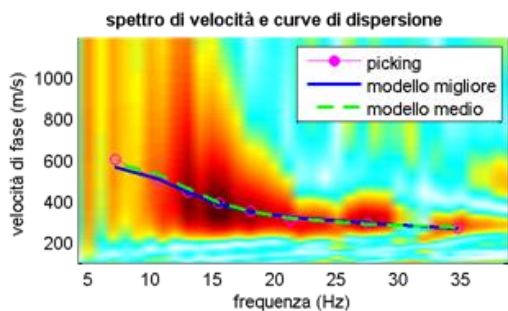
VS5 del modello migliore: 273 m/s

VS20 del modello medio: 413 m/s

VS20 del modello migliore: 405 m/s

VS30 del modello medio: 480 m/s

**VS30 del modello migliore: 469 m/s**



**modello migliore VS30: 469 m/s**

**modello medio VS30: 480 m/s**



**Sondaggio MASW MW6**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto	Quinto
VS (m/s):	160.0393	226.2398	195.3725	213.7081	550
spessore (m):	1.4513	2.6493	4.4276	4.3461	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	320	462	436	470	997
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.78	1.87	1.85	1.87	2.05
Rapporto VP/VS:	2.00	2.04	2.24	2.20	1.81
Modulo di Poisson:	0.33	0.34	0.37	0.37	0.28
Modulo di Young (MPa):	121	256	194	235	1592
Modulo di Taglio (MPa):	46	95	70	86	621
Costante di Lamé (MPa):	91	208	211	242	799
Modulo di compressione (MPa):	121	271	258	299	1213

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 33 m

VS5 del modello medio: 211 m/s

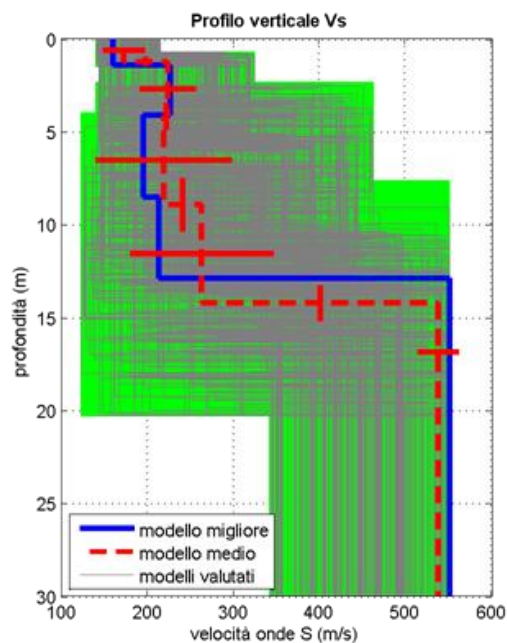
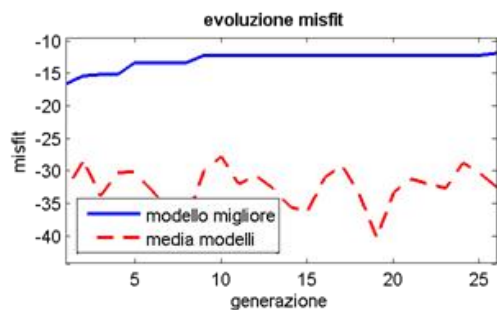
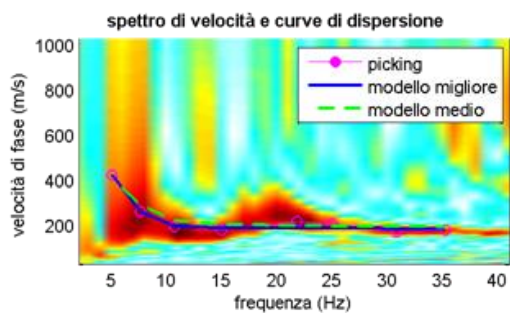
VS5 del modello migliore: 203 m/s

VS20 del modello medio: 274 m/s

VS20 del modello migliore: 261 m/s

VS30 del modello medio: 328 m/s

**VS30 del modello migliore: 316 m/s**



**modello migliore VS30: 316 m/s**

**modello medio VS30: 328 m/s**

**Sondaggio MASW MW7**

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	Quarto	Quinto
VS (m/s):	167.3444	189.6091	447.2109	495.6918	780.5564
spessore (m):	1.306	3.4019	4.3531	7.5461	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	365	379	1008	1129	1529
Stima della densità (gr/cm3):	1.81	1.82	2.06	2.08	2.16
Rapporto VP/VS:	2.19	1.99	2.26	2.28	1.96
Modulo di Poisson:	0.37	0.33	0.38	0.38	0.32
Modulo di Young (MPa):	138	175	1132	1415	3483
Modulo di Taglio (MPa):	50	66	411	513	1316
Costante di Lamé (MPa):	140	130	1267	1631	2411
Modulo di compressione (MPa):	174	174	1541	1972	3289

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 30 m

VS5 del modello medio: 206 m/s

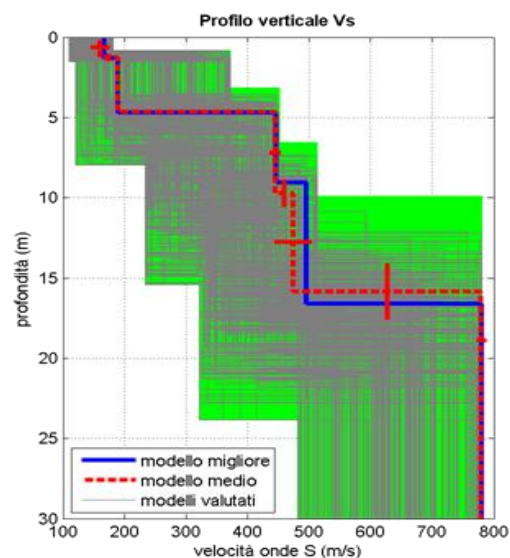
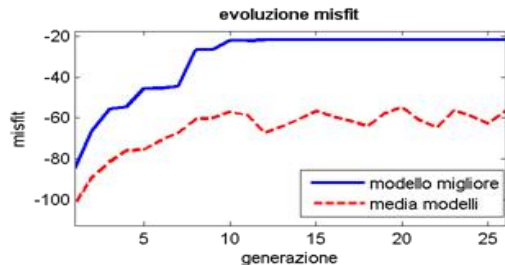
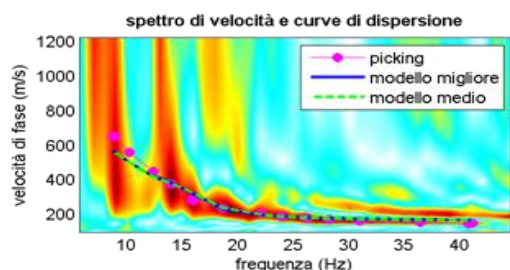
VS5 del modello migliore: 208 m/s

VS20 del modello medio: 361 m/s

VS20 del modello migliore: 363 m/s

VS30 del modello medio: 440 m/s

**VS30 del modello migliore: 442 m/s**



**modello migliore VS30: 442 m/s**  
**modello medio VS30: 440 m/s**

## SONDAGGIO MASW MW8

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo
VS (m/s):	133.1164	261.216	665.3605
spessore (m):	1.8572	7.9906	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	263	529	1511
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.73	1.90	2.15
Rapporto VP/VS:	1.98	2.03	2.27
Modulo di Poisson:	0.33	0.34	0.38
Modulo di Young (MPa):	81	347	2629
Modulo di Taglio (MPa):	31	129	953
Costante di Lamé (MPa):	59	273	3013
Modulo di compressione (MPa):	79	359	3648

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 36 m

VS5 del modello medio: 184 m/s

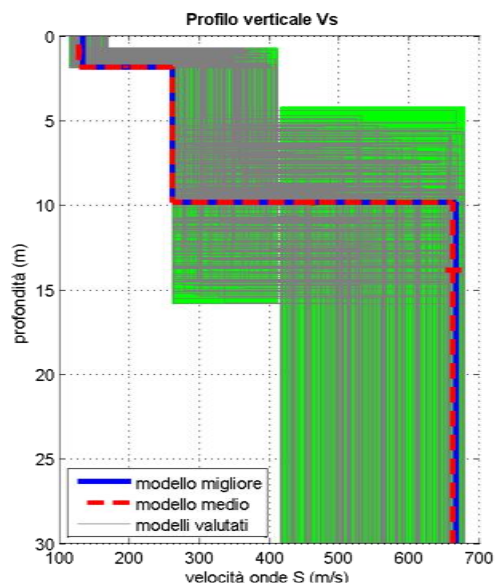
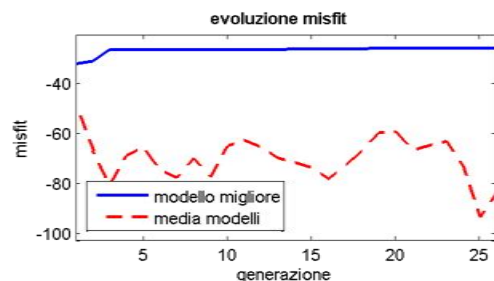
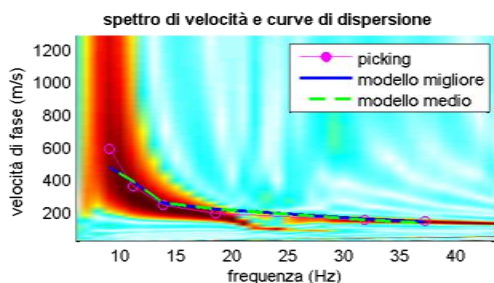
VS5 del modello migliore: 188 m/s

VS20 del modello medio: 331 m/s

VS20 del modello migliore: 334 m/s

VS30 del modello medio: 397 m/s

**VS30 del modello migliore: 401 m/s**



**modello migliore VS30: 401 m/s**

**modello medio VS30: 397 m/s**

## SONDAGGIO MASW MW9

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo
VS (m/s):	173.5591	356.1317	661.21
spessore (m):	1.0648	4.4022	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	343	777	1504
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.80	1.99	2.15
Rapporto VP/VS:	1.97	2.18	2.28
Modulo di Poisson:	0.33	0.37	0.38
Modulo di Young (MPa):	144	691	2597
Modulo di Taglio (MPa):	54	253	941
Costante di Lamé (MPa):	103	698	2989
Modulo di compressione (MPa):	139	866	3616

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 37 m

VS5 del modello medio: 290 m/s

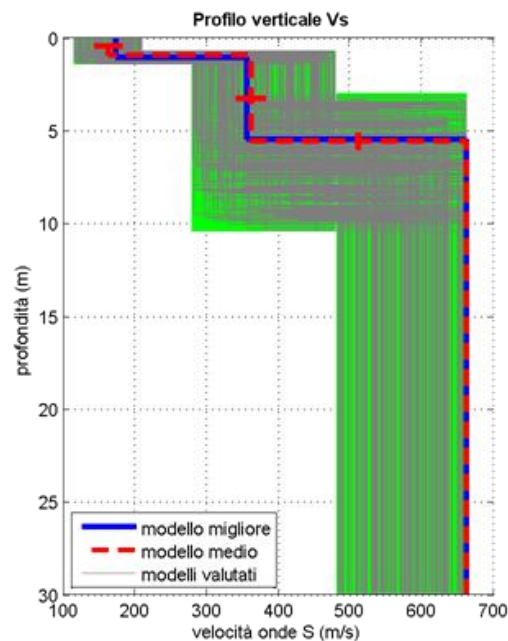
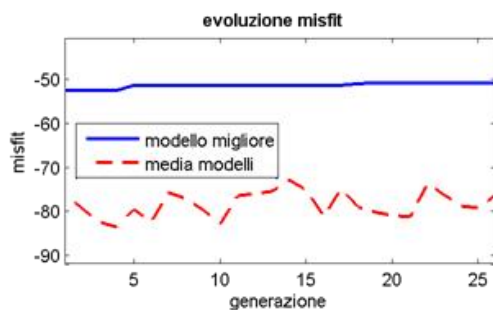
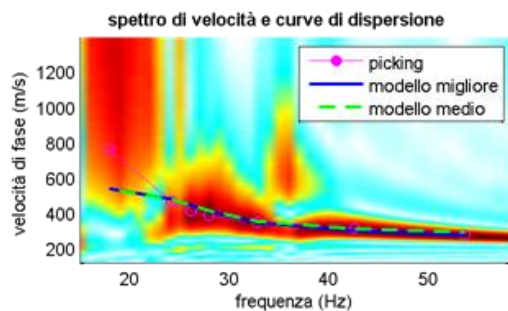
VS5 del modello migliore: 176 m/s

VS20 del modello medio: 494 m/s

VS20 del modello migliore: 494 m/s

VS30 del modello medio: 540 m/s

**VS30 del modello migliore: 540 m/s**



**modello migliore VS30: 540 m/s**  
**modello medio VS30: 540 m/s**



## SONDAGGIO MASW MW10

Sismostrato:	Primo	Secondo	Terzo	quarto
VS (m/s):	165.154	397.1772	420.6031	700.0788
spessore (m):	1.0811	6.2755	6.7127	

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della VP (m/s):	374	905	927	1374
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.82	2.03	2.04	2.13
Rapporto VP/VS:	2.27	2.28	2.20	1.96
Modulo di Poisson:	0.38	0.38	0.37	0.32
Modulo di Young (MPa):	136	883	989	2767
Modulo di Taglio (MPa):	49	320	361	1044
Costante di Lamé (MPa):	155	1023	1028	1935
Modulo di compressione (MPa):	188	1236	1268	2631

Massima Profondità di Penetrazione in Approssimazione "Steady State Rayleigh Method": 38 m

VS5 del modello medio: 311 m/s

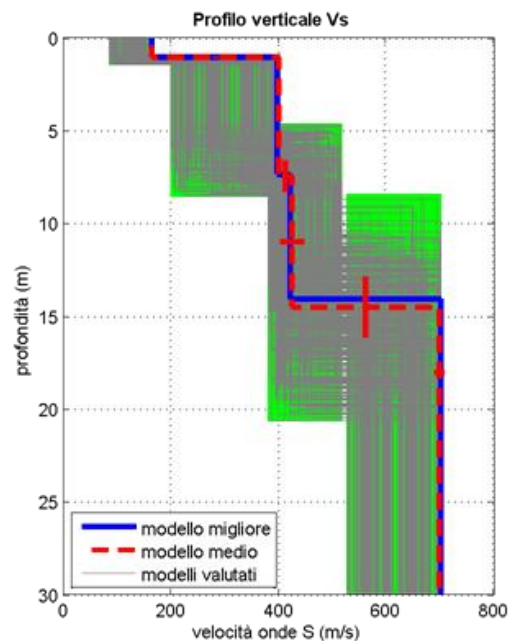
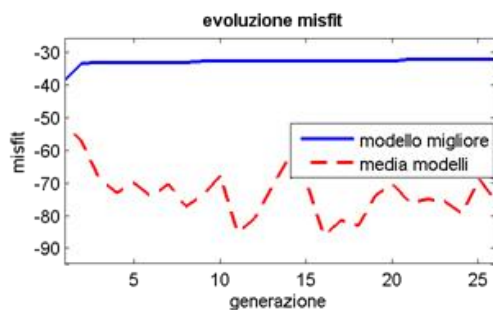
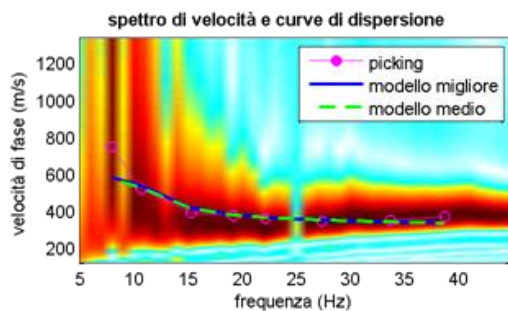
VS5 del modello migliore: 310 m/s

VS20 del modello medio: 426 m/s

VS20 del modello migliore: 428 m/s

VS30 del modello medio: 490 m/s

**VS30 del modello migliore: 491 m/s**



**modello migliore VS30: 491 m/s**  
**modello medio VS30: 490 m/s**

In relazione alle NTC 2018, l'assenza di un substrato con Vs maggiore di 800 m/s verificata in tutti i sondaggi, è stato effettuato il calcolo delle Vs30. (Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio VS,eq è definita dal parametro VS,30, ottenuto ponendo H=30m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità).

Il parametro Vs30 rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante la seguente formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove hi e Vi indicano rispettivamente lo spessore iesimo in metri e la velocità delle onde di taglio i – esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri.

Nel sito in questione, sulla base del profilo delle onde di taglio elaborato, attraverso la curva di dispersione ottenuta si ottiene il valore riportato in tabella:

<b>Prospezione sismica</b>	<b>Vs30 (m/s)</b>	<b>Categoria Sottosuolo di Fondazione</b> (D.M. 17 gennaio 2018)
<b>MASW S1</b>	<b>[332]</b>	<b>C</b>
<b>MASW S2</b>	<b>[441]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S3</b>	<b>[451]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S4</b>	<b>[467]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S5</b>	<b>[469]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S6</b>	<b>[316]</b>	<b>C</b>
<b>MASW S7</b>	<b>[442]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S8</b>	<b>[401]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S9</b>	<b>[540]</b>	<b>B</b>
<b>MASW S10</b>	<b>[491]</b>	<b>B</b>

Tab. 1 – Categoria Sottosuolo ottenuta dalle prospezioni sismiche MASW effettuate.

ORTOFOTO CON UBICAZIONE INDAGINI MASW MW





## ALLEGATO FOTOGRAFICO MASW







#### 4 - Indagini di sismica passiva a stazione singola (HVSR)

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera. Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali (intesi come fenomeni atmosferici, vento pioggia) sia all'azione antropica (traffico veicolare, acuedotti).

E' stato utilizzato un tromografo "ECHO TROMO-3" (Ambrogeo®) dotato di geofono tridirezionale frequenza propria 4,5Hz; la rilevazione è stata effettuata nelle aree adiacenti i fabbricati del ex mattatoio, come è possibile evincere dalla planimetria allegata.

Successivamente i dati relativi alla misura sono stati elaborati tramite il software dedicato con un processing che ha valutato l'affidabilità della curva ricavata, verificando se fossero rispettati i criteri riportati nelle linee guida del progetto europeo SESAME (Site EffectS assessment using Ambient Excitations, 2005).

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si effettua un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo 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.

Per una migliore analisi dell'areale, in accordo con la committenza, sono state eseguite 10 misurazioni con altrettante analisi strumentali. Si riportano di seguito le analisi dei dati di ciascun sondaggio.

## **HVSR 1**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 32

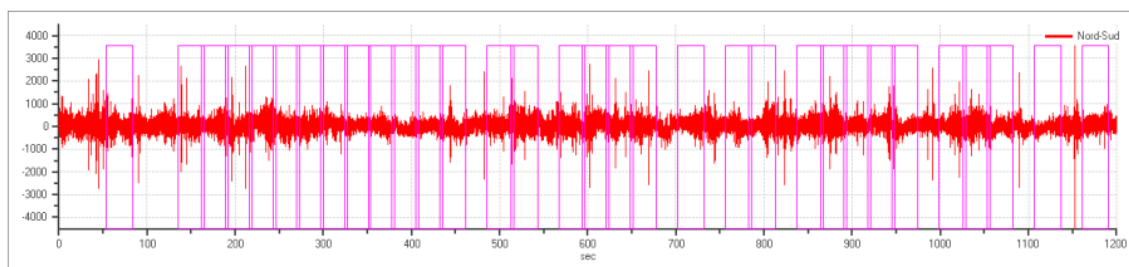
Numero finestre incluse nel calcolo: 27

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

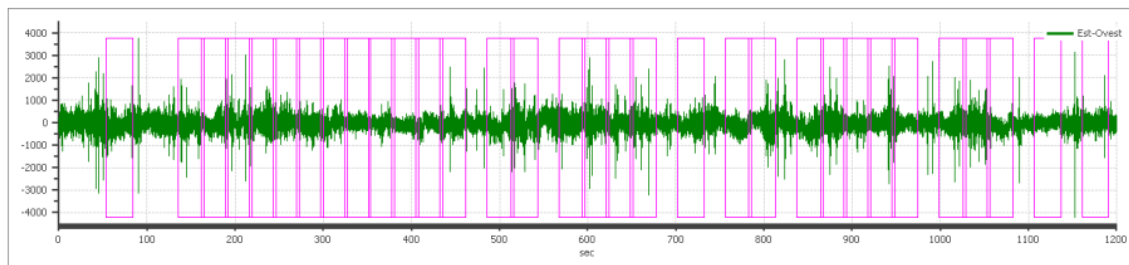
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

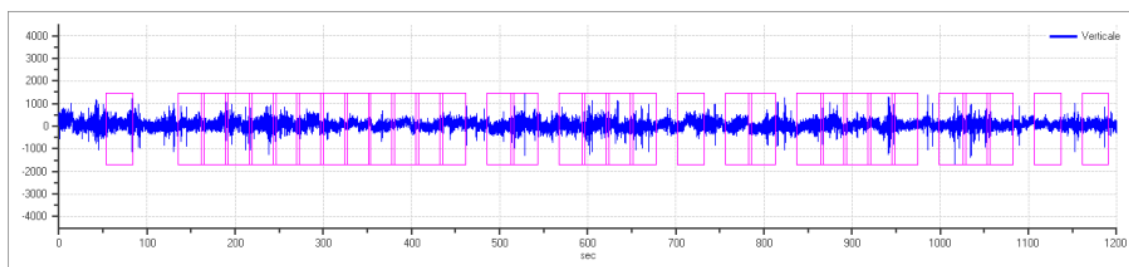
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



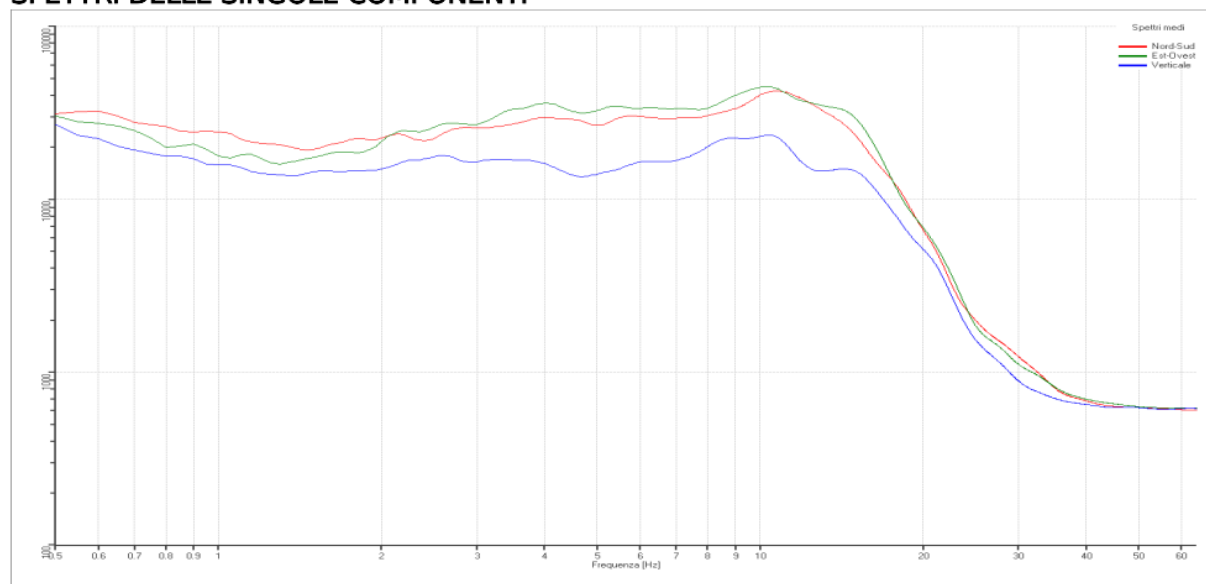
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi

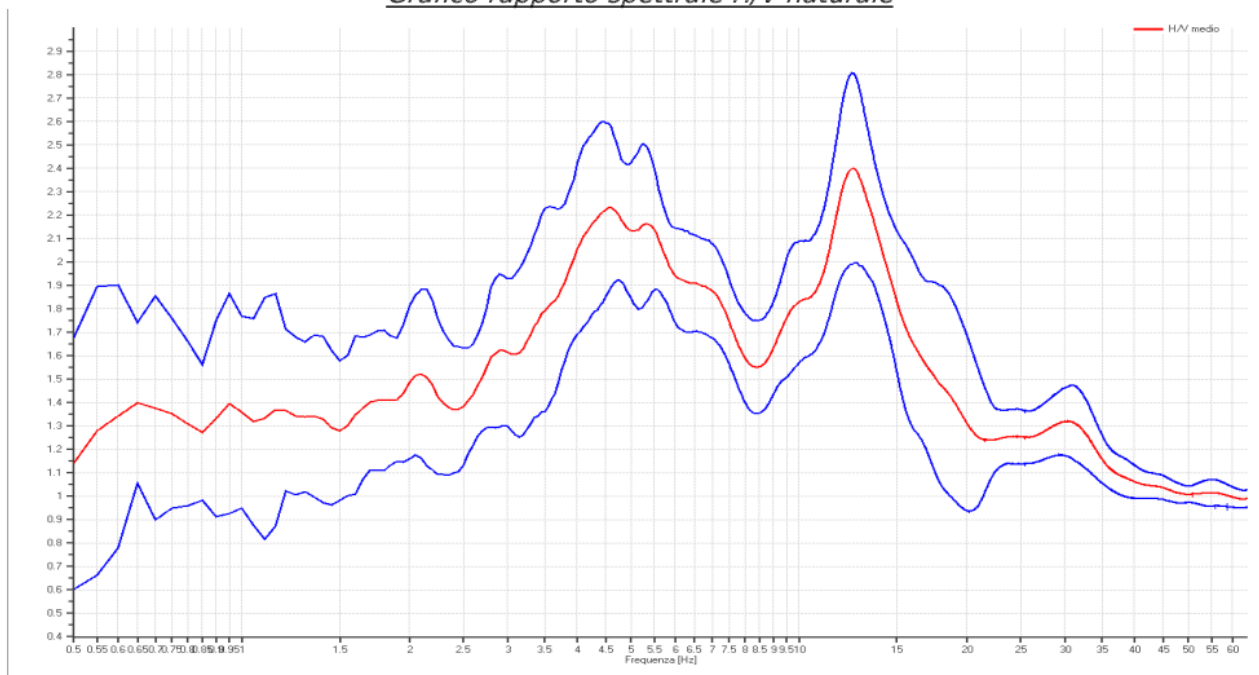
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

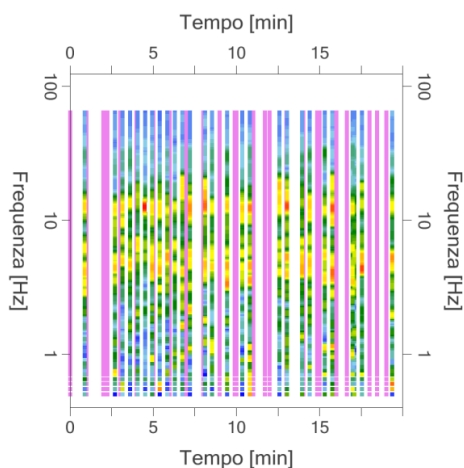
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

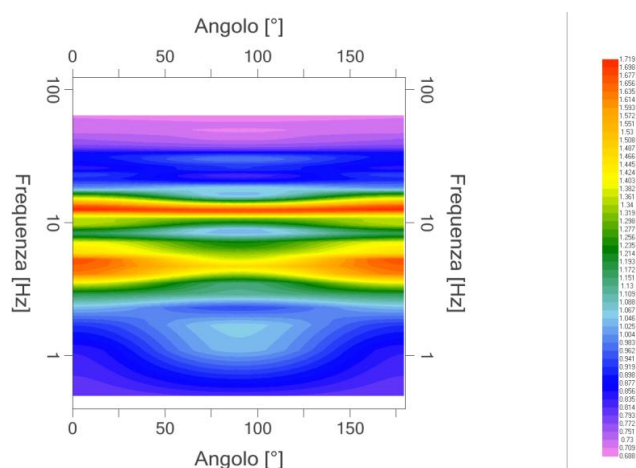
Frequenza del picco del rapporto H/V: 12.55 Hz  $\pm$  0.17 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $12.55 \pm 0.17$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

## Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

## Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

## **HVSR 2**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 32

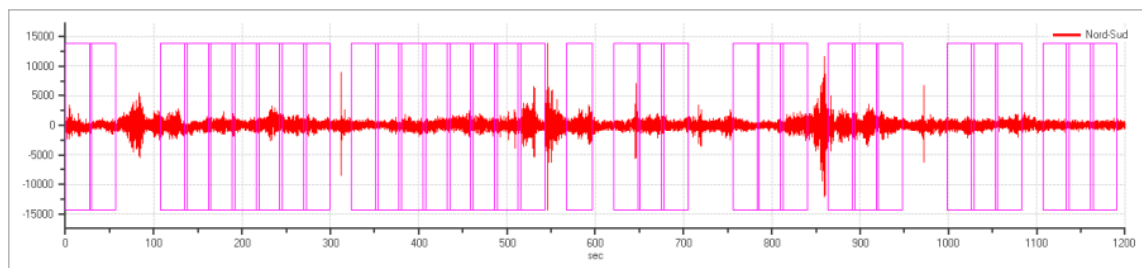
Numero finestre incluse nel calcolo: 27

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

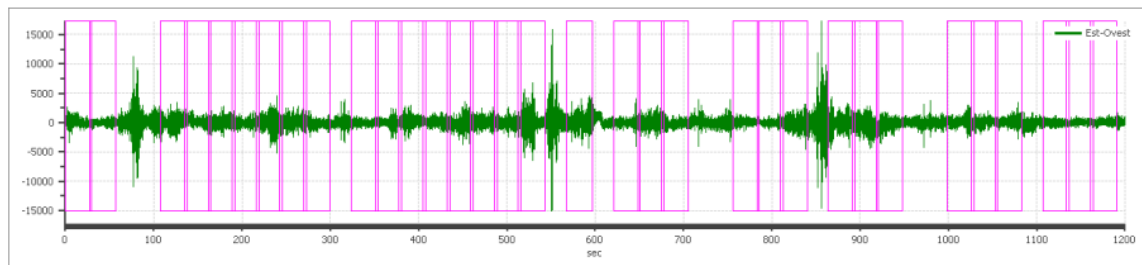
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

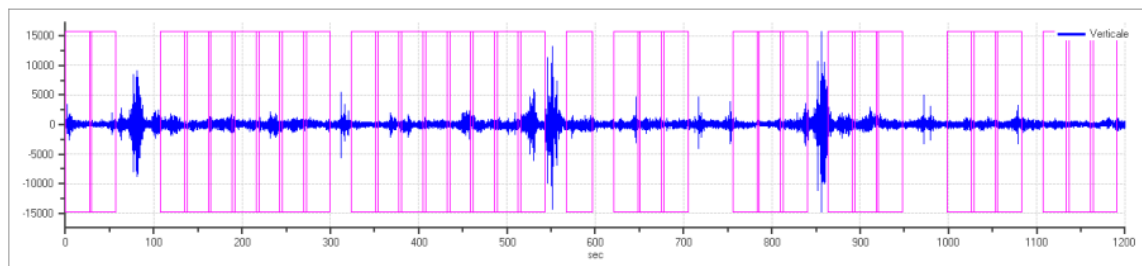
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

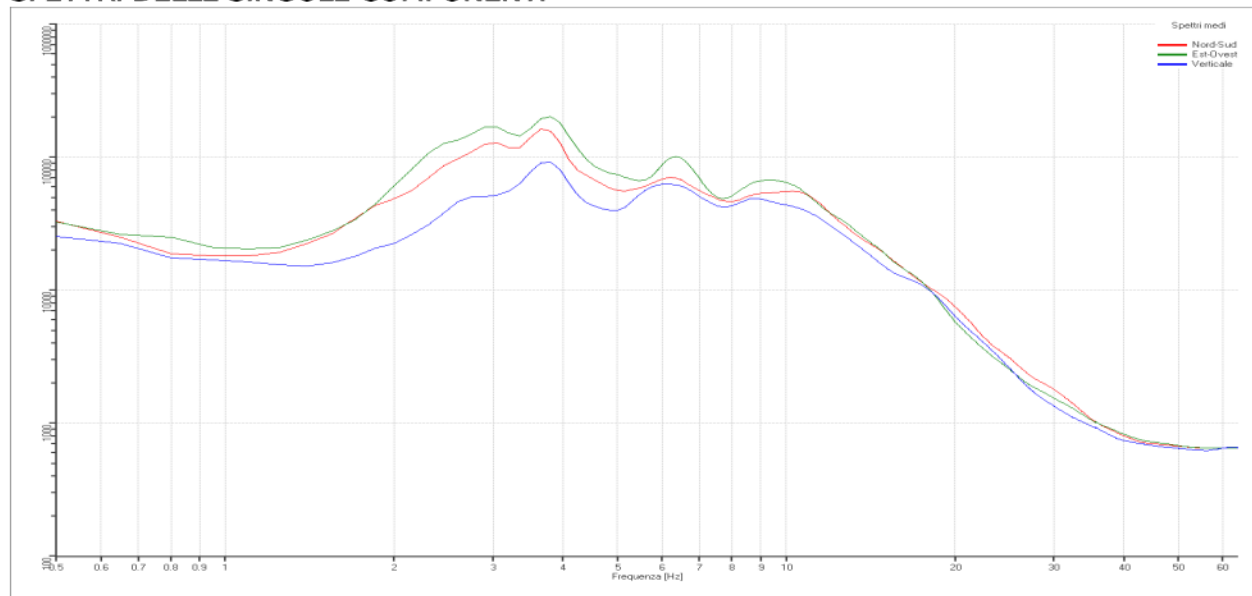


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi

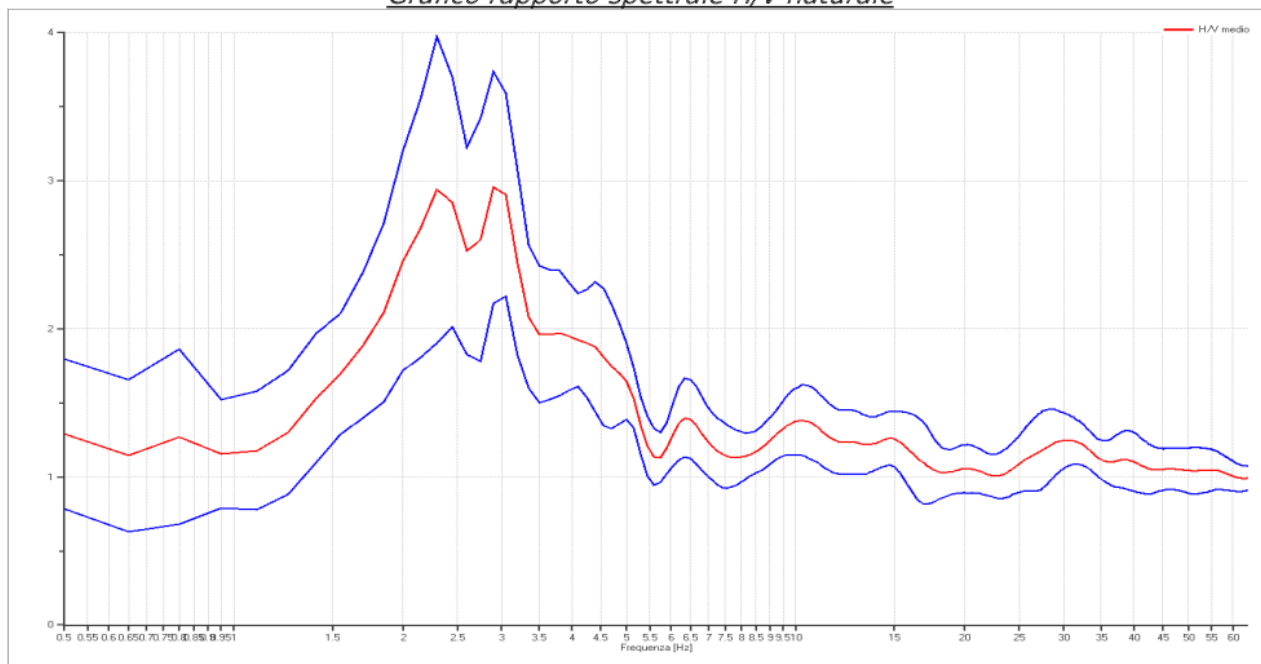
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media quadratica

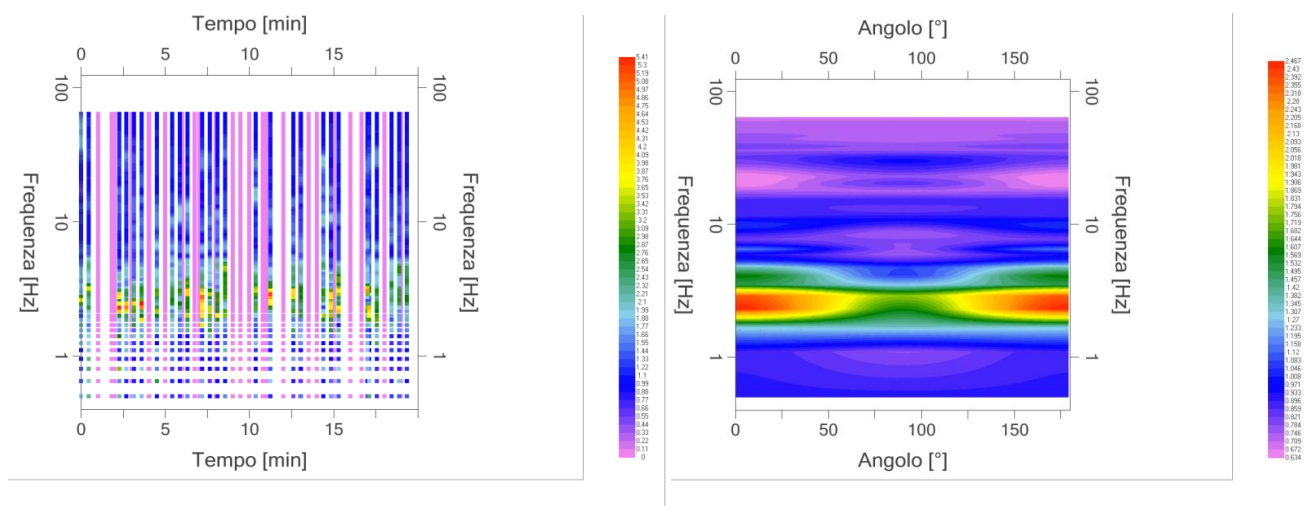
### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 2.90 Hz  $\pm$  0.26 Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale







Mappa della stazionarietà degli spettri

DIREZIONALITA' H/V

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.90 \pm 0.26$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]		
$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

\*I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V “non chiaro”. Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a un picco di origine stratigrafica.

### **HVSR 3**

**Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

**Finestre selezionate**

**Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 28

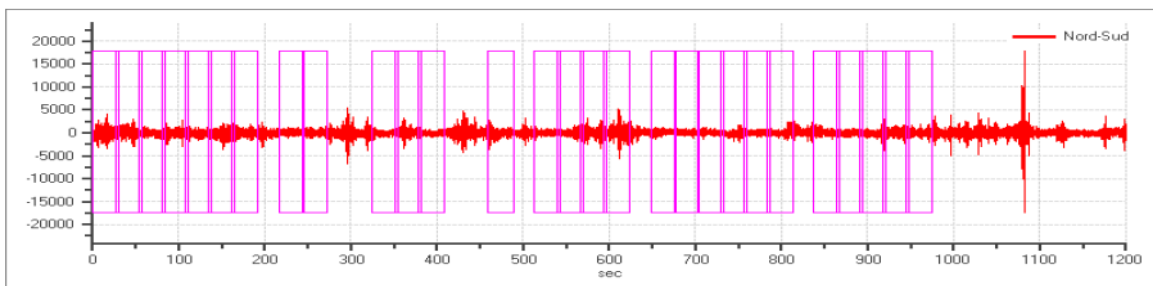
Numero finestre incluse nel calcolo: 25

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

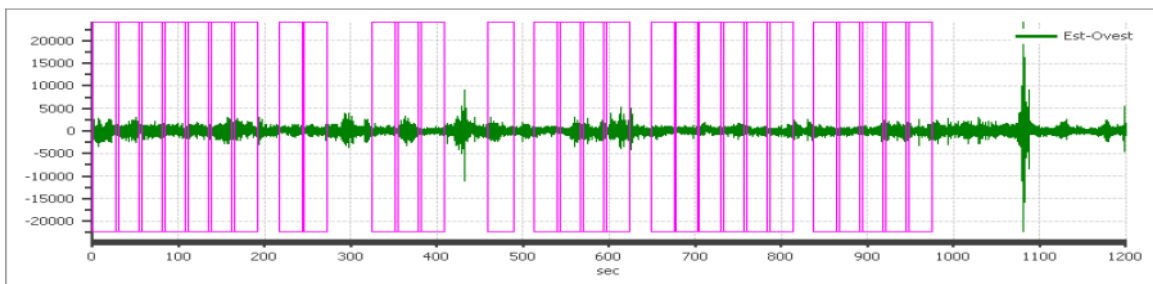
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

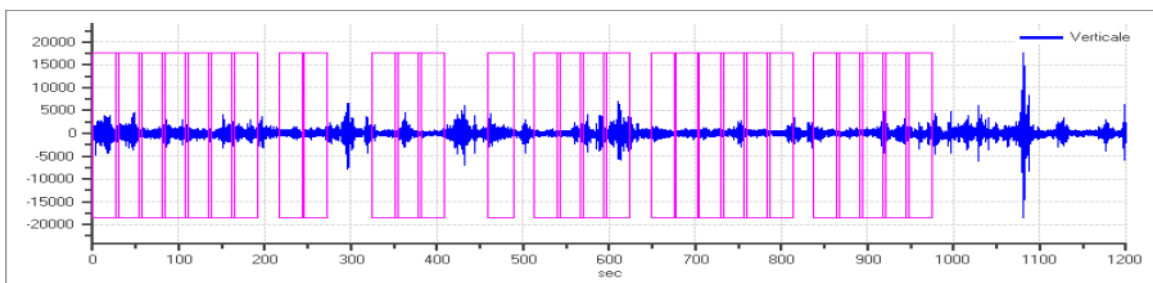
**Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

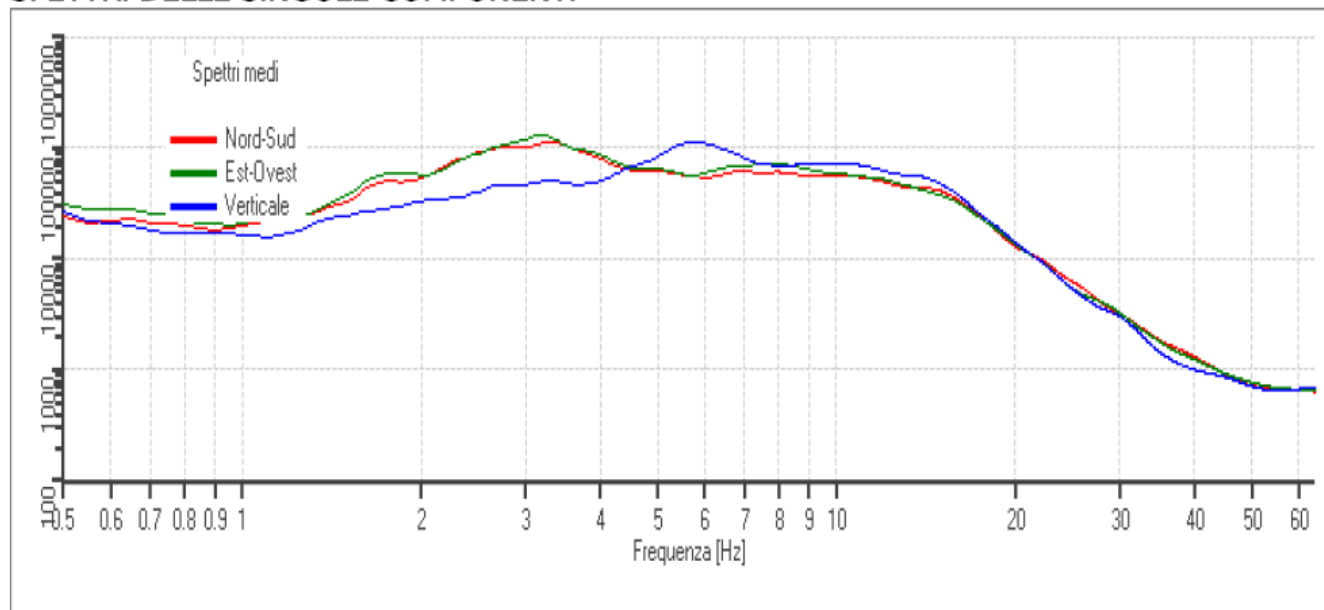


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

**Rapporto spettrale H/V**

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

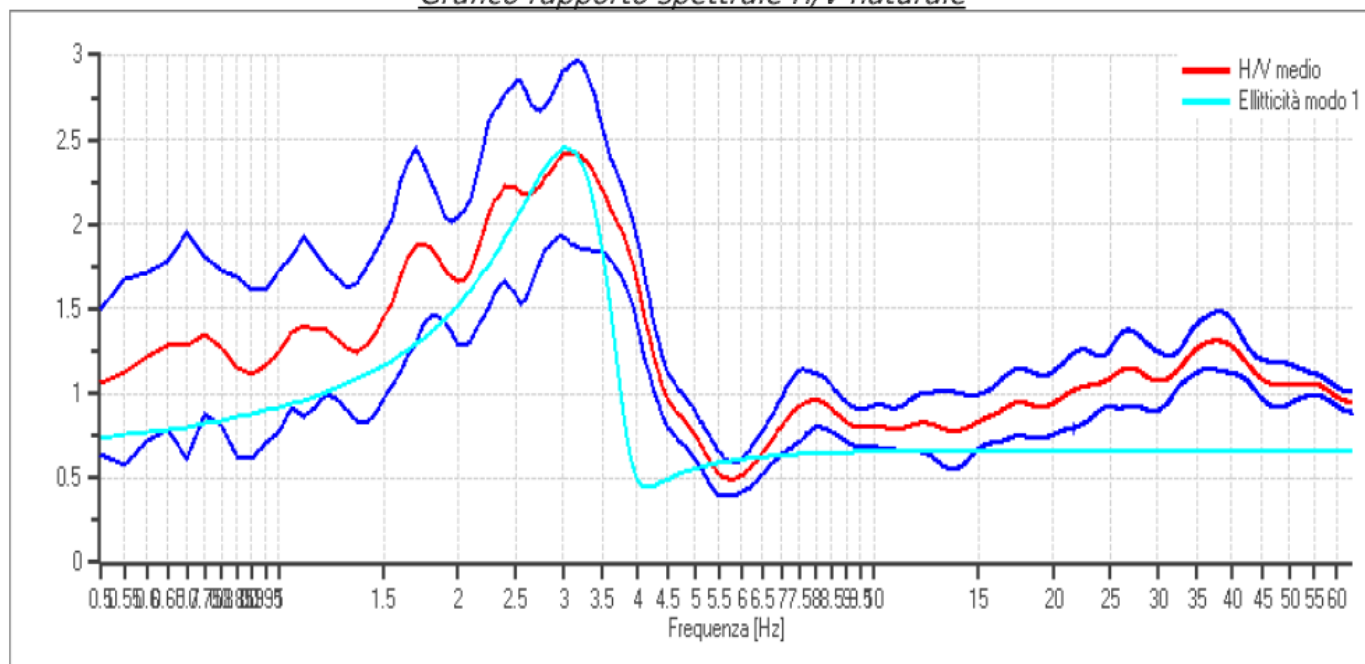
Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi

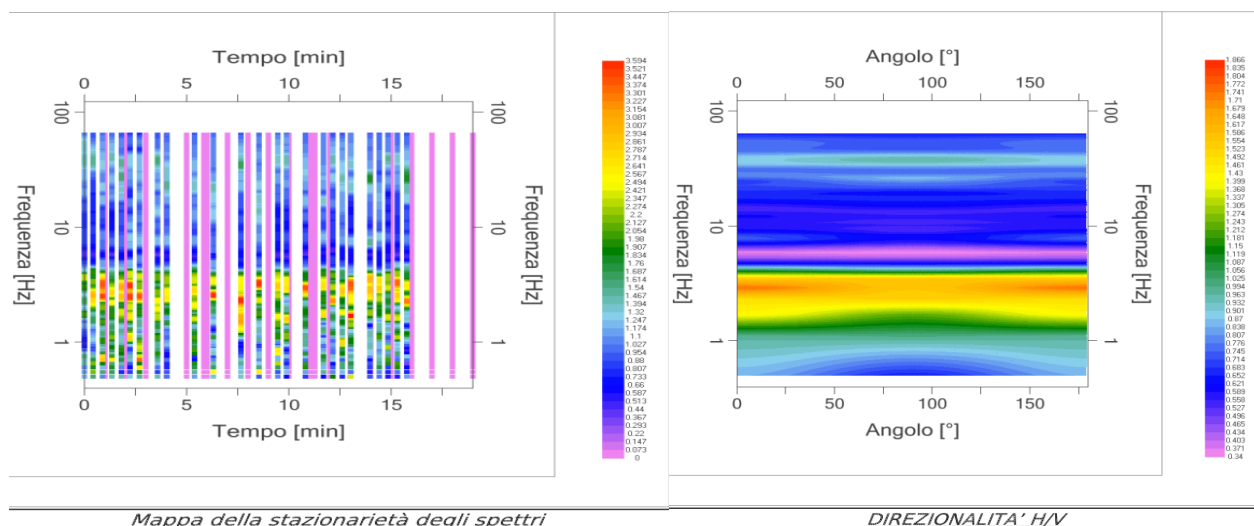
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media quadratica

**Risultati:**

Frequenza del picco del rapporto H/V: 3.15 Hz  $\pm$  0.23 Hz

Grafico rapporto spettrale H/V naturale



Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $3.15 \pm 0.23$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

#### Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

#### Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	



## **HVSR 4**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 31

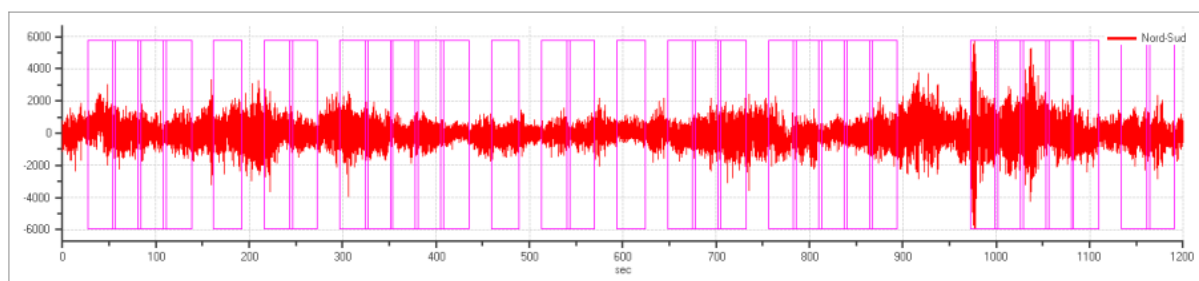
Numero finestre incluse nel calcolo: 24

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

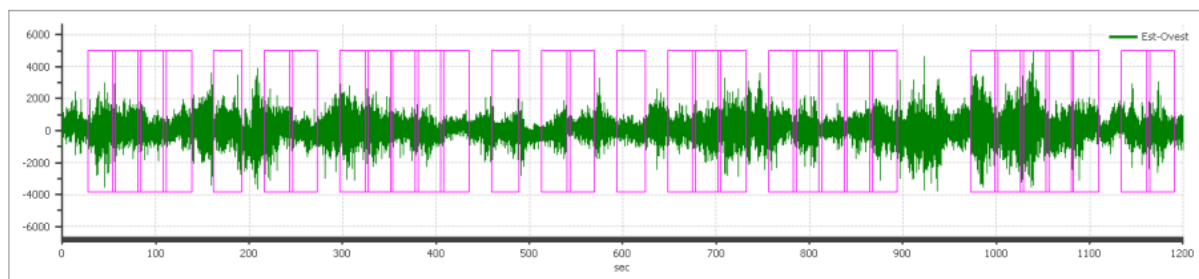
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

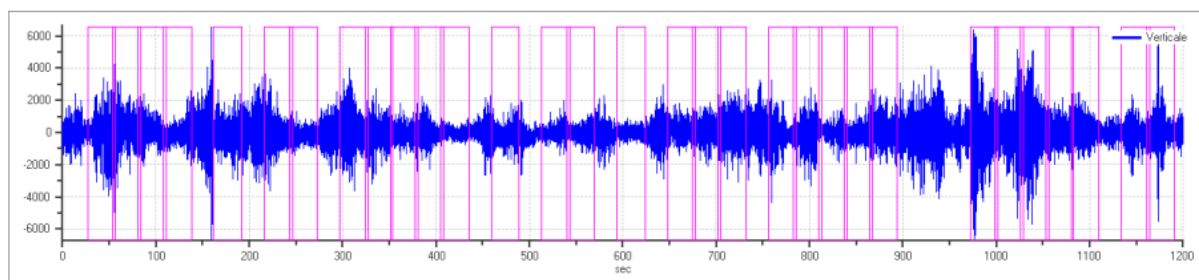
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

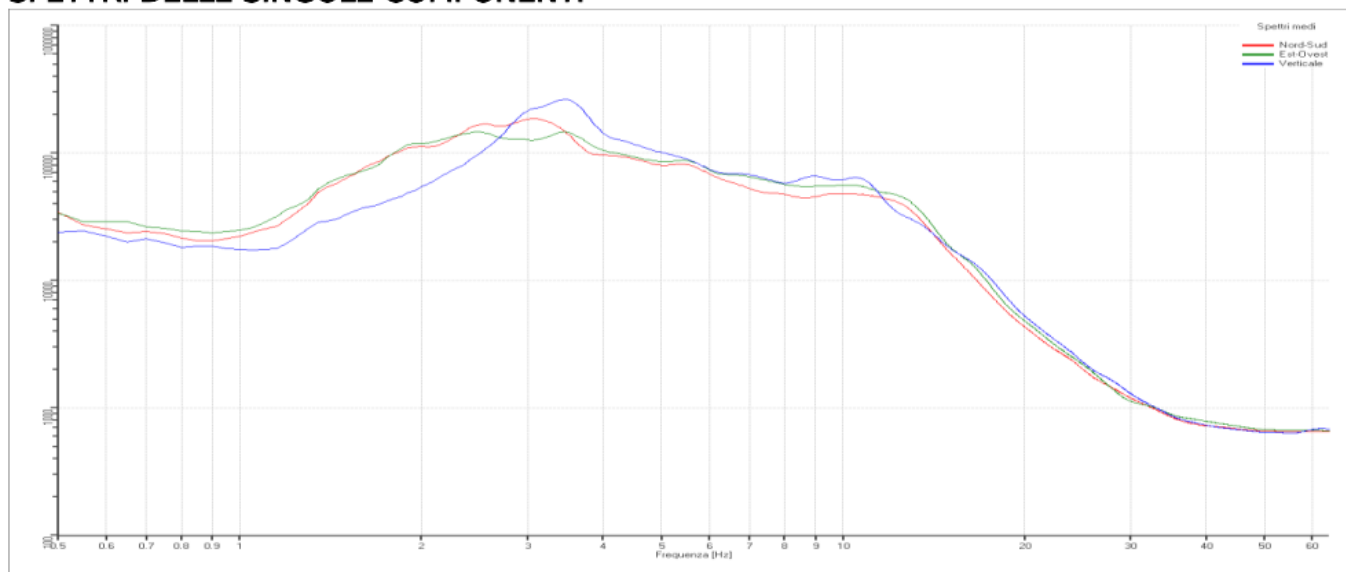


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento:: Konno & Ohmachi

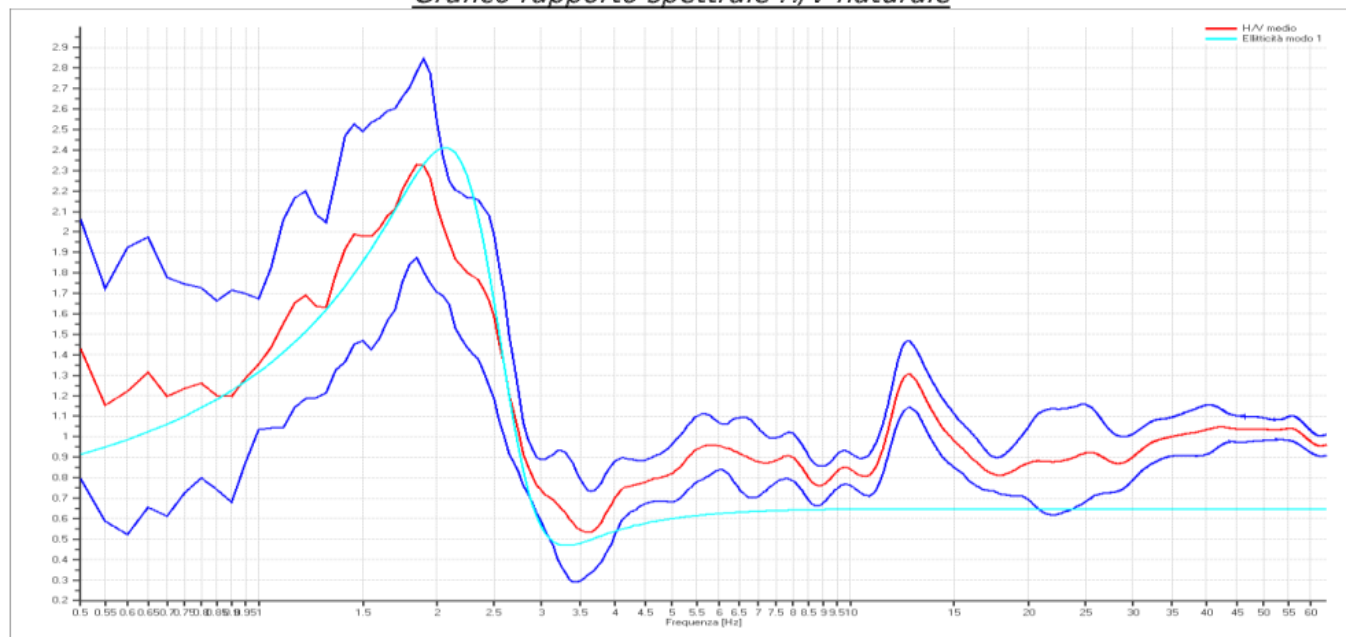
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

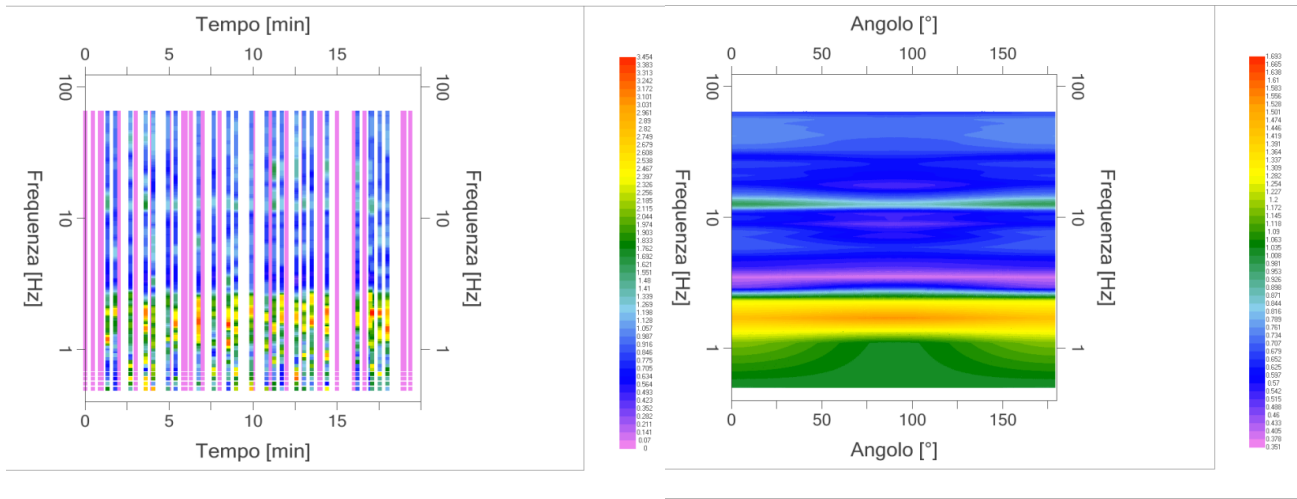
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 115 Hz  $\pm$  0.19Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappa della stazionarietà degli spettri

DIREZIONALITA' H/V

### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $1.85 \pm 0.193$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]		
$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

## **HVSR 5**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 32

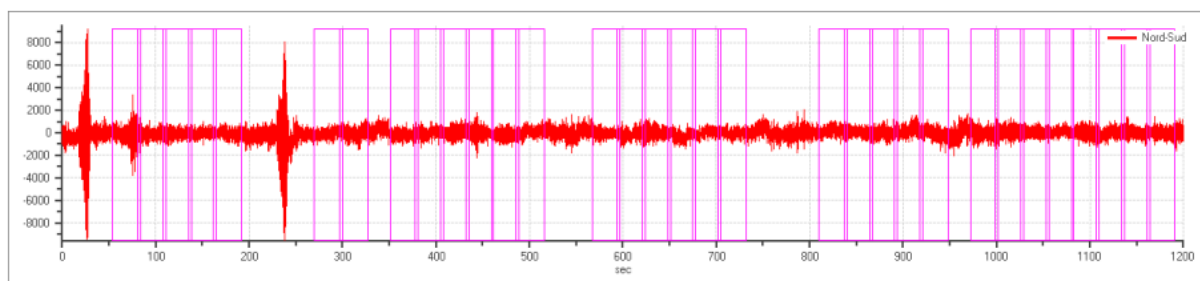
Numero finestre incluse nel calcolo: 30

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

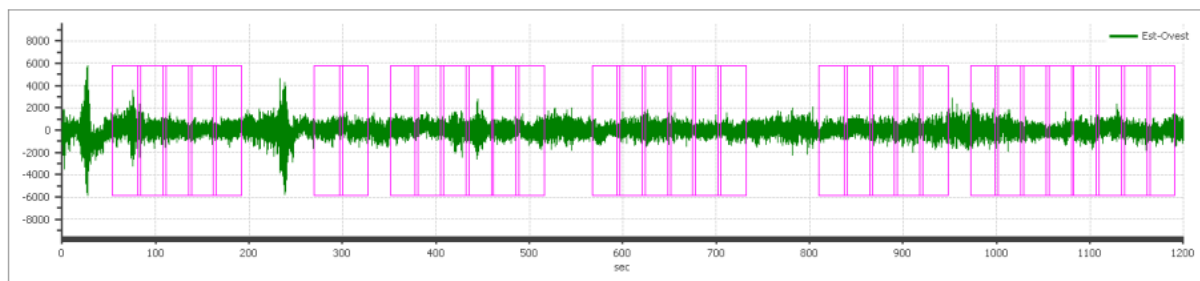
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

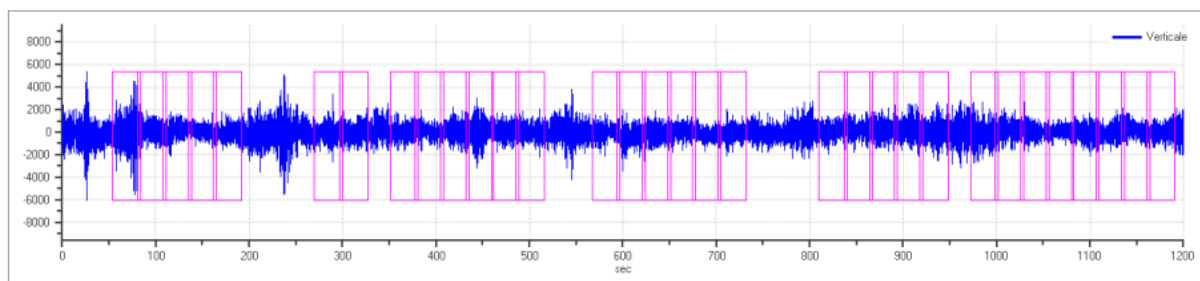
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



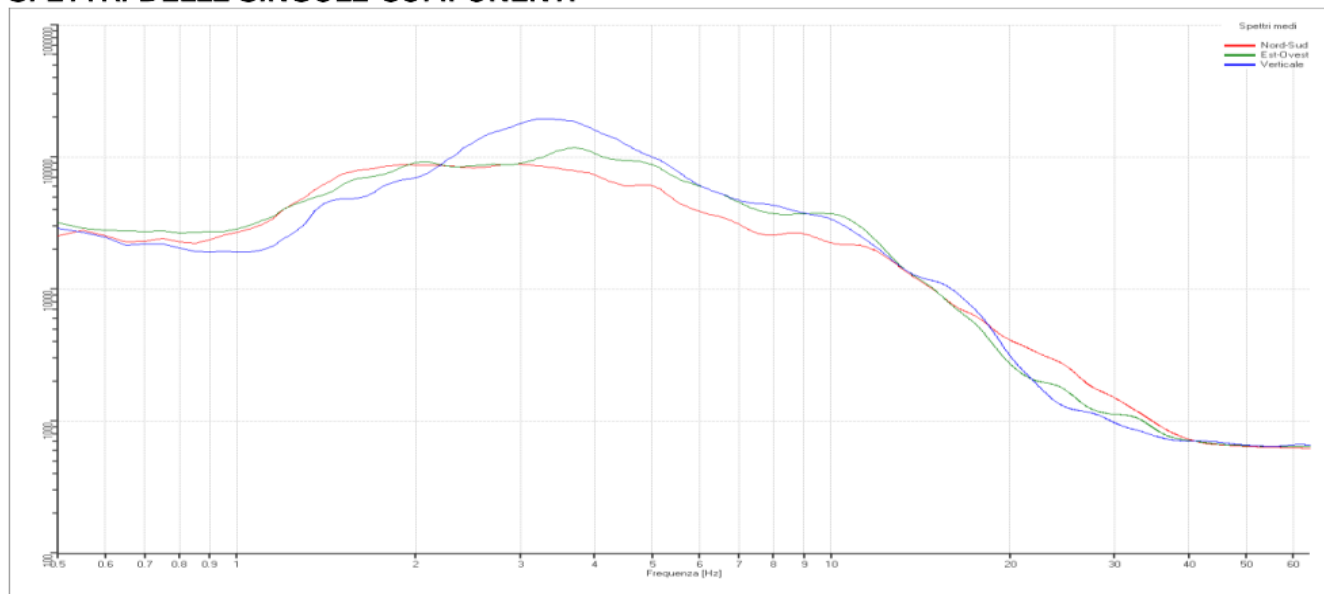
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

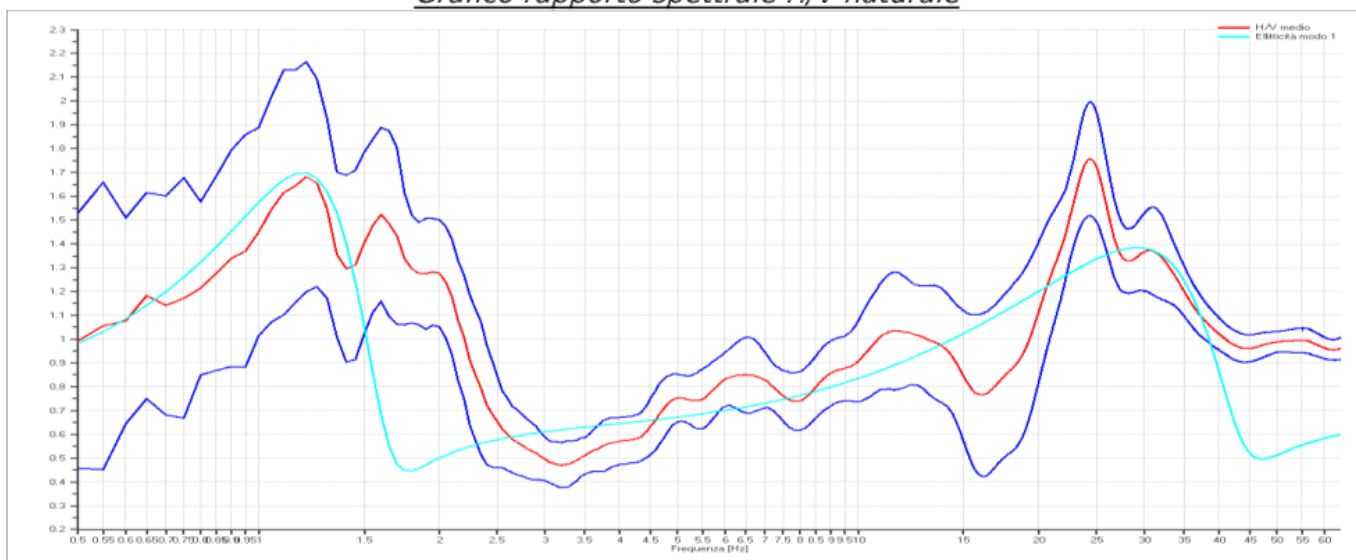
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

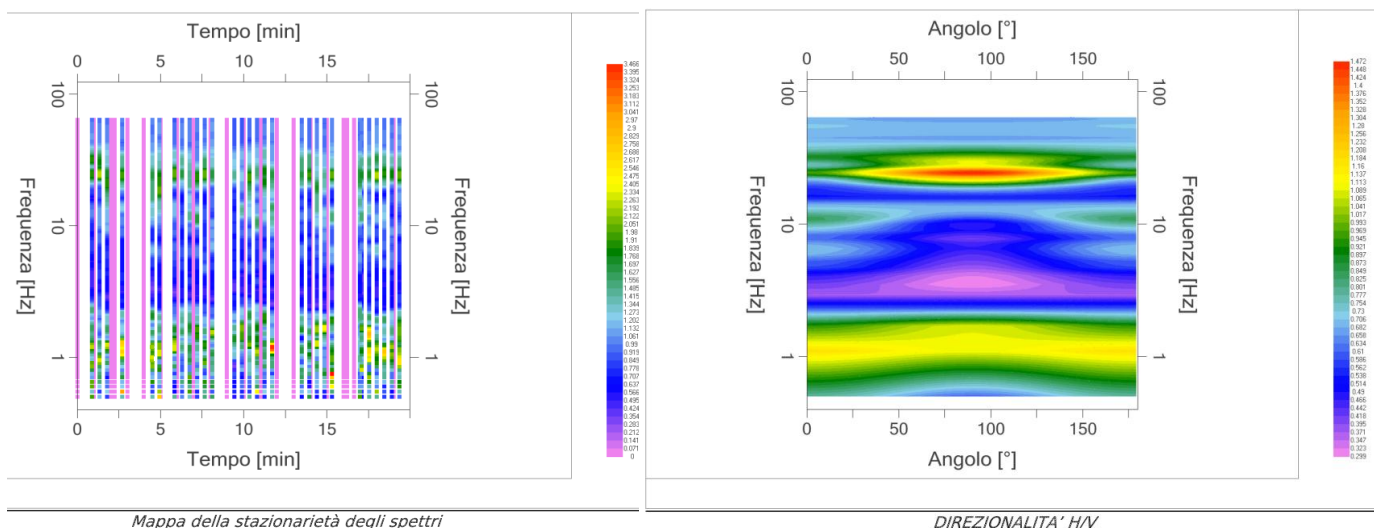
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 24.40 Hz  $\pm$  0.14Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $24.40 \pm 0.14$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro \***  
[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO	
$A_0 > 2$	NO	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

\*I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V “non chiaro”. Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a un picco di origine stratigrafica.

## **HVSR 6**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 30

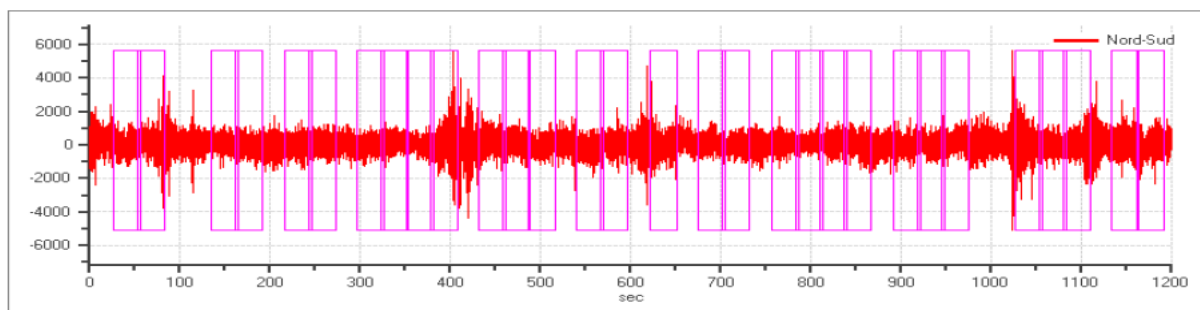
Numero finestre incluse nel calcolo: 27

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

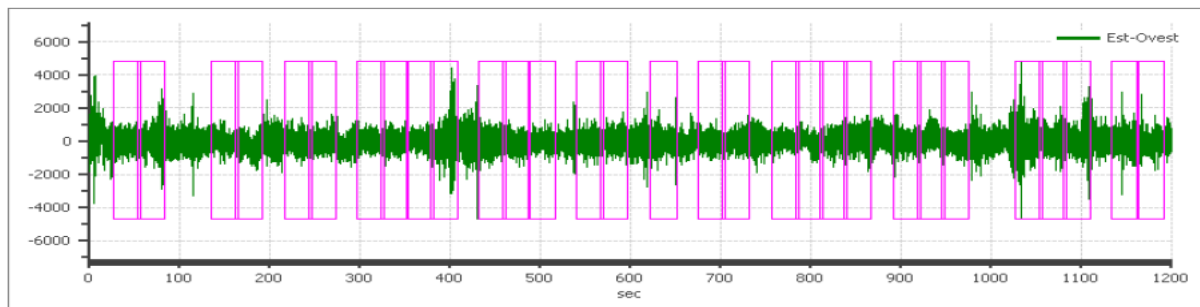
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

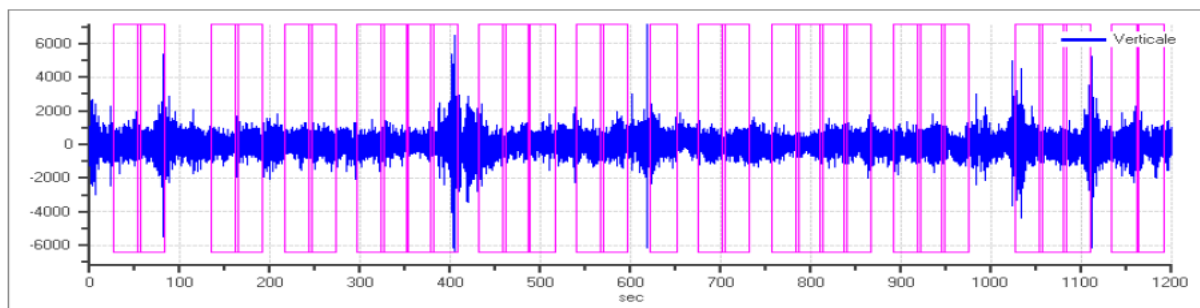
### **Tracce e finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

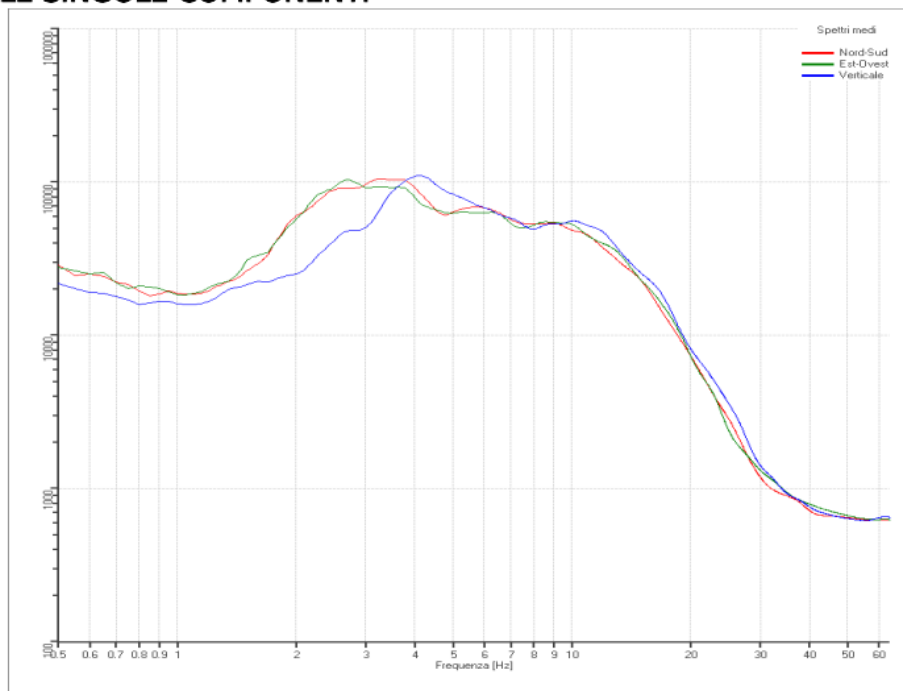


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

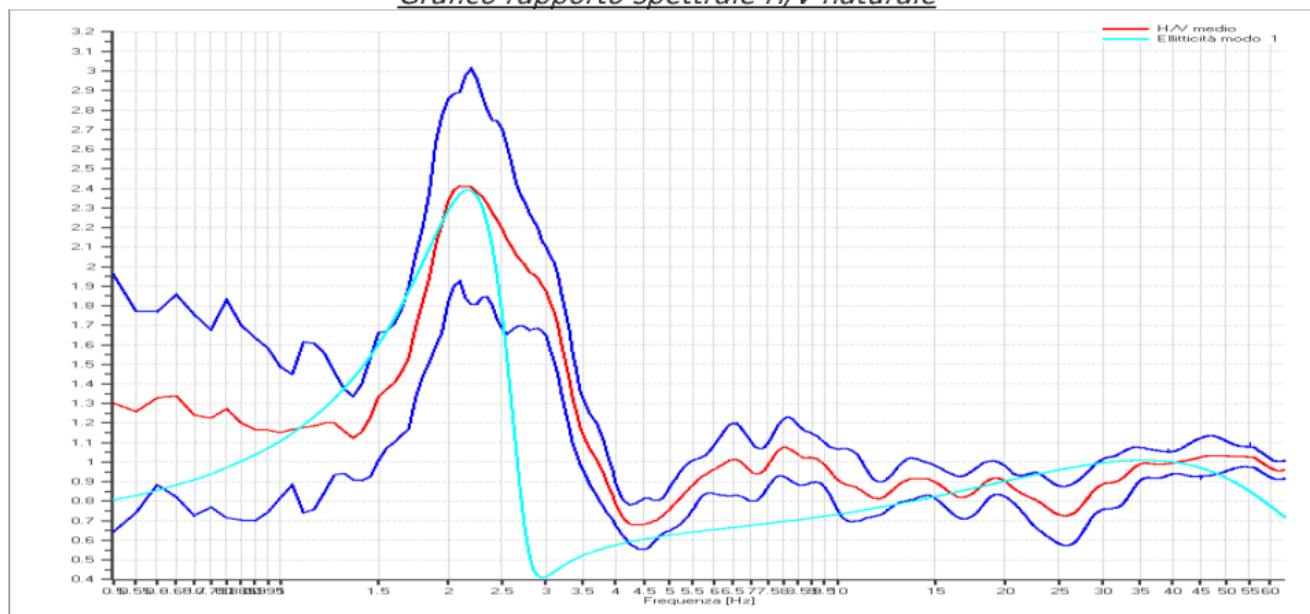
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media quadratica

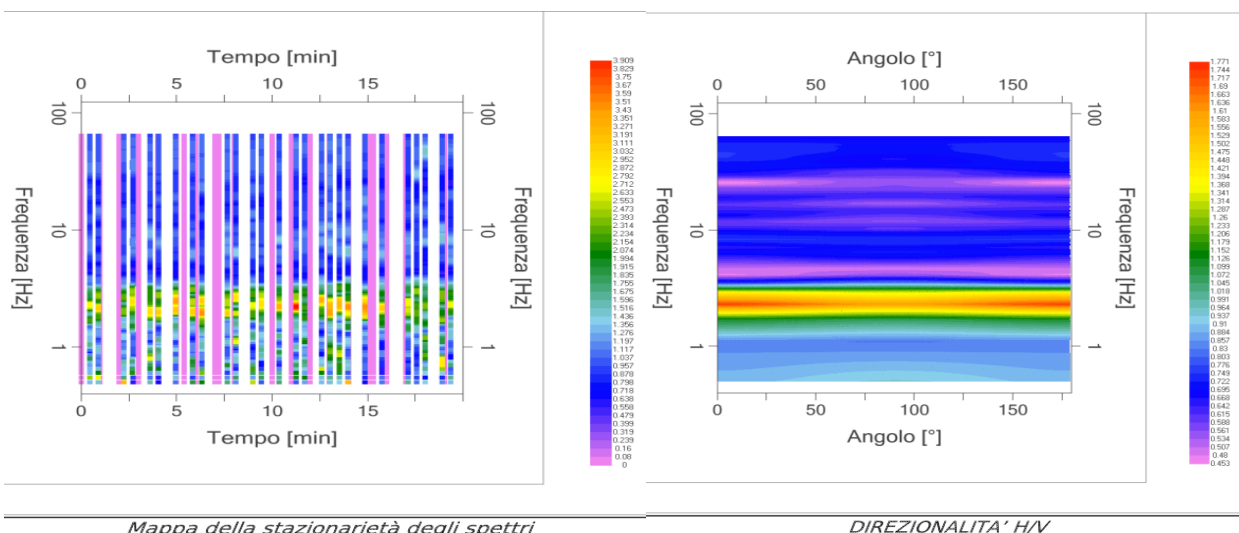
### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 24.40 Hz  $\pm$  0.14Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale







### Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.10 \pm 0.20$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

#### Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

#### Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

## **HVSR 7**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 35

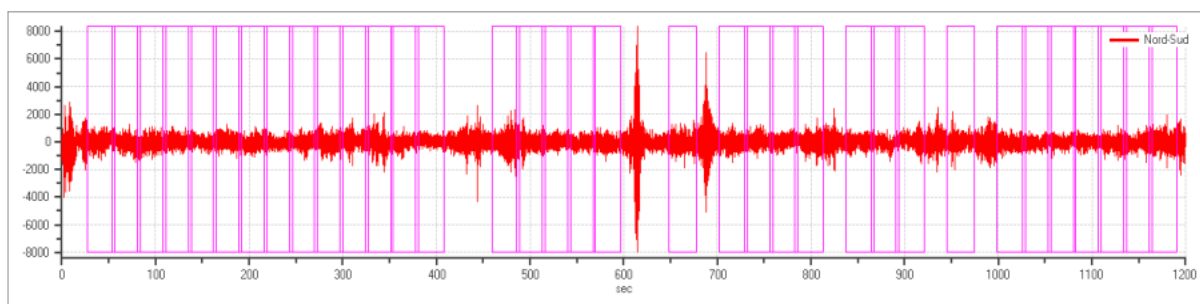
Numero finestre incluse nel calcolo: 34

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

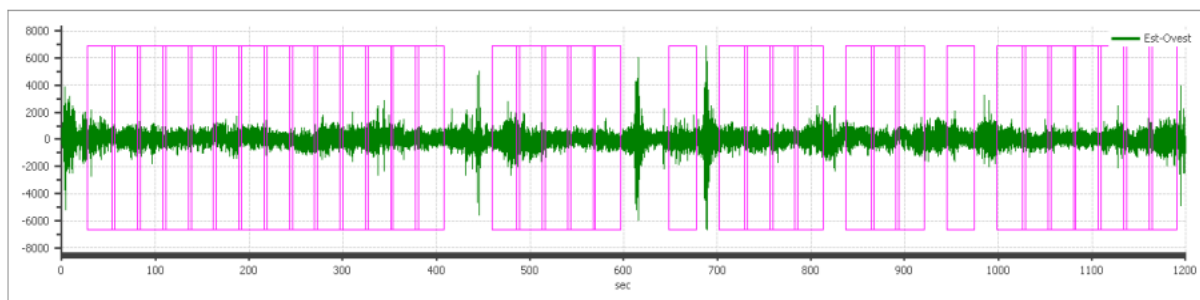
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

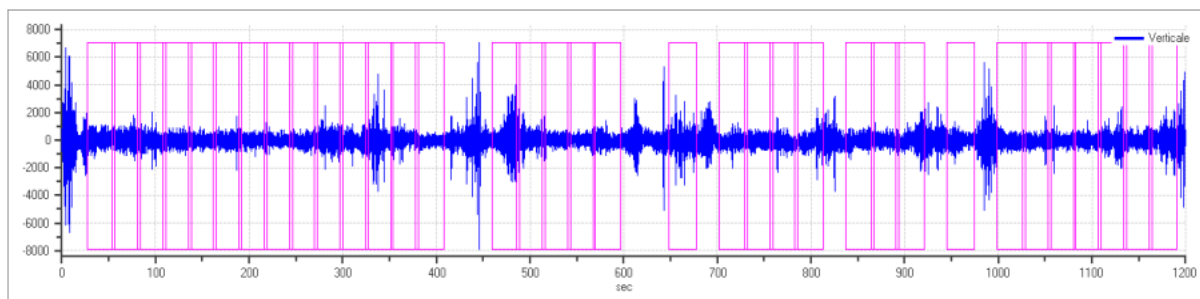
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

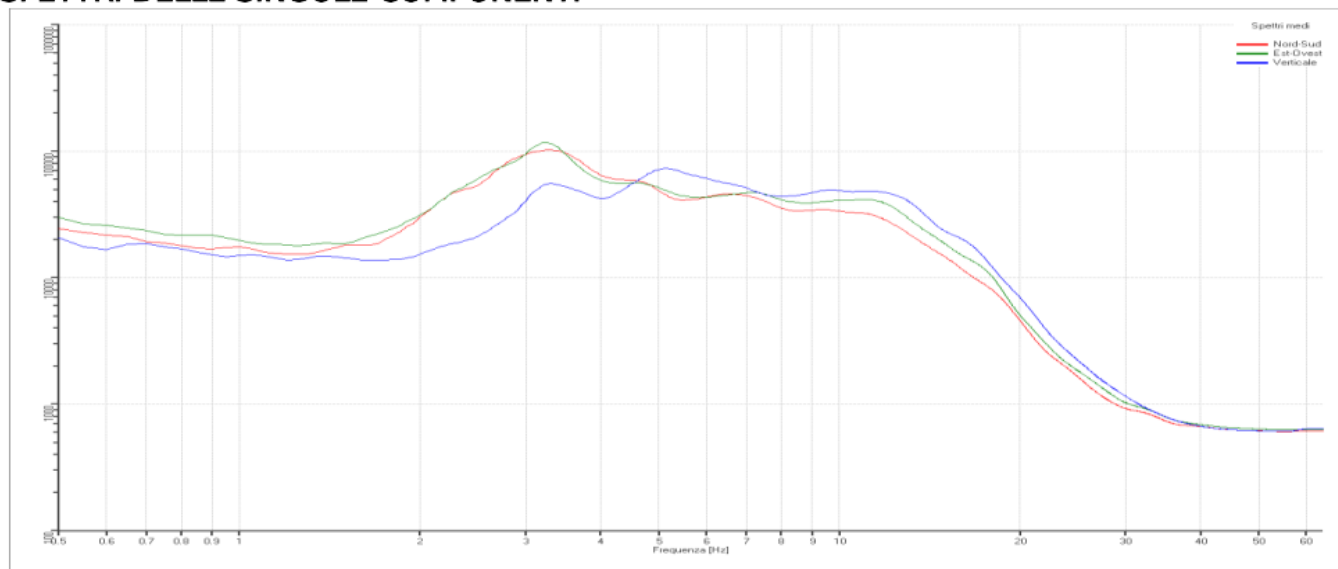


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento Konno & Ohmachi

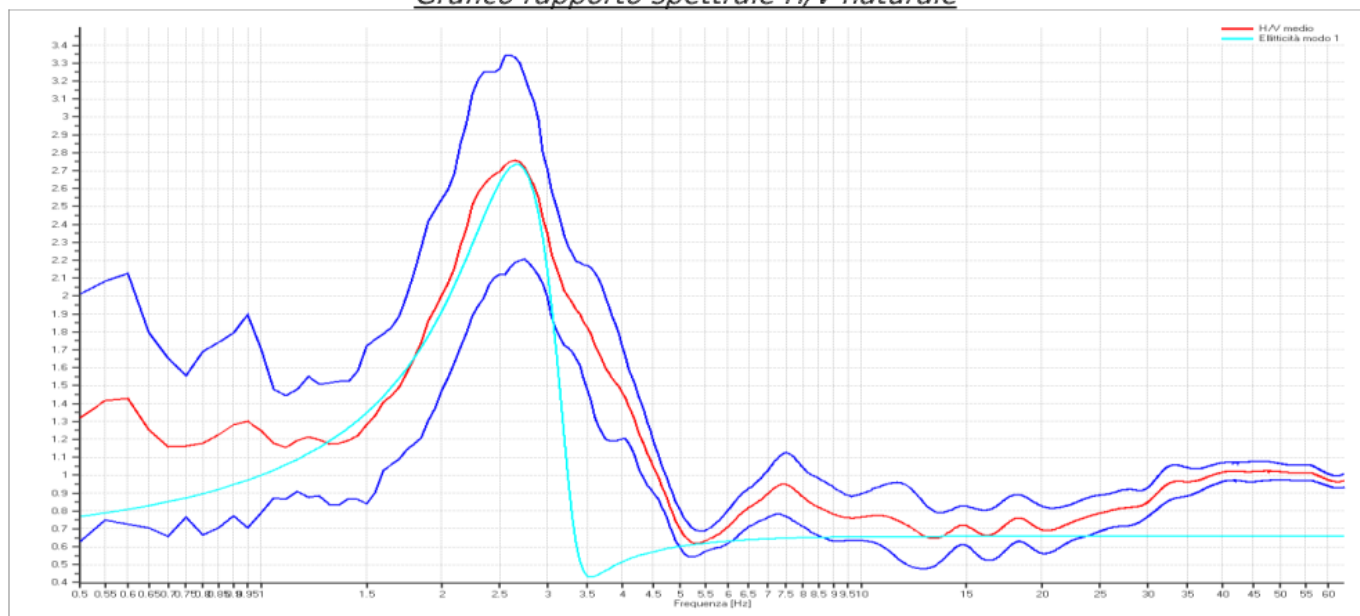
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

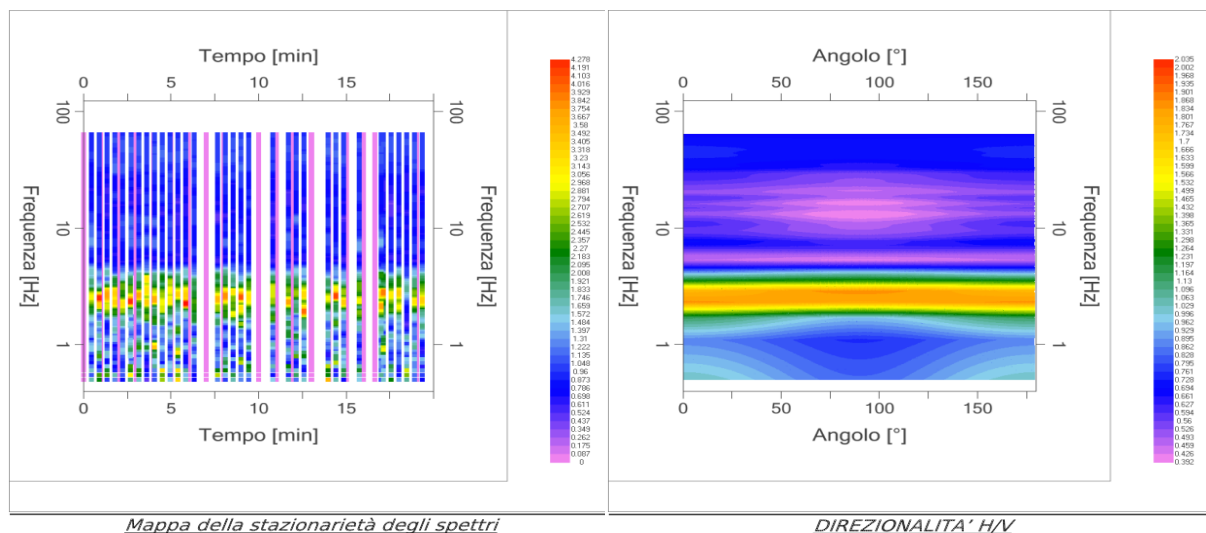
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $2.65 \text{ Hz} \pm 0.21 \text{ Hz}$

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $2.65 \pm 0.21$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

## Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

## Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	



## **HVSR 8**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 37

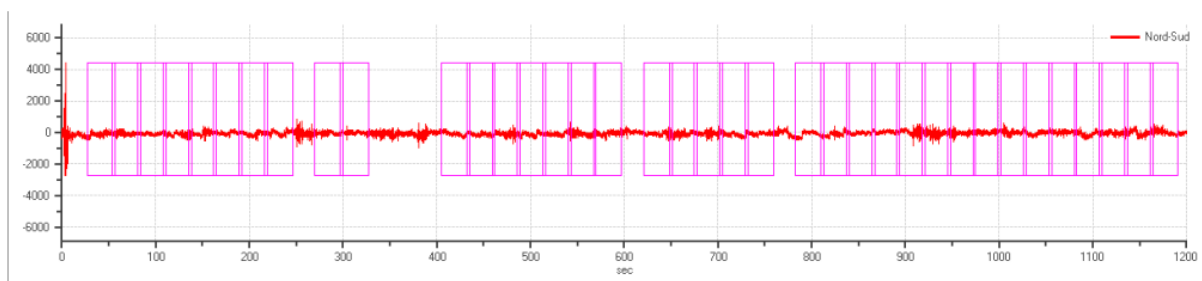
Numero finestre incluse nel calcolo: 33

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

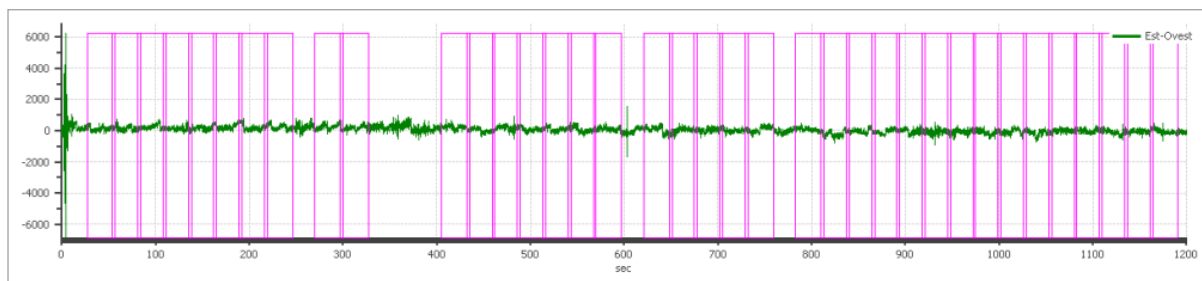
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

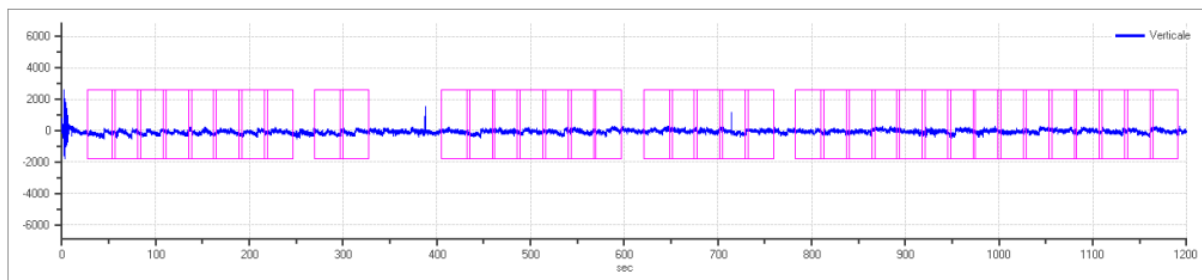
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

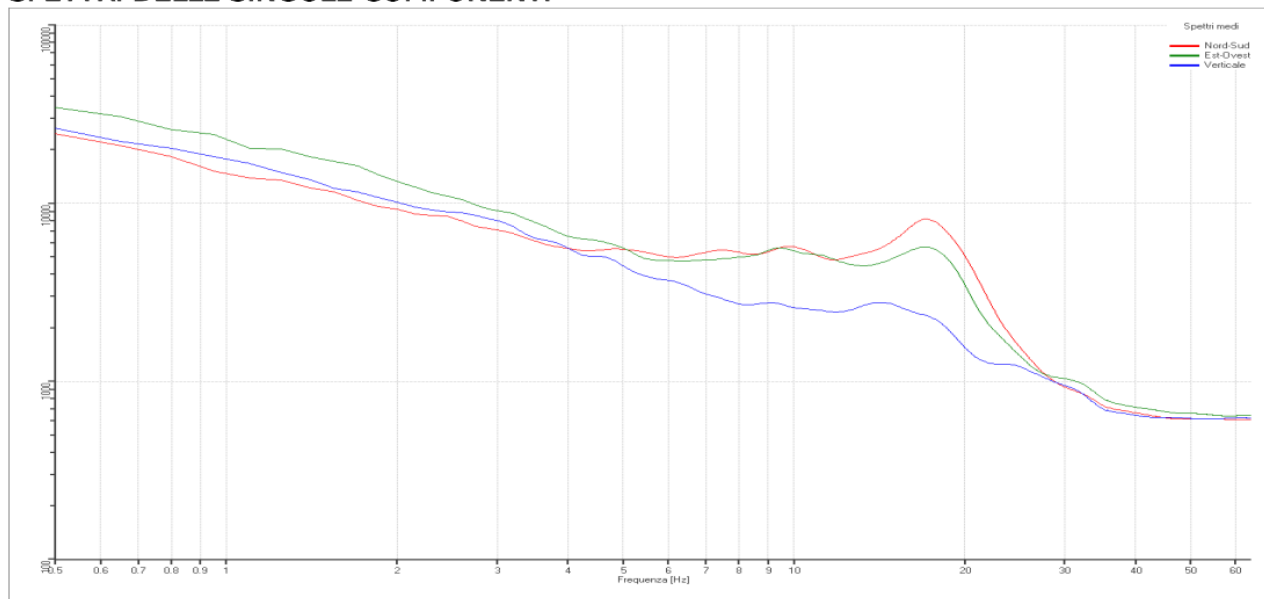


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento Konno & Ohmachi

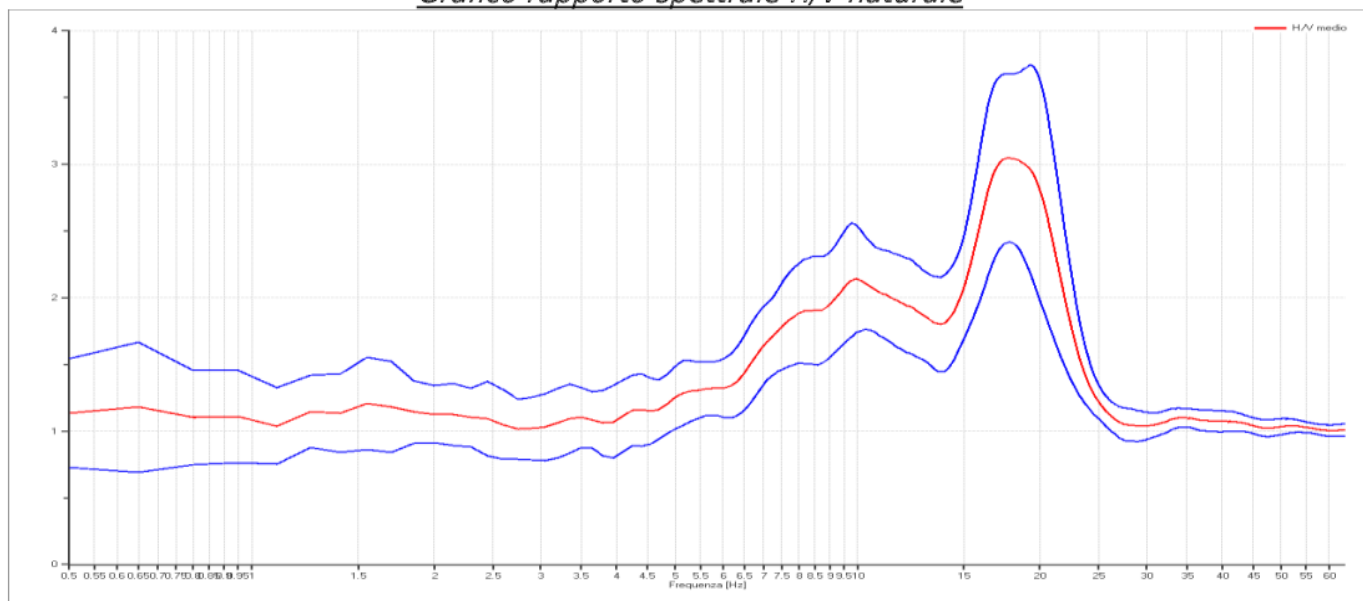
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

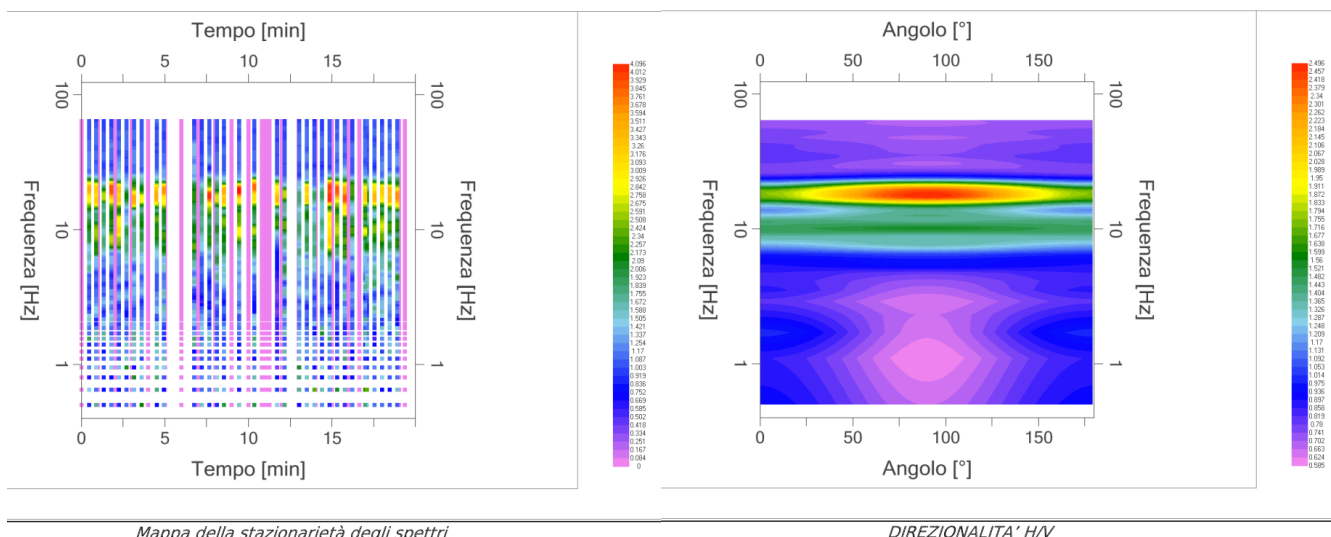
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 17.75 Hz  $\pm$  0.21Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappa della stazionarietà degli spettri

DIREZIONALITA' H/V

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $17.75 \pm 0.21$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

## Criteri per una curva H/V affidabile

[ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	

## Criteri per un picco H/V chiaro

[ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

## **HVSR 9**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 1200 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 32

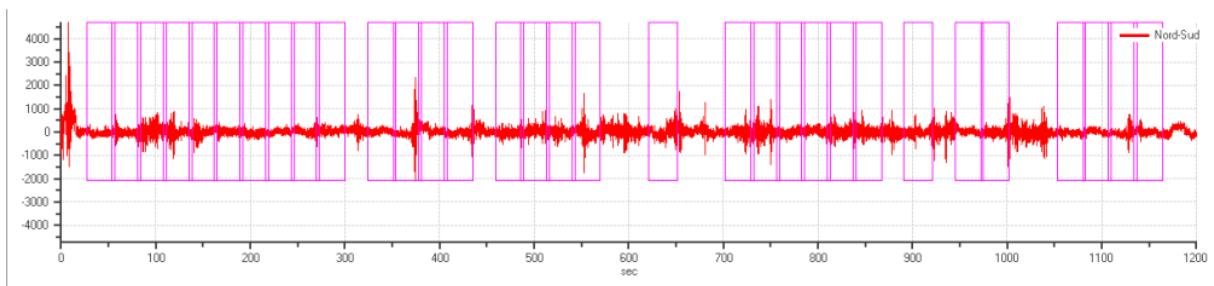
Numero finestre incluse nel calcolo: 23

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

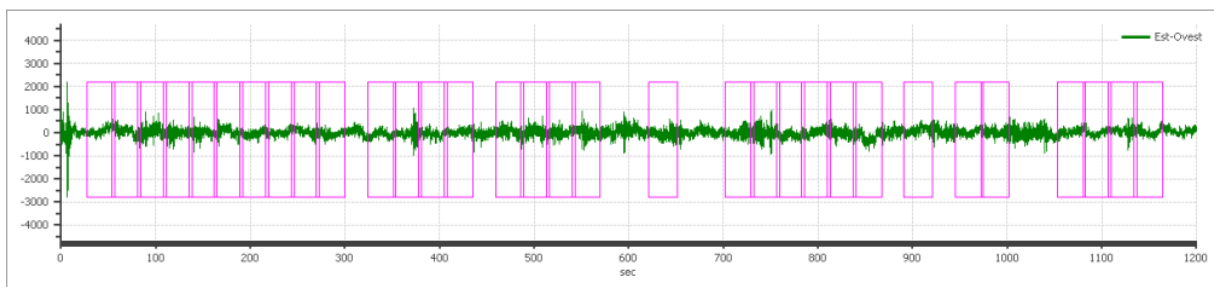
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

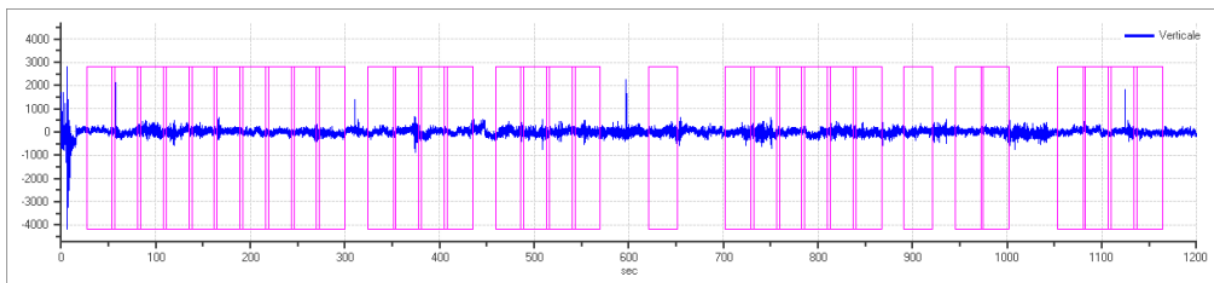
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



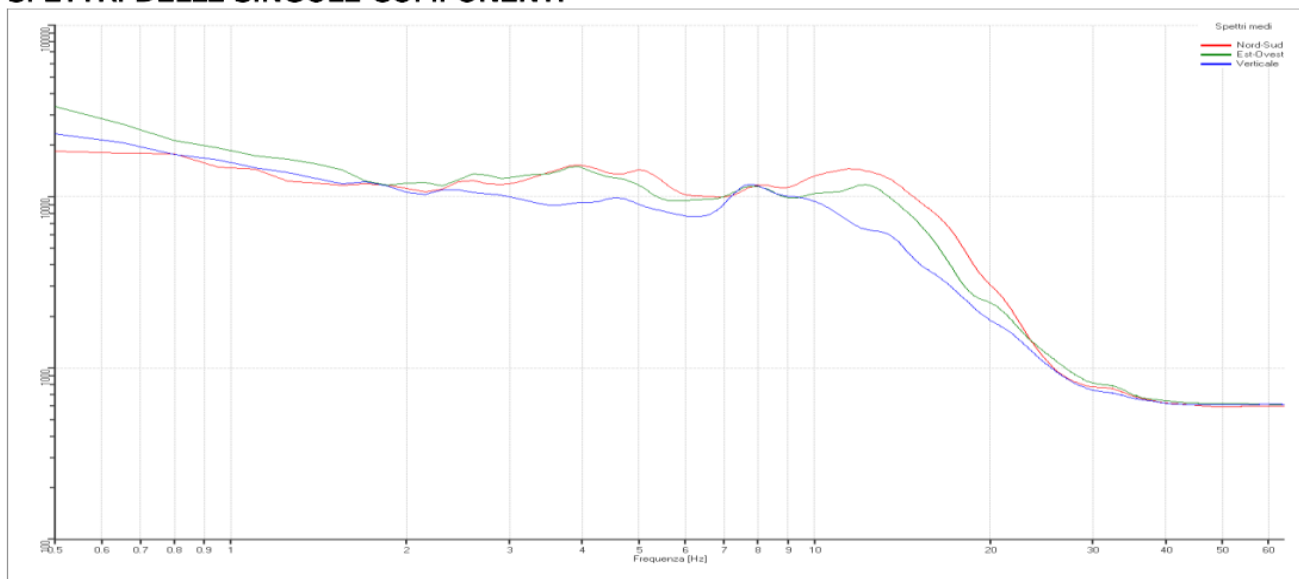
Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale



## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento Konno & Ohmachi

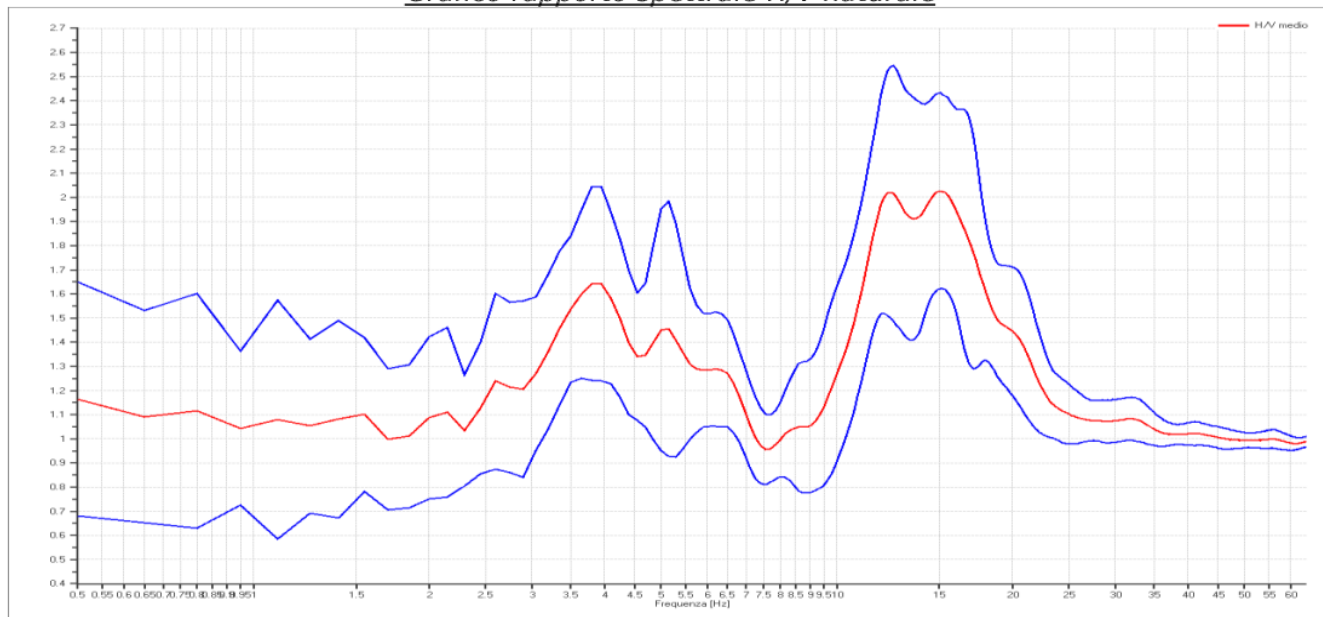
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

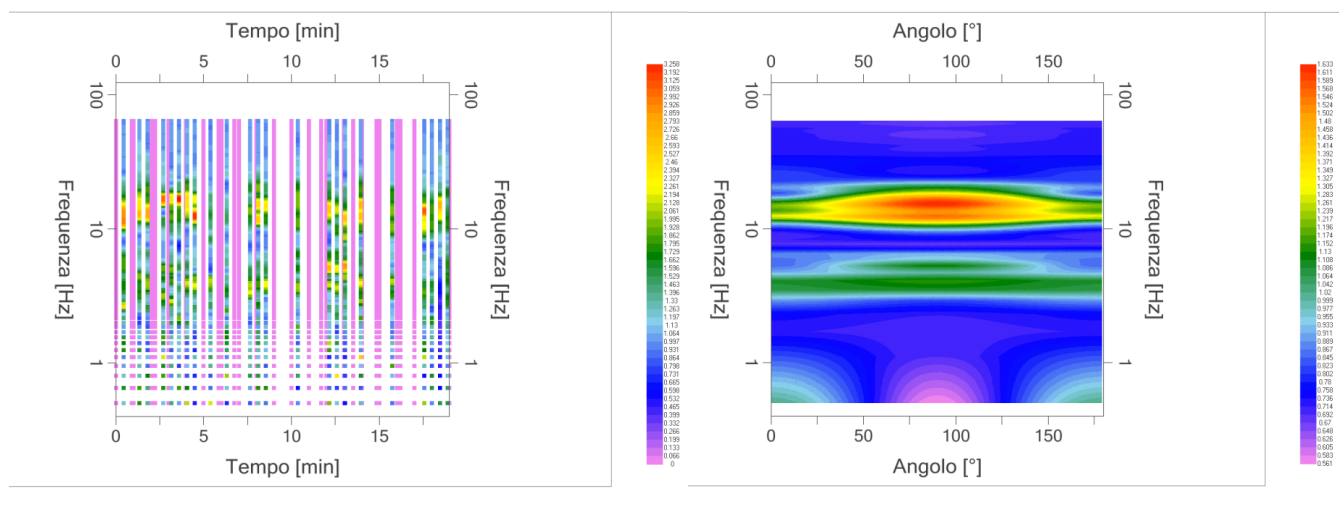
Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 15.05 Hz  $\pm$  0.20Hz

### Grafico rapporto spettrale H/V naturale





Mappa della stazionarietà degli spettri

DIREZIONALITA' H/V

## Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $15.05 \pm 0.20$  Hz (nell'intervallo 0.50– 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]		
$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK	
$A_0 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

\*I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V “non chiaro”. Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a un picco di origine stratigrafica.

## **HVSR 10**

### **Dati riepilogativi:**

Numero tracce: 3

Durata registrazione: 900 s

Frequenza di campionamento: 155.00Hz

Numero campioni: 186000

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

### **Finestre selezionate**

#### **Dati riepilogativi:**

Numero totale finestre selezionate: 25

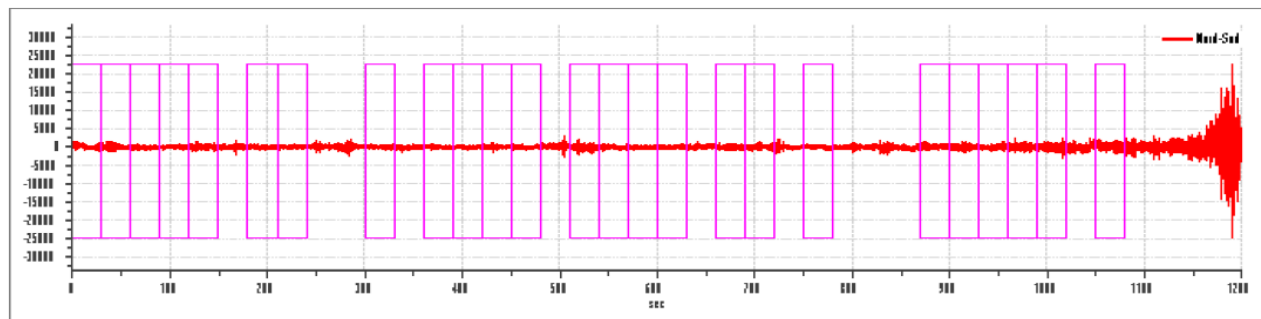
Numero finestre incluse nel calcolo: 23

Dimensione temporale finestre: 30.00 s

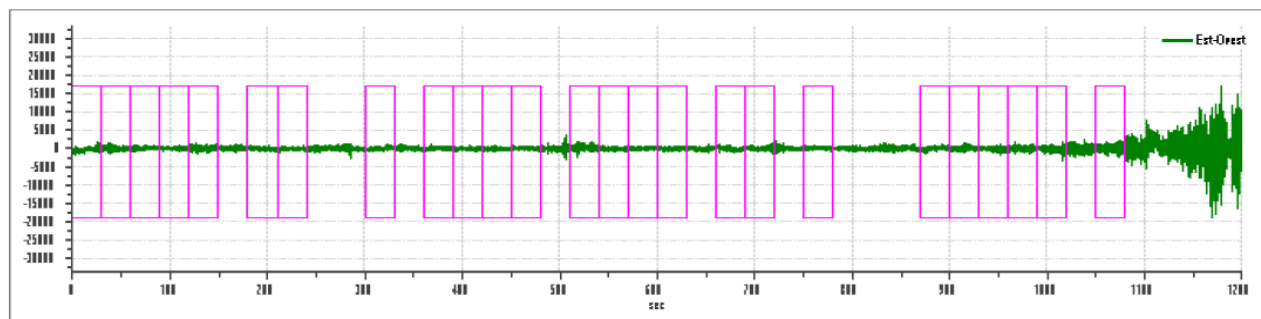
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Percentuale di lisciamento: 40.00

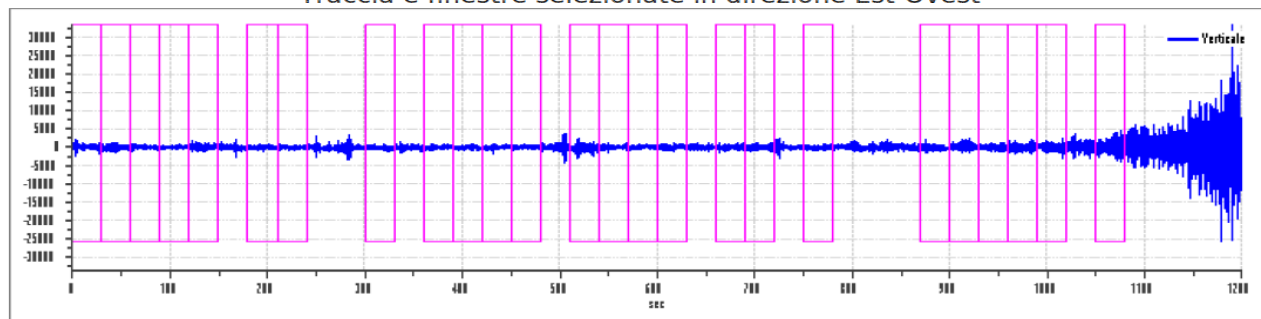
### **Grafici tracce con finestre selezionate:**



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

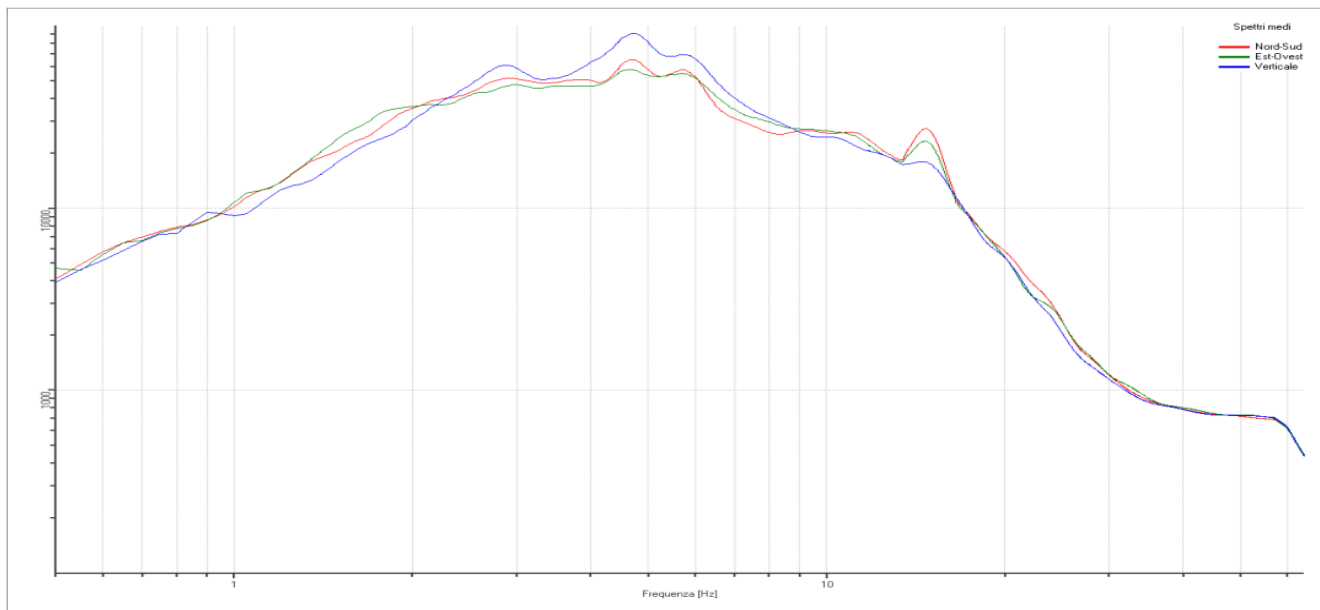


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

## SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 13.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.05 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media quadratica

### Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V:  $1.85 \text{ Hz} \pm 0.24 \text{ Hz}$

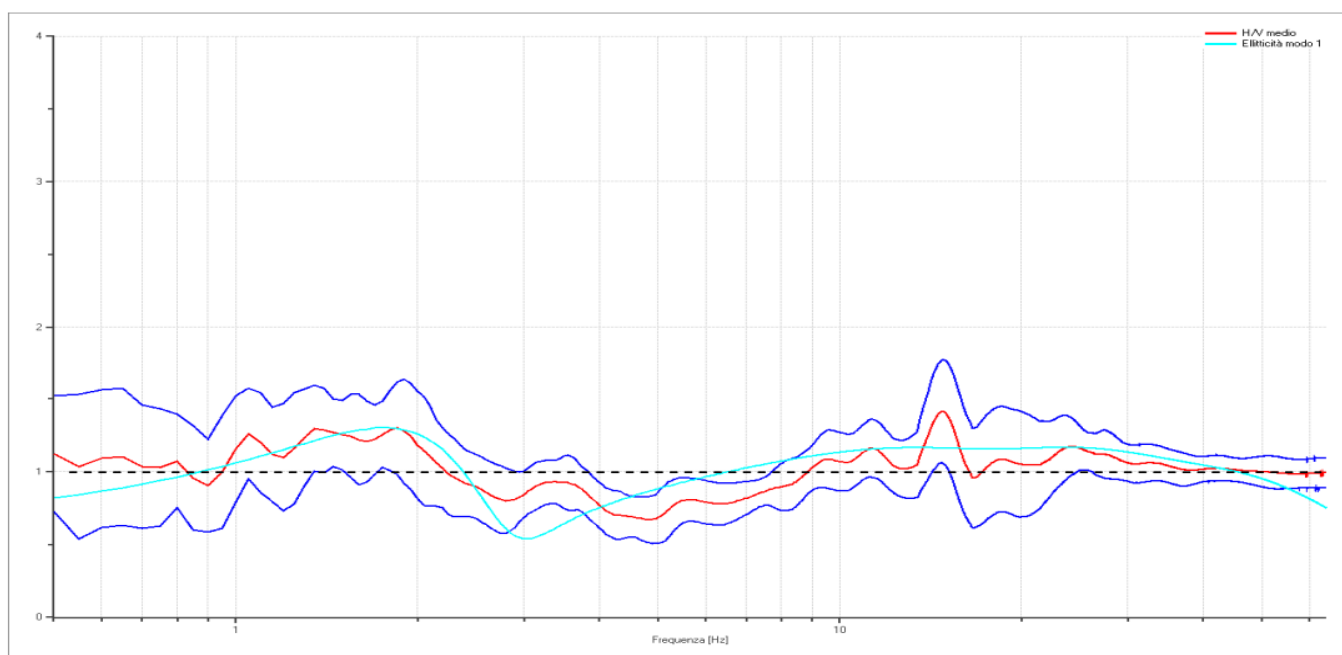
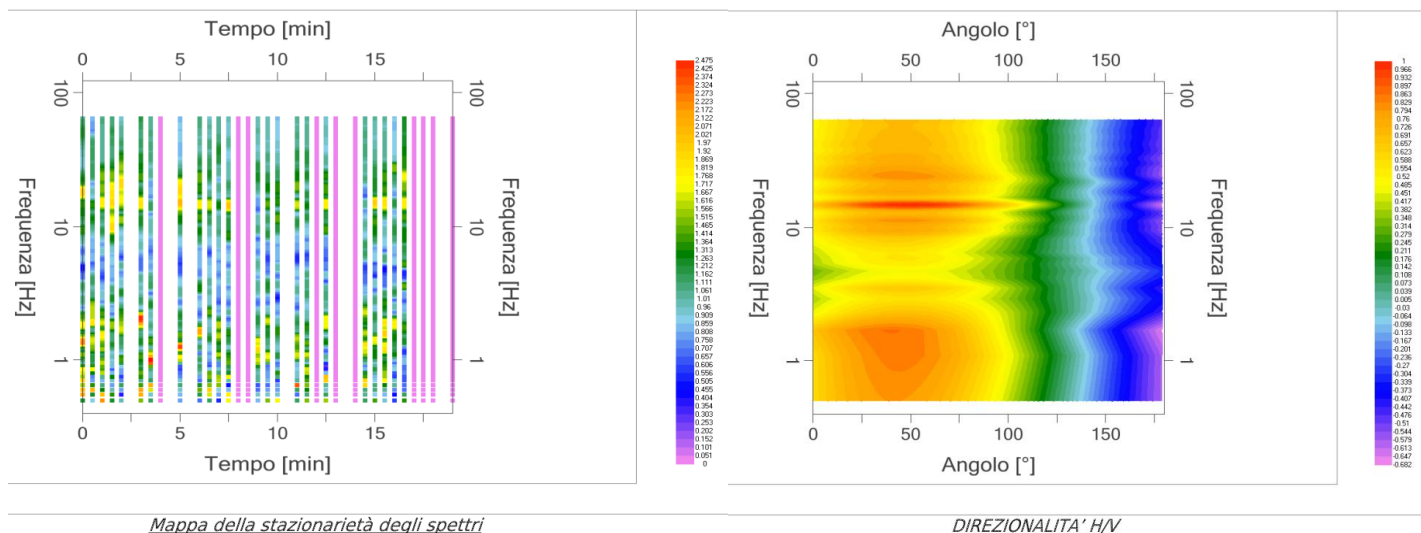


Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica



Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a  $1.85 \pm 0.24$  Hz (nell'intervallo 0.50 - 13.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [ Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti ]		
$f_0 > 10 / L_w$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro* [ Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti ]		
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO	
$A_0 > 2$	NO	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK	

\*I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi delle linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V “non chiaro”. Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a un picco di origine stratigrafica.



$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

ORTOFOTO CON UBICAZIONE PROVE HVSR





## ALLEGATO FOTOGRAFICO HVSR







## 5 – CONCLUSIONI

I risultati forniti dall'indagine sismiche effettuate, nell'ambito del PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EX MATTATOIO COMUNALE ORIGINARIAMENTE DESTINATO A “ CAMPUS DEL MEDITERRANEO, hanno permesso la valutazione sismostratigrafica dell'areale presente.

Nel particolare dall'analisi delle indagini eseguite, in armonia con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con D.M. del 17.01.2018 hanno permesso di individuare due diverse categorie di sottosuolo nel particolare Categoria di sottosuolo “C” e “B”.

Inoltre dallo studio effettuato, non si evincono problematiche di risonanza sismica.

Tutto lo studio sismico, dovrà essere confrontato e supportato dalle indagini dirette effettuate in sito, che potrà confermare le conclusioni tratte dal seguente studio.

Trapani lì 30/01/2021

Il tecnico  
**Geol. Michele Mortillaro**



## **CITTÀ DI TRAPANI**

### **PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DELL'EX MATTATOIO COMUNALE ORIGINARIAMENTE DESTINATO A "CAMPUS DEL MEDITERRANEO"**

### **ANALISI E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO**

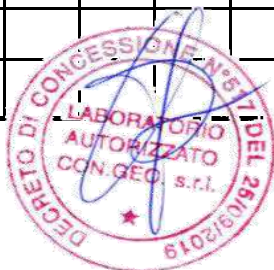
Rif. Verbale di accettazione	Protocollo N°	Data di protocollo	Certificati	Data di emissione
<b>n°960</b>	<b>3048/011/21</b>	<b>22/01/2021</b>	<b>dal n°13505 al n°13540</b>	<b>02/02/2021</b>

COMMITTENTE : CITTA' DI TRAPANI

OGGETTO: Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

**PROVE ESEGUITE**

SONDAGGIO n°	S1	S1	S1	S1	S2	S2									
CAMPIONE n°	C1	C2	C3	C4	C1	C2									
PROFONDITA' m.	1,4	2,6	5,6	8	3	6,5									
N° certificato															
Apertura campione	13505	13511	13517	13523	13529	13535									
Contenuto d'acqua	13506	13512	13518	13524	13530	13536									
Peso unità di volume	13506	13512	13518	13524	13530	13536									
Peso specifico	13506	13512	13518	13524	13530	13536									
Granulometria per setacciatura	13507	13513	13519	13525	13531	13537									
Granulometria per sedimentazione	13507	13513	13519	13525	13531	13537									
Limiti di Atterberg	13508	13514	13520	13526	13532	13538									
Carbonati															
Sostanza organica															
Classificazione UNI 10006															
Permeabilità carico costante															
Permeabilità carico variabile															
Vane test															
E.L.L.															
Triassiale UU															
Triassiale CU															
Triassiale CD															
Taglio diretto	13509	13515	13521	13527	13533	13539									
Taglio residuo															
Compressione edometrica	13510	13516	13522	13528	13534	13540									
Prova di costipamento AASHTO															
Indice di portanza CBR															
Contenuto iniziale di calce (CIC)															


 Il Direttore del laboratorio  
 Dott. Geol. Michele Tumminello

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 37 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione **Q5**Pocket Penetrometer (Kpa) 

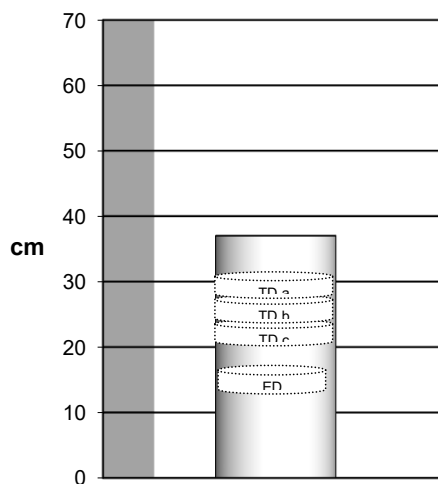
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Sabbie e noduli calcarenitici in matrice argillo-limosa, di colore grigio, umide e mediamente addensate.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

L.S. Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

1/1

Sondaggio **S1** Campione **C1** Quota prelievo da m **1,40** a m **1,80****DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA** (Metodologia di prova: ASTM D2216)Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **23/01/2021**

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
21,15	17,11	20,50
57,99	73,33	50,83
48,57	60,04	43,05
34,35	30,96	34,50

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**33,27****DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME** (Metodologia di prova: BS1377 T15)Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **22/01/2021**

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$ 

Parallelepipedo		
1	2	3
50,34	50,34	50,34
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
177,52	178,31	179,24
17,32	17,43	17,56

Peso di volume (valore medio)

 $\text{KN/m}^3$  **17,44****DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI** (Metodologia di prova ASTM D854)Data di inizio prova **26/01/2021**Data di fine prova **27/01/2021**

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T (°C)

Peso specifico acqua a T (°C)

Peso specifico campione a 20 °C

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	42,82	108,09
g	76,99	143,12
g	153,28	243,97
g	131,77	221,87
°C	15	15
$\text{kN/m}^3$	26,46	26,56
$\text{kN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{kN/m}^3$	26,49	26,58
$\text{kN/m}^3$	<b>26,54</b>	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello



## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80

Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021

Massa campione secco iniziale (g) **694,24**

Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	19,46	2,80	2,80	97,20
3/4"	19,05	28,57	4,12	6,92	93,08
3/8"	9,50	115,84	16,69	23,60	76,40
4	4,760	37,18	5,36	28,96	71,04
10	2,000	28,31	4,08	33,04	66,96
20	0,840	55,25	7,96	41,00	59,00
40	0,420	96,12	13,85	54,84	45,16
60	0,250	141,45	20,37	75,22	24,78
140	0,106	65,83	9,48	84,70	15,30
200	0,074	7,19	1,04	85,73	14,27

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,54
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,64
0,50	15	1028,4	1023,62	0,05988	13,15	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1027,8	1023,00	0,04273	12,81	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1026,8	1022,08	0,03063	12,29		
4,00	15	1025,6	1020,84	0,02204	11,61		
8,00	15	1024,7	1019,92	0,01578	11,09		
15,00	15	1023,7	1018,99	0,01167	10,57		
30,00	15	1022,8	1018,07	0,00835	10,06		
60,00	15	1022,5	1017,76	0,00593	9,89		
120,00	15	1021,0	1016,22	0,00427	9,03		
240,00	15	1019,7	1014,98	0,00307	8,34		
480,00	15	1018,5	1013,75	0,00220	7,66		
1440,00	15	1017,6	1012,83	0,00128	7,14		

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tricli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

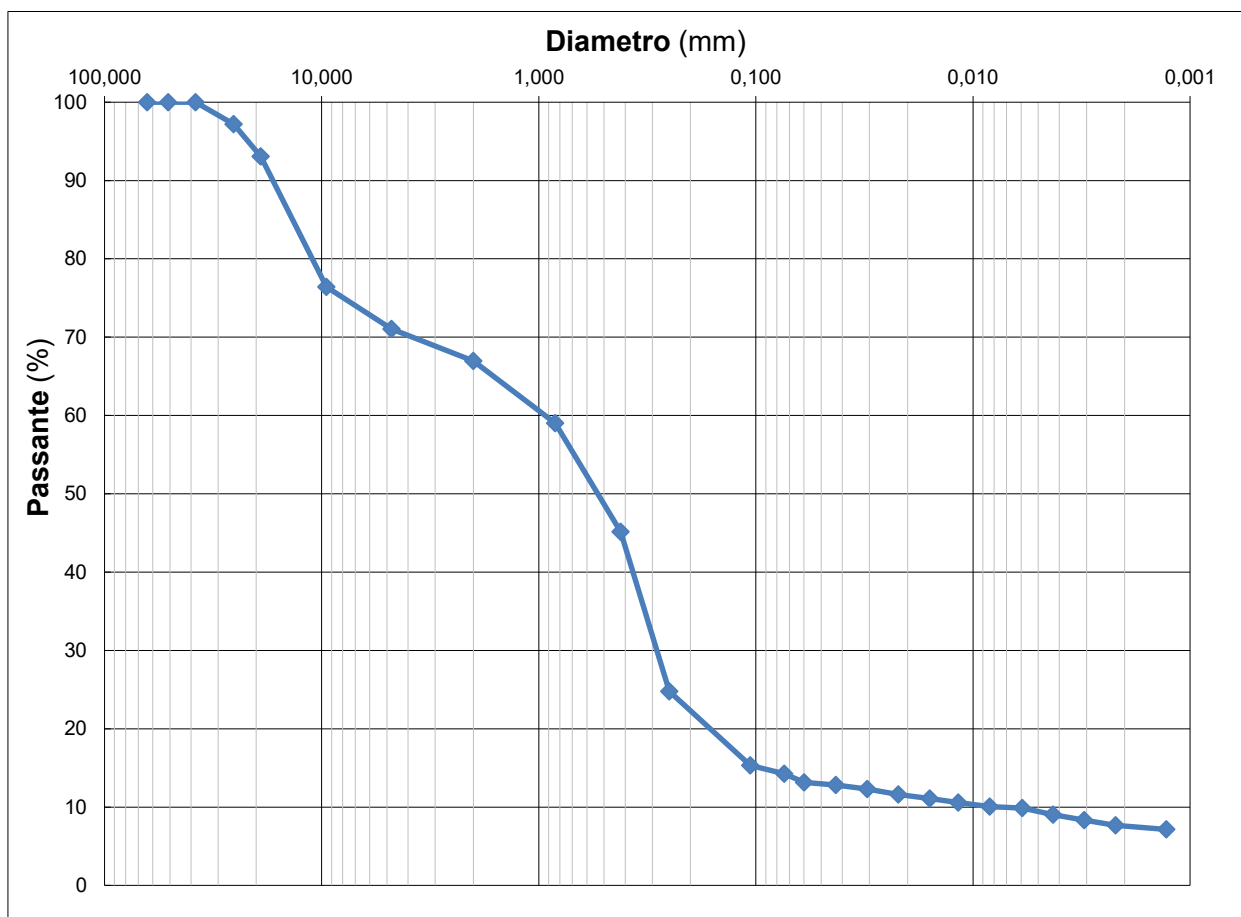
2/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80  
Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021



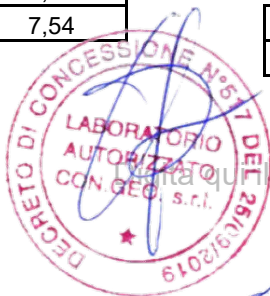
### Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	28,96
Sabbia	%	56,77
Limo	%	6,72
Argilla	%	7,54

D10 mm	0,00751
D30 mm	0,29352
D60 mm	0,98516

Coefficiente di uniformità	131,23
Coefficiente di curvatura	11,65

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tici



Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

1/1

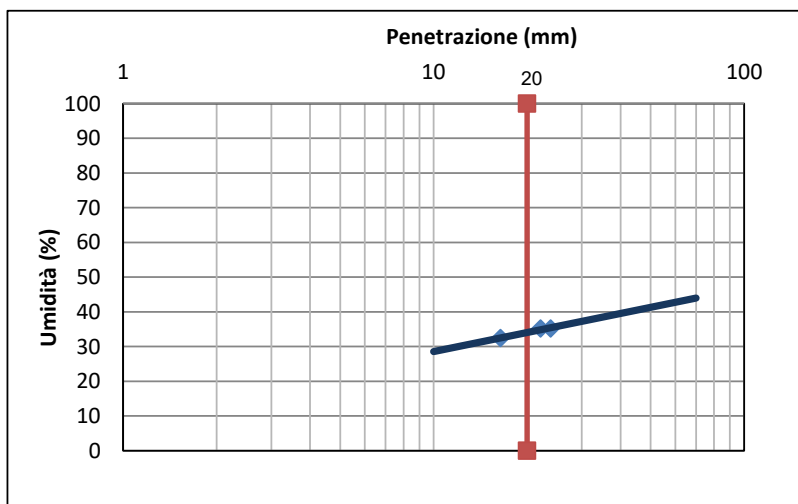
Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 27/01/2021**LIMITE DI LIQUIDITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
8,01	15,20	13,44	16,4	32,43
9,35	18,02	15,77	22,1	35,14
8,33	19,05	16,26	23,8	35,21

**LIMITE DI PLASTICITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %

**NON POTENDO DETERMINARE IL LIMITE PLASTICO, IL MATERIALE E' PER DEFINIZIONE NON PLASTICO**

LIMITE DI LIQUIDITA' (%)	<b>34,06</b>
LIMITE DI PLASTICITA' (%)	
LIMITE DI RITIRO (%)	

**LIMITE DI RITIRO**

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

Lo Sperimentatore  
*Dot. Geol. Angelo Ticli*Il Direttore del laboratorio geotecnico  
*Dot. Michele Tumminello*

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 23/01/2021

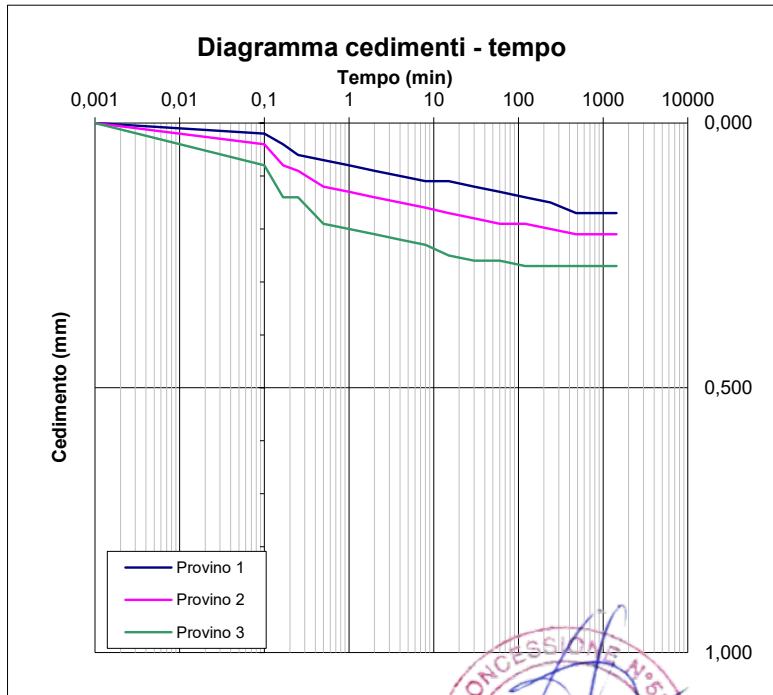
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	50,34	50,34	50,34
Massa fustella + campione umido	g	177,52	178,31	179,24
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	17,32	17,43	17,56

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	98	196	294
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,17	0,21	0,27



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,020	0,040	0,080
0,17	0,040	0,080	0,140
0,25	0,060	0,090	0,140
0,50	0,070	0,120	0,190
1,00	0,080	0,130	0,200
2,00	0,090	0,140	0,210
4,00	0,100	0,150	0,220
8,00	0,110	0,160	0,230
15,00	0,110	0,170	0,250
30,00	0,120	0,180	0,260
60,00	0,130	0,190	0,260
120,00	0,140	0,190	0,270
240,00	0,150	0,200	0,270
480,00	0,170	0,210	0,270
1440,00	0,170	0,210	0,270

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 23/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 98			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 196			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 294		
$\Delta H$ (mm)	N	$\Delta L$ (mm)	$\Delta H$ mm	N	$\Delta L$ mm	$\Delta H$ mm	N	$\Delta L$ mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,02	59	0,15	0,07	100	0,29	0,08	235	0,34
0,02	89	0,29	0,11	161	0,60	0,16	344	0,73
0,03	114	0,43	0,13	209	0,93	0,21	421	1,13
0,04	135	0,58	0,15	268	1,25	0,24	487	1,54
0,04	146	0,73	0,15	319	1,57	0,26	543	1,95
0,04	165	0,88	0,14	360	1,90	0,26	589	2,36
0,04	177	1,03	0,13	390	2,23	0,26	629	2,79
0,04	186	1,19	0,11	413	2,56	0,25	663	3,21
0,02	201	1,34	0,08	441	2,89	0,24	694	3,64
0,01	215	1,49	0,05	459	3,23	0,23	717	4,08
0,00	224	1,65	0,02	477	3,58	0,21	736	4,51
0,00	232	1,73	-0,02	489	3,92	0,20	750	4,83
-0,01	238	1,81	-0,05	501	4,25	0,19	754	4,94
-0,01	243	1,89	-0,09	503	4,59	0,19	756	5,05
-0,01	249	1,96	-0,10	508	4,76	0,19	758	5,16
-0,01	247	2,05	-0,11	510	4,84	0,18	764	5,26
-0,02	253	2,13	-0,12	511	4,93	0,18	765	5,37
-0,03	257	2,21	-0,12	515	5,02	0,17	768	5,48
-0,04	258	2,29	-0,13	515	5,10	0,17	770	5,58
-0,05	260	2,37	-0,14	515	5,19	0,16	771	5,69
-0,05	260	2,45	-0,15	516	5,27	0,16	772	5,79
-0,05	253	2,54	-0,16	515	5,36	0,15	771	5,90
-0,06	253	2,62	-0,17	514	5,45	0,15	770	6,01
-0,05	249	2,70	-0,18	514	5,53	0,14	770	6,11

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

Velocità di deformazione

kN/m<sup>2</sup>

mm/min

1	2	3
98	196	294
0,0150	0,0150	0,0150

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

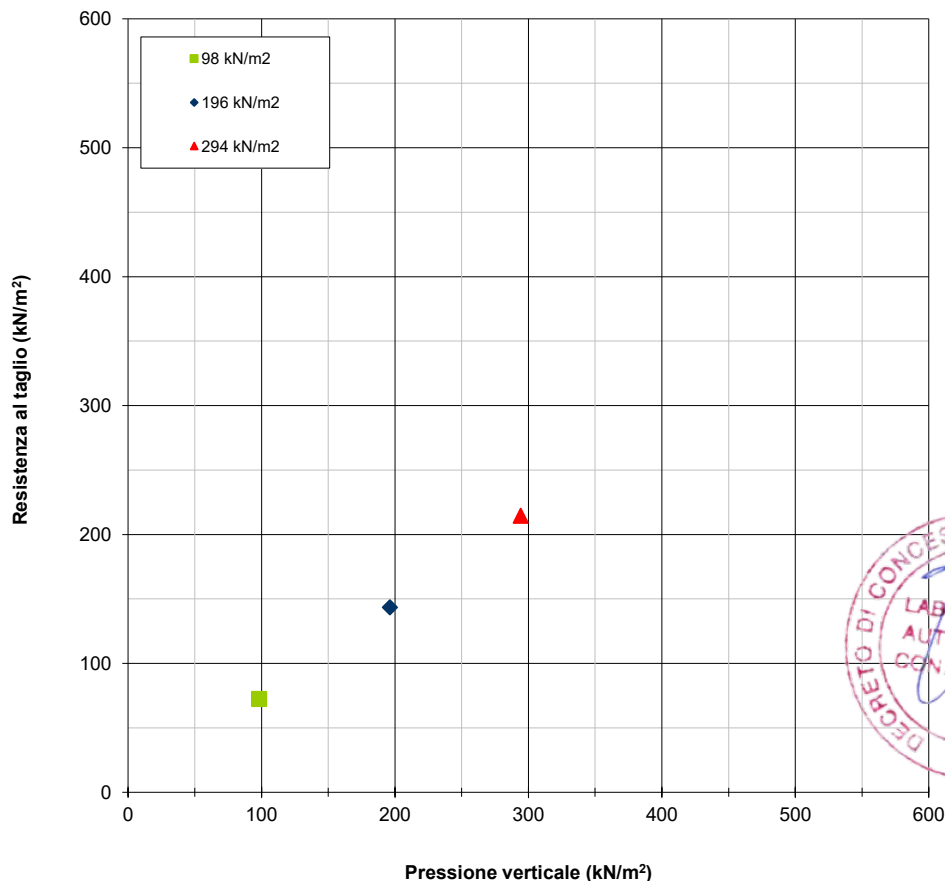
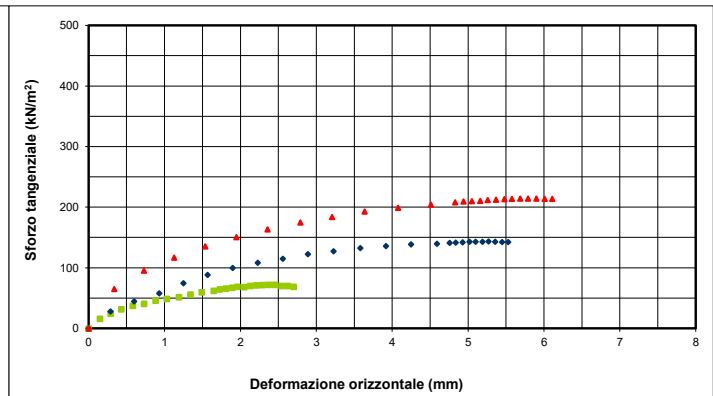
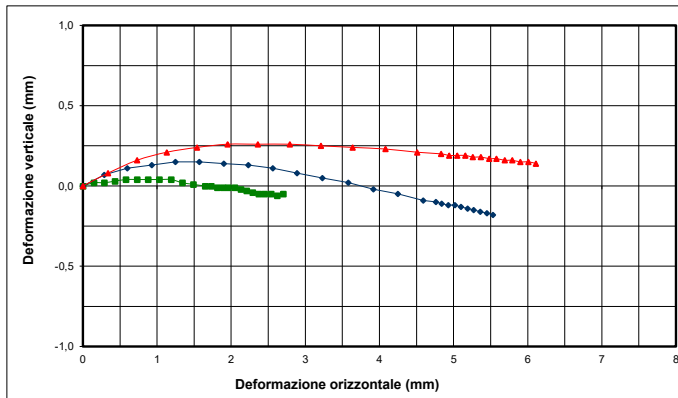
Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C1 Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 23/01/2021Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TiciIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

1/3

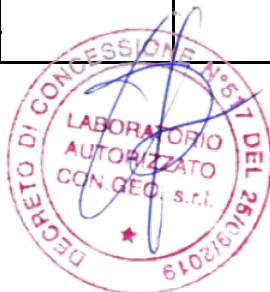
Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C1**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **1,40** a m **1,80**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,54
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	18,6
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	18,0	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	18,0
Umidità iniziale (%)	33,0	Umidità finale (%)	23,8
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	13,5	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	14,6

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,110	0,10	0,370	0,10	0,620	0,10	1,310	0,10	1,740	0,10	2,170	0,10	2,680
0,17	0,000	0,17	0,120	0,17	0,380	0,17	0,640	0,17	1,350	0,17	1,760	0,17	2,210	0,17	2,740
0,25	0,000	0,25	0,130	0,25	0,400	0,25	0,660	0,25	1,360	0,25	1,770	0,25	2,230	0,25	2,770
0,50	0,000	0,50	0,150	0,50	0,410	0,50	0,670	0,50	1,390	0,50	1,790	0,50	2,250	0,50	2,800
1,00	0,000	1,00	0,160	1,00	0,420	1,00	0,680	1,00	1,400	1,00	1,810	1,00	2,270	1,00	2,820
2,00	0,000	2,00	0,160	2,00	0,430	2,00	0,690	2,00	1,410	2,00	1,820	2,00	2,280	2,00	2,840
4,00	0,000	4,00	0,170	4,00	0,440	4,00	0,700	4,00	1,420	4,00	1,830	4,00	2,300	4,00	2,860
8,00	0,000	8,00	0,180	8,00	0,450	8,00	0,710	8,00	1,430	8,00	1,840	8,00	2,310	8,00	2,870
15,00	0,000	15,00	0,180	15,00	0,450	15,00	0,710	15,00	1,440	15,00	1,850	15,00	2,320	15,00	2,880
30,00	0,000	30,00	0,190	30,00	0,460	30,00	0,720	30,00	1,450	30,00	1,860	30,00	2,330	30,00	2,900
60,00	0,000	60,00	0,190	60,00	0,460	60,00	0,730	60,00	1,460	60,00	1,870	60,00	2,340	60,00	2,910
120,00	0,000	120,00	0,200	120,00	0,470	120,00	0,740	120,00	1,460	120,00	1,880	120,00	2,350	120,00	2,920
240,00	0,000	240,00	0,210	240,00	0,480	240,00	0,750	240,00	1,470	240,00	1,900	240,00	2,360	240,00	2,930
480,00	0,000	480,00	0,260	480,00	0,510	480,00	0,770	480,00	1,480	480,00	1,900	480,00	2,370	480,00	2,940
1440,00	0,000	1440,00	0,260	1440,00	0,520	1440,00	0,770	1440,00	1,480	1440,00	1,900	1440,00	2,380	1440,00	2,940
Scarico	1,450				1,700				2,030				2,440		



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

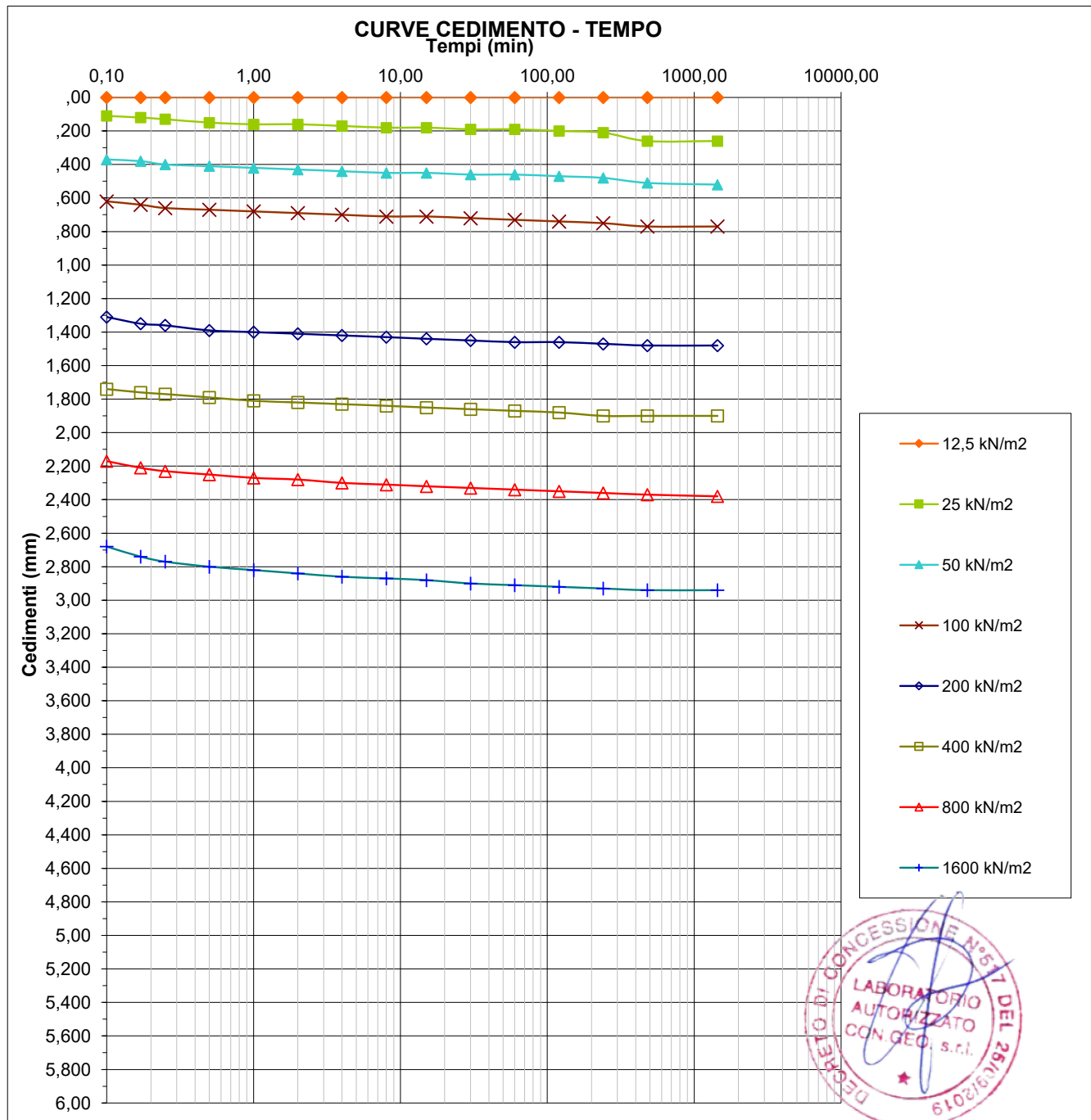
**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio S1 Campione C1

Quota prelievo da m 1,40 a m 1,80

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 02/02/2021



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello



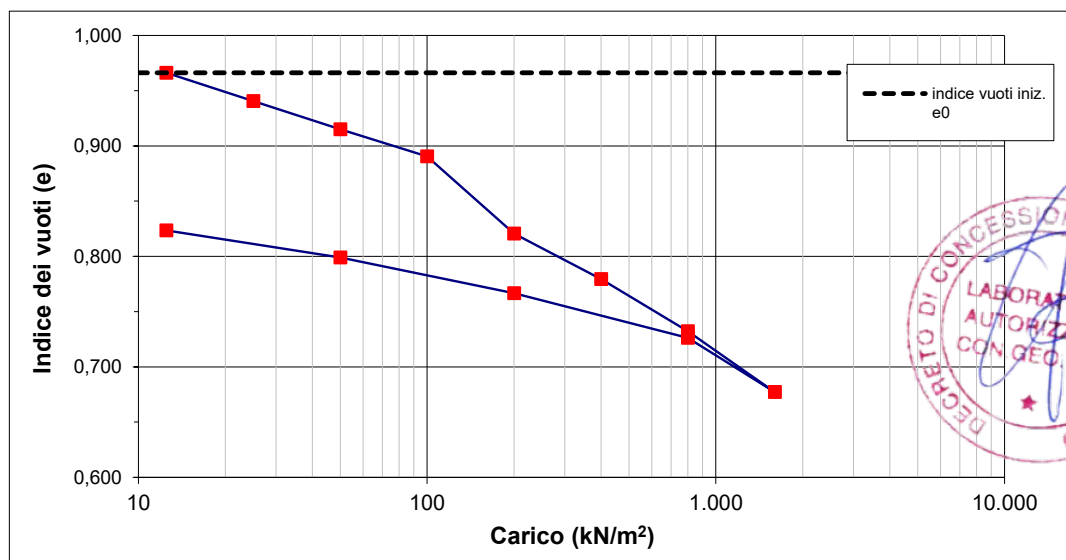
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C1**Quota prelievo da m **1,40** a m **1,80**Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **02/02/2021****TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,966</b>
12,5	0,0000	0,000	0,966
25	0,2600	1,300	0,941
50	0,5200	2,600	0,915
100	0,7700	3,850	0,890
200	1,4800	7,400	0,821
400	1,9000	9,500	0,779
800	2,3800	11,900	0,732
1600	2,9400	14,700	0,677
800	2,4400	12,200	0,726
200	2,0300	10,150	0,767
50	1,7000	8,500	0,799
12,5	1,4500	7,250	0,824

 $C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= **cm<sup>2</sup>/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	3,14575E-06	1,06866E-05	1,12995E-05	2,03582E-05	2,02280E-04	3,11718E-03	#DIV/0!

 $K_v$  (Permeabilità)= **m/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	3,20832E-12	5,52138E-12	2,84421E-12	7,3712E-12	2,24932E-11	2,02668E-10	#DIV/0!

 $m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= **m<sup>2</sup>/kN**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,040E-03	5,268E-04	2,567E-04	3,692E-04	1,134E-04	6,630E-05	3,973E-05

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del Laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 50 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione Q5Pocket Penetrometer (Kpa) 

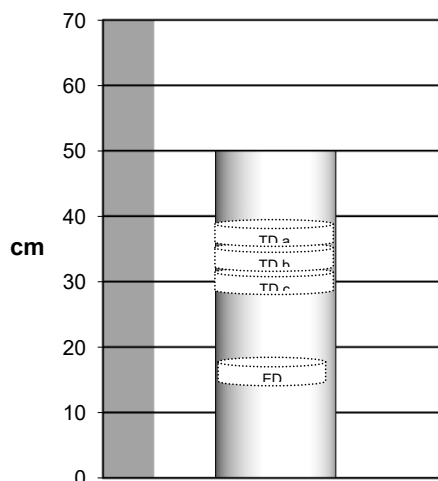
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Argille limose alterate, di colore marrone giallastro, molto umide e molto plastiche, con inclusi frequenti elementi marnosi eterodimensionali.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro 3048/011/21Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

1/1

Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20**DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA** (Metodologia di prova: ASTM D2216)Data di inizio prova 22/01/2021Data di fine prova 23/01/2021

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
20,24	17,25	17,39
61,96	70,62	75,23
52,20	58,40	62,06
30,54	29,70	29,48

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**29,91****DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME** (Metodologia di prova: BS1377 T15)Data di inizio prova 22/01/2021Data di fine prova 22/01/2021

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$ 

Parallelepipedo		
1	2	3
51,17	51,17	51,17
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
182,28	183,51	184,21
17,86	18,03	18,12

Peso di volume (valore medio)

 $\text{KN/m}^3$  **18,00****DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI** (Metodologia di prova ASTM D854)Data di inizio prova 25/01/2021Data di fine prova 26/01/2021

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

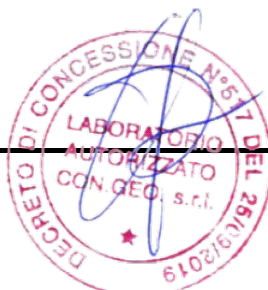
Peso specifico campione a T (°C)

Peso specifico acqua a T (°C)

Peso specifico campione a 20 °C

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	46,78	67,58
g	63,53	94,13
g	112,64	190,73
g	102,05	173,95
°C	15	15
$\text{KN/m}^3$	26,64	26,63
$\text{KN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{KN/m}^3$	26,66	26,66
$\text{KN/m}^3$	<b>26,66</b>	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20

Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021

Massa campione secco iniziale (g)					679,95
Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	9,73	1,43	1,43	98,57
3/4"	19,05	14,29	2,10	3,53	96,47
3/8"	9,50	70,86	10,42	13,95	86,05
4	4,760	29,40	4,32	18,28	81,72
10	2,000	19,15	2,82	21,09	78,91
20	0,840	30,40	4,47	25,56	74,44
40	0,420	52,92	7,78	33,35	66,65
60	0,250	80,10	11,78	45,13	54,87
140	0,106	36,14	5,31	50,44	49,56
200	0,074	3,99	0,59	51,03	48,97

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,66
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,21
0,50	15	1028,4	1023,62	0,05966	45,50	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1027,1	1022,38	0,04296	43,13	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1026,2	1021,46	0,03078	41,34		
4,00	15	1025,6	1020,84	0,02196	40,16		
8,00	15	1024,7	1019,92	0,01572	38,37		
15,00	15	1024,1	1019,30	0,01158	37,19		
30,00	15	1023,1	1018,38	0,00829	35,40		
60,00	15	1021,9	1017,14	0,00595	33,03		
120,00	15	1021,0	1016,22	0,00426	31,24		
240,00	15	1020,4	1015,60	0,00303	30,06		
480,00	15	1019,7	1014,98	0,00216	28,87		
1440,00	15	1018,8	1014,06	0,00126	27,09		

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello





## ANALISI GRANULOMETRICA

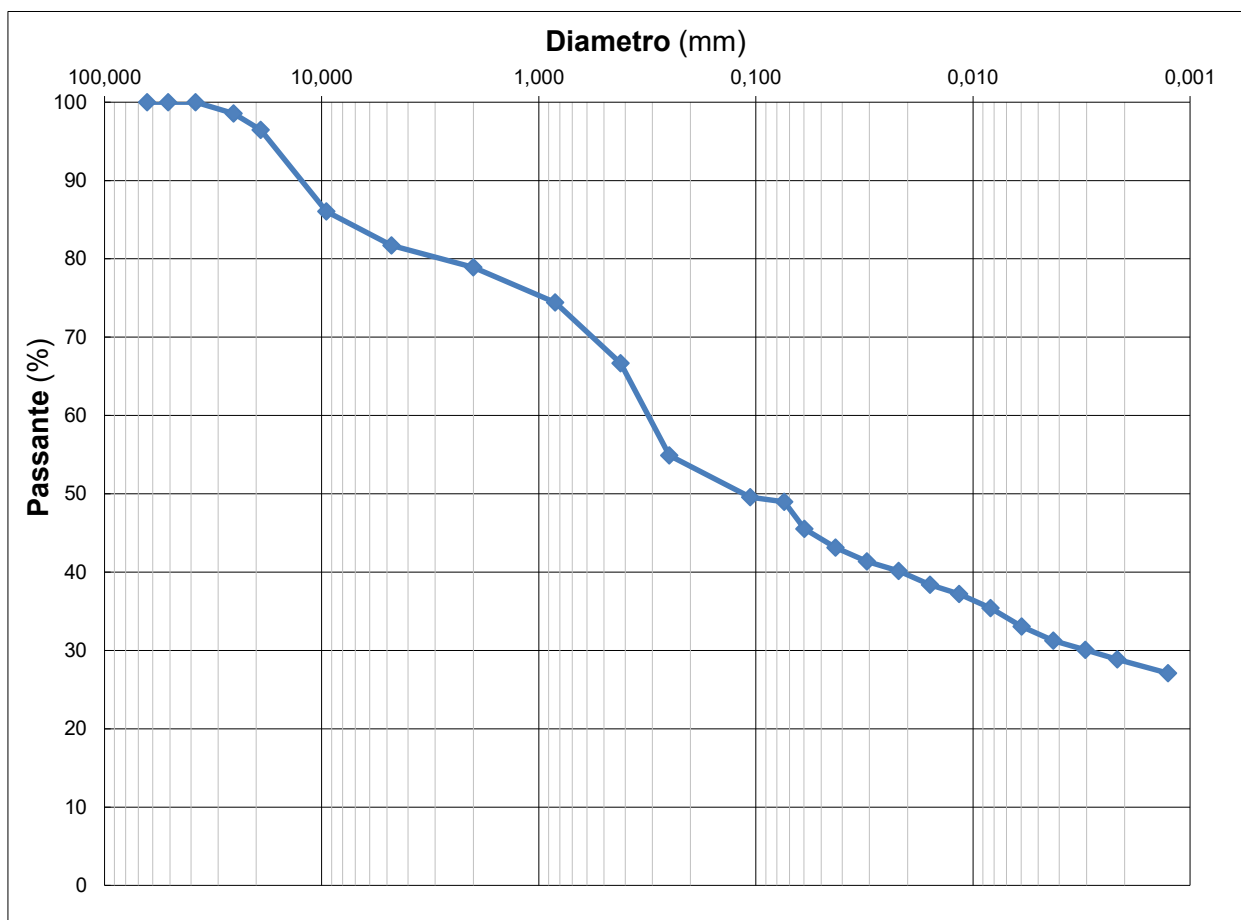
2/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20  
Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021



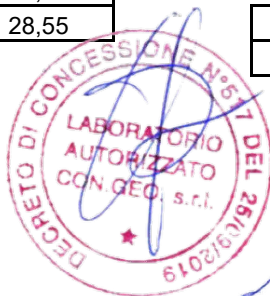
### Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	18,28
Sabbia	%	32,75
Limo	%	20,43
Argilla	%	28,55

D10 mm	
D30 mm	0,00299
D60 mm	0,32396

Coefficiente di uniformità	
Coefficiente di curvatura	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tili



Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

1/1

Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21

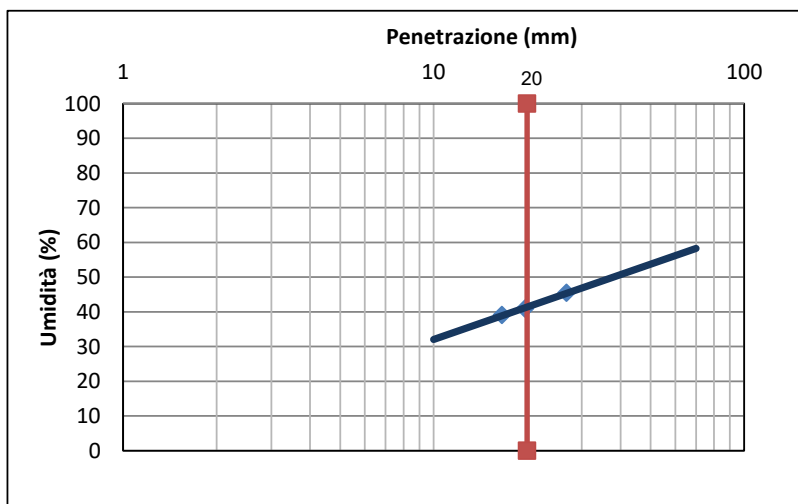
Committente

CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S1 Campione C2Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di inizio prova 26/01/2021Data di fine prova 27/01/2021**LIMITE DI LIQUIDITA'**

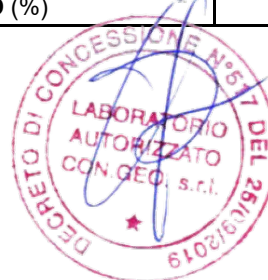
Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
16,96	58,24	46,64	16,6	39,06
21,99	53,09	44,06	19,7	40,92
17,21	54,28	42,70	26,8	45,44

**LIMITE DI PLASTICITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %
20,46	33,32	31,01	21,89
20,91	35,17	32,58	22,19



<b>LIMITE DI LIQUIDITA' (%)</b>	<b>41,40</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA' (%)</b>	<b>22,04</b>
<b>LIMITE DI RITIRO (%)</b>	

**LIMITE DI RITIRO**

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 24/01/2021

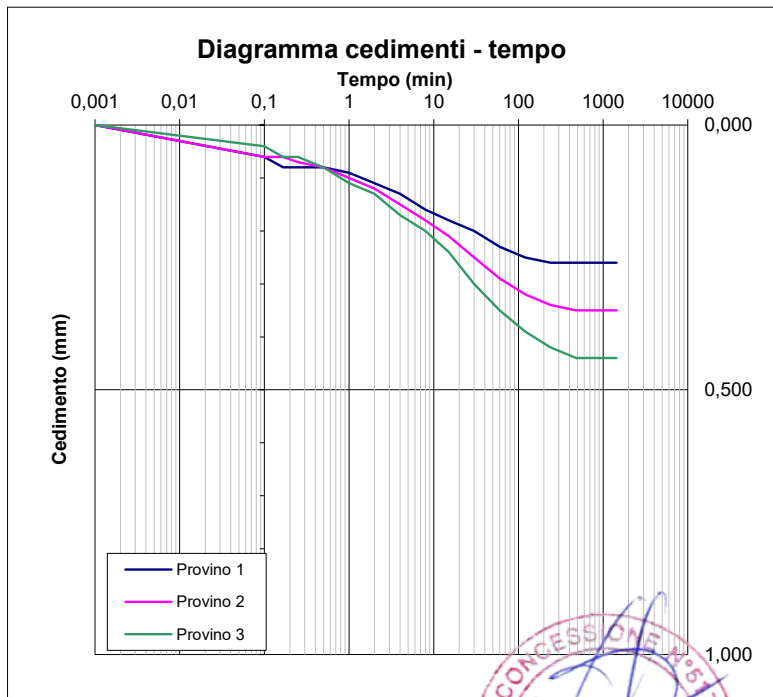
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	51,17	51,17	51,17
Massa fustella + campione umido g	g	182,28	183,51	184,21
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	17,86	18,03	18,12

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	98	196	294
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,26	0,35	0,44



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,060	0,060	0,040
0,17	0,080	0,060	0,060
0,25	0,080	0,070	0,060
0,50	0,080	0,080	0,080
1,00	0,090	0,100	0,110
2,00	0,110	0,120	0,130
4,00	0,130	0,150	0,170
8,00	0,160	0,180	0,200
15,00	0,180	0,210	0,240
30,00	0,200	0,250	0,300
60,00	0,230	0,290	0,350
120,00	0,250	0,320	0,390
240,00	0,260	0,340	0,420
480,00	0,260	0,350	0,440
1440,00	0,260	0,350	0,440

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 24/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 98			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 196			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 294		
ΔH (mm)	N	ΔL (mm)	ΔH mm	N	ΔL mm	ΔH mm	N	ΔL mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,09	58	0,10	0,03	1	0,16	0,01	1	0,13
0,15	84	0,32	0,04	84	0,26	0,02	29	0,16
0,18	110	0,46	0,09	138	0,50	0,03	179	0,30
0,22	130	0,70	0,14	169	0,72	0,07	270	0,52
0,27	137	0,94	0,18	194	0,96	0,11	320	0,77
0,33	140	1,17	0,21	216	1,21	0,14	352	1,01
0,35	143	1,29	0,22	227	1,33	0,16	363	1,15
0,37	145	1,41	0,24	236	1,45	0,18	372	1,28
0,40	147	1,53	0,25	242	1,57	0,20	375	1,41
0,41	150	1,65	0,27	249	1,69	0,21	387	1,53
0,44	152	1,76	0,28	253	1,81	0,22	394	1,66
0,46	154	1,89	0,29	255	1,94	0,24	400	1,79
0,48	156	2,01	0,30	262	2,06	0,25	404	1,91
0,50	159	2,13	0,31	266	2,18	0,27	409	2,04
0,52	160	2,25	0,32	269	2,31	0,28	412	2,17
0,54	161	2,37	0,33	270	2,43	0,30	415	2,30
0,56	161	2,49	0,34	271	2,55	0,31	419	2,43
0,59	162	2,62	0,35	274	2,67	0,32	422	2,56
0,60	162	2,74	0,35	274	2,79	0,33	422	2,68
0,63	162	2,86	0,36	276	2,92	0,34	422	2,81
0,65	163	2,97	0,37	277	3,04	0,35	423	2,94
0,67	162	3,09	0,37	276	3,16	0,36	422	3,07
0,68	161	3,22	0,37	276	3,28	0,37	421	3,20
0,70	159	3,34	0,38	276	3,40	0,38	417	3,33

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

Velocità di deformazione

kN/m<sup>2</sup>

mm/min

1	2	3
98	196	294
0,0040	0,0040	0,0040

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

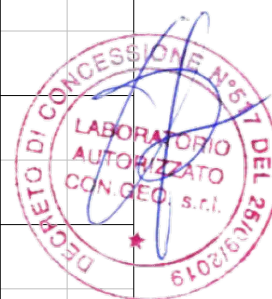
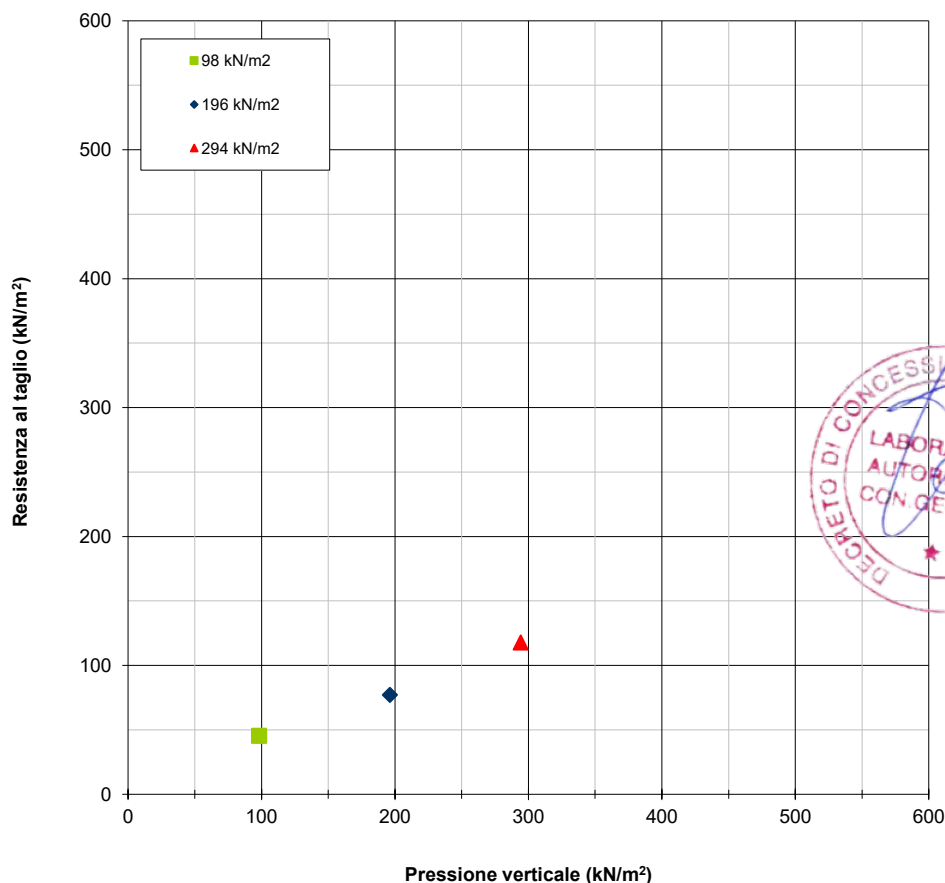
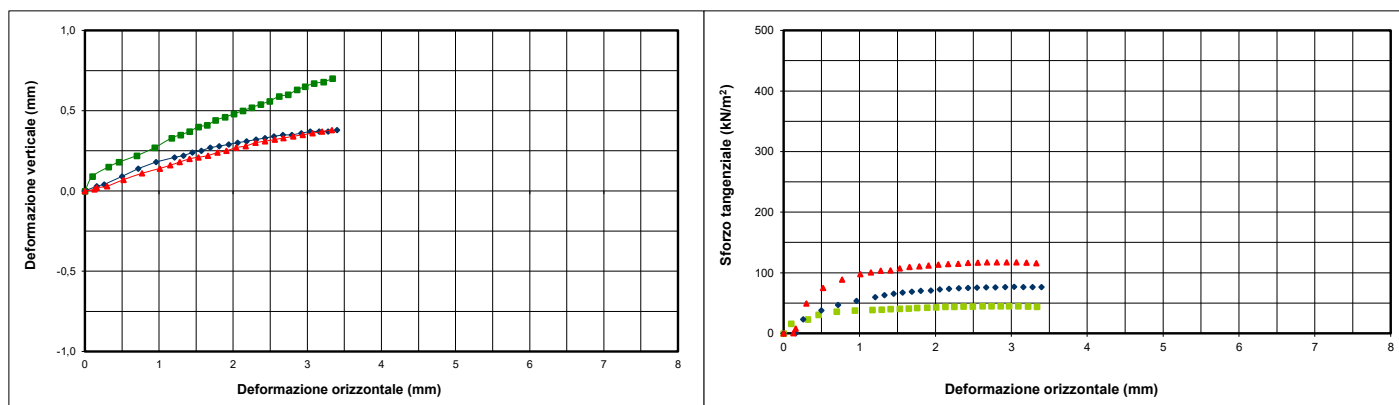
Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

Metodologia di prova: ASTM D3080

3/3

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C2 Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di inizio prova 22/01/2021 Data di fine prova 24/01/2021Lo Sperimentatore  
*Dr. Geo. Angelo Tici*Il Direttore del laboratorio geotecnico  
*Dott. Michele Tumminello*



**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

1/3

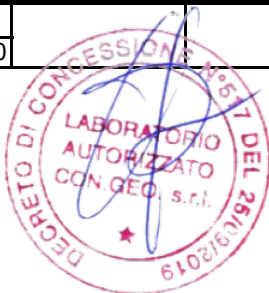
Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C2**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **2,60** a m **3,20**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,66
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	18,4
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	18,9	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	19,9
Umidità iniziale (%)	28,3	Umidità finale (%)	24,4
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	14,7	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	16,0

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,040	0,10	0,140	0,10	0,310	0,10	0,570	0,10	0,940	0,10	1,510	0,10	2,080
0,17	0,000	0,17	0,040	0,17	0,140	0,17	0,330	0,17	0,570	0,17	0,960	0,17	1,530	0,17	2,110
0,25	0,000	0,25	0,040	0,25	0,140	0,25	0,330	0,25	0,580	0,25	0,970	0,25	1,540	0,25	2,140
0,50	0,000	0,50	0,040	0,50	0,150	0,50	0,330	0,50	0,590	0,50	0,990	0,50	1,560	0,50	2,190
1,00	0,000	1,00	0,050	1,00	0,160	1,00	0,340	1,00	0,610	1,00	1,020	1,00	1,590	1,00	2,250
2,00	0,000	2,00	0,050	2,00	0,160	2,00	0,360	2,00	0,630	2,00	1,050	2,00	1,630	2,00	2,330
4,00	0,000	4,00	0,050	4,00	0,170	4,00	0,380	4,00	0,660	4,00	1,100	4,00	1,670	4,00	2,410
8,00	0,000	8,00	0,050	8,00	0,180	8,00	0,410	8,00	0,690	8,00	1,150	8,00	1,740	8,00	2,500
15,00	0,000	15,00	0,060	15,00	0,190	15,00	0,430	15,00	0,720	15,00	1,210	15,00	1,800	15,00	2,580
30,00	0,000	30,00	0,060	30,00	0,210	30,00	0,450	30,00	0,760	30,00	1,270	30,00	1,880	30,00	2,650
60,00	0,000	60,00	0,060	60,00	0,220	60,00	0,480	60,00	0,800	60,00	1,330	60,00	1,940	60,00	2,700
120,00	0,000	120,00	0,060	120,00	0,230	120,00	0,500	120,00	0,830	120,00	1,360	120,00	2,000	120,00	2,750
240,00	0,000	240,00	0,070	240,00	0,240	240,00	0,510	240,00	0,850	240,00	1,390	240,00	2,040	240,00	2,780
480,00	0,000	480,00	0,080	480,00	0,250	480,00	0,510	480,00	0,860	480,00	1,420	480,00	2,070	480,00	2,790
1440,00	0,000	1440,00	0,080	1440,00	0,250	1440,00	0,510	1440,00	0,860	1440,00	1,430	1440,00	2,070	1440,00	2,800
Scarico	1,640				2,010				2,300				2,500		


 Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli

 Il Direttore del laboratorio geotecnico  
 Dott. Michele Tumminello

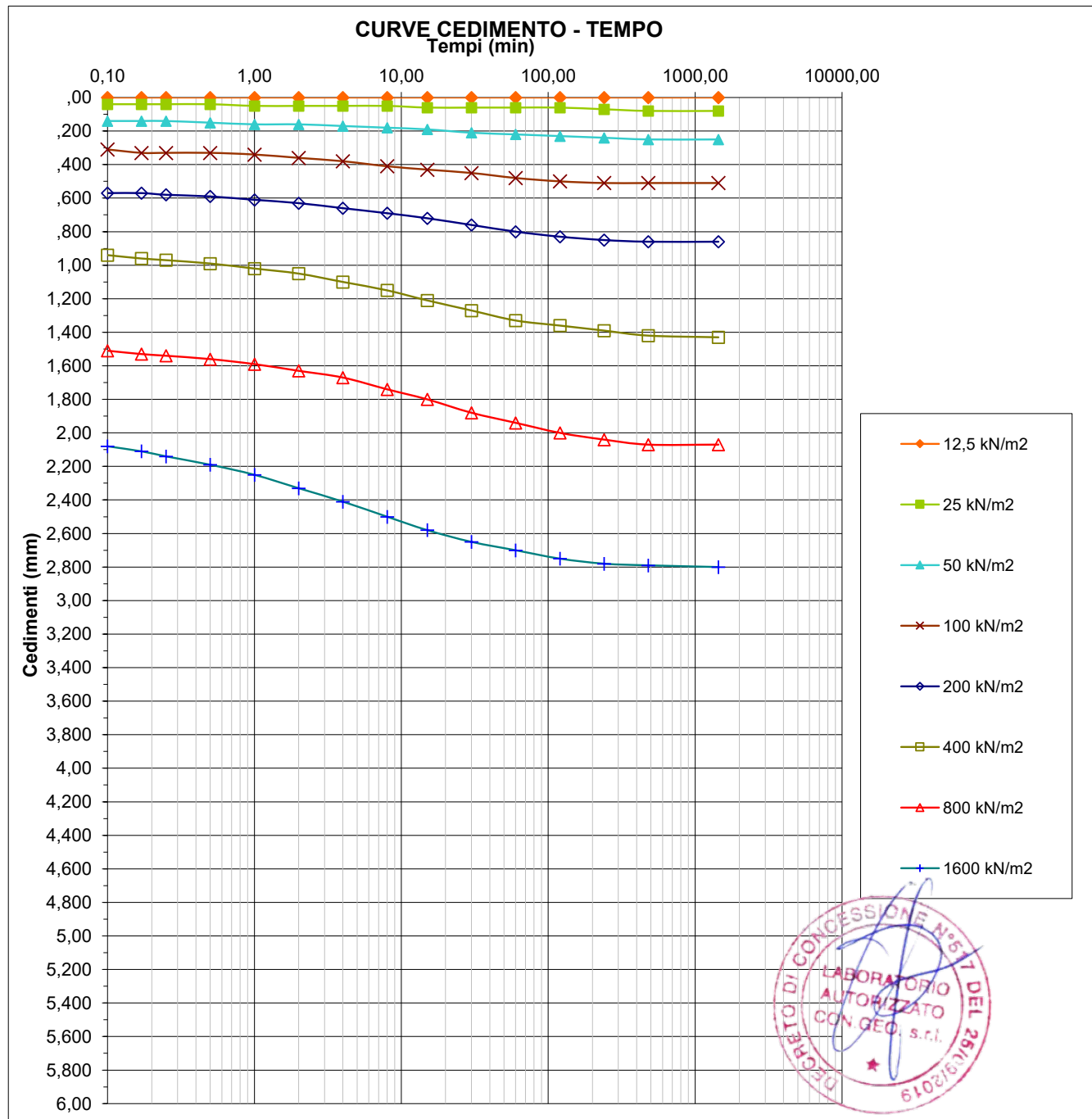
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C2Quota prelievo da m 2,60 a m 3,20Data di inizio prova 22/01/2021Data di fine prova 02/02/2021Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

3/3

Lavoro n° **3048/011/21**

Committente **CITTA' DI TRAPANI**

Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio **S1** Campione **C2**

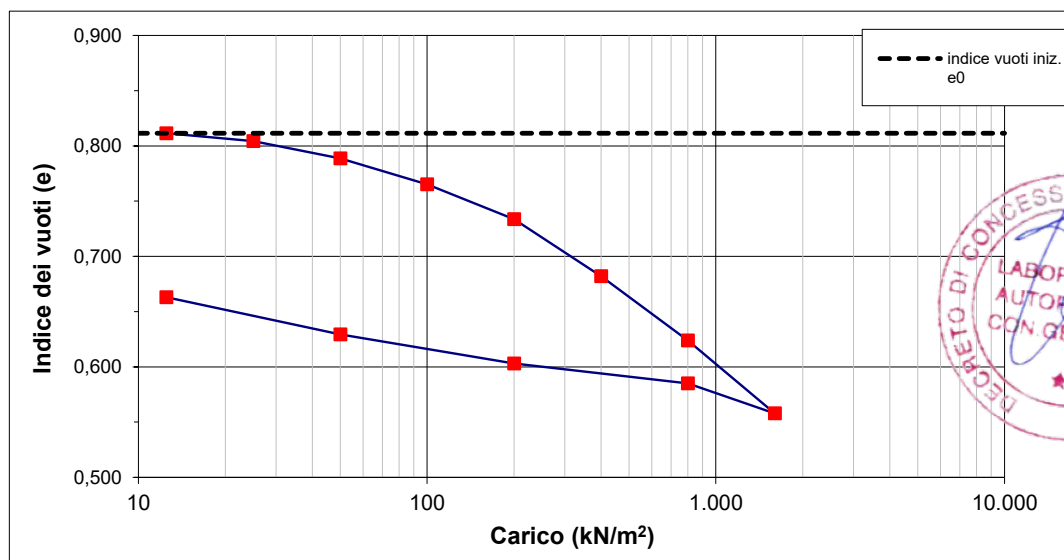
Quota prelievo da m **2,60** a m **3,20**

Data di inizio prova **22/01/2021**

Data di fine prova **02/02/2021**

**TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,811</b>
12,5	0,0000	0,000	0,811
25	0,0800	0,400	0,804
50	0,2500	1,250	0,789
100	0,5100	2,550	0,765
200	0,8600	4,300	0,734
400	1,4300	7,150	0,682
800	2,0700	10,350	0,624
1600	2,8000	14,000	0,558
800	2,5000	12,500	0,585
200	2,3000	11,500	0,603
50	2,0100	10,050	0,629
12,5	1,6400	8,200	0,663



$C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= **cm<sup>2</sup>/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	8,16325E-04	5,32547E-05	5,11701E-05	3,41359E-05	3,53087E-05	2,97385E-05	5,82517E-05

$K_v$  (Permeabilità)= **m/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	2,56173E-10	1,78278E-11	1,32122E-11	6,01157E-12	5,15591E-12	2,51274E-12	2,90725E-12

$m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= **m<sup>2</sup>/kN**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	3,200E-04	3,414E-04	2,633E-04	1,796E-04	1,489E-04	8,616E-05	5,089E-05

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del Laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 44 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione Q5Pocket Penetrometer (Kpa) 

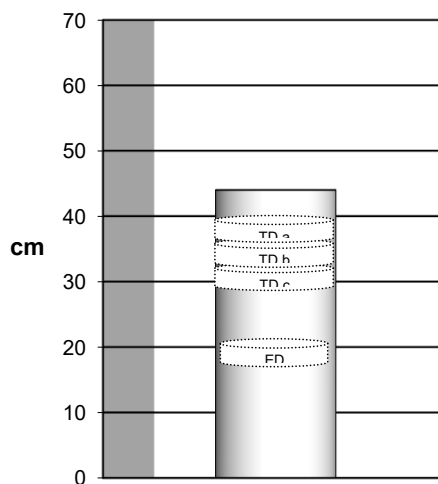
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Argille limose, di colore marrone giallastro chiaro, umide e plastiche, con inclusi noduli marnosi di varie dimensioni.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

1/1

Sondaggio S1

Campione C3

Quota prelievo da m 5,60

a m 6,00

### DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA (Metodologia di prova: ASTM D2216)

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 23/01/2021

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
17,68	17,26	20,70
56,07	81,64	92,83
48,11	68,46	77,10
26,16	25,74	27,89

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**26,60**

### DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME (Metodologia di prova: BS1377 T15)

Data di inizio prova 23/01/2021

Data di fine prova 23/01/2021

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$

Parallelepipedo		
1	2	3
51,18	51,18	51,18
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
181,93	185,28	182,55
17,81	18,27	17,89

Peso di volume (valore medio)

$\text{KN/m}^3$  **17,99**

### DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI (Metodologia di prova ASTM D854)

Data di inizio prova 26/01/2021

Data di fine prova 27/01/2021

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T ( $^{\circ}\text{C}$ )

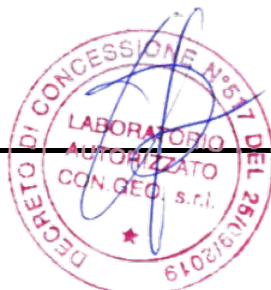
Peso specifico acqua a T ( $^{\circ}\text{C}$ )

Peso specifico campione a 20  $^{\circ}\text{C}$

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	108,12	108,09
g	133,99	133,12
g	248,18	237,67
g	231,77	221,87
$^{\circ}\text{C}$	15	15
$\text{KN/m}^3$	26,80	26,58
$\text{KN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{KN/m}^3$	26,83	26,61
$\text{KN/m}^3$	<b>26,72</b>	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello



## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00

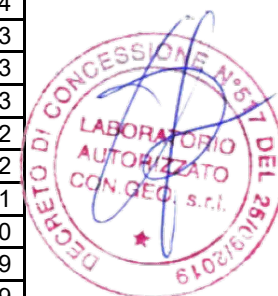
Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021

Massa campione secco iniziale (g)					583,06
Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	25,88	4,44	4,44	95,56
4	4,760	21,62	3,71	8,15	91,85
10	2,000	9,98	1,71	9,86	90,14
20	0,840	5,54	0,95	10,81	89,19
40	0,420	9,71	1,67	12,47	87,53
60	0,250	18,75	3,22	15,69	84,31
140	0,106	6,44	1,10	16,79	83,21
200	0,074	0,78	0,13	16,93	83,07

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,72
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,39
0,50	15	1028,4	1023,62	0,05955	76,74	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1027,8	1023,00	0,04250	74,74	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1027,4	1022,69	0,03019	73,74		
4,00	15	1026,8	1022,08	0,02154	71,73		
8,00	15	1026,2	1021,46	0,01537	69,73		
15,00	15	1025,9	1021,15	0,01127	68,73		
30,00	15	1025,3	1020,53	0,00804	66,72		
60,00	15	1024,1	1019,30	0,00578	62,72		
120,00	15	1022,5	1017,76	0,00417	57,71		
240,00	15	1021,0	1016,22	0,00301	52,70		
480,00	15	1020,0	1015,29	0,00215	49,69		
1440,00	15	1019,1	1014,37	0,00125	46,69		

Lo Sperimentatore  
Dot. Geol. Angelo Tici



Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dot. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

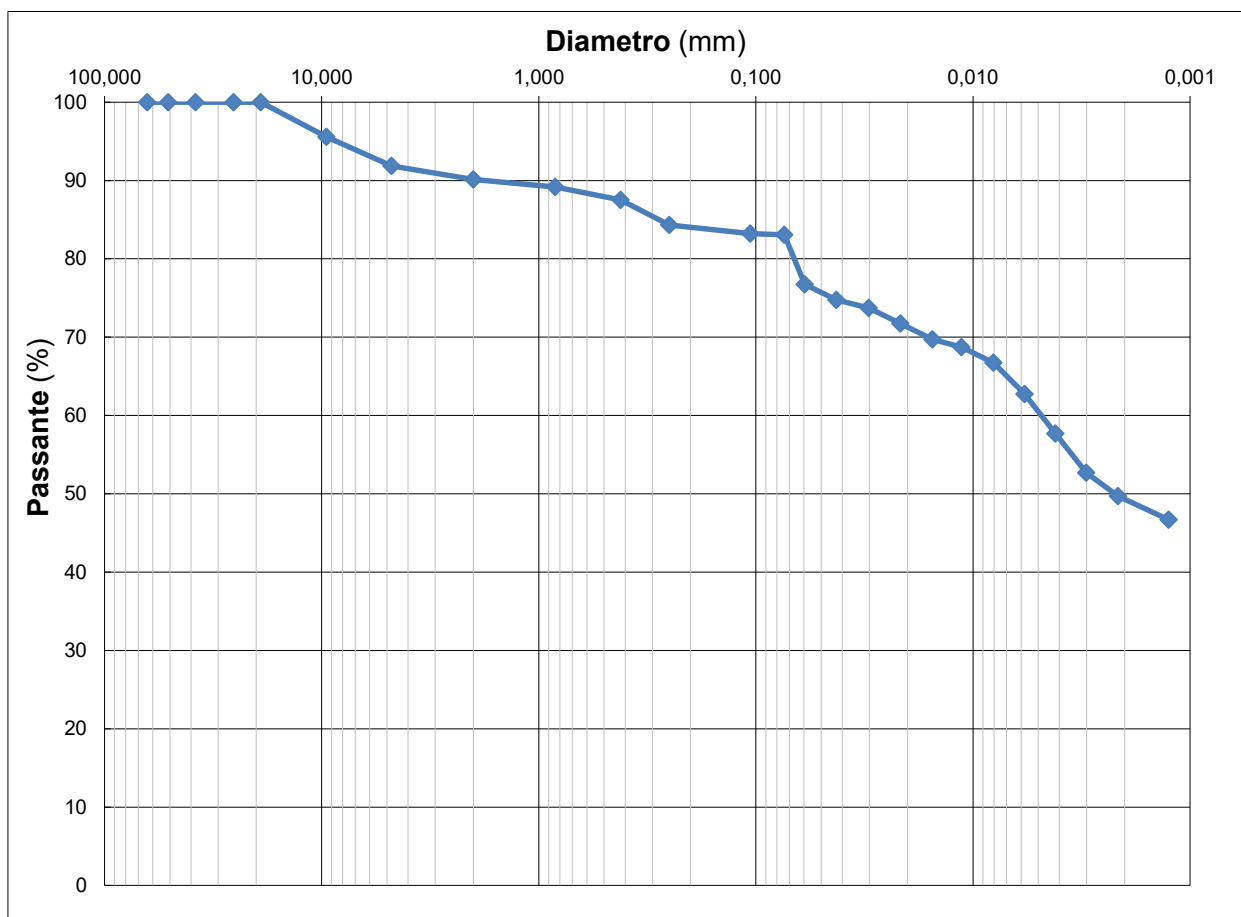
2/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00  
Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021



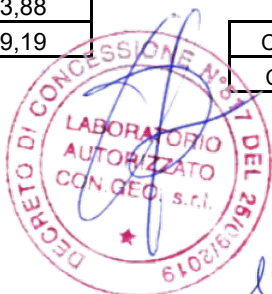
### Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	8,15
Sabbia	%	8,78
Limo	%	33,88
Argilla	%	49,19

D10 mm	
D30 mm	
D60 mm	0,00491

Coefficiente di uniformità	
Coefficiente di curvatura	

Lo Sperimentatore  
Dot. Geol. Angelo Tici



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dot. Michele Tumminello

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

1/1

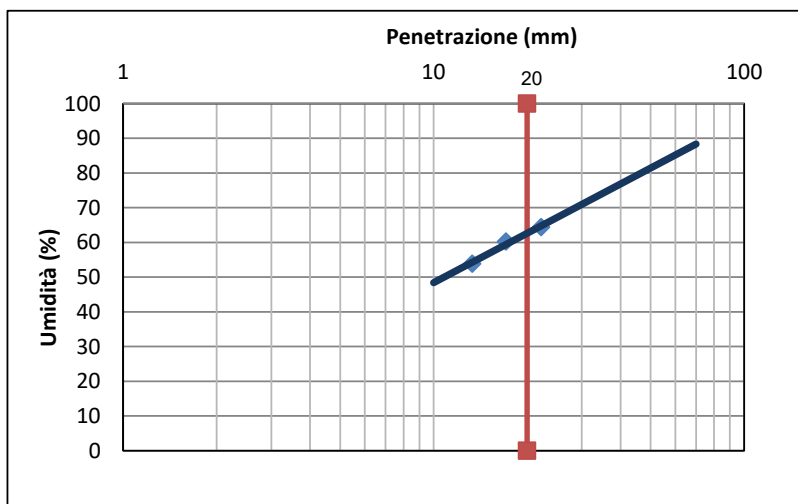
Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 27/01/2021**LIMITE DI LIQUIDITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
17,15	33,29	27,64	13,3	53,85
17,76	33,61	27,65	17,1	60,24
17,60	34,81	28,07	22,2	64,38

**LIMITE DI PLASTICITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %
9,38	16,91	15,46	23,77
9,35	15,88	14,65	23,29



<b>LIMITE DI LIQUIDITA' (%)</b>	<b>62,64</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA' (%)</b>	<b>23,53</b>
<b>LIMITE DI RITIRO (%)</b>	

**LIMITE DI RITIRO**

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

Lo Sperimentatore  
*Dr. Geol. Angelo Ticli*Il Direttore del laboratorio geotecnico  
*Dott. Michele Tumminello*

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C3** Quota prelievo da m **5,60** a m **6,00**Data di inizio prova **23/01/2021** Data di fine prova **25/01/2021**

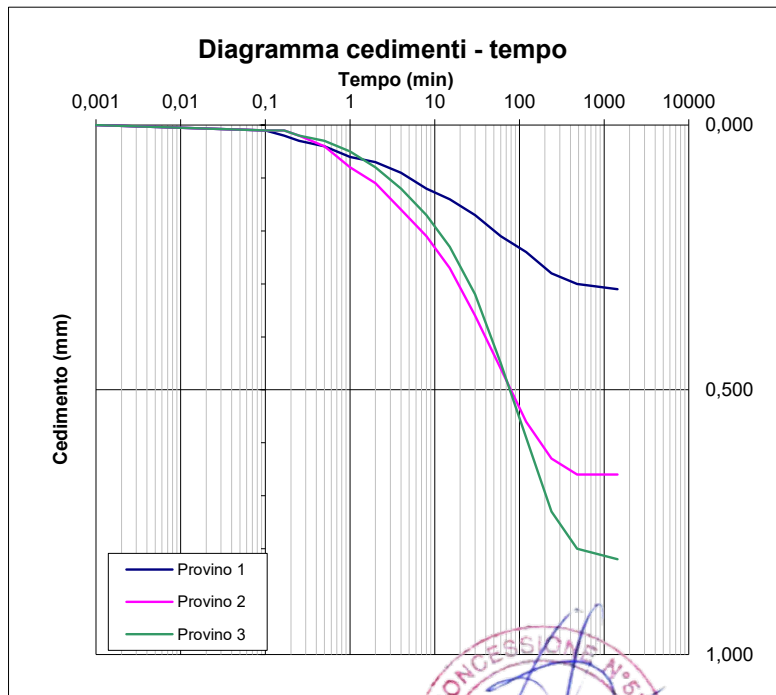
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	51,18	51,18	51,18
Massa fustella + campione umido	g	181,93	185,28	182,55
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	17,81	18,27	17,89

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	98	196	294
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,31	0,66	0,82



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,010	0,010	0,010
0,17	0,020	0,010	0,010
0,25	0,030	0,020	0,020
0,50	0,040	0,040	0,030
1,00	0,060	0,080	0,050
2,00	0,070	0,110	0,080
4,00	0,090	0,160	0,120
8,00	0,120	0,210	0,170
15,00	0,140	0,270	0,230
30,00	0,170	0,360	0,320
60,00	0,210	0,460	0,450
120,00	0,240	0,560	0,590
240,00	0,280	0,630	0,730
480,00	0,300	0,660	0,800
1440,00	0,310	0,660	0,820

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00

Data di inizio prova 23/01/2021 Data di fine prova 25/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 98			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 196			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 294		
ΔH (mm)	N	ΔL (mm)	ΔH mm	N	ΔL mm	ΔH mm	N	ΔL mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,14	21	0,05	0,06	96	0,22	0,02	131	0,14
0,17	25	0,08	0,11	144	0,44	0,04	240	0,38
0,18	51	0,12	0,15	176	0,67	0,07	298	0,62
0,19	97	0,22	0,19	204	0,90	0,08	318	0,74
0,22	114	0,34	0,21	223	1,13	0,09	336	0,87
0,23	127	0,46	0,24	236	1,37	0,11	353	0,99
0,25	136	0,58	0,26	249	1,60	0,12	368	1,11
0,26	144	0,70	0,29	261	1,84	0,13	380	1,24
0,28	151	0,82	0,30	266	1,96	0,15	389	1,36
0,30	155	0,94	0,31	272	2,09	0,16	395	1,49
0,31	160	1,05	0,32	277	2,20	0,17	405	1,62
0,33	162	1,17	0,33	279	2,32	0,18	413	1,75
0,34	163	1,28	0,34	282	2,44	0,19	420	1,88
0,36	164	1,40	0,35	288	2,56	0,20	425	2,00
0,38	165	1,52	0,36	291	2,68	0,21	426	2,13
0,39	164	1,64	0,37	292	2,80	0,21	430	2,26
0,41	162	1,75	0,38	294	2,91	0,22	431	2,39
0,42	162	1,85	0,38	298	3,04	0,23	430	2,52
			0,39	299	3,16	0,24	430	2,65
			0,40	303	3,28	0,25	435	2,78
			0,41	307	3,40	0,26	435	2,91
			0,41	303	3,51	0,27	434	3,04
			0,41	295	3,54	0,28	431	3,17
			0,41	286	3,54	0,29	429	3,30

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

Velocità di deformazione

kN/m<sup>2</sup>

mm/min

1	2	3
98	196	294
0,0040	0,0040	0,0040

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

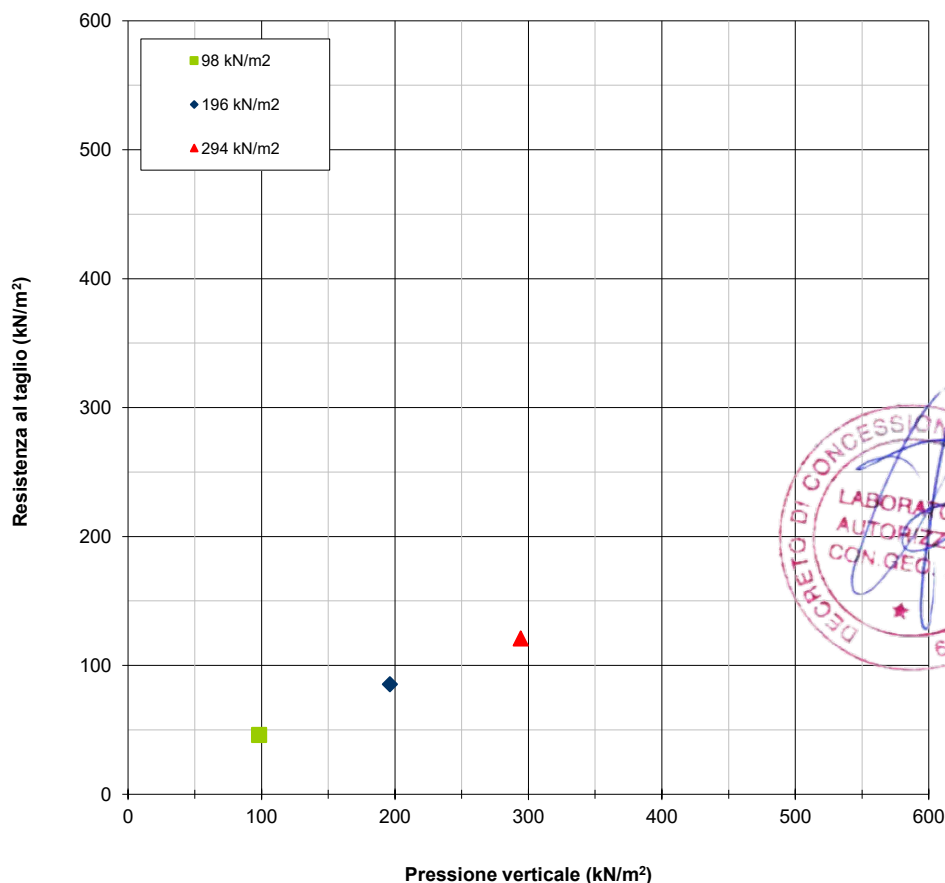
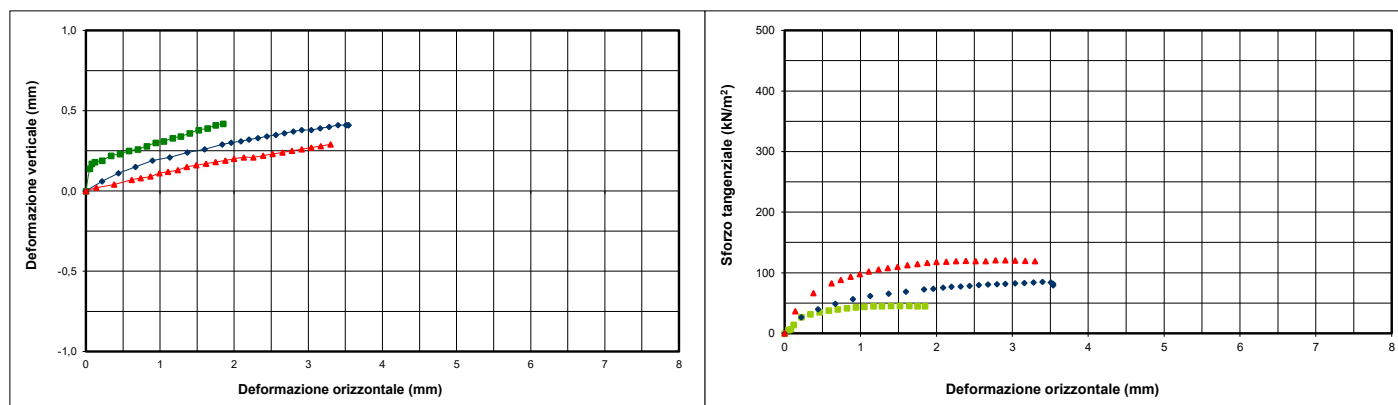
Dott. Michele Tumminello



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C3 Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00Data di inizio prova 23/01/2021 Data di fine prova 25/01/2021Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

Metodologia di prova: ASTM D2435

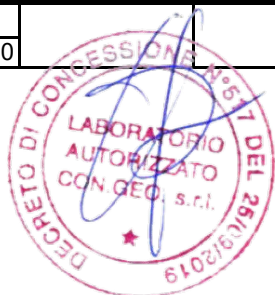
1/3

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C3**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **5,60** a m **6,00**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,72
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	17,7
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	18,3	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	19,8
Umidità iniziale (%)	31,0	Umidità finale (%)	25,2
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	14,0	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	15,8

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,090	0,10	0,170	0,10	0,330	0,10	0,640	0,10	1,200	0,10	1,830	0,10	2,720
0,17	0,000	0,17	0,090	0,17	0,180	0,17	0,340	0,17	0,650	0,17	1,210	0,17	1,860	0,17	2,730
0,25	0,000	0,25	0,100	0,25	0,180	0,25	0,340	0,25	0,650	0,25	1,220	0,25	1,910	0,25	2,730
0,50	0,000	0,50	0,100	0,50	0,180	0,50	0,350	0,50	0,660	0,50	1,230	0,50	1,960	0,50	2,750
1,00	0,000	1,00	0,110	1,00	0,190	1,00	0,360	1,00	0,670	1,00	1,250	1,00	2,030	1,00	2,760
2,00	0,000	2,00	0,120	2,00	0,200	2,00	0,380	2,00	0,690	2,00	1,270	2,00	2,120	2,00	2,790
4,00	0,000	4,00	0,120	4,00	0,200	4,00	0,390	4,00	0,710	4,00	1,290	4,00	2,220	4,00	2,820
8,00	0,000	8,00	0,130	8,00	0,210	8,00	0,410	8,00	0,740	8,00	1,330	8,00	2,320	8,00	2,870
15,00	0,000	15,00	0,130	15,00	0,220	15,00	0,430	15,00	0,770	15,00	1,370	15,00	2,420	15,00	2,930
30,00	0,000	30,00	0,140	30,00	0,230	30,00	0,450	30,00	0,820	30,00	1,440	30,00	2,490	30,00	3,020
60,00	0,000	60,00	0,140	60,00	0,240	60,00	0,480	60,00	0,890	60,00	1,530	60,00	2,560	60,00	3,140
120,00	0,000	120,00	0,140	120,00	0,250	120,00	0,520	120,00	0,970	120,00	1,640	120,00	2,610	120,00	3,280
240,00	0,000	240,00	0,140	240,00	0,260	240,00	0,550	240,00	1,060	240,00	1,750	240,00	2,640	240,00	3,400
480,00	0,000	480,00	0,140	480,00	0,270	480,00	0,580	480,00	1,110	480,00	1,820	480,00	2,660	480,00	3,480
1440,00	0,000	1440,00	0,140	#####	0,270	1440,00	0,580	1440,00	1,140	1440,00	1,820	1440,00	2,670	1440,00	3,540
Scarico	2,350				2,640				3,160						3,330



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

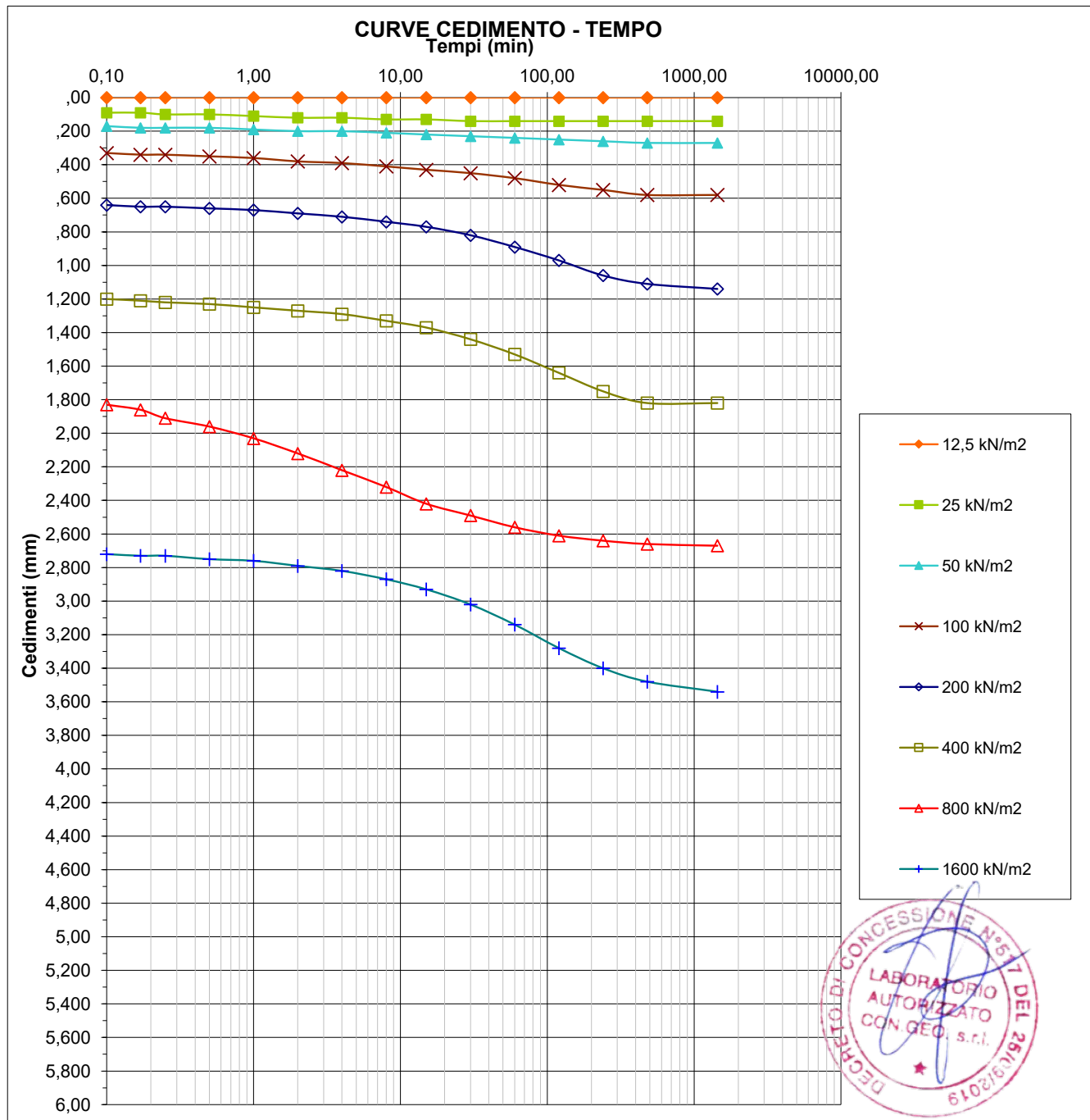
**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio S1 Campione C3

Quota prelievo da m 5,60 a m 6,00

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 02/02/2021



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

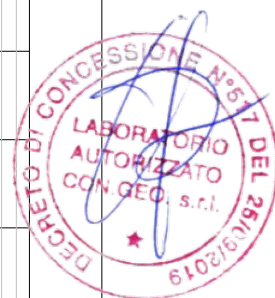
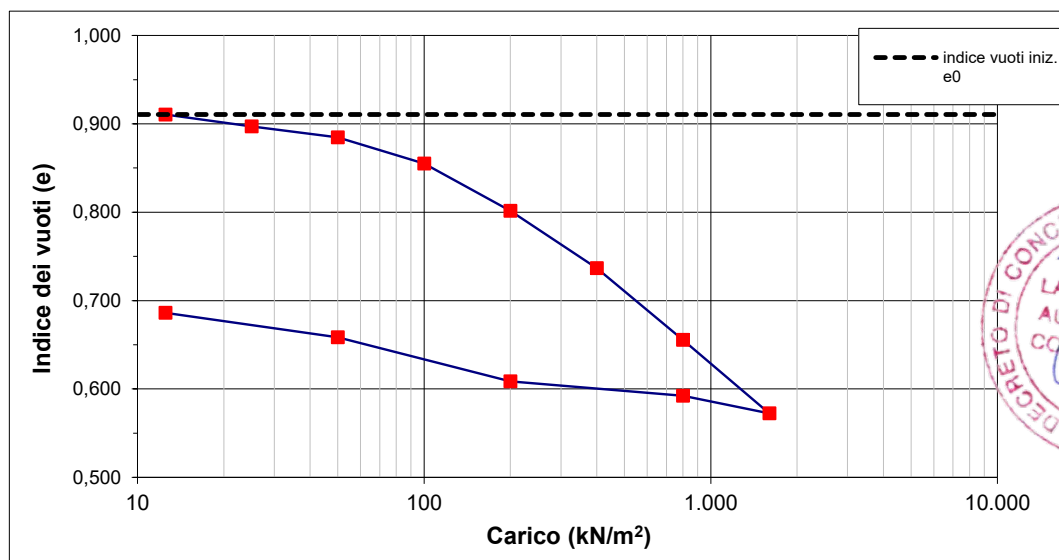
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C3**Quota prelievo da m **5,60** a m **6,00**Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **02/02/2021****TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,911</b>
12,5	0,0000	0,000	0,911
25	0,1400	0,700	0,897
50	0,2700	1,350	0,885
100	0,5800	2,900	0,855
200	1,1400	5,700	0,802
400	1,8200	9,100	0,737
800	2,6700	13,350	0,655
1600	3,5400	17,700	0,572
800	3,3300	16,650	0,592
200	3,1600	15,800	0,609
50	2,6400	13,200	0,658
12,5	2,3500	11,750	0,686

 $C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= cm<sup>2</sup>/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	8,11625E-04	1,23711E-05	1,79793E-05	1,73942E-05	1,32543E-05	6,94619E-05	1,19559E-05

 $K_v$  (Permeabilità)= m/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	4,45722E-10	3,17653E-12	5,54062E-12	4,91884E-12	2,34324E-12	7,96219E-12	7,35758E-13

 $m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= m<sup>2</sup>/kN

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	5,600E-04	2,618E-04	3,142E-04	2,884E-04	1,803E-04	1,169E-04	6,275E-05

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 37 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione **Q5**Pocket Penetrometer (Kpa) 

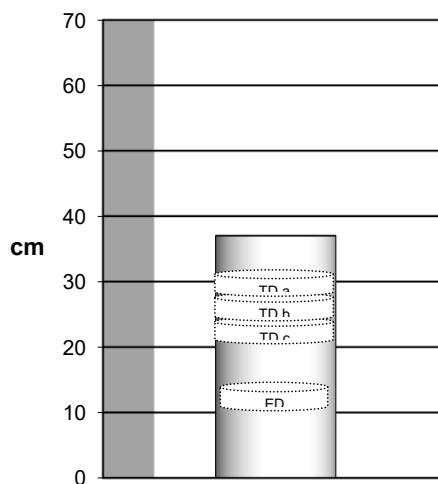
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Argille limose, di colore marrone giallastro chiaro, umide e plastiche, umide e plastiche, con inclusi elementi marnosi eterodimensionali.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello



N. Lavoro **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

1/1

Sondaggio **S1** Campione **C4** Quota prelievo da m **8,00** a m **8,40****DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA** (Metodologia di prova: ASTM D2216)Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **23/01/2021**

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
16,93	17,24	17,00
55,12	44,01	50,34
48,13	39,58	44,27
22,40	19,83	22,26

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**21,50****DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME** (Metodologia di prova: BS1377 T15)Data di inizio prova **25/01/2021**Data di fine prova **25/01/2021**

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$ 

Parallelepipedo		
1	2	3
59,37	59,37	59,37
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
206,77	208,94	205,97
20,08	20,37	19,97

Peso di volume (valore medio)

 $\text{KN/m}^3$  **20,14****DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI** (Metodologia di prova ASTM D854)Data di inizio prova **27/01/2021**Data di fine prova **28/01/2021**

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T ( $^{\circ}\text{C}$ )Peso specifico acqua a T ( $^{\circ}\text{C}$ )Peso specifico campione a 20  $^{\circ}\text{C}$ 

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	84,59	52,28
g	113,86	78,40
g	241,41	169,18
g	222,94	152,76
$^{\circ}\text{C}$	15	15
$\text{kN/m}^3$	26,56	26,40
$\text{kN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{kN/m}^3$	26,58	26,42
$\text{kN/m}^3$	<b>26,50</b>	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40

Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 30/01/2021

Massa campione secco iniziale (g) **508,97**

Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,760	10,81	2,12	2,12	97,88
10	2,000	4,99	0,98	3,10	96,90
20	0,840	2,77	0,54	3,65	96,35
40	0,420	4,86	0,95	4,60	95,40
60	0,250	9,38	1,84	6,45	93,55
140	0,106	3,22	0,63	7,08	92,92
200	0,074	0,39	0,08	7,16	92,84

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,50
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,24
0,50	15	1029,0	1024,23	0,05938	88,76	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1028,4	1023,62	0,04238	86,50	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1028,1	1023,31	0,03011	85,37		
4,00	15	1027,4	1022,69	0,02148	83,11		
8,00	15	1026,5	1021,77	0,01540	79,72		
15,00	15	1025,3	1020,53	0,01144	75,21		
30,00	15	1025,0	1020,23	0,00812	74,08		
60,00	15	1024,4	1019,61	0,00579	71,82		
120,00	15	1023,4	1018,68	0,00415	68,43		
240,00	15	1022,8	1018,07	0,00296	66,17		
480,00	15	1022,2	1017,45	0,00211	63,91		
1440,00	15	1021,3	1016,53	0,00123	60,52		



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tici

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

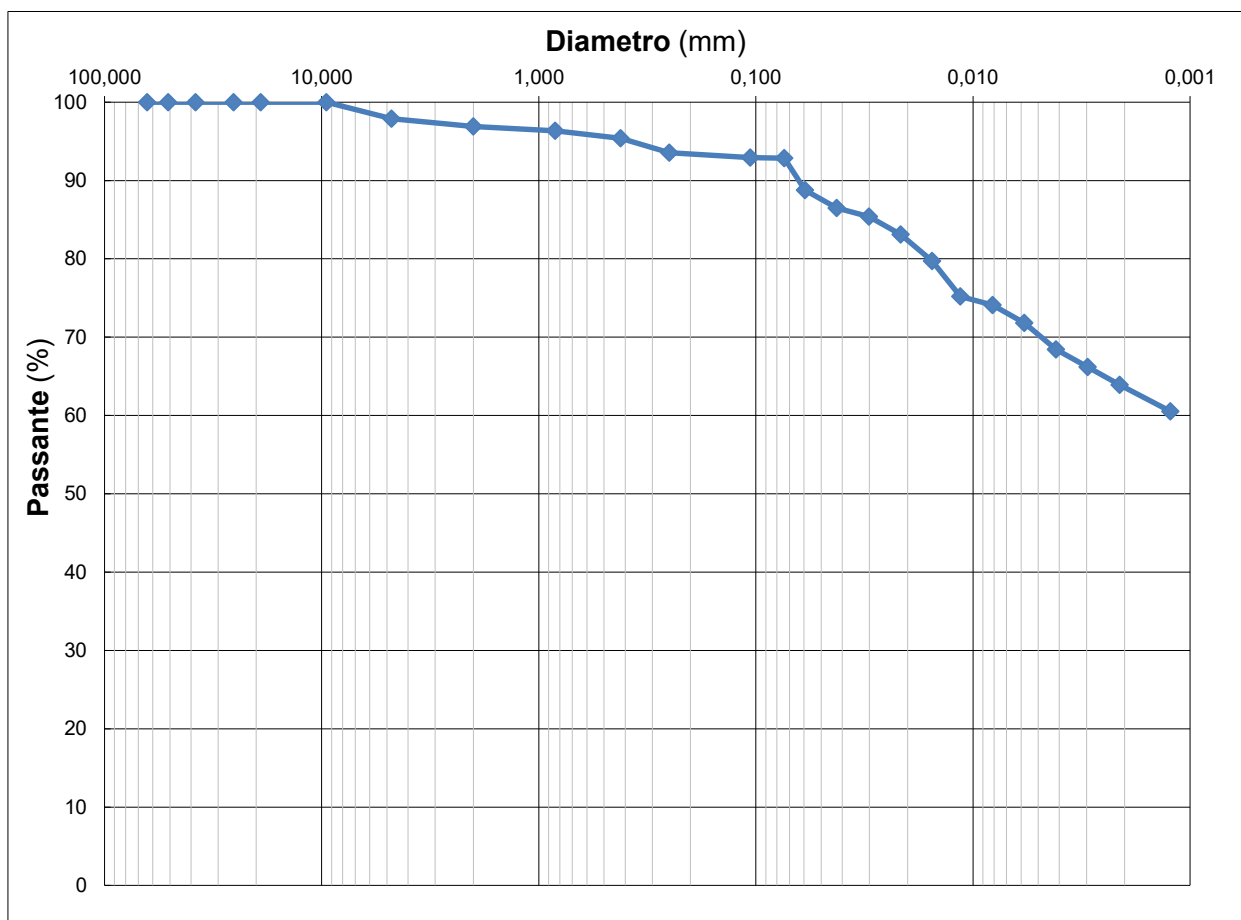
2/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40  
Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 30/01/2021



### Frazioni granulometriche

Ghiaia	%	2,12
Sabbia	%	5,03
Limo	%	29,34
Argilla	%	63,50

D10 mm	
D30 mm	
D60 mm	

Coefficiente di uniformità	
Coefficiente di curvatura	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tici



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

1/1

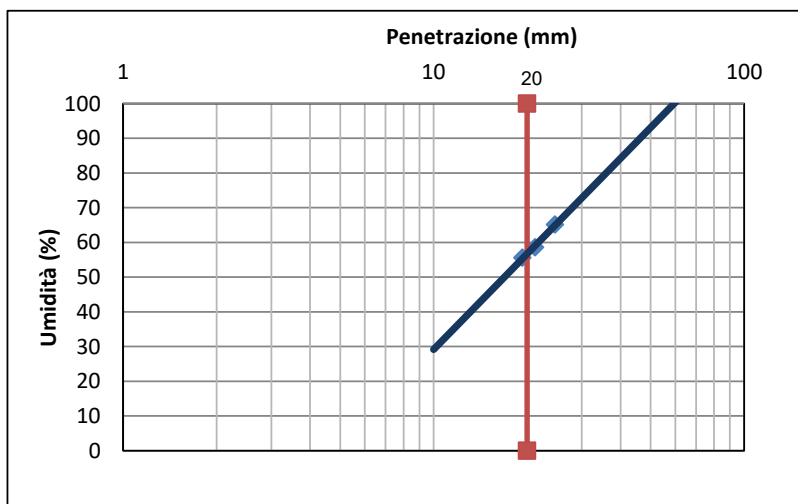
Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021**LIMITE DI LIQUIDITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
9,36	24,02	18,78	19,3	55,58
8,33	19,85	15,60	21,2	58,56
8,00	29,50	21,02	24,6	65,11

**LIMITE DI PLASTICITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %
8,32	14,36	13,39	19,14
8,39	13,78	12,92	18,89



<b>LIMITE DI LIQUIDITA' (%)</b>	<b>56,71</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA' (%)</b>	<b>19,02</b>
<b>LIMITE DI RITIRO (%)</b>	

**LIMITE DI RITIRO**

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

L'Esperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 27/01/2021

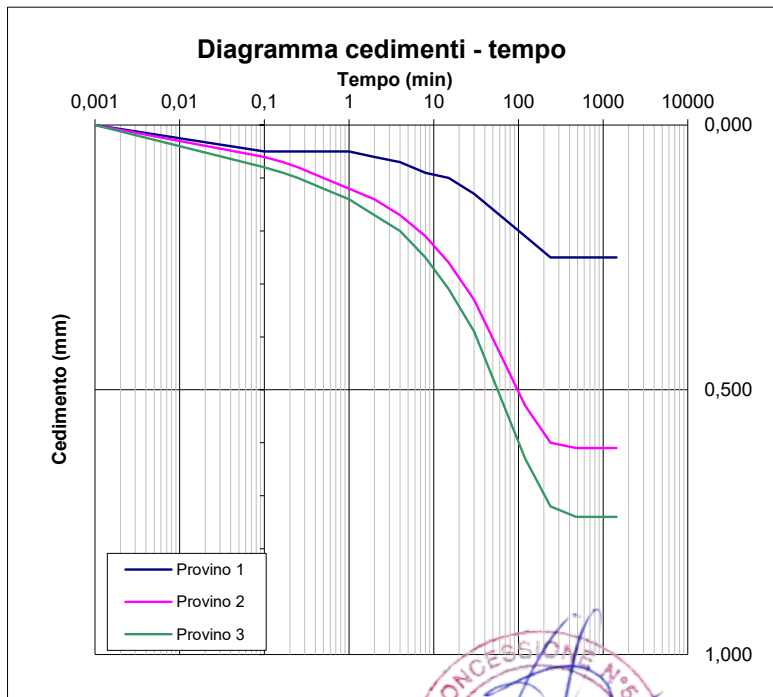
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	59,37	59,37	59,37
Massa fustella + campione umido	g	206,77	208,94	205,97
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	20,08	20,37	19,97

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	147	245	343
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,25	0,61	0,74



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,050	0,060	0,080
0,17	0,050	0,070	0,090
0,25	0,050	0,080	0,100
0,50	0,050	0,100	0,120
1,00	0,050	0,120	0,140
2,00	0,060	0,140	0,170
4,00	0,070	0,170	0,200
8,00	0,090	0,210	0,250
15,00	0,100	0,260	0,310
30,00	0,130	0,330	0,390
60,00	0,170	0,430	0,510
120,00	0,210	0,530	0,630
240,00	0,250	0,600	0,720
480,00	0,250	0,610	0,740
1440,00	0,250	0,610	0,740

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 27/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 147			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 245			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 343		
ΔH (mm)	N	ΔL (mm)	ΔH mm	N	ΔL mm	ΔH mm	N	ΔL mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,07	11	0,02	0,05	38	0,02	0,07	201	0,13
0,12	12	0,20	0,07	41	0,02	0,12	319	0,36
0,17	40	0,22	0,10	193	0,20	0,16	389	0,59
0,19	120	0,41	0,13	256	0,43	0,20	440	0,84
0,22	163	0,63	0,17	302	0,66	0,23	480	1,09
0,25	187	0,87	0,20	332	0,89	0,26	508	1,34
0,27	205	1,11	0,22	359	1,12	0,28	536	1,59
0,29	229	1,33	0,23	377	1,35	0,30	559	1,85
0,30	245	1,57	0,25	396	1,58	0,32	579	2,10
0,31	253	1,68	0,27	410	1,82	0,34	591	2,36
0,32	260	1,80	0,28	424	2,05	0,35	600	2,62
0,33	264	1,92	0,29	433	2,30	0,37	610	2,87
0,33	270	2,03	0,30	442	2,54	0,38	615	3,14
0,34	274	2,15	0,30	446	2,78	0,39	623	3,40
0,35	279	2,27	0,31	454	3,02	0,40	625	3,66
0,35	284	2,39	0,31	457	3,14	0,41	629	3,79
0,35	286	2,50	0,32	460	3,26	0,41	630	3,92
0,35	289	2,63	0,32	462	3,39	0,42	633	4,06
0,36	289	2,75	0,32	464	3,51	0,42	634	4,19
0,36	290	2,87	0,33	466	3,63	0,43	634	4,32
0,36	291	2,99	0,33	466	3,75	0,44	634	4,45
0,36	290	3,11	0,33	461	3,87	0,44	632	4,58
0,36	290	3,23	0,34	459	3,99	0,45	627	4,72
0,36	289	3,35	0,34	455	4,11	0,46	623	4,85

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

Velocità di deformazione

kN/m<sup>2</sup>

mm/min

1	2	3
147	245	343
0,0040	0,0040	0,0040

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

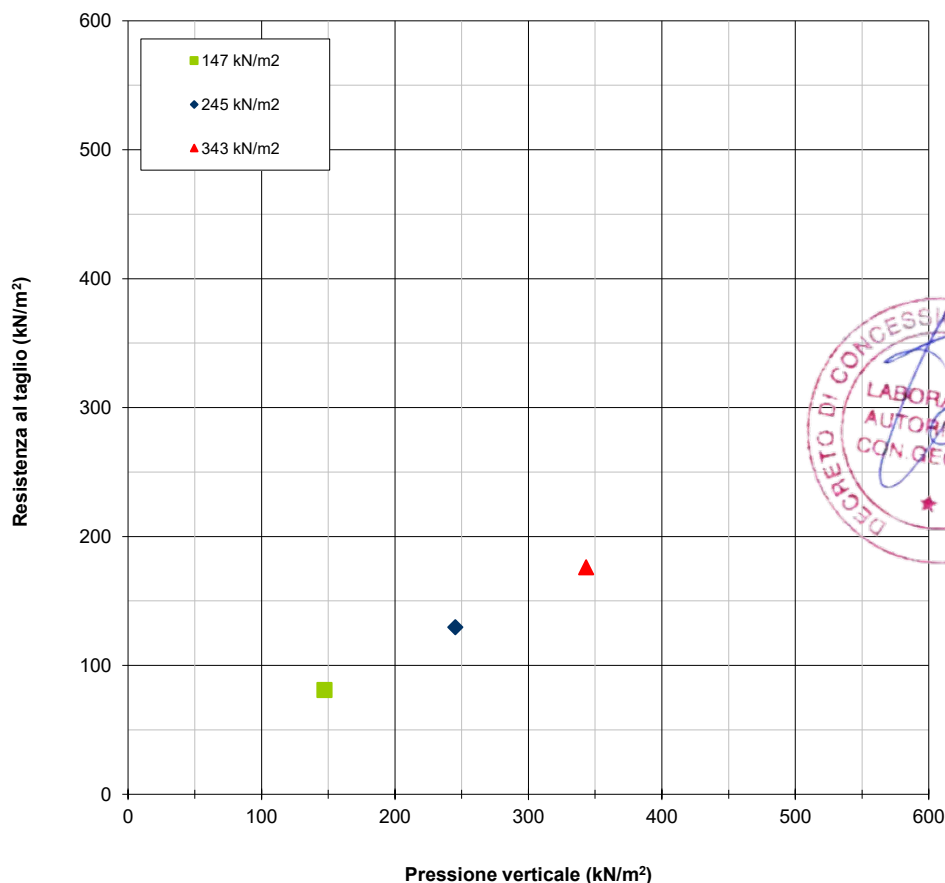
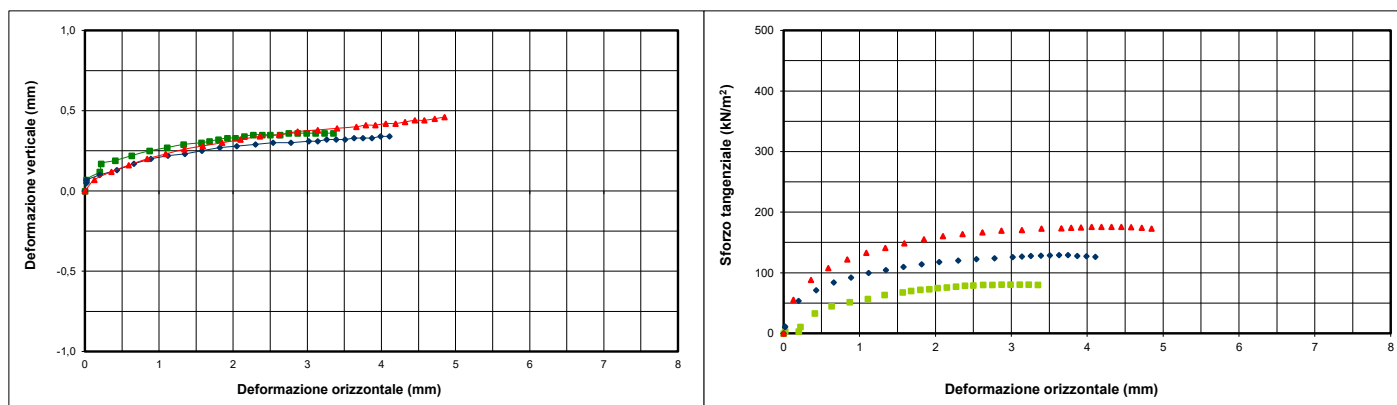
Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S1 Campione C4 Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40Data di inizio prova 25/01/2021 Data di fine prova 27/01/2021

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

1/3

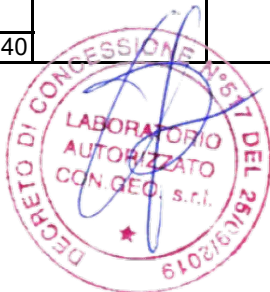
Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S1** Campione **C4**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **8,00** a m **8,40**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,50
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	17,3
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	20,1	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	22,4
Umidità iniziale (%)	16,1	Umidità finale (%)	12,0
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	17,3	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	20,0

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,010	0,10	0,300	0,10	0,490	0,10	0,830	0,10	1,210	0,10	2,020	0,10	2,800
0,17	0,000	0,17	0,010	0,17	0,300	0,17	0,490	0,17	0,830	0,17	1,230	0,17	2,030	0,17	2,810
0,25	0,000	0,25	0,010	0,25	0,310	0,25	0,500	0,25	0,830	0,25	1,270	0,25	2,040	0,25	2,810
0,50	0,000	0,50	0,020	0,50	0,320	0,50	0,500	0,50	0,840	0,50	1,310	0,50	2,050	0,50	2,820
1,00	0,000	1,00	0,020	1,00	0,330	1,00	0,510	1,00	0,860	1,00	1,370	1,00	2,070	1,00	2,840
2,00	0,000	2,00	0,020	2,00	0,340	2,00	0,520	2,00	0,870	2,00	1,440	2,00	2,090	2,00	2,870
4,00	0,000	4,00	0,030	4,00	0,350	4,00	0,540	4,00	0,890	4,00	1,520	4,00	2,120	4,00	2,900
8,00	0,000	8,00	0,030	8,00	0,360	8,00	0,560	8,00	0,920	8,00	1,600	8,00	2,170	8,00	2,940
15,00	0,000	15,00	0,030	15,00	0,370	15,00	0,580	15,00	0,950	15,00	1,680	15,00	2,220	15,00	3,000
30,00	0,000	30,00	0,030	30,00	0,390	30,00	0,610	30,00	0,990	30,00	1,740	30,00	2,310	30,00	3,070
60,00	0,000	60,00	0,030	60,00	0,400	60,00	0,640	60,00	1,050	60,00	1,790	60,00	2,410	60,00	3,170
120,00	0,000	120,00	0,030	120,00	0,400	120,00	0,680	120,00	1,110	120,00	1,830	120,00	2,510	120,00	3,270
240,00	0,000	240,00	0,030	240,00	0,410	240,00	0,700	240,00	1,170	240,00	1,860	240,00	2,590	240,00	3,340
480,00	0,000	480,00	0,030	480,00	0,410	480,00	0,720	480,00	1,200	480,00	1,870	480,00	2,640	480,00	3,390
1440,00	0,000	1440,00	0,030	1440,00	0,410	1440,00	0,730	1440,00	1,200	1440,00	1,880	1440,00	2,680	1440,00	3,440
Scarico	2,730				2,840				2,890				3,190		

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

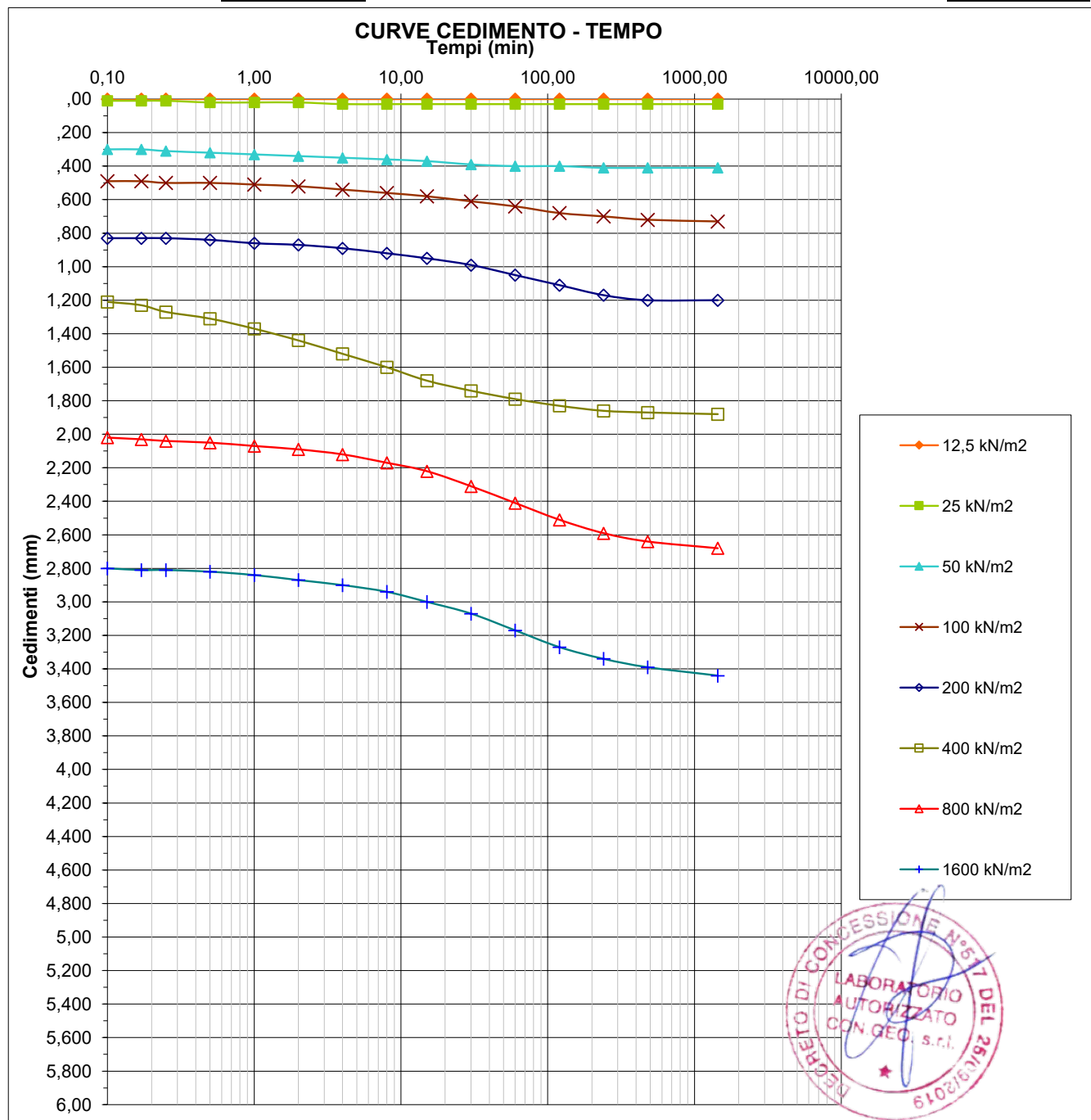
**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio S1 Campione C4

Quota prelievo da m 8,00 a m 8,40

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 02/02/2021



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

3/3

Lavoro n° **3048/011/21**

Committente **CITTA' DI TRAPANI**

Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio **S1** Campione **C4**

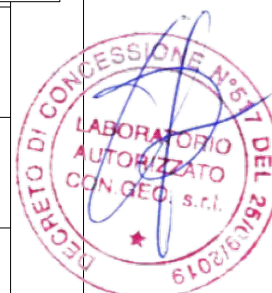
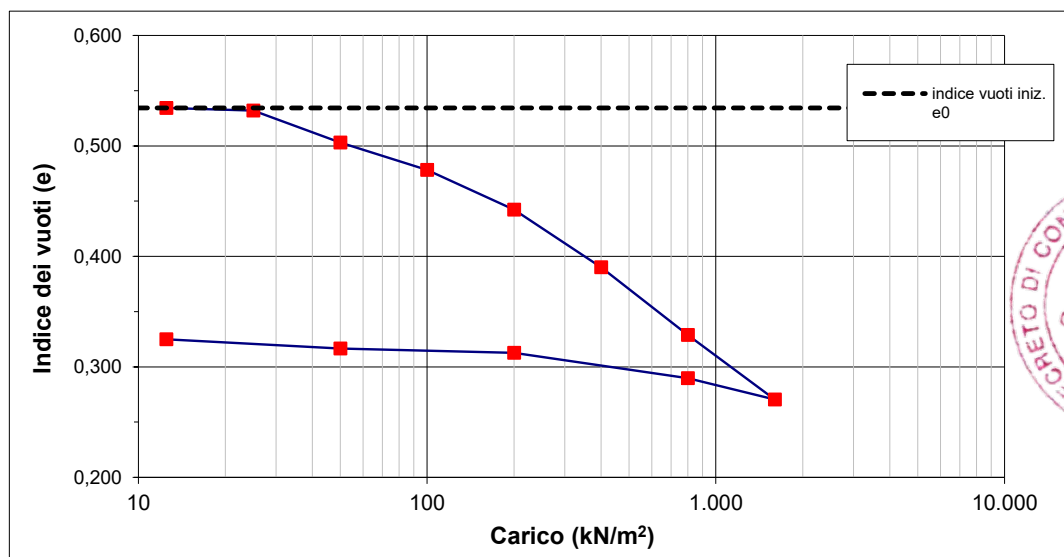
Quota prelievo da m **8,00** a m **8,40**

Data di inizio prova **22/01/2021**

Data di fine prova **02/02/2021**

**TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,534</b>
12,5	0,0000	0,000	0,534
25	0,0300	0,150	0,532
50	0,4100	2,050	0,503
100	0,7300	3,650	0,478
200	1,2000	6,000	0,442
400	1,8800	9,400	0,390
800	2,6800	13,400	0,329
1600	3,4400	17,200	0,270
800	3,1900	15,950	0,290
200	2,8900	14,450	0,313
50	2,8400	14,200	0,316
12,5	2,7300	13,650	0,325



$C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= cm<sup>2</sup>/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,63838E-03	1,05298E-04	2,80902E-05	1,61405E-05	8,55585E-05	1,63525E-05	1,56258E-05

$K_v$  (Permeabilità)= m/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,92805E-10	7,85972E-11	8,99956E-12	3,86059E-12	1,51742E-11	1,77002E-12	8,40501E-13

$m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= m<sup>2</sup>/kN

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,200E-04	7,611E-04	3,267E-04	2,439E-04	1,809E-04	1,104E-04	5,485E-05

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del Laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello



**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 48 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione **Q5**Pocket Penetrometer (Kpa) 

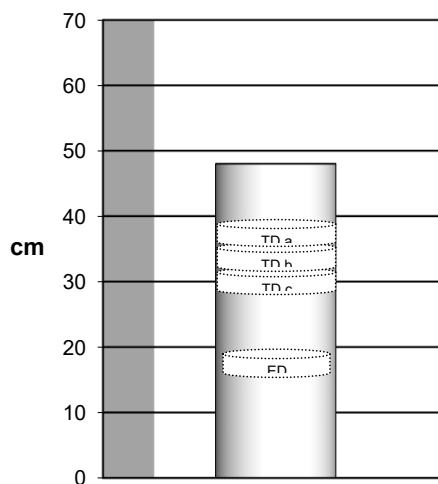
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Sabbie, di colore marrone giallastro, molto umide e poco addensate, con inclusi rari elementi arenitici eterodimensionali.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

1/1

Sondaggio **S2** Campione **C1** Quota prelievo da m **3,00** a m **3,50****DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA** (Metodologia di prova: ASTM D2216)Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **23/01/2021**

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
17,11	17,69	21,13
111,41	117,55	111,84
95,82	99,76	97,91
19,81	21,68	18,14

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**19,88****DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME** (Metodologia di prova: BS1377 T15)Data di inizio prova **26/01/2021**Data di fine prova **26/01/2021**

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$ 

Parallelepipedo		
1	2	3
59,39	59,39	59,39
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
204,49	203,98	205,36
19,76	19,69	19,88

Peso di volume (valore medio)

 $\text{KN/m}^3$  **19,78****DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI** (Metodologia di prova ASTM D854)Data di inizio prova **28/01/2021**Data di fine prova **29/01/2021**

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T (°C)

Peso specifico acqua a T (°C)

Peso specifico campione a 20 °C

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	42,82	108,09
g	71,45	134,64
g	149,79	238,67
g	131,76	221,94
°C	15	15
$\text{KN/m}^3$	26,48	26,53
$\text{KN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{KN/m}^3$	26,50	26,56
$\text{KN/m}^3$	<b>26,53</b>	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angela Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI  
Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.  
Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50  
Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 30/01/2021

Massa campione secco iniziale (g)					637,31
Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,50	77,91	12,22	12,22	87,78
4	4,760	29,44	4,62	16,84	83,16
10	2,000	28,31	4,44	21,29	78,71
20	0,840	55,25	8,67	29,96	70,04
40	0,420	96,12	15,08	45,04	54,96
60	0,250	141,45	22,19	67,23	32,77
140	0,106	65,83	10,33	77,56	22,44
200	0,074	35,58	5,58	83,14	16,86

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,51
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,20
0,50	15	1025,3	1020,53	0,06265	13,67	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1022,8	1018,07	0,04578	12,02	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1021,0	1016,22	0,03314	10,79		
4,00	15	1019,1	1014,37	0,02396	9,56		
8,00	15	1018,5	1013,75	0,01707	9,15		
15,00	15	1017,3	1012,52	0,01264	8,33		
30,00	15	1016,0	1011,28	0,00906	7,51		
60,00	15	1014,8	1010,05	0,00649	6,69		
120,00	15	1013,6	1008,82	0,00465	5,87		
240,00	15	1013,0	1008,20	0,00331	5,46		
480,00	15	1012,3	1007,58	0,00236	5,05		
1440,00	15	1010,8	1006,04	0,00138	4,02		

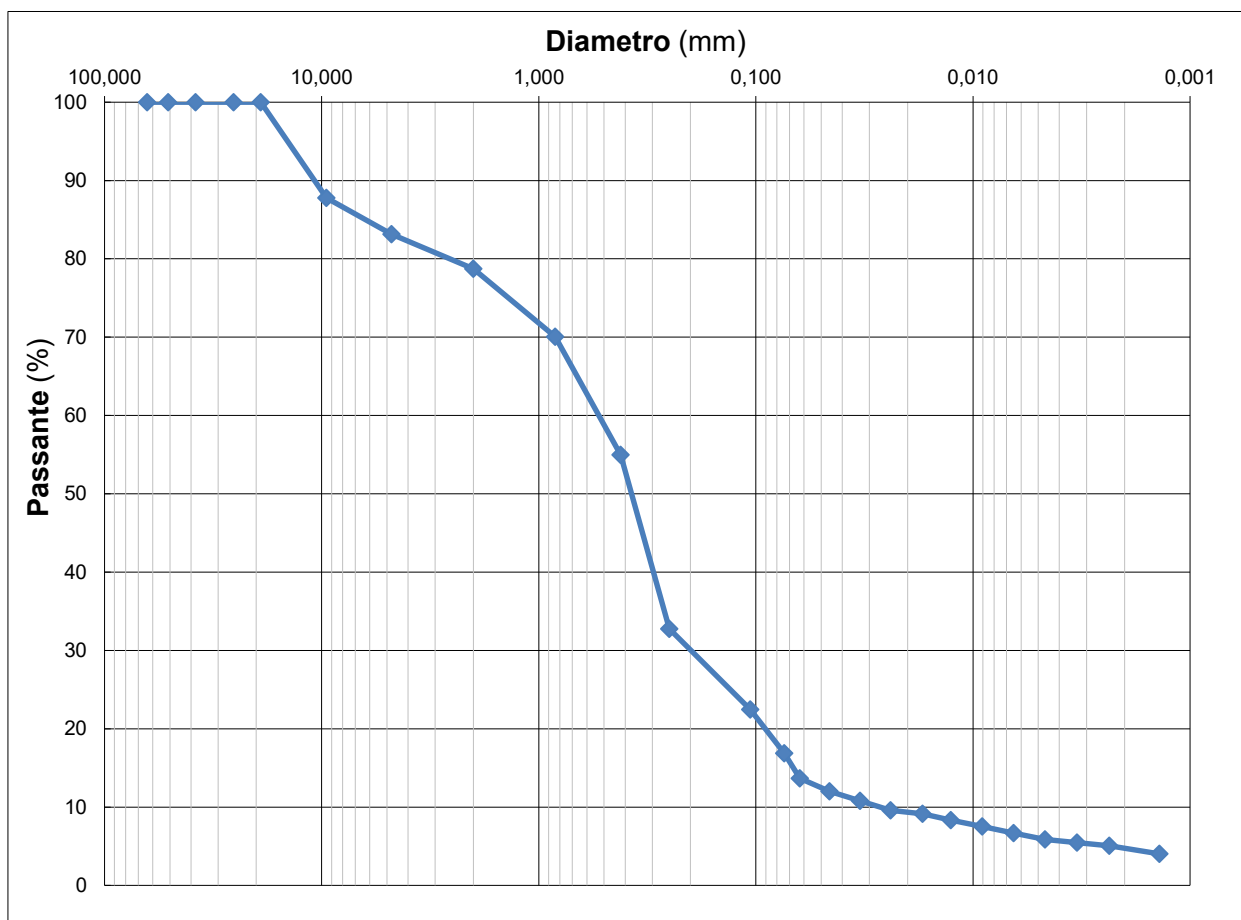
Lo Sperimentatore  
Dot. Geol. Angelo Tici

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dot. Michele Tumminello

**ANALISI GRANULOMETRICA**

2/2

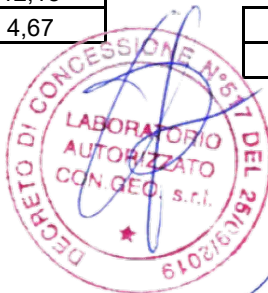
Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50  
Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 30/01/2021**Frazioni granulometriche**

Ghiaia	%	16,84
Sabbia	%	66,30
Limo	%	12,18
Argilla	%	4,67

D10 mm	0,02723
D30 mm	0,21142
D60 mm	0,56029

Coefficiente di uniformità	20,58
Coefficiente di curvatura	2,93

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Tici

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG

1/1

Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50

Data di inizio prova 28/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021

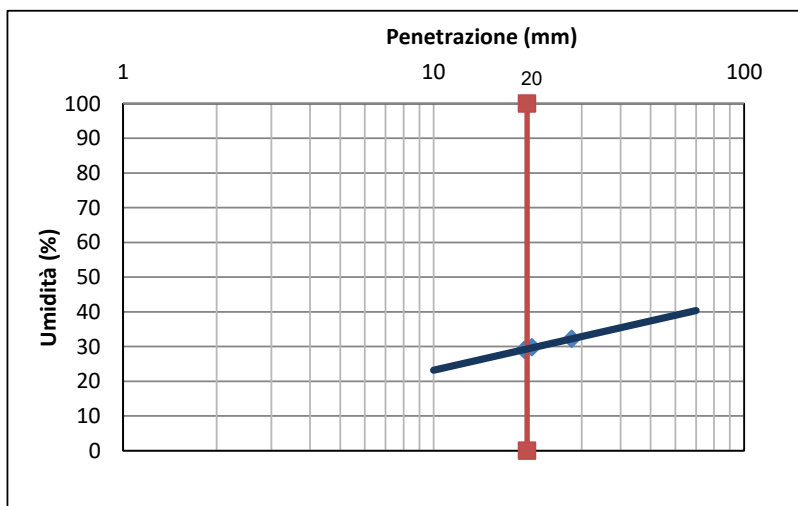
### LIMITE DI LIQUIDITA'

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
20,45	70,94	59,59	19,6	29,01
20,26	63,88	53,88	20,7	29,77
17,22	80,70	65,24	27,8	32,20

### LIMITE DI PLASTICITA'

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %

**NON POTENDO DETERMINARE IL LIMITE PLASTICO, IL MATERIALE E' PER DEFINIZIONE NON PLASTICO**



LIMITE DI LIQUIDITA' (%)	<b>29,32</b>
LIMITE DI PLASTICITA' (%)	
LIMITE DI RITIRO (%)	



### LIMITE DI RITIRO

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello



**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021

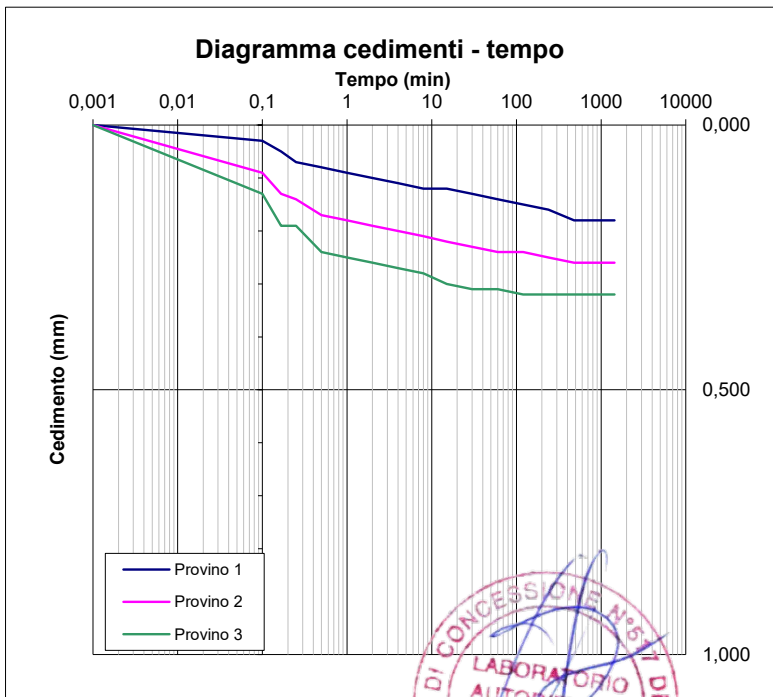
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	59,39	59,39	59,39
Massa fustella + campione umido g	g	204,49	203,98	205,36
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	19,76	19,69	19,88

## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	98	196	294
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,18	0,26	0,32



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,030	0,090	0,130
0,17	0,050	0,130	0,190
0,25	0,070	0,140	0,190
0,50	0,080	0,170	0,240
1,00	0,090	0,180	0,250
2,00	0,100	0,190	0,260
4,00	0,110	0,200	0,270
8,00	0,120	0,210	0,280
15,00	0,120	0,220	0,300
30,00	0,130	0,230	0,310
60,00	0,140	0,240	0,310
120,00	0,150	0,240	0,320
240,00	0,160	0,250	0,320
480,00	0,180	0,260	0,320
1440,00	0,180	0,260	0,320

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50

Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 98			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 196			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 294		
ΔH (mm)	N	ΔL (mm)	ΔH mm	N	ΔL mm	ΔH mm	N	ΔL mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,02	63	0,12	0,01	119	0,12	0,00	187	0,11
0,02	106	0,31	0,01	199	0,29	0,00	313	0,28
0,03	151	0,51	0,02	283	0,48	0,00	445	0,46
0,04	187	0,73	0,02	349	0,69	0,00	548	0,66
0,04	214	0,94	0,02	399	0,89	0,00	626	0,85
0,04	234	1,18	0,03	436	1,12	0,01	685	1,07
0,04	245	1,42	0,02	456	1,36	0,00	717	1,29
0,04	249	1,66	0,06	464	1,59	0,07	730	1,51
0,02	251	1,90	0,01	467	1,82	0,00	735	1,73
0,01	252	2,04	0,01	469	1,94	0,00	738	1,85
0,00	253	2,16	0,01	472	2,06	0,01	741	1,96
0,00	257	2,28	0,00	479	2,17	0,00	753	2,07
-0,01	261	2,41	-0,01	487	2,30	0,00	765	2,19
-0,01	264	2,53	-0,01	492	2,42	0,00	773	2,30
-0,01	266	2,65	-0,01	495	2,53	0,00	778	2,41
-0,01	266	2,78	0,00	495	2,66	0,01	779	2,53
-0,02	266	2,90	-0,01	496	2,77	0,00	780	2,64
-0,03	267	3,05	0,01	497	2,91	0,04	781	2,77
-0,04	267	3,17	-0,02	497	3,02	0,00	782	2,88
-0,05	267	3,29	-0,03	498	3,14	0,00	783	2,99
-0,05	268	3,42	-0,03	499	3,27	0,00	783	3,11
-0,05	267	3,54	-0,03	498	3,38	0,00	783	3,22
-0,06	264	3,67	-0,03	496	3,51	0,00	782	3,34
-0,05	262	3,81	-0,02	494	3,63	0,01	781	3,46

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

Velocità di deformazione

kN/m<sup>2</sup>

mm/min

1	2	3
98	196	294
0,0150	0,0150	0,0150

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

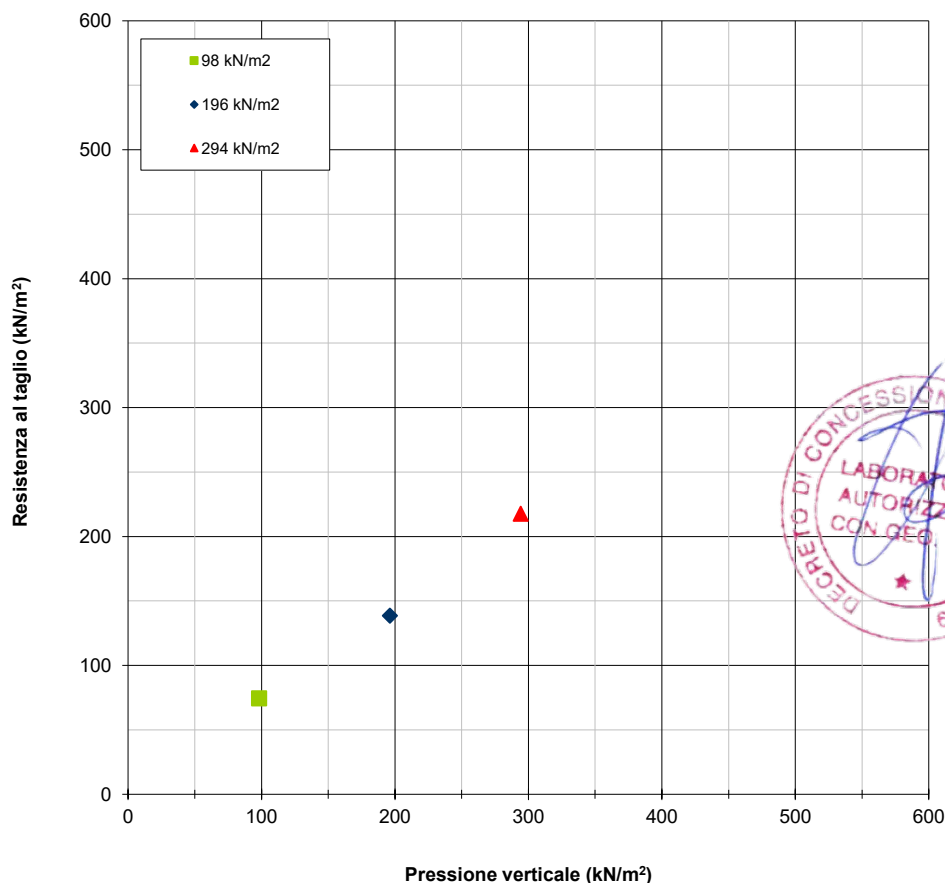
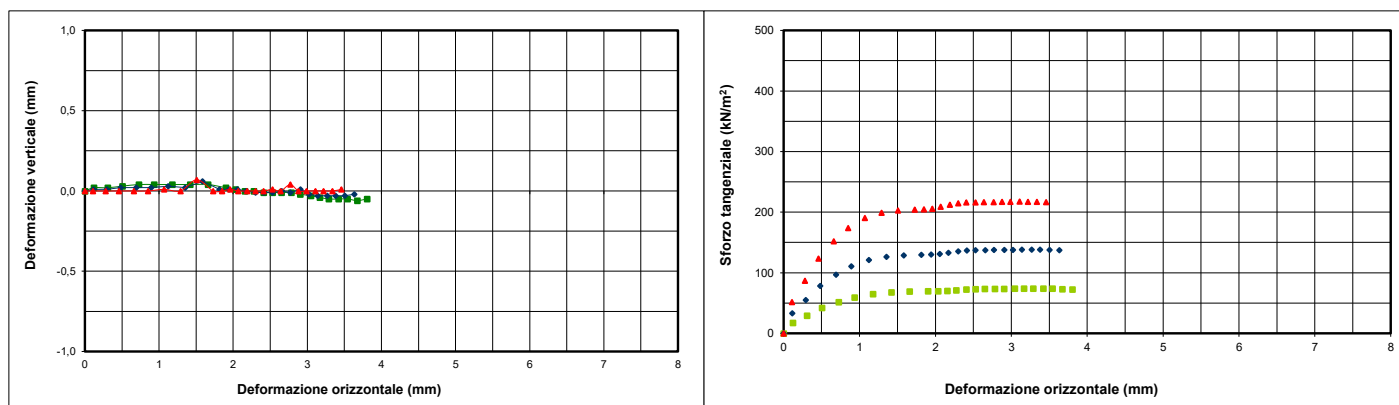
Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C1 Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50Data di inizio prova 26/01/2021 Data di fine prova 28/01/2021Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TiciIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

Metodologia di prova: ASTM D2435

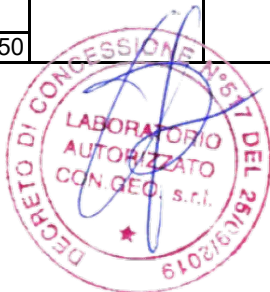
1/3

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S2** Campione **C1**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **3,00** a m **3,50**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,53
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	17,8
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	19,7	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	21,5
Umidità iniziale (%)	19,7	Umidità finale (%)	15,9
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	16,5	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	18,5

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,110	0,10	0,350	0,10	0,570	0,10	1,100	0,10	1,610	0,10	2,020	0,10	2,490
0,17	0,000	0,17	0,120	0,17	0,360	0,17	0,580	0,17	1,120	0,17	1,620	0,17	2,040	0,17	2,540
0,25	0,000	0,25	0,130	0,25	0,370	0,25	0,590	0,25	1,140	0,25	1,630	0,25	2,060	0,25	2,590
0,50	0,000	0,50	0,140	0,50	0,380	0,50	0,600	0,50	1,160	0,50	1,640	0,50	2,080	0,50	2,640
1,00	0,000	1,00	0,150	1,00	0,390	1,00	0,610	1,00	1,180	1,00	1,650	1,00	2,100	1,00	2,690
2,00	0,000	2,00	0,160	2,00	0,400	2,00	0,620	2,00	1,200	2,00	1,660	2,00	2,110	2,00	2,740
4,00	0,000	4,00	0,170	4,00	0,410	4,00	0,630	4,00	1,220	4,00	1,670	4,00	2,130	4,00	2,790
8,00	0,000	8,00	0,180	8,00	0,420	8,00	0,640	8,00	1,240	8,00	1,680	8,00	2,140	8,00	2,840
15,00	0,000	15,00	0,190	15,00	0,430	15,00	0,650	15,00	1,260	15,00	1,690	15,00	2,150	15,00	2,890
30,00	0,000	30,00	0,200	30,00	0,440	30,00	0,660	30,00	1,280	30,00	1,700	30,00	2,160	30,00	2,940
60,00	0,000	60,00	0,210	60,00	0,450	60,00	0,670	60,00	1,300	60,00	1,710	60,00	2,170	60,00	2,990
120,00	0,000	120,00	0,220	120,00	0,460	120,00	0,680	120,00	1,320	120,00	1,720	120,00	2,180	120,00	3,040
240,00	0,000	240,00	0,230	240,00	0,460	240,00	0,690	240,00	1,340	240,00	1,730	240,00	2,190	240,00	3,040
480,00	0,000	480,00	0,240	480,00	0,470	480,00	0,700	480,00	1,350	480,00	1,730	480,00	2,190	480,00	3,050
1440,00	0,000	1440,00	0,240	#####	0,470	1440,00	0,700	1440,00	1,350	1440,00	1,730	1440,00	2,190	1440,00	3,050
Scarico	2,250				2,450				2,650				2,850		



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

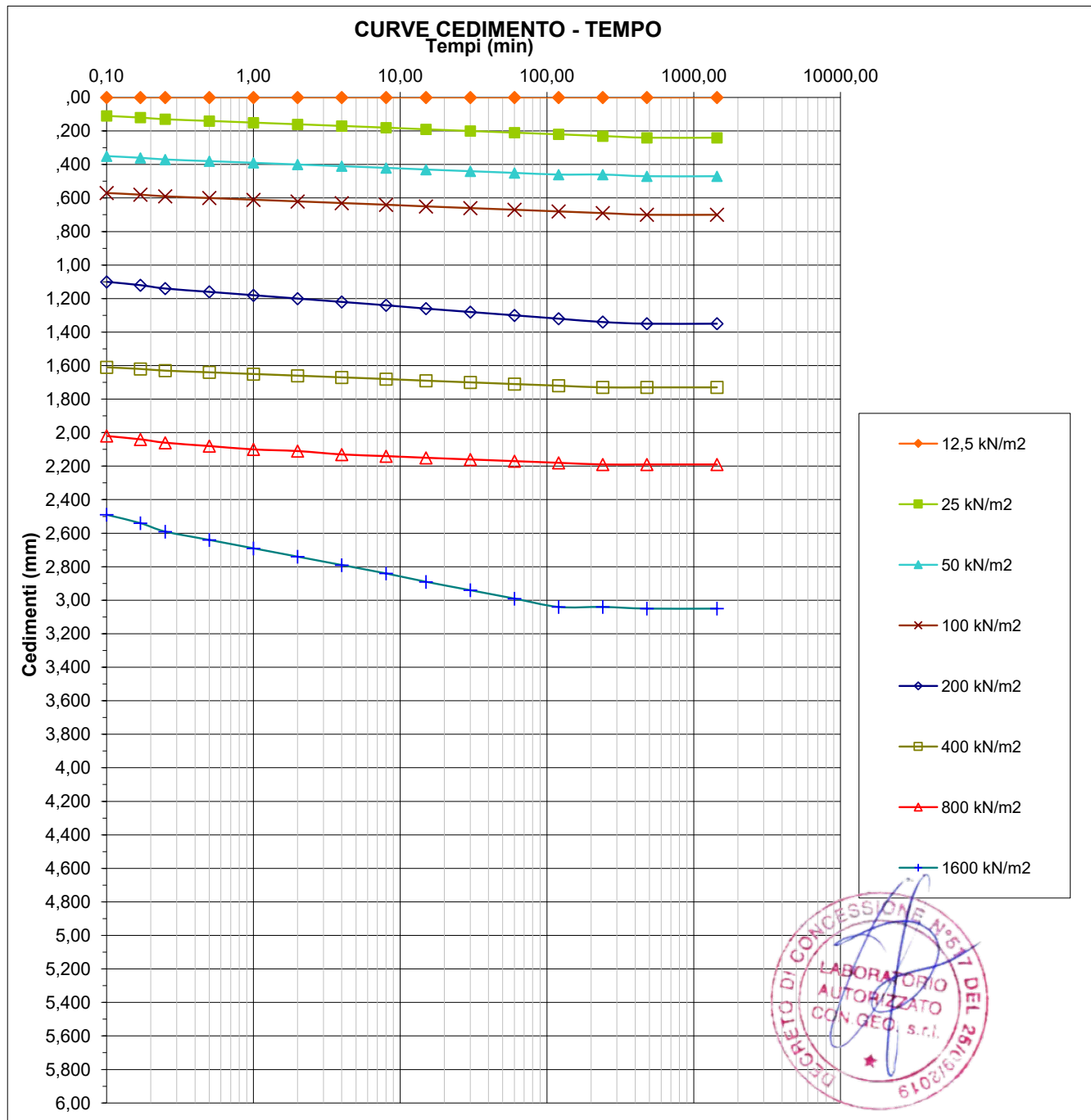
**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio S2 Campione C1

Quota prelievo da m 3,00 a m 3,50

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 02/02/2021



Lo Sperimentatore  
Dot. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dot. Michele Tumminello



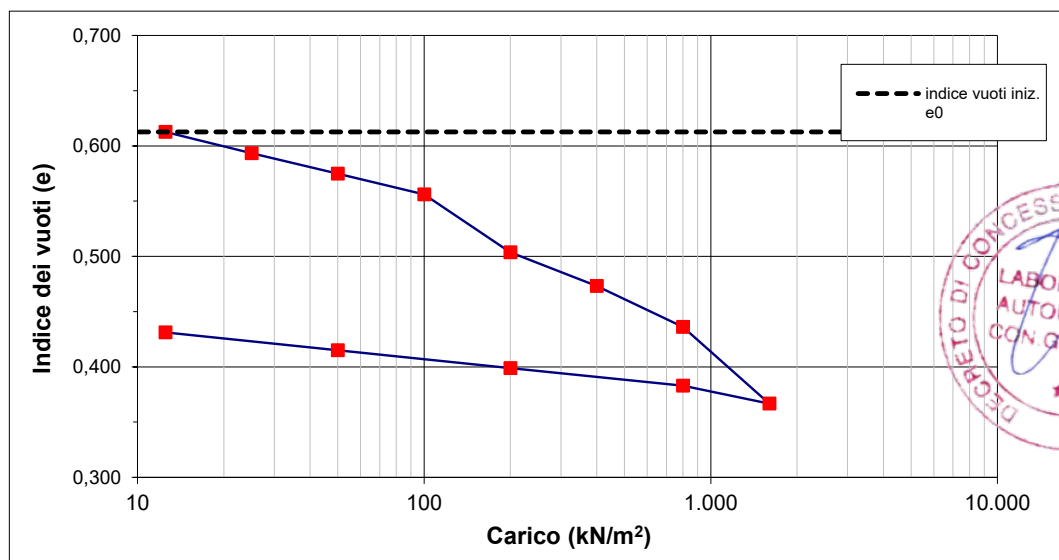
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S2** Campione **C1**Quota prelievo da m **3,00** a m **3,50**Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **02/02/2021****TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,613</b>
12,5	0,0000	0,000	0,613
25	0,2400	1,200	0,593
50	0,4700	2,350	0,575
100	0,7000	3,500	0,556
200	1,3500	6,750	0,504
400	1,7300	8,650	0,473
800	2,1900	10,950	0,436
1600	3,0500	15,250	0,367
800	2,8500	14,250	0,383
200	2,6500	13,250	0,399
50	2,4500	12,250	0,415
12,5	2,2500	11,250	0,431

 $C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= cm<sup>2</sup>/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,25989E-05	2,40046E-05	1,14444E-05	1,48063E-05	1,84839E-05	1,89408E-04	2,52140E-05

 $K_v$  (Permeabilità)= m/sec

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	1,18611E-11	1,09601E-11	2,64344E-12	4,89016E-12	1,84666E-12	1,16917E-11	1,49248E-12

 $m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= m<sup>2</sup>/kN

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	9,600E-04	4,656E-04	2,355E-04	3,368E-04	1,019E-04	6,294E-05	6,036E-05

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**SCHEDA APERTURA CAMPIONE**

1/1

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80Data di arrivo in laboratorio 22/01/2021 Data di apertura campione 22/01/2021Contenitore Fustella Chiusura contenitore Nastro adesivo + paraffinaForma campione Cilindrica Altezza (cm) 42 Lato/Diametro (cm) 8,5Qualità del campione Q5Pocket Penetrometer (Kpa) 

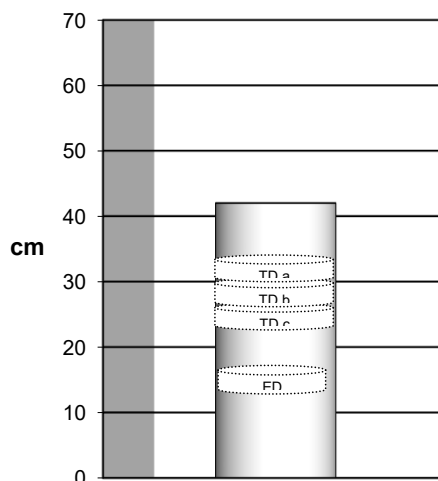
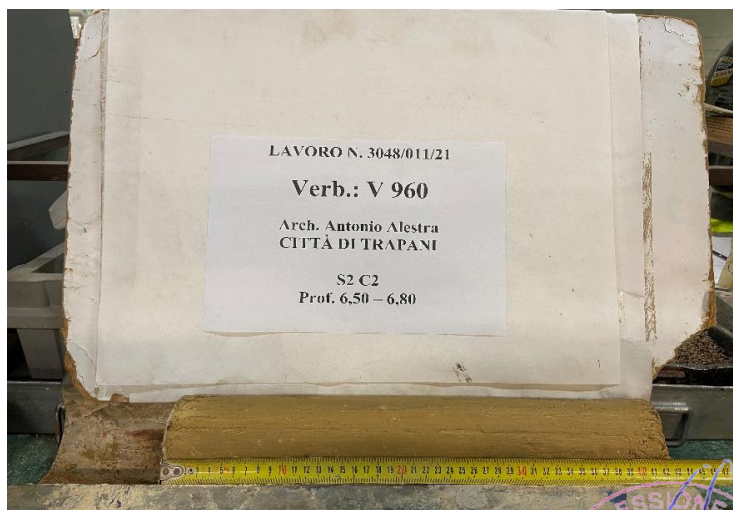
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

 Media 

/
---

**DESCRIZIONE**

Argille limose alterate, di colore giallastro, umide e plastiche, con inclusi elementi litici eterodimensionali.



TD Provino taglio diretto

TX Provino compressione triassiale

ED Provino compressione edometrica

ELL Provino compressione espansione laterale libera

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

N. Lavoro **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

1/1

Sondaggio **S2** Campione **C2** Quota prelievo da m **6,50** a m **6,80****DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA** (Metodologia di prova: ASTM D2216)Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **23/01/2021**

Provino n.

Massa contenitore g

Massa contenitore + campione umido g

Massa contenitore + campione secco g

Contenuto naturale d'acqua %

1	2	3
20,49	16,74	22,27
77,41	70,73	71,52
67,79	61,34	63,15
20,34	21,05	20,47

Contenuto naturale d'acqua (valore medio) (%)

**20,62****DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME** (Metodologia di prova: BS1377 T15)Data di inizio prova **27/01/2021**Data di fine prova **27/01/2021**

Tipo fustella

Provino n.

Massa fustella g

Altezza fustella mm

Lato / Diametro fustella mm

Massa fustella + campione umido g

Peso di volume  $\text{KN/m}^3$ 

Parallelepipedo		
1	2	3
51,22	59,36	50,48
20,00	20,00	20,00
60,00	60,00	60,00
187,22	198,98	188,19
18,52	19,02	18,76

Peso di volume (valore medio)

 $\text{KN/m}^3$  **18,77****DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO DEI GRANI** (Metodologia di prova ASTM D854)Data di inizio prova **29/01/2021**Data di fine prova **30/01/2021**

Provino n.

Massa picnometro

Massa picnometro + campione secco

Massa picnometro + campione + acqua

Massa picnometro + acqua

Temperatura acqua distillata

Peso specifico campione a T ( $^{\circ}\text{C}$ )Peso specifico acqua a T ( $^{\circ}\text{C}$ )Peso specifico campione a 20  $^{\circ}\text{C}$ 

Peso specifico (valore medio)

	1	2
g	43,33	68,07
g	70,14	93,22
g	115,32	190,20
g	98,40	174,34
$^{\circ}\text{C}$	15	15
$\text{kN/m}^3$	26,58	26,55
$\text{kN/m}^3$	9,80	9,80
$\text{kN/m}^3$	26,61	26,57
$\text{kN/m}^3$	<b>26,59</b>	

Ld. Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

## ANALISI GRANULOMETRICA

1/2

Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.

Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80

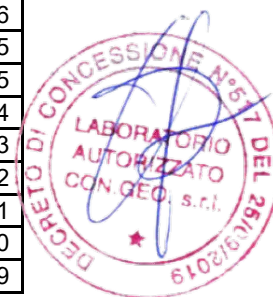
Data di inizio prova 28/01/2021 Data di fine prova 31/01/2021

Massa campione secco iniziale (g)					460,30
Setacci		Peso trattenuto	Trattenuto parziale	Trattenuto cumulativo	Passante
ASTM	mm	g	%	%	%
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	2,44	0,53	0,53	99,47
3/4"	19,05	3,57	0,78	1,30	98,70
3/8"	9,50	17,72	3,85	5,15	94,85
4	4,760	7,47	1,62	6,77	93,23
10	2,000	5,19	1,13	7,90	92,10
20	0,840	10,89	2,37	10,27	89,73
40	0,420	25,64	5,57	15,84	84,16
60	0,250	28,54	6,20	22,04	77,96
140	0,106	15,18	3,30	25,34	74,66
200	0,074	2,10	0,46	25,79	74,21

### Analisi per sedimentazione col metodo del densimetro

Tempo	Temp.	Lettura	Lettura corretta	Diametro corrispondente	Percentuale passante	Peso specifico campione kN/m <sup>3</sup>	26,55
min	°C	R	R'	mm	%	Massa campione secco g	40,167
0,50	15	1028,4	1023,62	0,05985	69,19	Temperatura minima di prova °C	15,0°
1,00	15	1027,8	1023,00	0,04271	67,38	Temperatura massima di prova °C	15,0°
2,00	15	1026,8	1022,08	0,03061	64,67		
4,00	15	1026,2	1021,46	0,02184	62,86		
8,00	15	1025,3	1020,53	0,01564	60,15		
15,00	15	1024,7	1019,92	0,01152	58,35		
30,00	15	1024,1	1019,30	0,00821	56,54		
60,00	15	1023,4	1018,68	0,00586	54,73		
120,00	15	1022,5	1017,76	0,00419	52,02		
240,00	15	1021,6	1016,83	0,00300	49,31		
480,00	15	1020,7	1015,91	0,00214	46,60		
1440,00	15	1019,7	1014,98	0,00125	43,89		

Lo Sperimentatore  
Dot. Geol. Angelo Ticli

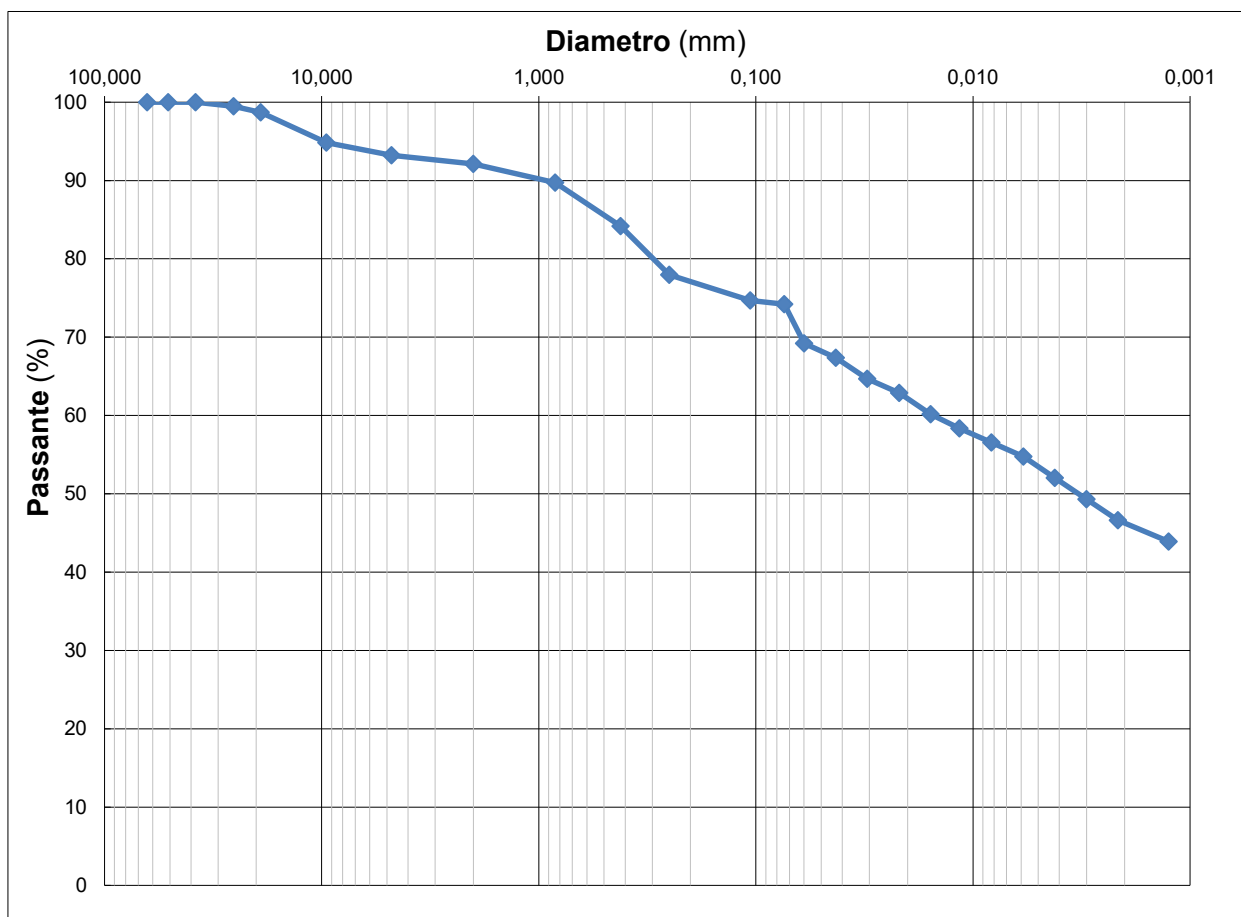


Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dot. Michele Tumminello

**ANALISI GRANULOMETRICA**

2/2

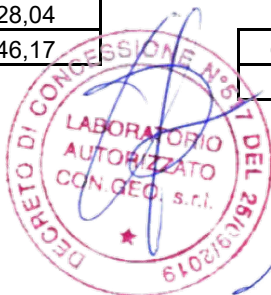
Metodologia di prova :ASTM D 422

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80  
Data di inizio prova 28/01/2021 Data di fine prova 31/01/2021**Frazioni granulometriche**

Ghiaia	%	6,77
Sabbia	%	19,02
Limo	%	28,04
Argilla	%	46,17

D10 mm	
D30 mm	
D60 mm	0,01529

Coefficiente di uniformità	
Coefficiente di curvatura	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TiliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello



**DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG**

1/1

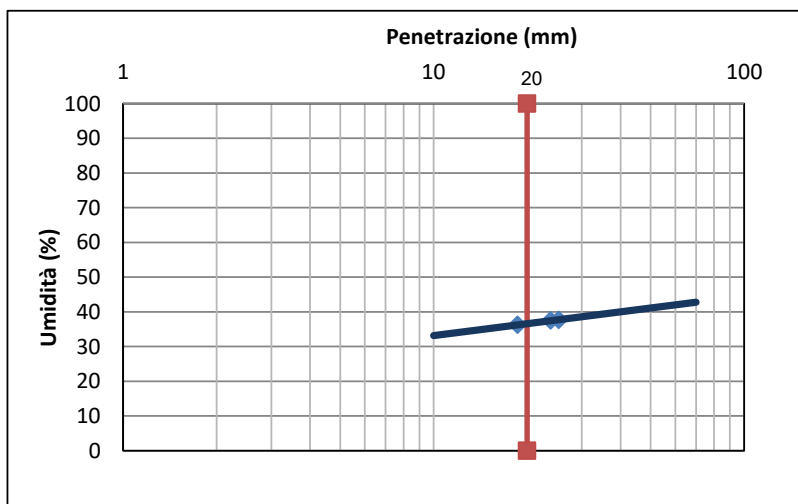
Metodologia di prova UNI EN 17892-12, ASTM D4943

N. Lavoro 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80Data di inizio prova 29/01/2021 Data di fine prova 30/01/2021**LIMITE DI LIQUIDITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Penetrazione (mm)	W %
16,96	42,65	35,82	18,6	36,22
17,42	47,86	39,56	23,8	37,51
17,57	81,01	63,64	25,3	37,71

**LIMITE DI PLASTICITA'**

Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	W %
9,32	17,81	16,46	18,97
9,51	18,06	16,68	19,22



<b>LIMITE DI LIQUIDITA' (%)</b>	<b>36,59</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA' (%)</b>	<b>19,09</b>
<b>LIMITE DI RITIRO (%)</b>	

**LIMITE DI RITIRO**

Volume contenitore (cm³)	Massa contenitore (g)	Massa totale umido (g)	Massa totale secco (g)	Volume campione secco (cm³)	W %

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021

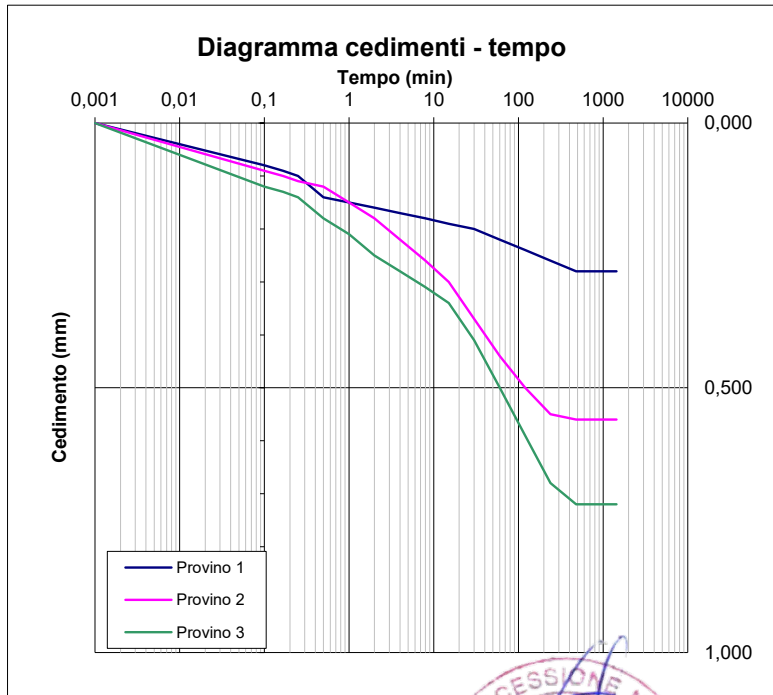
## DATI GENERALI

Sezione provino: quadrata

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Lato	cm	6,00	6,00	6,00
Altezza	cm	2,00	2,00	2,00
Volume	cmc	72,00	72,00	72,00
Massa fustella	g	51,22	59,36	50,48
Massa fustella + campione umido g	g	187,22	198,98	188,19
Peso di volume	kN/m <sup>3</sup>	18,52	19,02	18,76

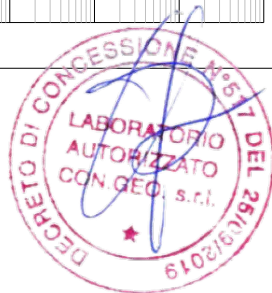
## FASE DI CONSOLIDAZIONE

provino		1	2	3
Carico verticale	kN/m <sup>2</sup>	98	196	294
Durata applicazione del carico	min	1440	1440	1440
cedimento verticale	mm	0,28	0,56	0,72



Tempi (min)	Deformazione verticale		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,080	0,090	0,120
0,17	0,090	0,100	0,130
0,25	0,100	0,110	0,140
0,50	0,140	0,120	0,180
1,00	0,150	0,150	0,210
2,00	0,160	0,180	0,250
4,00	0,170	0,220	0,280
8,00	0,180	0,260	0,310
15,00	0,190	0,300	0,340
30,00	0,200	0,370	0,410
60,00	0,220	0,440	0,500
120,00	0,240	0,500	0,590
240,00	0,260	0,550	0,680
480,00	0,280	0,560	0,720
1440,00	0,280	0,560	0,720

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Angelo Ticli



Il Direttore del laboratorio geotecnico

Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

2/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021

## FASE DI TAGLIO

Provino n°1			Provino n°2			Provino n°3		
Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 98			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 196			Carico vert. kN/m <sup>2</sup> 294		
ΔH (mm)	N	ΔL (mm)	ΔH mm	N	ΔL mm	ΔH mm	N	ΔL mm
0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
0,08	27	0,06	0,04	18	0,09	0,04	89	0,13
0,14	38	0,26	0,06	66	0,14	0,07	156	0,26
0,18	61	0,34	0,10	164	0,35	0,10	271	0,45
0,21	105	0,56	0,14	210	0,58	0,14	344	0,68
0,25	127	0,79	0,18	245	0,81	0,17	390	0,93
0,29	139	1,02	0,21	271	1,05	0,20	420	1,18
0,31	148	1,20	0,22	289	1,23	0,22	438	1,37
0,33	160	1,37	0,24	302	1,40	0,24	454	1,57
0,35	168	1,55	0,25	315	1,58	0,26	464	1,76
0,36	172	1,67	0,27	324	1,76	0,28	476	1,95
0,38	176	1,78	0,28	333	1,93	0,29	485	2,14
0,40	179	1,91	0,29	338	2,12	0,31	492	2,33
0,41	183	2,02	0,30	347	2,30	0,32	496	2,53
0,42	185	2,14	0,31	350	2,48	0,33	503	2,72
0,44	188	2,26	0,32	356	2,67	0,34	505	2,92
0,45	191	2,38	0,32	358	2,79	0,36	508	3,05
0,46	192	2,50	0,33	360	2,91	0,36	511	3,18
0,47	194	2,63	0,34	362	3,03	0,37	514	3,31
0,48	194	2,75	0,34	363	3,15	0,38	515	3,44
0,50	194	2,87	0,35	365	3,28	0,39	515	3,57
0,51	195	2,98	0,35	365	3,40	0,40	515	3,70
0,52	194	3,10	0,35	363	3,52	0,40	514	3,83
0,52	194	3,23	0,36	362	3,64	0,41	511	3,96
0,53	192	3,35	0,36	360	3,76	0,42	507	4,09

## Caratteristiche della prova

Carico verticale

kN/m<sup>2</sup>

Velocità di deformazione

mm/min

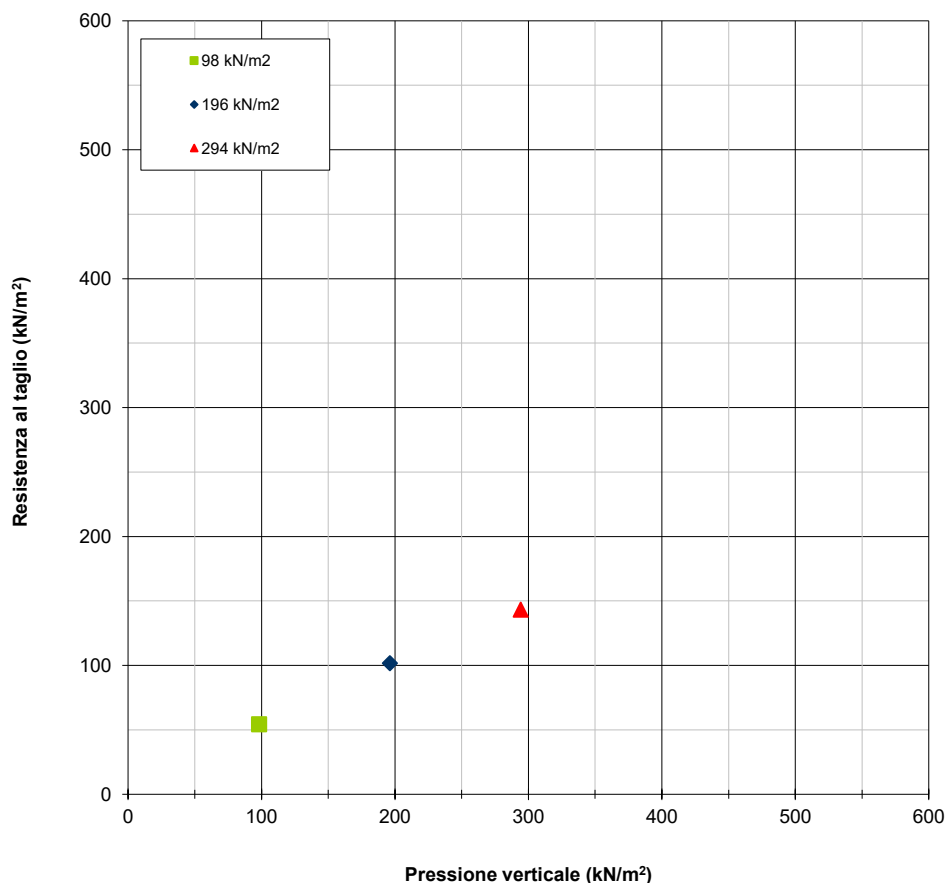
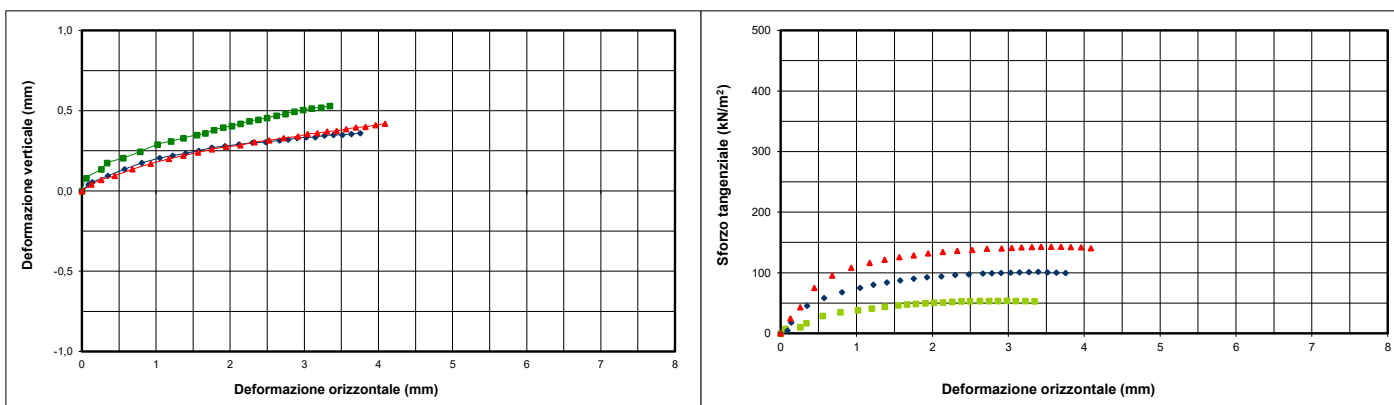
1	2	3
98	196	294
0,0030	0,0030	0,0030

Lo Sperimentatore  
Dott. Geo. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D3080

Lavoro n° 3048/011/21 Committente CITTA' DI TRAPANIOggetto Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.Sondaggio S2 Campione C2 Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80Data di inizio prova 27/01/2021 Data di fine prova 29/01/2021Lo Sperimentatore  
Dott. *Georgio Tici*Il Direttore del laboratorio geotecnico  
*Michela Tumminello*

**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

1/3

Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S2** Campione **C2**  
Data di inizio prova **22/01/2021**Quota prelievo da m **6,50** a m **6,80**  
Data di fine prova **02/02/2021****DATI DEL CAMPIONE**

Superficie (mm <sup>2</sup> )	2000	Peso specifico dei grani (kN/m <sup>3</sup> )	26,59
Altezza iniziale (mm)	20,0	Altezza finale (mm)	18,6
Peso di volume iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	18,7	Peso di volume finale (kN/m <sup>3</sup> )	20,3
Umidità iniziale (%)	19,9	Umidità finale (%)	20,8
Densità secca iniziale (kN/m <sup>3</sup> )	15,6	Densità secca finale (kN/m <sup>3</sup> )	16,8

**TABELLA CEDIMENTI - TEMPO**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>		Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>		Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>		Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>		Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>		Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>		Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>		Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>	
TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm	TEMPI	mm
0,10	0,000	0,10	0,030	0,10	0,110	0,10	0,250	0,10	0,490	0,10	0,820	0,10	1,330	0,10	1,890
0,17	0,000	0,17	0,030	0,17	0,110	0,17	0,270	0,17	0,490	0,17	0,840	0,17	1,360	0,17	1,920
0,25	0,000	0,25	0,030	0,25	0,110	0,25	0,270	0,25	0,510	0,25	0,860	0,25	1,370	0,25	1,940
0,50	0,000	0,50	0,030	0,50	0,120	0,50	0,270	0,50	0,530	0,50	0,880	0,50	1,390	0,50	1,990
1,00	0,000	1,00	0,040	1,00	0,130	1,00	0,280	1,00	0,550	1,00	0,910	1,00	1,420	1,00	2,040
2,00	0,000	2,00	0,040	2,00	0,130	2,00	0,300	2,00	0,570	2,00	0,940	2,00	1,460	2,00	2,120
4,00	0,000	4,00	0,040	4,00	0,140	4,00	0,320	4,00	0,590	4,00	0,990	4,00	1,500	4,00	2,190
8,00	0,000	8,00	0,040	8,00	0,150	8,00	0,350	8,00	0,620	8,00	1,030	8,00	1,550	8,00	2,280
15,00	0,000	15,00	0,050	15,00	0,160	15,00	0,370	15,00	0,650	15,00	1,080	15,00	1,610	15,00	2,360
30,00	0,000	30,00	0,050	30,00	0,180	30,00	0,390	30,00	0,690	30,00	1,140	30,00	1,690	30,00	2,410
60,00	0,000	60,00	0,050	60,00	0,190	60,00	0,420	60,00	0,720	60,00	1,190	60,00	1,750	60,00	2,460
120,00	0,000	120,00	0,050	120,00	0,200	120,00	0,440	120,00	0,750	120,00	1,240	120,00	1,810	120,00	2,510
240,00	0,000	240,00	0,060	240,00	0,210	240,00	0,450	240,00	0,770	240,00	1,270	240,00	1,850	240,00	2,540
480,00	0,000	480,00	0,070	480,00	0,220	480,00	0,450	480,00	0,780	480,00	1,280	480,00	1,880	480,00	2,550
1440,00	0,000	1440,00	0,070	1440,00	0,220	1440,00	0,450	1440,00	0,780	1440,00	1,290	1440,00	1,880	1440,00	2,560
Scarico	1,400				1,570				1,960				2,260		

Lo Sperimentatore  
Dott. Geo. Angelo TicliIl Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello



## PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

Metodologia di prova: ASTM D2435

2/3

Lavoro n° 3048/011/21

Committente CITTA' DI TRAPANI

Oggetto

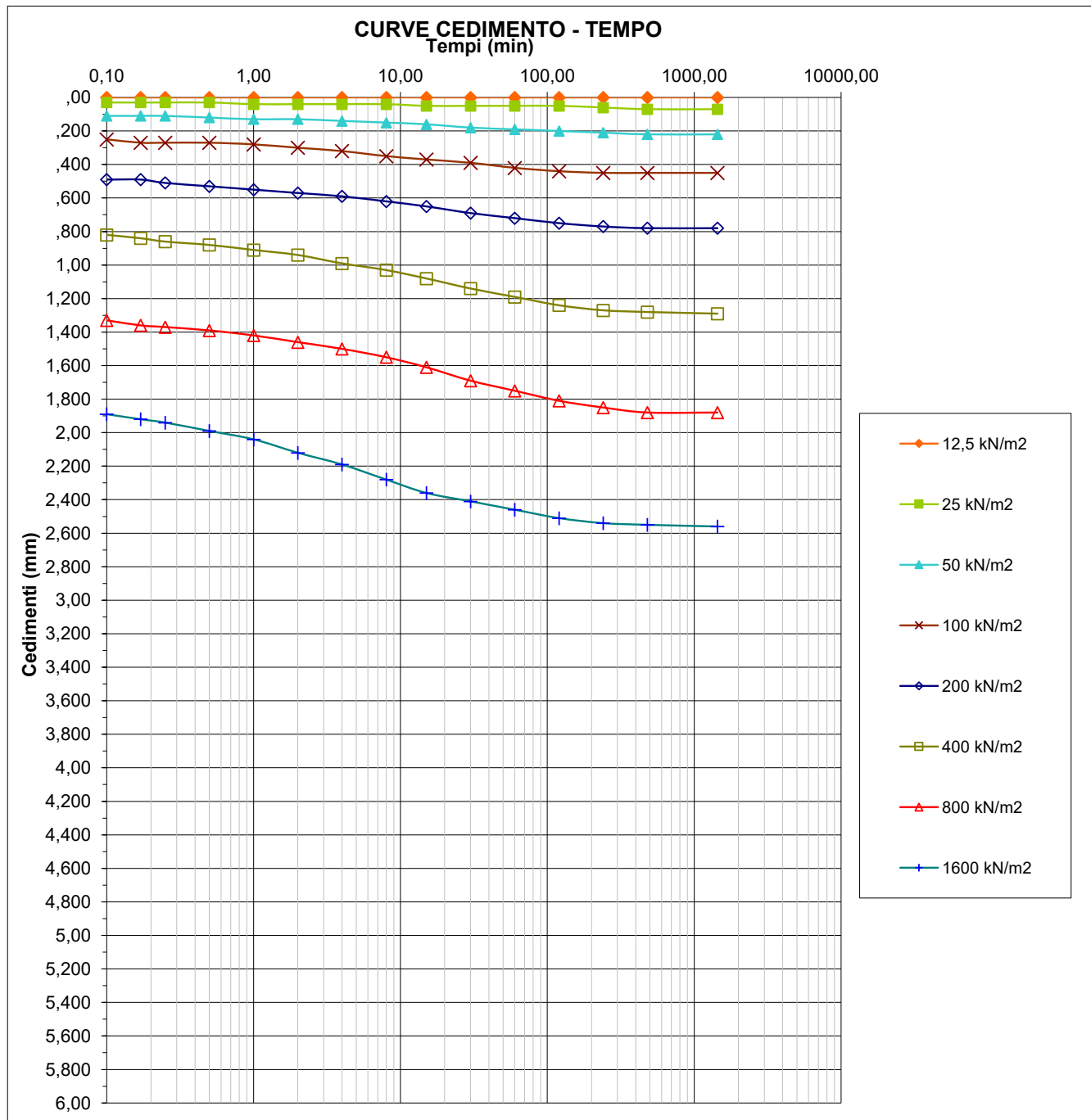
**Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**

Sondaggio S2 Campione C2

Quota prelievo da m 6,50 a m 6,80

Data di inizio prova 22/01/2021

Data di fine prova 02/02/2021



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
Dott. Michele Tumminello

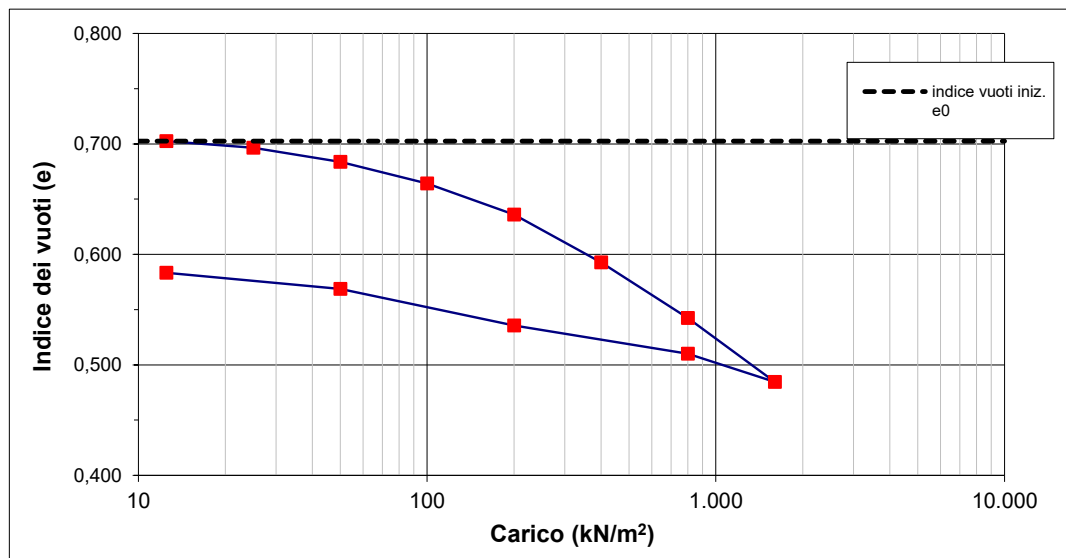
**PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA**

3/3

Metodologia di prova: ASTM D2435

Lavoro n° **3048/011/21**Committente **CITTA' DI TRAPANI**Oggetto **Ristrutturazione dell'ex mattatoio Comunale di Trapani originariamente destinato a Campus del Mediterraneo.**Sondaggio **S2** Campione **C2**Quota prelievo da m **6,50** a m **6,80**Data di inizio prova **22/01/2021**Data di fine prova **02/02/2021****TABELLA DI COMPRESSIBILITA'**

CARICHI $\sigma$ kN/m <sup>2</sup>	DEFORMAZIONI $\Delta H_{max}$ mm	$\varepsilon_v$ %	"e" <b>0,703</b>
12,5	0,0000	0,000	0,703
25	0,0700	0,350	0,697
50	0,2200	1,100	0,684
100	0,4500	2,250	0,664
200	0,7800	3,900	0,636
400	1,2900	6,450	0,593
800	1,8800	9,400	0,542
1600	2,5600	12,800	0,485
800	2,2600	11,300	0,510
200	1,9600	9,800	0,536
50	1,5700	7,850	0,569
12,5	1,4000	7,000	0,583

 $C_v$  (Coefficiente di consolidazione primaria)= **cm<sup>2</sup>/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	8,17144E-04	5,34708E-05	7,68612E-05	4,11802E-05	4,10987E-05	3,08829E-05	7,26488E-05

 $K_v$  (Permeabilità)= **m/sec**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	2,24376E-10	1,57863E-11	1,75291E-11	6,81673E-12	5,34731E-12	2,38757E-12	3,34203E-12

 $m_v$  (Coefficiente di compressibilità volumetrica)= **m<sup>2</sup>/kN**

Carico 1 12,5 kN/m <sup>2</sup>	Carico 2 25 kN/m <sup>2</sup>	Carico 3 50 kN/m <sup>2</sup>	Carico 4 100 kN/m <sup>2</sup>	Carico 5 200 kN/m <sup>2</sup>	Carico 6 400 kN/m <sup>2</sup>	Carico 7 800 kN/m <sup>2</sup>	Carico 8 1600 kN/m <sup>2</sup>
-	2,800E-04	3,011E-04	2,326E-04	1,688E-04	1,327E-04	7,883E-05	4,691E-05

Lo Sperimentatore  
 Dott. Geo. Angelo Ticli

Il Direttore del laboratorio geotecnico  
 Dott. Michele Tumminello