

REGIONE CALABRIA

COMUNE DI S. AGATA D'ESARO

PROVINCIA DI COSENZA

DIPARTIMENTO 5 INFRASTRUTTURE, LAVORI PUBBLICI, MOBILITA'

D.L. n° 104 del 12/09/2013, convertito, con modificazioni dalla Legge n° 128 del 08/11/2013
MISURE URGENTI IN MATERIA DI ISTRUZIONE, UNIVERSITA' E RICERCA.
AVVISO PUBBLICO per L'ACCESSO A FINANZIAMENTI IN MATERIA DI EDILIZIA SCOLASTICA
approvato con decreto n° 1107 DEL 23/02/2015

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO DEI LAVORI VOLTI AL MIGLIORAMENTO DELLA PALESTRA SCOLASTICA DI PROPRIETA' COMUNALE

PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI:

ING. Carlo BUFANO
ING. Gian Carlo RAIMONDO
ING. Francesca LAISE

IL GEOLOGO:

DOTT. Emanuele DI CIANNI

COMMITTENTE:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA :

**PDE
02**

SCALA :

AGGIORNAMENTI :	DATA
Gennaio	2018



COMUNE DI SANT'AGATA DI ESARO
PROVINCIA DI COSENZA

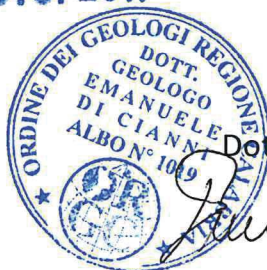
OGGETTO: LAVORI DI MIGLIORAMENTO DELLA PALESTRA COMUNALE



ELABORATO: RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI
SANT'AGATA DI ESARO (CS)

Sant'Agata di Esaro  DIC. 2017



IL GEOLOGO

Dott. EMANUELE DI CIANNI

INDICE

- 1) **PREMESSA**
- 2) **UBICAZIONE DELL'AREA**
- 3) **OSSERVAZIONI DI TIPO GEOLOGICO-LITOLOGICO**
- 4) **OSSEVAZIONI DI TIPO GEOMORFOLOGICO**
- 5) **OSSEVAZIONI DI TIPO IDROGEOLOGICO**
 - 5.1 MONITORAGGIO DELLA LINEA PIEZOMETRICA
- 6) **DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' PAI**
- 7) **CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA CAMPAGNA D'INDAGINE**
 - 7.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO
 - 7.2 STENDIMENTI SISMICI
- 8) **PARAMETRI GEOTECNICI**
- 9) **ANALISI DEI RISULTATI**
- 10) **ELABORAZIONI SISMICHE IN ACCORDO ALLA NUOVA NORMATIVA**
- 11) **CONCLUSIONI**

Allegati

- **TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI E ELASTOMECCANICI**
- **REPORT SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**
- **PROVE DI LABORATORIO**
- **ANALISI DI STABILITA' - RELAZIONE DI CALCOLO - VERIFICHE DI STABILITA'**
- **SEZIONE TIPO**

ELENCO TAVOLE

- **TAV_1 Ortofoto/Ctr con ubicazione aree di studio scala 1:5000;**
- **TAV_2 Carta Geologica scala 1:5000;**
- **TAV_3 Carta delle pendenze clivometrica scala 1:5000;**
- **TAV_4 Carta del rischio idrogeologico scala 1:5000;**
- **TAV_5 Carta traccia sezione scala;**
- **TAV_6 Carta ubicazione indagini;**

1) PREMESSA

Su incarico ricevuto dal Comune di Sant'Agata di Esaro (CS) in riferimento all'oggetto: "LAVORI DI MIGLIORAMENTO DELLA PALESTRA COMUNALE"



Io scrivente Dott. Geologo Emanuele DI CIANNI, iscritto all'ordine Regionale dei Geologi della Calabria con il numero n°1019, ha impostato uno studio di tipo geologico, geotecnico e di pericolosità sismica specificatamente nella zona di ubicazione della struttura oggetto d'intervento, nel Comune di Sant'Agata di Esaro (CS).

Per una visione cartografica dell'area oggetto di studio si consulti:

- l'elaborato allegato **TAV_1 Ortofoto/Ctr con ubicazione area di studio scala 1:5000;**

Lo studio si è impostato con il reperimento del materiale disponibile quale: basi cartografiche a diversa scala, bibliografia specializzata e specifica, nonché pubblicazioni scientifiche.

Successivamente si è deciso di adeguare ed aggiornare la base cartografica e, parallelamente, si è operato all'inquadramento geografico della stessa con algoritmi di georeferenziazione per consentire successivamente un'eventuale trasposizione su software GIS.

In particolare, lo studio ha imposto un maggior dettaglio al fine di verificare localmente la situazione geo-lito-stratigrafica ed idrogeologica ed allo stesso tempo determinare ed ottenere le caratteristiche e le proprietà fisico-meccaniche peculiari dei terreni, circa il loro comportamento, in funzione degli interventi progettuali da attuarsi.

In accordo con quanto previsto dalla vigente normativa sismica si è elaborato il calcolo del Vs 30, rapportato successivamente all'individuazione della Classe, categoria e caratteristiche della superficie topografica.

Detto questo si è cercato di stabilire il grado di idoneità e di affidabilità geologico-tecnica per come previsto dalle vigenti normative tecnico scientifiche che regolano le costruzioni in zone sismiche e successive modifiche, aggiornamenti ed integrazioni.

In accordo con quanto previsto dalla vigenti normative si è realizzato il seguente lavoro in conformità e rispettando:

- D.M. 11 Marzo 1988
- CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO OPCM 3274 DEL 2003
- D.M. Infr. e Trasp.14 Gennaio 2008 – Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- DPR 380/2001 parte II capo IV
- DPR 380/2001 parte II capo II
- L.R. 27.04.1998 n.7e succ. mod. e integr.
- Regolamento Reg. 12.11.1994 n.1
- Legge Regionale 19 ottobre 2009 n.35 art.4 – Reg. Regionale del 28 giugno 2012 n° 7 art. 4 comma 3°

Alla luce di quanto detto, si è programmato uno studio dettagliato espletato in più fasi:

- 1 Ricerca bibliografica;
- 2 Reperimento basi cartografiche;
- 3 Rilevamento delle aree interessate;
- 4 Programmazione ed esecuzione di indagini in sito;
- 5 Esecuzione di prove, monitoraggio ed analisi;
- 6 Analisi dei risultati.
- 7 Conclusioni

2) UBICAZIONE DELL'AREA

La cartografia di base, utilizzata nel corso dello studio è stata la seguente:

- Carta Topografica Foglio 229 IV N.O. Sez. C (S.Agata Di Esaro) - Scala 1:10.000.
- Carta Topografica Foglio N° 542 sez I - Scala 1:25.000.
- Carta Geologica Foglio 229 IV N.O. (San Sosti) - Scala 1:25.000.
- Carta Regionale P.A.I Elaborati 15.2 – Tav. 078-131 et Tav. RI 78-131.
- Carta Tecnica Comunale elemento N°542162 – Scala 1:5000
- Ortofoto elemento 542160- Scala 1:10000

Essa è ubicata nel tessuto urbano del comune di Sant'Agata di Esaro (CS),

Per una visualizzazione cartografica di dettaglio dell'area in oggetto si rimanda all' elaborato cartografico in allegato:

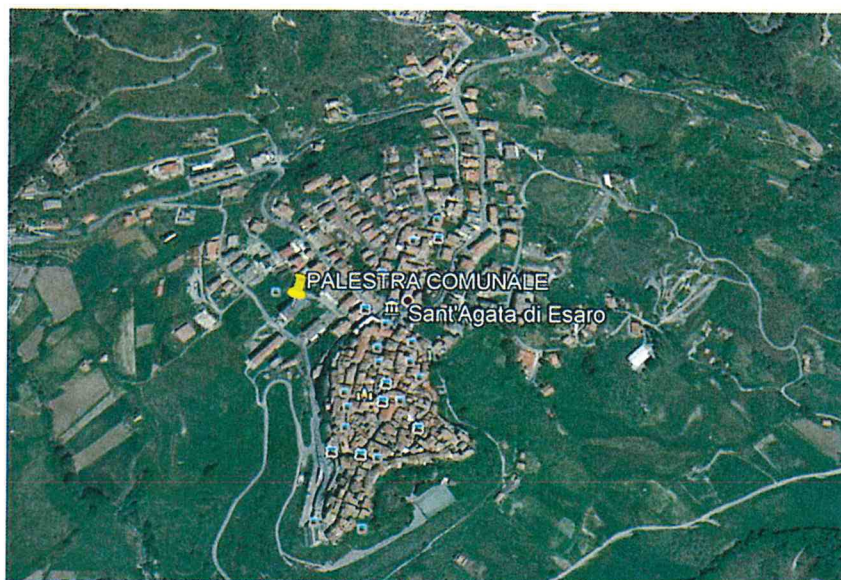
- l'elaborato allegato TAV_1 Ortofoto/Ctr con ubicazione area di studio scala 1:5000;

Per la localizzazione dell'area attraverso coordinate GPS si consultino le seguenti coordinate:

- **Latitudine** **WGS 84** **39.620944**
- **Longitudine** **WGS84** **15.981527**

- **Latitudine** **EDO50** **39.621956**
- **Longitudine** **EDO50** **15.982345**

Nodi Reticolo 38555 38556 38334 38333



3) OSSERVAZIONI DI TIPO GEOLOGICO-LITOLOGICO

I dati di letteratura, congiuntamente a quelli provenienti dal rilevamento di campagna e dalle prove in sito, hanno permesso di inquadrare l'area di studio nel giusto contesto geologico.

Nel settore Nord Occidentale della Calabria, in cui è collocata la zona oggetto di studio, vengono in contatto tettonico i grandi corpi carbonatici delle Unità geologiche della Catena Appenninica Meridionale con le unità dell'Arco Calabro, su cui si impostano i terreni sedimentari post - orogene. Le Unità Geologiche Appenniniche di età Triassico - Mioceniche, sono formate prevalentemente da potenti successioni di calcari e calcari dolomitici caratterizzati da un metamorfismo di basso grado e da una notevole storia tettonica, evidenziata da strutture sia di tipo duttile, come le grosse pieghe di Monte la Mula e sia di tipo fragile, come le numerose faglie e sovrascorrimenti osservabili in tutto il settore appenninico. Le Unità dell'Arco Calabro sono costituite da una fitta alternanza di argilloscisti, grigio-chiaro verdi e occasionalmente rossi con intercalazioni di calcari cristallini e di bande quarzitiche contenenti blocchi di dimensioni variabili di rocce ofiolitiche, rappresentati da serpentiniti e metabasalti. La successione a scala regionale mostra caratteri metamorfici omogenei, il metamorfismo è molto basso al limite con la diagenesi.

I terreni sedimentari che si impostano sui precedenti sono caratterizzati da una serie di successioni ascrivibili a varie sequenze di età Miocenica.

Le osservazioni di tipo geologico generale dell'area oggetto di studio sono state condotte sulla cartografia ufficiale scala 1:25.000 carta geologica della Calabria sul Foglio 229 IV NO S. Sosti, inoltre è stata realizzata una carta geologica, puntuale e di maggior dettaglio, per la consultazione si rimanda all'allegato Elaborato **TAV_2** Carta Geologica con ubicazione area d'intervento.

Da un primo studio della carte l'area è caratterizzata dalla presenza di due diverse unità litologiche. L'assetto strutturale dell'area riflette gli effetti di una tettonica polifasica, controllata essenzialmente dall'attività combinata della linea di Sanginetto e della linea del Pollino, che ha interessato questa porzione di territorio, dal Miocene medio-superiore al Pleistocene. In linea generale, la conformazione attuale di questa porzione di territorio si sarebbe delineata a partire dal Tortoniano, per poi svilupparsi nel Messiniano. Alla fine del Messiniano, per una brusca intensificazione della tettonica sinsedimentaria, legata alla riattivazione in senso trandistensivo sinistro delle due principali linee sopra citate, prende forma un nuovo assetto morfostrutturale dell'area in esame, che si conserva anche nel Pliocene inferiore. Tra la fine del Pliocene inferiore e il Pliocene medio si assiste ad una ulteriore accentuazione della tettonica sinsedimentaria, i cui effetti modificano notevolmente il precedente quadro strutturale.

L'area strettamente interessata dall'intervento è caratterizzata dalla presenza di alternanza di argille, sabbie e siltiti (MIOCENE SUPERIORE).

Il rilevamento geologico di dettaglio, l'esame stereoscopico delle foto aeree e l'indagine geognostica e sismica hanno permesso di definire l'area oggetto di studio nel contesto morfologico, litologico, geologico e strutturale.

In realtà, il rilevamento di campagna, la stratigrafia emersa dalle prove eseguite e dalle prospezioni sismiche eseguite nell'area d'intervento, segnalano la seguente litologia:

Di seguito nella **Tab.1** viene proposto uno schema litostratigrafico estrapolato dall'omogeneizzazione dei dati.

STRATO N°	NATURA
I STRATO	MATERIALE DI RIPORTO E/O RIEMPIMENTO COSTITUITO DA SABBIE GHIAIOSE IMMERSE IN MATRICE LIMOSA
II STRATO	ARGILLA CON LIMO SABBIOSA DI COLORE MARRONE CHIARO
III STRATO	LIMO CON ARGILLA SABBIOSA CONSISTENTE DI COLORE GRIGIO
IV STRATO	ARGILLA CON LIMO SABBIOSA CONSISTENTE A TRATTI LIMI ARGILLOSI MARNOSI DI COLORE GRIGIO

Tab.1 Modello geolitologico

4) OSSERVAZIONI DI TIPO GEOMORFOLOGICO

L'area di studio è ubicata nel comune di Sant'Agata di Esaro (CS), è collocata ad una quota altimetrica di circa 450 m s.l.m.,

Da un punto di vista geomorfologico, relativamente alla sua pendenza, l'area di studio risulta essere una Categoria topografica di tipo T1 ma è stata caratterizzata come **Categoria topografica T2** per una questione cautelativa a vantaggio di sicurezza della struttura; per una visione di dettaglio si rimanda all'allegato Elaborato **TAV_3** (Carta Clivometrica) scala 1.5000.

Il sito oggetto dell'intervento ricade in area a rischio frane R2 evidenziando una zona franosa profonda mentre non si identificano punti di attenzione e aree di attenzione a rischio idraulico del PAI (Piano Assetto Idrogeologico).

Per una visione di dettaglio di tipo cartografico si rimanda all'Elaborato allegato **TAV_4** Carta del rischio idrogeologico.

Le caratteristiche geomorfologiche generali delle aree comunali, non sono altro che il risultato di una serie di processi ed azioni legati alla dinamica endogena ed esogena. Essi risentono di tutti i complessi fenomeni che si sono succeduti nel corso della storia geologica.

L'assetto geomorfologico rappresenta, quindi, il risultato di una lunga e complessa sequenza evolutiva, tuttora attiva. Il territorio comunale di Sant'Agata di Esaro viene caratterizzato da punte di intensa piovosità nel periodo autunno-inverno, nonché da alte temperature estive con conseguenti picchi di evapotraspirazione. In alcuni settori del territorio comunale, le forme d'erosione raggiungono la loro massima intensità per gli effetti concomitanti della piovosità.

L'area in esame si localizza da una quota che va da circa 445 m a 455 m di quota s.l.m. che degrada con una pendenza pressoché variabile.

Dopo un inquadramento generale e di dettaglio dell'area si è proseguito attraverso l'interpretazione delle foto aeree, allo studio delle forme presenti, associato ad un'attenta analisi dei possibili fenomeni esistenti che consentono di ricostruire l'evoluzione morfologica che determina il modellamento del paesaggio.

5) OSSERVAZIONI DI TIPO IDROGEOLOGICO

Dai dati pluviometrici riferiti all'area, risulta un andamento della piovosità e quindi delle acque di infiltrazione al suolo variabile nel corso dell'anno, con minimo nel periodo Giugno-Agosto e massimo nel periodo Novembre-Febbraio.

Le caratteristiche climatiche dell'area sono tra l'altro caratterizzate, dal punto di vista pluviometrico, da precipitazioni a carattere temporalesco di intensa entità che si verificano con durata di medio - brevi periodi. Le acque piovane superficiali, sull'area in oggetto, defluiscono attraverso ruscellamenti ed infiltrazioni, dando origine al cosiddetto dilavamento superficiale, un fenomeno discontinuo nel tempo che dipende dai cicli e dall'intensità delle precipitazioni e che si arresta con il cessare delle piogge. E' importante ricordare che, le continue variazioni del livello di base delle aste fluviali principali, favoriscono gli approfondimenti delle aste secondarie trasversali che, con le loro azioni erosive regressive, possono nel tempo, se non adeguatamente sistemate, condizionare la stabilità delle strutture. Le osservazioni generali, da un punto di vista idrografico, sono state condotte sulla carta della Rete Idrografica.

5.1 MONITORAGGIO DELLA LINEA PIEZOMETRICA

Successivamente all'esecuzione di tre sondaggi a carotaggio continuo, sono stati attrezzati numero 2 fori di sondaggio mediante piezometri, precisamente (S2 -S3) per come riportato nell'elaborato **TAV_6** Carta con ubicazione indagini, per verificare la presenza ed il livello della falda acquifera.

Si segnala che nell'area oggetto di studio vi è la presenza di falda acquifera.

Il rilevamento della falda idrica è stato effettuato periodicamente (anche se con tempi molto ristretti dettati dai tempi di consegna degli elaborati) al fine di apprezzarne anche l'oscillazione in coincidenza con eventi pluviometrici particolari. Di seguito viene proposta la **Tab.2** Tabella di sintesi di monitoraggio della falda, la quale evidenzia la presenza di falda.

Tab. 2 TABELLA MISURAZIONE FALDA

N°	DATA Letture	S2	S3
1	15.12.2017	- 5.20	
2	16.12.2017	- 5.00	- 10.70
3	18.12.2017	- 4.50	- 10.20
4	22.12.2017	- 3.40	- 9.50
5	23.12.2017	- 2.90	- 7.90
6**	26.12.207	-1.95	-7.10
7			
8			

Nb S = Sondaggio con piezometro

** dopo due giorni di intensa pioggia

Di seguito viene proposto un report fotografico che mostra le operazioni di misurazioni della linea di falda.



Piezometro S2



Piezometro S3

Si segnala che, oltre all'installazione dei sistemi di monitoraggio piezometrici, sono stati realizzati dei pozzetti esplorativi in fondazione che evidenziano la presenza di falda alla base fondale, dato molto utile e di fondamentale importanza ai fini progettuali.

Di seguito vengono proposte foto illustrative che evidenziano la presenza della falda acquifera



6) DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' PAI

Il P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'assetto Idrogeologico) della Regione Calabria persegue le finalità del Decreto Legge n° 180 dell'11.06.1998 (Decreto Sarno) emanato per accelerare quanto già previsto dalla legge organica ed ordinaria sulla difesa del suolo n.183 del 1989. Esso ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale (ABR) della Calabria pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti delle infrastrutture e del suolo (art.1 norme attuazione).

Il P.A.I. persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR, adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti ed al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativa alla dinamica della linea di riva ed al pericolo di erosione costiera (art.2 norme attuazione).

Le situazioni di rischio sono state pertanto raggruppate, ai fini della programmazione degli interventi, in tre categorie:

- rischio di frana,
- rischio di inondazione,
- rischio di erosione costiera

(art.8, comma 4, norme attuazione).

Per ciascuna categoria di rischio, in conformità al D.P.C.M. 29 settembre sono definiti 4 livelli di rischio: (art.8, comma 5, norme attuazione).

- R4 RISCHIO MOLTO ELEVATO
- R3 RISCHIO ELEVATO
- R2 RISCHIO MEDIO
- R1 RISCHIO BASSO

Dall'analisi dello studio P.A.I. redatto dalla Regione Calabria (A.B.R.) si evidenzia che l'area oggetto di studio è inserita nell'Area di Programma 2: da un punto di vista idraulico non presenta pericolosità idraulica come ben evidenziato nell'elaborato **TAV_4** Carta del Rischio Idrogeologico scala 1:5000; Dal punto di vista della pericolosità frane l'area in oggetto presenta una tipologia di movimento di tipo ZPS (Zona Franosa Profonda) quiescente, con rischio di tipo R2 come ben consultabile nell'elaborato **TAV_4** Carta del Rischio Idrogeologico scala 1:5000 in allegato.

7) CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA CAMPAGNA D'INDAGINE

Al fine di avere un quadro completo e chiaro delle condizioni dei luoghi esaminati, oltre che alla necessità di progettare un'opera, è stata approntata una campagna di indagini, mediante l'esecuzione di metodologie dirette e indirette, associate ad una serie di analisi geotecniche, analisi dettagliate e specifiche. In sintesi, quanto pianificato ed attuato si è reso necessario per poter identificare e per completare il quadro informativo in modo attento e puntuale ma anche per operare tutti gli accorgimenti necessari atti a stabilizzare i luoghi e mettere in sicurezza i beni presenti e prossimi alla realizzazione, sia come infrastrutture che come risorse umane ed urbane.

Per quanto concerne il seguente lavoro sono stati eseguiti:

➤ **N°3 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO (S1 – S2 – S3)**

N°2 Installazioni di piezometri. (S2 –S3);

N°1 Installazioni di inclinometro (S1);

N°5 S.P.T. (Standard Penetration Test) in foro;

N°3 Prelievi di campioni indisturbati;

➤ **N°3 ANALISI DI LABORATORIO (S1C1 – S1C2 – S2C1)**

➤ **N°2 POZZETTI ESPLORATIVI IN FONDAZIONE**

➤ **N°4 STENDIMENTI SISMICI**

➤ **N°4 PROVA HVSR analisi del rumore ambientale microtremori**

Le prove sismiche effettuate nel sito in oggetto sono ben discusse nella relazione di pericolosità sismica consultabile per un maggior dettaglio. L'ubicazione delle prove è ben visibile in allegato Elaborato **TAV_6** Carta ubicazione indagini. Per una consultazione di maggior dettaglio dei report delle prove eseguite si rimanda agli allegati.

7.1) SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO (S1 – S2 – S3)

I Sondaggi a carotaggio continuo si sono spinti alle seguenti profondità:

NOMENCLATURA SONDAGGIO	PROFONDITA'	CAROTAGGIO
Sondaggio S1	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m
Sondaggio S2	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m
Sondaggio S3	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m

PROVE S.P.T.

SONDAGGIO	PROFONDITA' PROVA	N.COLPI	PUNTA
S1	4.50 m	9-14-8-(9)	Aperta
S1	12.50 m	17-22-27	Aperta
S2	7.00 m	21-23-26	Aperta
S3	4.20 m	8-11-13	Aperta
S3	11.70 m	22-25-28	Aperta

PRELIEVO CAMPIONI

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' PRELIEVO	TIPOLOGIA CAMPIONE
S1	C1	6.20 – 6.70	INDISTURBATO
S1	C2	14.20 - 14.70	INDISTURBATO
S2	C1	4.50 – 5.00	INDISTURBATO

7.2) STENDIMENTI SISMICI - HVSR

Le prove sismiche eseguite nel presente lavoro sono state:

Prove HoliSurface stendimenti sismici metodologia HoliSurface per il calcolo del VS_{30} (Categoria di sottosuolo) attraverso analisi della dispersione delle onde di superficie (velocità di gruppo, onde di Rayleigh e Love)

Prove HVSR misura HVSR sismica passiva per l'acquisizione del rumore ambientale, analisi dei microtremori per stimare eventuali risonanze di sito e, congiuntamente, analisi della dispersione.

Di seguito viene proposto un **report fotografico** prodotto durante le fasi della campagna geognostica.









8) PARAMETRI GEOTECNICI

Da un attenta analisi, dall'esame delle prove effettuate e dai dati ottenuti sui campioni analizzati in laboratorio, è stato possibile definire i valori dei parametri fisici e geotecnici del terreno interessato dall'opera di progetto. Di seguito viene proposta una tabella riepilogativa e di sintesi dove vengono forniti i principali parametri geometrici, fisici e geotecnici, da utilizzare per la progettazione dell'opera.

Strato	Spess. (m)	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturato (t/m ³)	Fi (°)	c (Kg/cm ²)	Vs (m/s)	Nspt
1 Materiale di riporto e/o di riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa	2	1.68	1.83	18	-	106	
2 Argilla con limo sabbiosa di colore marrone chiaro	3	2.12	2.73	22.27	0.3	153	10.50
3 Limo con argilla sabbioso consistente di colore grigio	7	2.03	2.71	23.87	0.04	290	49.10
4 Argilla con limo sabbiosa consistente a tratti limi argillosi marnosi	>20.0	2.05	2.7	20.14	0.2	440	70.05

TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI E ELASTOMECCANICI

Tutti i risultati in dettaglio ed i certificati delle prove di laboratorio vengono allegati alla presente (PROVE DI LABORATORIO).

9) ANALISI DEI RISULTATI

Lo scopo del presente lavoro è stato quello di meglio definire, accertare e verificare localmente la situazione geo-lito-stratigrafica ed idrogeologica e, allo stesso tempo, determinare ed ottenere le caratteristiche e le proprietà fisico-meccaniche peculiari dei terreni, circa la loro resistenza dinamica in termini geotecnici e di stabilità.

Si è cercato di stabilire il grado di idoneità e di affidabilità geologico – tecnica per come previsto dalle vigenti normative tecnico scientifiche che regolano le costruzioni in zone sismiche e successive modifiche, aggiornamenti ed integrazioni.

CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI SECONDO OPCM 4007 DEL 2012

D.M. 14 Gennaio 2008 – Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

L'elaborazione dei dati, acquisiti in campagna, fornisce un quadro soddisfacente del sottosuolo dell'area di studio. A riguardo è stata realizzata una sezione tipo, allegata alla presente, che definisce il modello geolitologico dell'area oggetto di studio. I dati tabulati relativi agli orizzonti stratigrafici sono riportati di seguito, negli allegati, cui si rimanda per una visione più dettagliata, unitamente ad un quadro schematico rappresentativo delle caratteristiche geometriche e fisiche del sottosuolo investigato.

Più in generale, dalla campagna d'indagine condotta, ne deriva uno schema che presenta un **modello geolitologico di 4 strati**

Omogeneizzando i dati si può definire la seguente situazione litostratigrafica suddivisa in **4 orizzonti stratigrafici principali**:

(I) Orizzonte stratigrafico: si spinge fino ad una profondità di circa **-2.00** metri dal piano campagna, si tratta essenzialmente di **materiale di riporto e/o di riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa**.

(II) Orizzonte stratigrafico si spinge da una profondità che va da **- 2.00 – 5.00** metri dal piano campagna e si tratta essenzialmente di materiale costituito da **Argilla con limo sabbiosa di colore marrone chiaro**.

(III) Orizzonte stratigrafico si spinge da una profondità che va da **- 5.00 – 12.00** metri dal piano campagna si tratta essenzialmente di materiale costituito da **Limo con argilla sabbiosa consistente di colore grigio**.

(IV) Orizzonte stratigrafico si spinge da una profondità che va da **- 12.00 a - 25.00** metri dal piano campagna e si tratta essenzialmente di materiale costituito da **Argilla con limo sabbiosa consistente a tratti limi argillosi marnosi di colore grigio**.

La resistenza all'erosione di questi depositi è funzione del locale grado di cementazione, il grado di addensamento aumenta con la profondità. I dettagli da un punto di vista delle caratteristiche geotecniche, fisiche e geometriche sono integralmente sviluppati mediante apposite tabelle allegate alla presente relazione. Vedi TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.

10) ELABORAZIONI SISMICHE IN ACCORDO ALLA NUOVA NORMATIVA

La caratterizzazione sismica è stata eseguita in base alle prove effettuate facendo riferimento alla normativa del D. M. del 14 Gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

E' importante evidenziare che il **sito d'interesse ricade in una zona sismica 2** (valore di **ag 0,212829**), secondo il D.L. 112/1998 e pertanto si deve ipotizzare che possano verificarsi forti terremoti. Per quanto riguarda il calcolo del **Vs₃₀** è stato ottenuto mediante l'esecuzione di n° 4 prove sismiche HoliSurface, sul sito oggetto di studio; l'analisi della propagazione delle onde di Love eseguita tramite la metodologia MFA (basandoci quindi sulle velocità di gruppo) congiuntamente alla curva HVSR ha consentito di determinare il profilo verticale delle Vs e, di conseguenza, del parametro Vs₃₀, che segnalano rispettivamente una velocità media di **Vs₃₀ al piano campagna di 278 m/s**, mentre **Vs₃₀ al piano d'imposta della fondazione (-2.00 m dal p.c.) è pari a 336 m/s** modello del sottosuolo individuato, inoltre sono state realizzate prove di sismica passiva di tipo HVSR (microtremori) che mostrano possibile amplificazione attorno 3 Hz (una certa cautela è necessaria anche in relazione alla forte direttività delle curve HVSR).

Rispetto le norme tecniche per le costruzioni (DM 14 gennaio 2008, ex DM 14/09/2005) il sito in esame può quindi essere inserito nella **categoria C** – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori Vs₃₀ compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Visto le prove eseguite e l'elaborazione dei dati ottenuti si può dimostrare che l'area in oggetto ricade nella:

Categoria di Sottosuolo C,

Categoria Topografica T2,

Classe III,

Coefficiente C_u 1,5,

Vita nominale 50,

Periodo di riferimento 75 anni,

per una consultazione dei dati ed una verifica di maggior dettaglio si consultino gli elaborati presenti nella relazione di pericolosità sismica.

11) CONCLUSIONI

Lo studio condotto è stato finalizzato, prevalentemente, all'accertamento ed all'analisi degli aspetti geologici – morfologici ed idrogeologici dell'area oggetto di studio, inoltre ha permesso di verificare e riconoscere la natura e l'assetto geo-lito-stratigrafico, geotecnico e morfologico dei luoghi interessati dall'intervento in progetto.

L'intero lavoro è stato finalizzato alla comprensione, associato con la ricerca dei parametri geotecnici utili per la verifica e per la progettazione degli interventi progettuali da attuarsi.

Dall'analisi dello studio P.A.I. redatto dalla Regione Calabria (A.B.R.) si evidenzia che l'area oggetto di studio è inserita nell'Area di Programma 2; da un punto di vista idraulico non presenta pericolosità idraulica come ben evidenziato nell'elaborato TAV_4 Carta del Rischio Idrogeologico scala 1:5000;

Dal punto di vista della pericolosità frane l'area in oggetto presenta una tipologia di movimento di tipo ZPS (Zona Franosa Profonda) quiescente, con rischio di tipo R2 come ben consultabile nell'elaborato TAV_4 Carta del Rischio Idrogeologico scala 1:5000 in allegato. La zona oggetto d'intervento, visto il PAI, rientra in un'area a rischio R2, caratterizzata da una frana profonda quiescente, lo stato dei fatti evidenzia l'assenza di cedimenti e/o deformazioni sulla struttura principale della palestra, mentre si osservano dei fenomeni di dissesto nei corpi aggiunti alla struttura principale. I dati elasto - meccanici dei terreni in sito, ricavati sia da indagine dirette che indirette, hanno messo in evidenza un versante stabile, come dimostrato nelle verifiche di stabilità, tale risultato non esclude che in futuro ci possa essere una riattivazione del fenomeno franoso, infatti a tutela dell'opera esistente e dei lavori da effettuare è stato installato un inclinometro nel sondaggio S1, posto alla profondità di -20.00 m, con lo scopo di avere un monitoraggio geomorfologico a breve e lungo termine, fornito da valori numerici sulla dinamicità del versante.

Per tanto si rende opportuno operare una più ampia campagna di monitoraggio, mentre nelle aree vicine e non investigate una ulteriore campagna geognostica, per avere un quadro più chiaro e puntuale dell'intera area e per poter predisporre un ulteriore e approfondito studio di compatibilità geomorfologica dei movimenti potenziali su tutta la vasta area presente, vista la presenza di nuclei abitativi sia a monte che a valle.

I risultati di un'attenta analisi hanno ampliato le conoscenze, per tanto, sulla scorta di tali informazioni e dati, è stato possibile stabilire le qualità, sia da un punto di vista geotecnico che da un punto di vista fisico e meccanico, dei litotipi presenti nell'area interessata dall'intervento in progetto.

La scelta della soluzione progettuale deve consentire pertanto il rispetto dei requisiti di sicurezza e di funzionalità, sia a breve che a lungo termine, rispettare e prevedere l'attuale assetto topo morfologico, adeguando l'intervento alla locale situazione e quindi rendendo reciprocamente compatibile il binomio struttura luoghi.

Al fine di valutare analiticamente la stabilità del versante sul quale è ubicata la struttura oggetto d'intervento, è stata eseguita la verifica di stabilità con software Geostru Slope 2010, secondo la metodologia di Bishop, in condizioni dinamiche in quanto cautelativa (con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti) utilizzando coefficienti ridotti; dal calcolo si è individuato un Fattore di Sicurezza $F_s = 1.75$.

Tutte le verifiche sono state eseguite nel rispetto delle **Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2008 DM 14.01.2008**.

Considerati ed analizzati gli aspetti geotecnici, fisici e meccanici dei materiali e considerata la presenza di falda, in modo particolare la presenza di falda nelle strutture fondali, nel sito oggetto di studio si prescrive l'esecuzione delle seguenti opere:

- SISTEMI DI REGIMENTAZIONE E DISCIPLINAMENTO DEI FLUSSI IDRICI SIA SUPERFICIALI CHE PROFONDI CON IL LORO RECAPITO FINO AGLI ELEMENTI NATURALI E/O ARTIFICIALI PIU VICINI E SICURI.

Inoltre si prescrive che le opere di drenaggio profonde, vista la presenza della struttura, siano realizzate in regime controllato.

Particolare attenzione andrà rivolta alla captazione e allontanamento delle acque meteoriche le cui infiltrazioni, in prossimità delle opere, causerebbero la nascita di pressioni neutre elevate, con conseguente variazione dei parametri geotecnici forniti. Per lo stesso motivo, si raccomanda di impermeabilizzare tutte le infrastrutture di qualunque tipo (fognature, acque bianche ecc.) mediante idonee opere di controllo

Si raccomanda di utilizzare, in fase di progettazione, i parametri geotecnici precedentemente forniti, nell'allegato TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.

E' consigliabile, infine, durante le varie fasi di progettazione ed esecuzione la consulenza del Geologo. Inoltre si ricorda che, essendo l'area ubicata in zona sismica, le strutture dovranno essere previste e dimensionate nel rispetto delle leggi sismiche vigenti.



IL GEOLOGO

Dott. Emanuele Di Cianni

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Emanuele Di Cianni".

Allegati

- TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI E ELASTOMECCANICI
- REPORT SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO RELAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE
- PROVE DI LABORATORIO
- ANALISI DI STABILITA' - RELAZIONE DI CALCOLO - VERIFICHE DI STABILITA'
- SEZIONE TIPO

ELENCO TAVOLE

- TAV_1 Ortofoto/Ctr con ubicazione aree di studio scala 1:5000;
- TAV_2 Carta Geologica scala 1:5000;
- TAV_3 Carta delle pendenze clivometrica scala 1:5000;
- TAV_4 Carta del rischio idrogeologico scala 1:5000;
- TAV_5 Carta traccia sezione scala;
- TAV_6 Carta ubicazione indagini;

TABELLA DI SINTESI DEI PARAMETRI GEOTECNICI E ELASTOMECCANICI

Strato	Spess. (m)	Gamma (t/m ³)	Gamma Saturo (t/m ³)	Fi (°)	c (Kg/cm ²)	Vs (m/s)	Nspt
1 Materiale di riporto e/o di riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa	2	1.68	1.83	18	-	106	
2 Argilla con limo sabbiosa di colore marrone chiaro	3	2.12	2.73	22.27	0.3	153	10.50
3 Limo con argilla sabbioso consistente di colore grigio	7	2.03	2.71	23.87	0.04	290	49.10
4 Argilla con limo sabbiosa consistente a tratti limi argillosi marnosi	>20.0	2.05	2.7	20.14	0.2	440	70.05



Di Liserre Catuscia

Via Mazzacarbone n° 1, 87020 Maierà (Cs)

P.Iva 03489890784, Cell. 349.452435

[Email:indagini360@tim.it](mailto:indagini360@tim.it)

Comune: Sant'Agata di Esaro (Cs)

Progetto: Lavori di miglioramento della palestra Comunale.

Committente: Amministrazione Comunale



Indagine Geognostica-Geotecnica

L'Impresa

Indagini 360 S.r.l.s.
Unipersonale di Liserre Catuscia
C.da Mazzacarbone n°1
87020 Maierà (cs)
PIVA 03489890784



PREMESSA

Su incarico ricevuto dal Comune di Sant'Agata di Esaro, la società INDAGINI 360 S.r.l.s., ha eseguito nell'ambito dei lavori di "Miglioramento della palestra Comunale" le seguenti indagini:

- N° 3 Sondaggi a carotaggio continuo;
- N° 5 Prove spt in foro;
- N° 3 Prelievi di campioni indisturbati;
- N° 1 Installazione di tubi Inclino metrici;
- N° 2 Installazioni di batterie Piezometriche;
- N° 3 Installazioni di pozzetti protettivi;
- N°4 Prove simiche a rifrazione;
- N°2 Prove sismiche di tipo masw;
- N°1 prova di tipo hvsr;
- N°1 Rilievo aereo a mezzo drone e restituzione 3d dell'area.

Per l'esecuzione dei carotaggi è stata utilizzata una sonda CMV MK 420 F, che ha permesso, attraverso la batteria di aste e il carotiere del diametro di 101 mm, di prelevare i materiali intercettati al fine di ottenere la successione stratigrafica nei punti di esecuzione dei sondaggi. Il materiale prelevato durante la perforazione è stato riposto in apposite cassette catalogatrici in pvc, opportunamente scompartate.

Le principali attrezzature utilizzate nel corso della perforazione sono le seguenti:

- SCHEDA TECNICA DELLE ATTREZZATURE

<i>Macchina operatrice</i>	CMV MK 420 F cingolata
<i>Rivestimento metallico provvisorio</i>	Ø 127 mm; L=1.50 mt
<i>Colonna aste di perforazione</i>	Ø 76 mm; L= 1.0 – 3.0 mt
<i>Carotiere semplice</i>	Ø 101 mm
<i>Carotiere doppio T2</i>	Ø 101 mm
<i>Corone di perforazione</i>	In Widia/Diamantata
<i>Cassette catalogatrici</i>	In pvc a scomparti di 1.00 mt
<i>Tubi piezometrici</i>	In pvc

Le indagini sono state effettuate in accordo alla normativa vigente ed in particolare:

- a) Raccomandazioni di categoria A.N.I.S.I.G.;
- b) Norme A.G.I. per l'esecuzione delle indagini geotecniche (1977);

Tutte le informazioni ricavate nel corso della campagna di indagine sono riportate nei moduli stratigrafici proposti di seguito.

I sondaggi a carotaggio continuo si sono spinti alla seguenti profondità:

NOMENCLATURA SONDAGGIO	PROFONDITA'	CAROTAGGIO
Sondaggio S1	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m
Sondaggio S2	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m
Sondaggio S3	20.00 m	Da 0.00 a 20.00 m

Nello specifico e per ciò che concerne le peculiarità dei carotaggi si fa presente che:

- *La percentuale di carotaggio, vista la natura dei terreni e gli accorgimenti attuati nel corso dei sondaggi, è stata superiore al 75 %.*

Prove in foro tipo S.P.T.

Le prove eseguite in foro seguono lo standard internazionale raccomandato dall'ASTM ed accettato sia dalla Associazione Geotecnica Internazionale (ISSMFE-1976) che dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI-1976). Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) consistono nel misurare il numero di colpi necessari per far penetrare di 30.0 cm nel terreno una punta di dimensioni standard (\cong 50 mm), dopo un' infissione preliminare di 15.0 cm, per mezzo di un maglio del peso di 63,5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Come stabilito dal programma di indagine, sono state eseguite, alle profondità di seguito elencate, delle prove S.P.T, atte alla determinazione dello stato di addensamento e/o di consistenza dei terreni investigati.

In particolare le prove S.P.T sono state eseguite secondo la seguente procedura:

- *esecuzione del carotaggio sino alla profondità di prova;*
- *pulizia del foro;*
- *esecuzione prova S.P.T.*

PROVE S.P.T.

SONDAGGIO	PROFONDITA' PROVA	N.COLPI	PUNTA
S1	4.50 m	9-14-8-(9)	Aperta
S1	12.50 m	17-22-27	Aperta
S2	7.00 m	21-23-26	Aperta
S3	4.20 m	8-11-13	Aperta
S3	11.70 m	22-25-28	Aperta

Prelievo campioni di terreno

Nel corso dei carotaggi sono stati effettuati, tramite campionatore a pareti sottili (Shelby), 3 prelievi di campione indisturbato:

PRELIEVO CAMPIONI

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROFONDITA' PRELIEVO	TIPOLOGIA CAMPIONE
S1	C1	6.20 – 6.70	INDISTURBATO
S1	C2	14.20 - 14.70	INDISTURBATO
S2	C1	4.50 – 5.00	INDISTURBATO

Stratigrafia di sondaggio

L'analisi del materiale collocato nelle cassette catalogatrici ha consentito di rilevare i principali litotipi intercettati:

SONDAGGIO S1

PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE
0.00 –2.70	Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa.
2.70-3.70	Sabbie limose debolmente argillose di colore marrone chiaro.
3.70-10.70	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.
10.70-20.00	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.

SONDAGGIO S2

PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE
0.00 –1.80	Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa.
1.80-5.40	Sabbie limose alternate a limi sabbiosi debolmente argillosi. Colore marrone chiaro.
5.40-11.40	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.
11.40-20.00	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.



SONDAGGIO S3

PROFONDITA' (m)	DESCRIZIONE
0.00 -2.50	Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa con pezzi di calcestruzzo.
2.50-3.50	Sabbie limose debolmente argillose di colore marrone chiaro.
3.50-12.00	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.
12.00-20.00	Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.

Per un'analisi dettagliata dei materiali prelevati si rimanda alle apposite cassette catalogatrici rimaste a disposizione della committenza.



Via Mazzacarboni n°1, 87020 Maierà (Cs), PIVA 03489890784;
Tel 349.4524355; email:indagini360@tim.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente COMUNE DI SANT'AGATA DI ESARO	Profondità raggiunta 20.00 m	Quota P.C.	Certificato n° 1	Pagina 1
Geologo Dr. STEFANO PERRONE	Località PALESTRA COMUNALE	Indagine Lavori di miglioramento della palestra Comunale		Inizio/Fine Esecuzione DICEMBRE - 2017
Sondaggio S1	Tipo di Perforazione CAROTAGGIO CONTINUO	Comune SANT'AGATA D'ESARO (CS)	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Nota INCLINOMETRO

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T.	Campioni	Metodo Stabilizzaz.	Cass.	Inclinometro (I)
1		Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa.						I - (1)
2			2.70					
3		Sabbie limose debolmente argillose di colore marrone chiaro.	3.70			(RM)		
4		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.		9-14-8 4.50 PA			1	
5						4.50	5.00	
6					6.20 			
7					6.70			
8								
9							2	
10			10.70				10.00	
11		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.		17-22-27 12.50 PA				
12								
13								
14					14.20 		3	
15					14.70		15.00	
16								
17								
18								
19								
20			20.00				4	
							20.00	

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:SANT'AGATA D'ESARO (CS)

Sonda:CMV MK 420 F



Via Mazzacarbonè n°1, 87020 Maierà (Cs), PIVA 03489890784;
Tel 349.4524355; email:indagini360@tim.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente COMUNE DI SANT'AGATA DI ESARO	Profondità raggiunta 20.00 m	Quota P.C.	Certificato n° 2	Pagina 2
Geologo Dr. STEFANO PERRONE	Località PALESTRA COMUNALE	Indagine Lavori di miglioramento della palestra Comunale		Inizio/Fine Esecuzione DICEMBRE - 2017
Sondaggio S2	Tipo di Perforazione CAROTAGGIO CONTINUO	Comune SANT'AGATA D'ESARO (CS)	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Nota PIEZOMETRO

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T.	Campioni	Metodo Stabilizzaz.	Cass.	Piezometro (P)
1		Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa.	1.80					
2		Sabbie limose alternate a limi sabbiosi debolmente argillosi. Colore marrone chiaro.				(RM)		
3								
4								
5			5.40		4.50 5.00	4.50	1 5.00	
6		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.						
7				21-23-26 7.00 PA				
8								
9							2	
10							10.00	
11			11.40					
12		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.						
13								
14							3	
15							15.00	
16								
17								
18								
19								
20			20.00				4 20.00	

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:SANT'AGATA D'ESARO (CS)

Sonda:CMV MK 420 F



Via Mazzacarboni n°1, 87020 Maierà (Cs), PIVA 03489890784;
Tel 349.4524355; email:indagini360@tim.it

MODELLO STRATIGRAFIA

Committente COMUNE DI SANT'AGATA DI ESARO	Profondità raggiunta 20.00 m	Quota P.C.	Certificato n° 3	Pagina 3
Geologo Dr. STEFANO PERRONE	Località PALESTRA COMUNALE	Indagine Lavori di miglioramento della palestra Comunale		Inizio/Fine Esecuzione DICEMBRE - 2017
Sondaggio S3	Tipo di Perforazione CAROTAGGIO CONTINUO	Comune SANT'AGATA D'ESARO (CS)	Tipo Sonda CMV MK 420 F	Nota PIEZOMETRO

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T.	Campioni	Metodo Stabilizzaz.	Cass.	Piezometro (P)
1		Materiale di riporto e/o riempimento costituito da sabbie ghiaiose immerse in matrice limosa con pezzi di calcestruzzo.						
2			2.50			(RM)		
3		Sabbie limose debolmente argillose di colore marrone chiaro.	3.50					
4		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi di colore grigio.		8-11-13 4.20 PA		3.00	1	
5							5.00	
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12		Limi argillosi alternati a limi sabbiosi a tratti marnosi. Colore grigio.	12.00	22-25-28 11.70 PA				
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20			20.00					
							4	
							20.00	

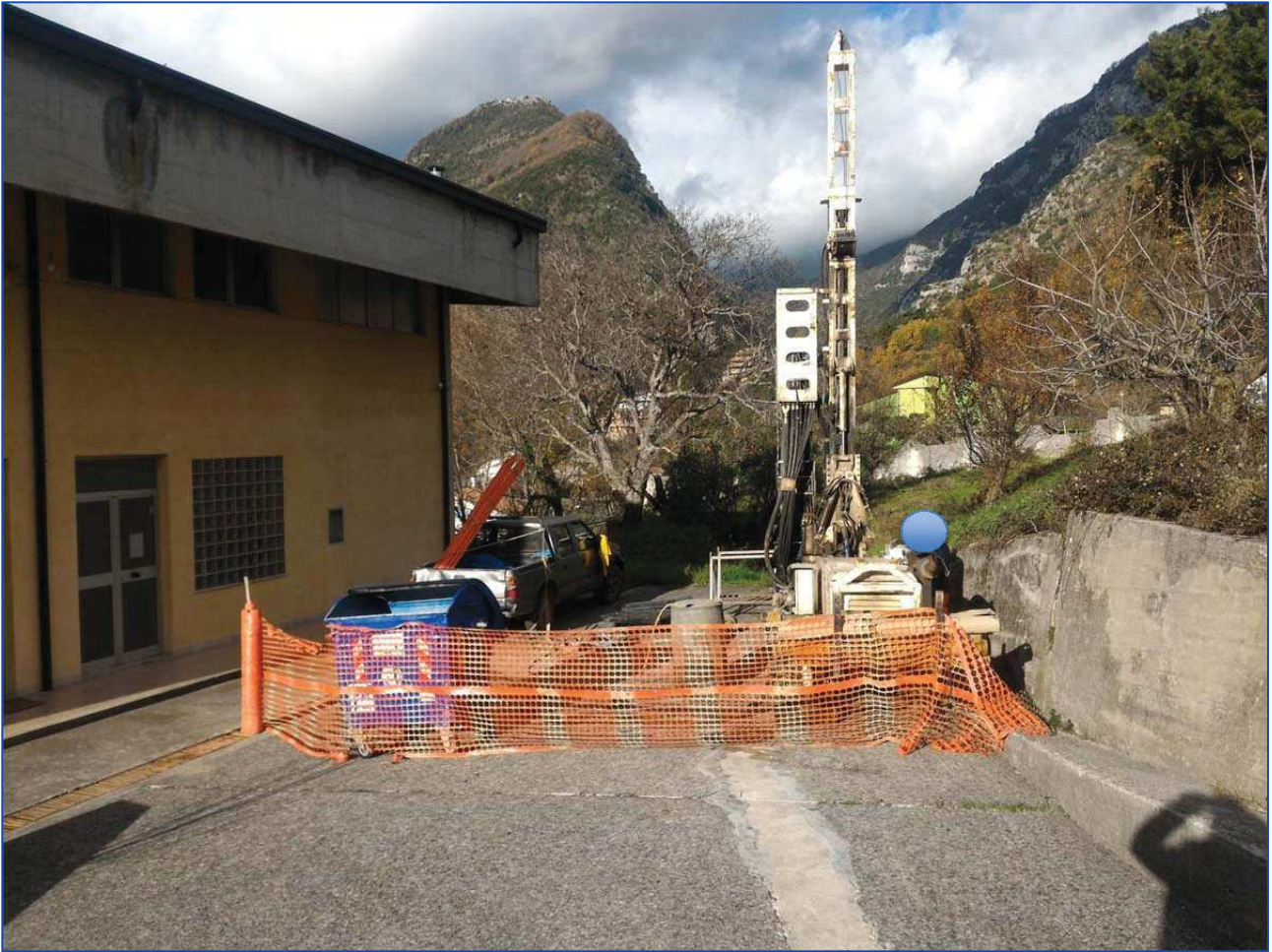
Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Stabilizzazione:RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
Prove SPT:PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio:SANT'AGATA D'ESARO (CS)

Sonda:CMV MK 420 F

Documentazione Fotografica

S1





I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI
GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2008**

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

**Indagine: Prove di laboratorio "miglioramento della
palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).**

Committente: Indagini 360 S.R.L.S

ORIGINALE



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

APERTURA CAMPIONE

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data Apertura: 13/12/2017 Pagine Certificato : 1 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004

Caratteristiche del campione		Contenitore			Stato del campione					
Diametro (mm):	84	■	Fustella		□	Disturbato o Rimaneggiato				
Lunghezza dichiarata (mm):	500	□	PVC		□	Disturbo limitato				
Lunghezza effettiva (mm):	500	□	Busta		■	Indisturbato				
Caratteristiche determinabili										
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :								
		Disturbato o Rimaneggiato			Disturbo limitato	Indisturbato				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5				
Profilo stratigrafico										
Composizione granulometrica						■				
Contenuto d'acqua naturale						■				
Peso dell'unità di volume						■				
Caratteristiche meccaniche						■				
Prove non eseguibili										
Parte Bassa		Prelievo dei Provi - Prova Vane Test - Penetrometro Pocket					Parte Alta			
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>				
4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	49.5
cm										cm
Descrizione visiva del campione										
Limo con Argilla Sabbioso consistente di colore grigio.										
Note										

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 2 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	7.20	g	7.50	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	267.80	g	288.30	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	231.20	g	247.60	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	16.34	%	16.95	%
Media delle misurazioni w	16.65		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017
		Pagine Certificato :	3 di 12
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2533
		Data Certificato :	20/12/2017
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).			
COMMITTENTE : Indagini 360		ORIGINALE	
SONDAGGIO	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70	

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	146.3	g	146.4	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	19.927	(kN/m ³)	19.940	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	19.933		(kN/m³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI
GRANI**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 4 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura 16 °C Densità acqua γ_w 9.79655 kN/m³

Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	30.740	g	30.946	g
Massa Campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	10	g	10	g
Massa Campione + Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	40.740	g	40.946	g
Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	82.980	g	83.327	g
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	89.302	g	89.651	g
Peso specifico γ_s	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	26.636	(kN/m ³)	26.650	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.643		(kN/m³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione

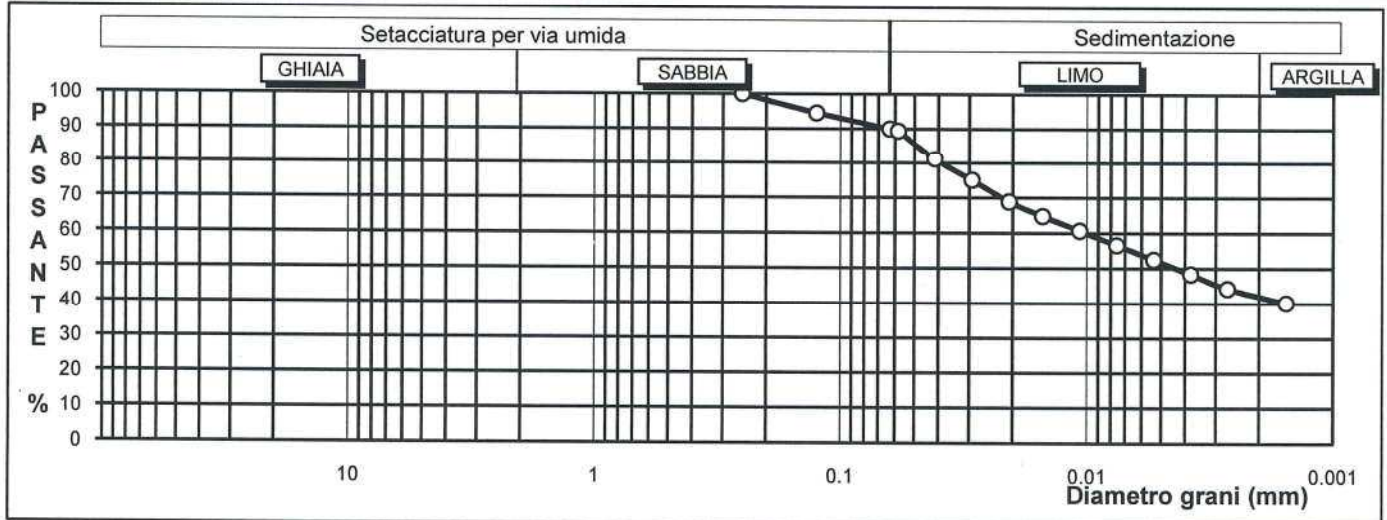
Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato: 5 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2533 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione: 1 PROFONDITA': m 6.20 - 6.70

**DATI SEDIMENTAZIONE**

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:
0.5	1.021	0.082395	93.5	60	1.012	0.007573	56.6	37 g
1	1.02	0.058307	89.4	120	1.011	0.005359	52.5	Qualità del campione
2	1.018	0.041292	81.2	240	1.01	0.003792	48.4	Q1
4	1.0165	0.029231	75.1	480	1.009	0.002684	44.3	Q2
8	1.015	0.020693	68.9	1440	1.008	0.001551	40.2	Q3
15	1.014	0.015124	64.8					Q4
30	1.013	0.010702	60.7					Q5

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:
0	0	0	100.0	0	0	0.0	100.0	240 g
0	0	0.0	100.0	0.000	0	0.0	100.0	Qualità del campione
0	0	0.0	100.0	0.250	0	0.0	100.0	Q1
0	0	0.0	100.0	0.125	13	5.4	94.6	Q2
0	0	0.0	100.0	0.063	24	10.0	90.0	Q3
0	0	0.0	100.0					Q4
0	0	0.0	100.0					Q5

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :				Limo con Argilla Sabbioso				saCISi
Percentuali classi granulometriche:	Ghiaia	0.0%	Sabbia	10.0%	Limo	47.7%	Argilla	42.3%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico-Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**LIMITI DI ATTERBERG
(LIQUIDO E PLASTICO congiuntamente)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 6 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

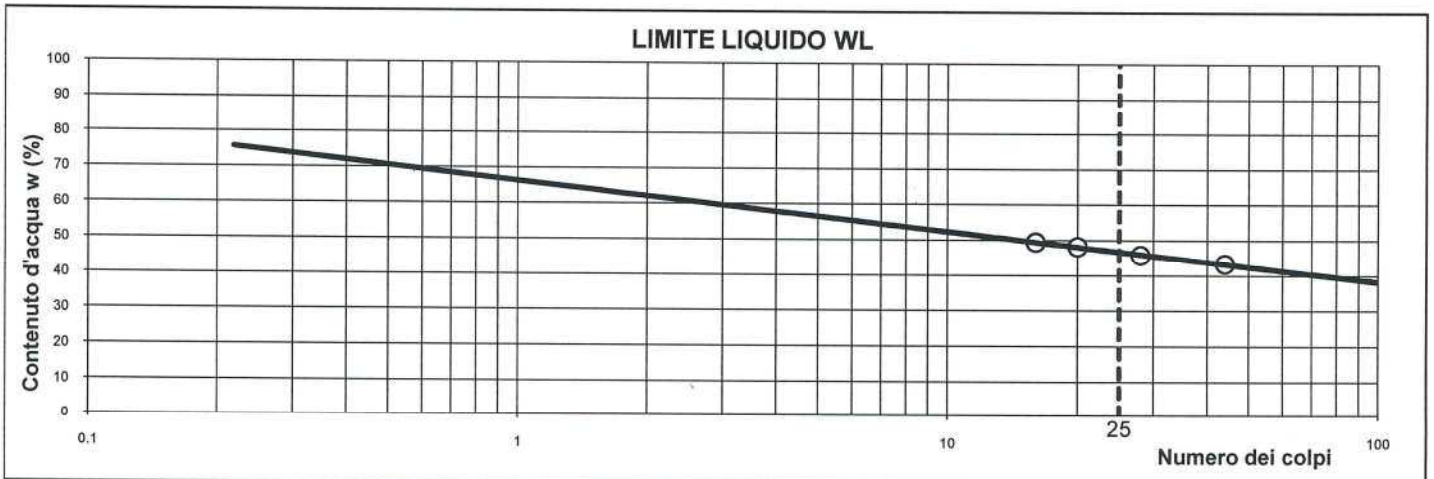
COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

Norma di riferimento : CNR - UNI 10014: 1964

DATI SPERIMENTALI



LIMITE DI LIQUIDITA' W _L				
Numero contenitore	1	2	3	3
Massa contenitore (g)	7.97	7.85	11.25	11.23
Massa Terreno Umido (g)	17.61	17.69	21.02	21.08
Massa Terreno Secco (g)	14.42	14.49	17.95	18.10
Numero colpi	16	20	28	44

LIMITE DI PLASTICITA' W _P		
Numero contenitore	1	2
Massa contenitore (g)	10.69	13.34
Massa T. Umido (g)	13.50	15.62
Massa T. Secco (g)	12.86	15.09

LIMITE DI RITIRO W _R		
Limite di ritiro	-	-
Rapporto di ritiro	-	-
Ritiro volumetrico	-	-
Ritiro lineare	-	-

W_L (%) = 46.73

W_P (%) = 29.89

I_p (%) = 16.84

A = 0.40

I_c = 1.79

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 1 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 7 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA': m 6.20 - 6.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO

PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI

Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Massa provini Iniziale (g)	146.30	146.60	146.90
Peso di Volume (kN/m ³)	19.93	19.97	20.01
Cont. d'acqua Iniz.(%)	16.85	16.91	16.96
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
t ₁₀₀ (min)	480	480	480

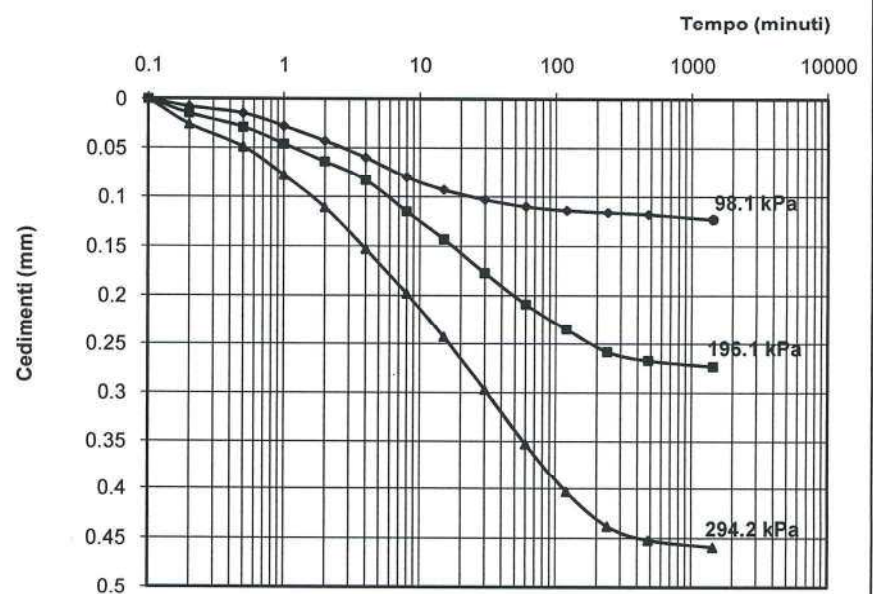
CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI

Provino n°	1	2	3
Massa provini Finale (g)	144.3	143.2	142.2
Massa secca provini (g)	125.2	125.4	125.6
Cont. d'acqua Fin.(%)	15.26	14.19	13.22
Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.008	0.015	0.026
0.5	0.015	0.029	0.049
1	0.028	0.046	0.078
2	0.043	0.064	0.111
4	0.060	0.083	0.153
8	0.080	0.115	0.198
15	0.093	0.143	0.243
30	0.103	0.177	0.297
60	0.110	0.209	0.353
120	0.114	0.235	0.403
240	0.116	0.258	0.438
480	0.118	0.267	0.452
1440	0.123	0.273	0.459
-			
-			
-			

Grafico Consolidazione Tempo - Cedimenti



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 2 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 8 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 **Campione :** 1 **PROFONDITA' : m** 6.20 - 6.70

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
0.009	0.22	25.40	0.004	0.10	27.42	0.011	0.18	21.67
0.012	0.50	35.69	0.013	0.36	49.88	0.017	0.45	51.39
0.012	0.78	40.84	0.031	0.63	63.88	0.023	0.71	66.94
0.012	1.07	44.38	0.040	0.92	72.63	0.037	0.98	78.89
0.009	1.35	46.31	0.048	1.19	79.04	0.051	1.24	89.17
0.003	1.63	47.59	0.049	1.46	83.13	0.065	1.50	98.06
-0.003	1.92	47.91	0.051	1.74	86.63	0.077	1.77	105.56
-0.009	2.20	47.91	0.051	2.02	89.25	0.088	2.02	111.39
-0.016	2.48	47.91	0.051	2.29	90.71	0.098	2.30	116.39
-0.023	2.76	47.91	0.051	2.57	91.88	0.107	2.57	120.56
-0.030	3.05	47.59	0.051	2.87	91.00	0.115	2.84	123.33
-0.035	3.34	47.27	0.051	3.15	91.58	0.123	3.12	125.28
-0.040	3.62	46.95	0.051	3.44	91.58	0.129	3.39	126.94
-0.045	3.90	46.95	0.051	3.73	91.58	0.137	3.66	129.44
-0.051	4.19	46.95	0.051	4.01	91.58	0.143	3.93	131.94
-0.056	4.48	46.31	0.051	4.28	91.88	0.149	4.21	132.78
-0.061	4.76	46.31	0.051	4.59	91.58	0.155	4.48	133.89
-0.066	5.05	46.31	0.051	4.86	91.00	0.161	4.74	134.17
-0.070	5.33	46.31	0.051	5.16	91.00	0.168	5.02	134.72
-0.075	5.61	46.31	0.049	5.44	90.71	0.173	5.29	134.72
-0.078	5.89	45.98	0.048	5.72	90.71	0.178	5.56	134.72
-0.084	6.18	45.98	0.046	6.01	90.42	0.181	5.84	134.17
-0.087	6.46	45.98	0.044	6.30	89.54	0.186	6.11	133.33
-0.089	6.74	45.98	0.042	6.57	89.54	0.189	6.38	132.22

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 3 di 3)

Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017	Pagine Certificato :	9 di 12
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2533	Data Certificato :	20/12/2017

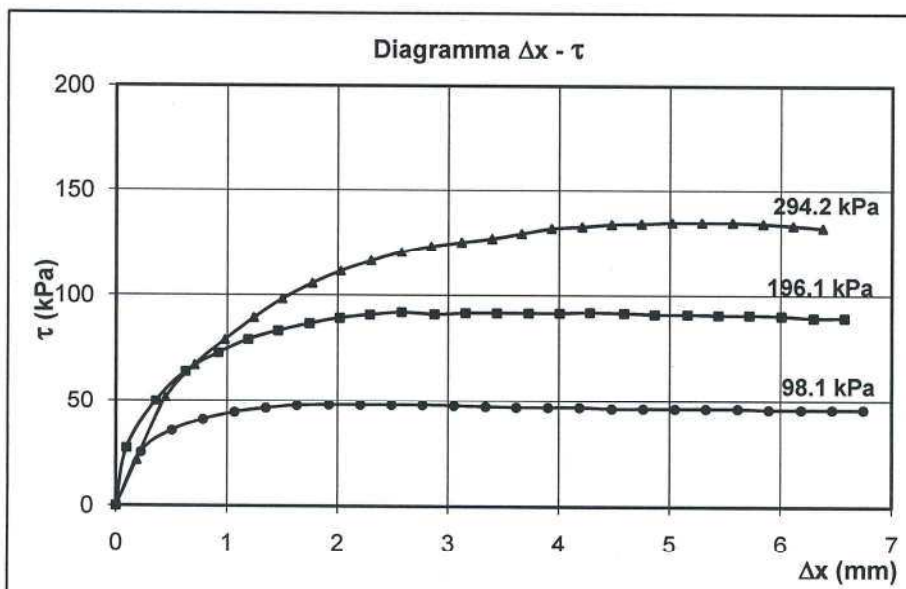
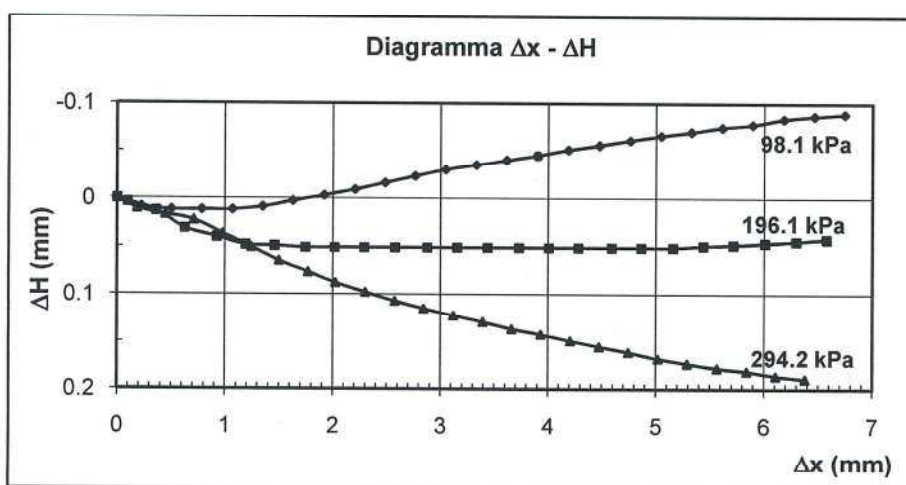
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

ORIGINALE

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO
(Pagina 1 di 3)

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 10 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

Norma di riferimento : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

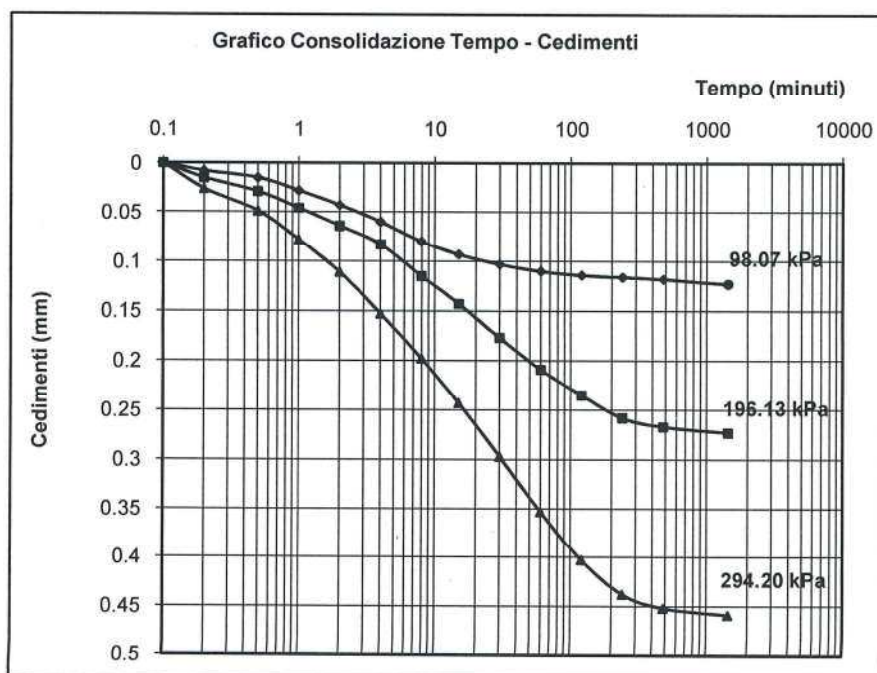
METODO UTILIZZATO

Registrazione della Resistenza Residua dopo 5 cicli di Taglio in andata e ritorno
PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm,

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Massa provini Finale (g)	144.3	143.2	142.2
Massa provini Iniziale (g)	146.30	146.60	146.90	Massa secca provini (g)	125.2	125.4	125.6
Peso di Volume (kN/m ³)	19.93	19.97	20.01	Cont. d'acqua Fin.(%)	15.26	14.19	13.22
Cont. d'acqua Iniz.(%)	16.85	16.91	16.96				
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20				

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.008	0.015	0.026
0.5	0.015	0.029	0.049
1	0.028	0.046	0.078
2	0.043	0.064	0.111
4	0.060	0.083	0.153
8	0.080	0.115	0.198
15	0.093	0.143	0.243
30	0.103	0.177	0.297
60	0.110	0.209	0.353
120	0.114	0.235	0.403
240	0.116	0.258	0.438
480	0.118	0.267	0.452
1440	0.123	0.273	0.459
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

(Handwritten signature)



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

(Handwritten signature)

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO
(Pagina 3 di 3)

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 12 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2533 Data Certificato : 20/12/2017

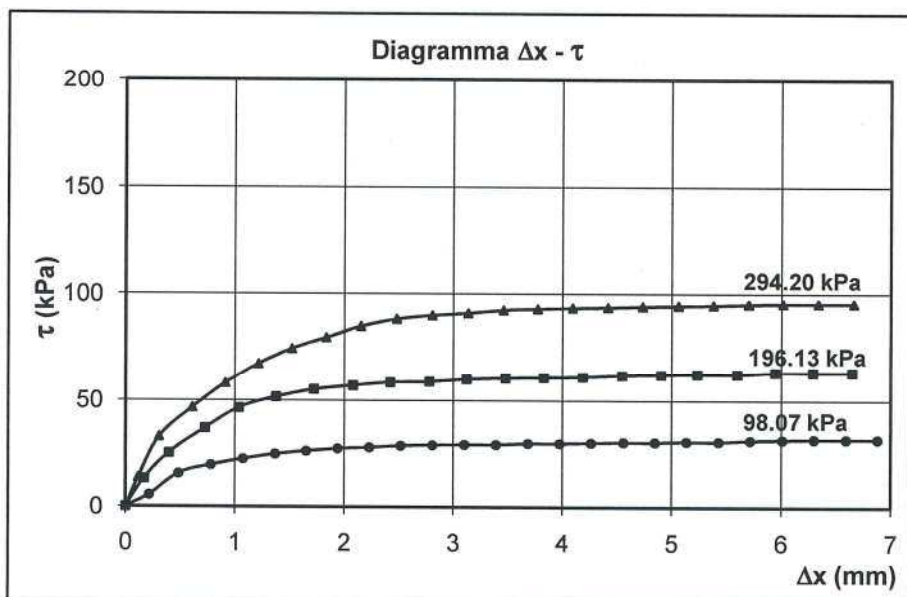
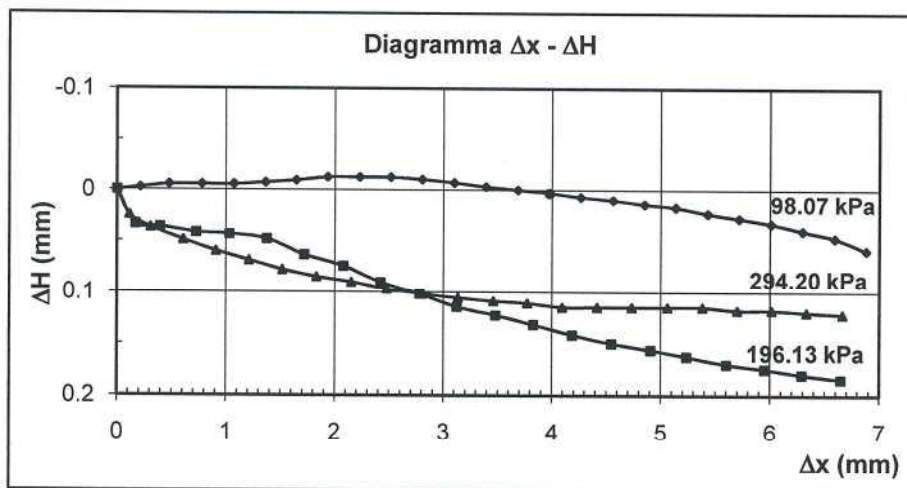
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 6.20 - 6.70

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Prova di Compressione Triassiale (UU)
Non Consolidata Non Drenata
(Pagina 1 di 2)

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato: 1 di 2
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2533 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

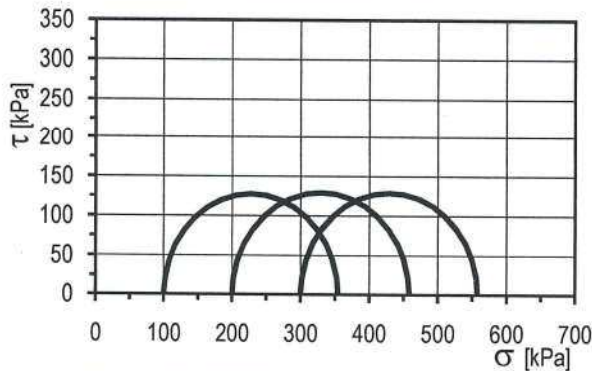
SONDAGGIO: 1 Campione: 1 PROFONDITA': m 6.20 - 6.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 8 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI :		Provino 1	Provino 2	Provino 3	DIMENSIONI PROVINI :		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso dell'unità di volume	γ [kN/m ³]	19.93	19.97	20.00	Base	[cm]	3.80	3.80	3.80
Contenuto d'acqua	W	0.170	0.172	0.174	Altezza	[cm]	7.600	7.600	7.600
Porosità	n	0.360	0.360	0.360	Volume	[cm ³]	86.149	86.149	86.149
Grado di saturazione	S	0.802	0.811	0.821	CONDUZIONE PROVA:				
CONDIZIONI INIZIALI DI PROVA :		Provino 1	Provino 2	Provino 3					
Pressione laterale totale	σ_3 [kPa]	100	200	300	Applicazione carico	A deformazione controllata			
CONDIZIONI A ROTTURA :		Provino 1	Provino 2	Provino 3	Velocità imposta	0.76 mm/minuto			
Tensione deviatorica	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ [kPa]	254.64	258.37	257.75	Note:				
Deformazione assiale	ϵ_a [%]	4.95	10.06	9.27					
Contenuto d'acqua	W_r	0.169	0.170	0.172					

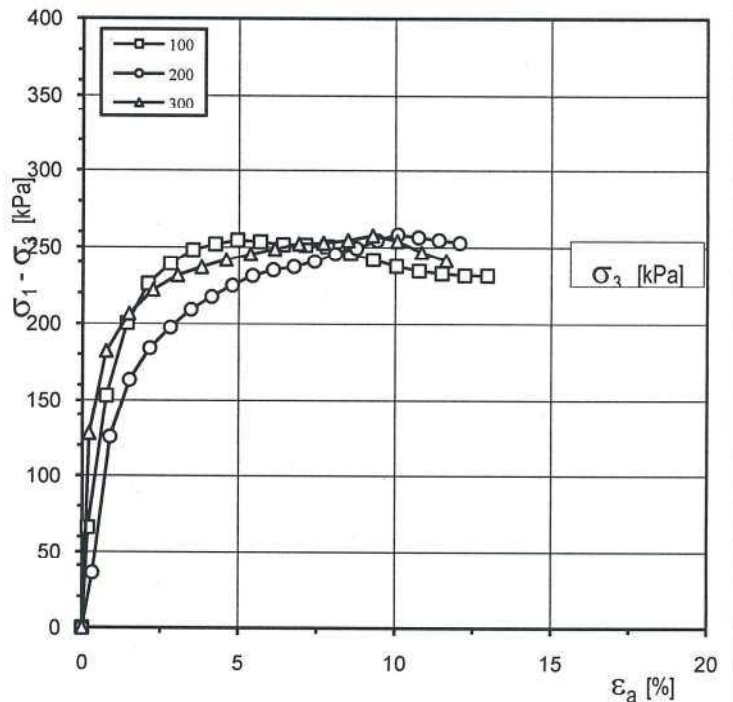
GRAFICO (Rottura nel piano $\tau - \sigma$)



RISULTATI:

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
σ_3 [kPa]	100	200	300
σ_1 [kPa]	354.64	458.37	557.75
σ_c [kPa]	227.32	329.19	428.88
$\tau_c (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ [kPa]	127.32	129.19	128.88

GRAFICO (Tensione deviatorica - Deformazione assiale)



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>APERTURA CAMPIONE</u>	
Data arrivo campione:	13/12/2017	Data Apertura:	13/12/2017
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2534
		Pagine Certificato :	1 di 9
		Data Certificato :	20/12/2017
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).			
COMMITTENTE : Indagini 360		ORIGINALE	
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m	14.20 - 14.70
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore			Stato del campione		
Diametro (mm):	84	<input checked="" type="checkbox"/>	Fustella		<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato	
Lunghezza dichiarata (mm):	500	<input type="checkbox"/>	PVC		<input type="checkbox"/>	Disturbo limitato	
Lunghezza effettiva (mm):	500	<input type="checkbox"/>	Busta		<input checked="" type="checkbox"/>	Indisturbato	
Caratteristiche determinabili							
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :					
		Disturbato o Rimaneggiato			Disturbo limitato	Indisturbato	
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	
Profilo stratigrafico							
Composizione granulometrica						■	
Contenuto d'acqua naturale						■	
Peso dell'unità di volume						■	
Caratteristiche meccaniche						■	
Prove non eseguibili							
Parte Bassa		<i>Prelievo dei Pr ovini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>					Parte Alta
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	
4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	
		36.0	40.5	45.0	49.5		
cm						cm	
Descrizione visiva del campione							
Argilla con Limo Sabbiosa consistente di colore grigio.							
Note							

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 2 di 9
 Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	7.50	g	7.10	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	314.80	g	346.80	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	281.80	g	311.60	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	12.03	%	11.56	%
Media delle misurazioni w	11.80		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero:	2534
		Pagine Certificato:	3 di 9
		Data Certificato:	20/12/2017
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).			
COMMITTENTE : Indagini 360		ORIGINALE	
SONDAGGIO	1	Campione :	2
		PROFONDITA' :	m 14.20 - 14.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

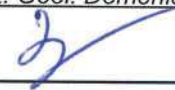
DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	148.3	g	148.1	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	20.199	(kN/m ³)	20.172	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	20.185		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI
GRANI**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 4 di 9
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura 16 °C Densità acqua γ_w 9.79655 kN/m³

Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	30.740	g	30.946	g
Massa Campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	10	g	10	g
Massa Campione + Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	40.740	g	40.946	g
Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	82.980	g	83.327	g
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	89.322	g	89.671	g
Peso specifico γ_s	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	26.781	(kN/m ³)	26.796	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.788		(kN/m³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione**

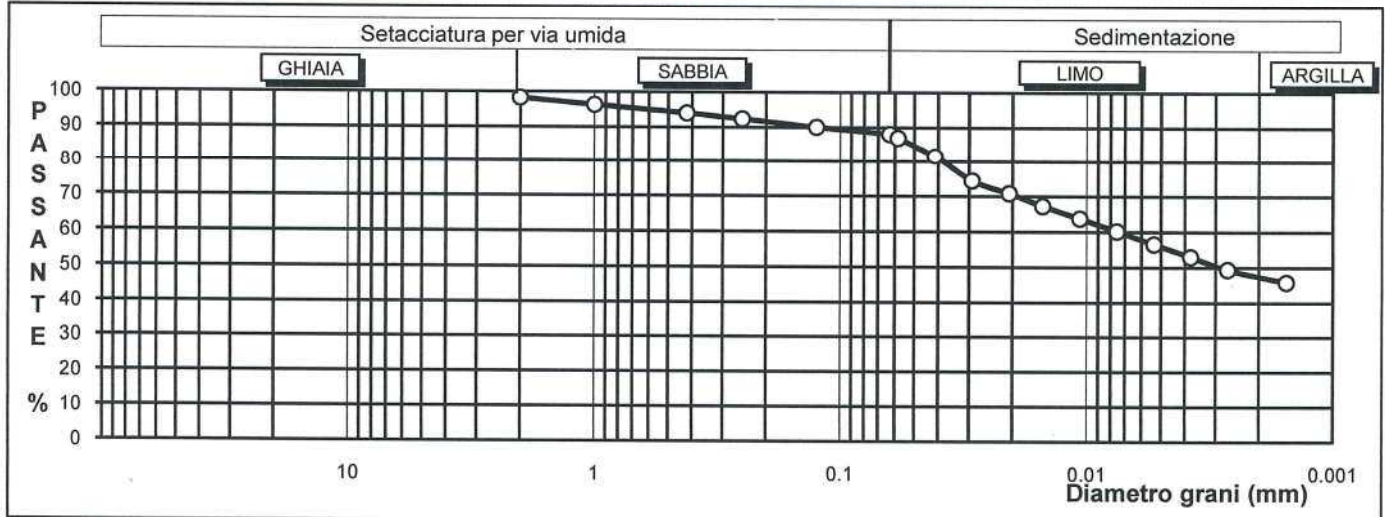
Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 5 di 9
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

**DATI SEDIMENTAZIONE**

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:
0.5	1.023	0.082269	88.9	60	1.015	0.007556	60.2	41.5 g
1	1.0225	0.058195	87.1	120	1.014	0.005347	56.6	Qualità del campione
2	1.021	0.041198	81.7	240	1.013	0.003784	53.0	Q1
4	1.019	0.029176	74.5	480	1.012	0.002678	49.4	Q2
8	1.018	0.020646	70.9	1440	1.011	0.001547	45.9	Q3
15	1.017	0.015089	67.4					Q4
30	1.016	0.010678	63.8					Q5

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:
0	0	0	100.0	1	11	3.6	96.4	304 g
0	0	0.0	100.0	0.420	18	5.9	94.1	Qualità del campione
0	0	0.0	100.0	0.250	23	7.6	92.4	Q1
0	0	0.0	100.0	0.125	30	9.9	90.1	Q2
0	0	0.0	100.0	0.063	36	11.8	88.2	Q3
0	0	0.0	100.0					Q4
2	5	1.6	98.4					Q5

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :		Argilla con Limo Sabbiosa				saSiCl		
Percentuali classi granulometriche:	Ghiaia	1.6%	Sabbia	10.2%	Limo	40.5%	Argilla	47.7%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**LIMITI DI ATTERBERG
(LIQUIDO E PLASTICO congiuntamente)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 6 di 9
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

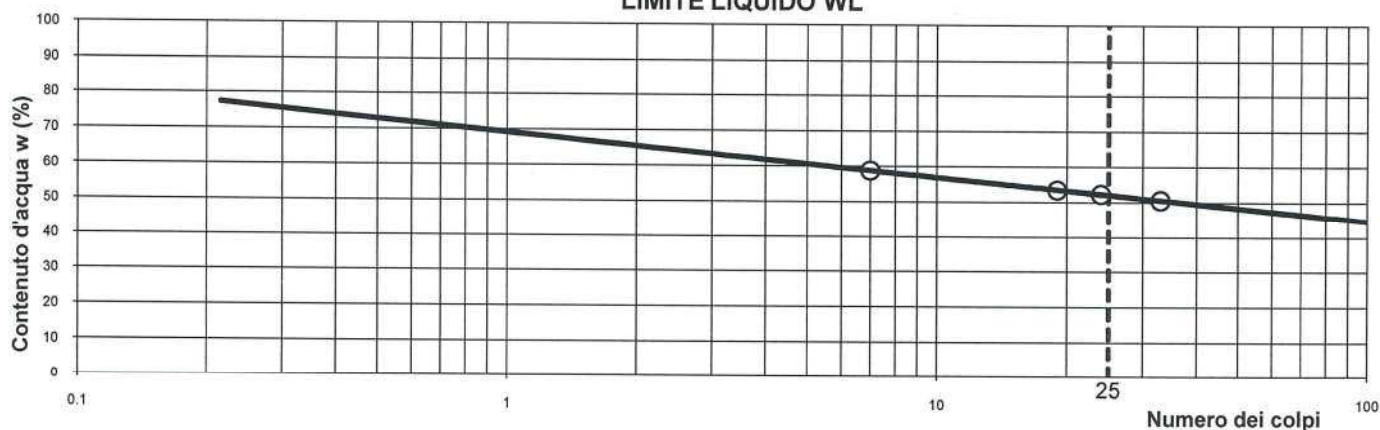
ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

Norma di riferimento : CNR - UNI 10014: 1964

DATI SPERIMENTALI

LIMITE LIQUIDO WL



LIMITE DI LIQUIDITA' WL

Numero contenitore	1	2	3	3
Massa contenitore (g)	10.43	9.12	9.18	11.16
Massa Terreno Umido (g)	22.60	22.86	22.80	18.42
Massa Terreno Secco (g)	18.09	18.07	18.12	15.98
Numero colpi	7	19	24	33

LIMITE DI PLASTICITA' Wp

Numero contenitore	1	2
Massa contenitore (g)	13.06	10.89
Massa T. Umido (g)	15.75	12.54
Massa T. Secco (g)	15.20	12.20

LIMITE DI RITIRO WR

Limite di ritiro	-	-
Rapporto di ritiro	-	-
Ritiro volumetrico	-	-
Ritiro lineare	-	-

WL (%) = 52.13

Wp (%) = 25.83

Ip (%) = 26.30

A = 0.55

Ic = 1.53

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 1 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 7 di 9
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

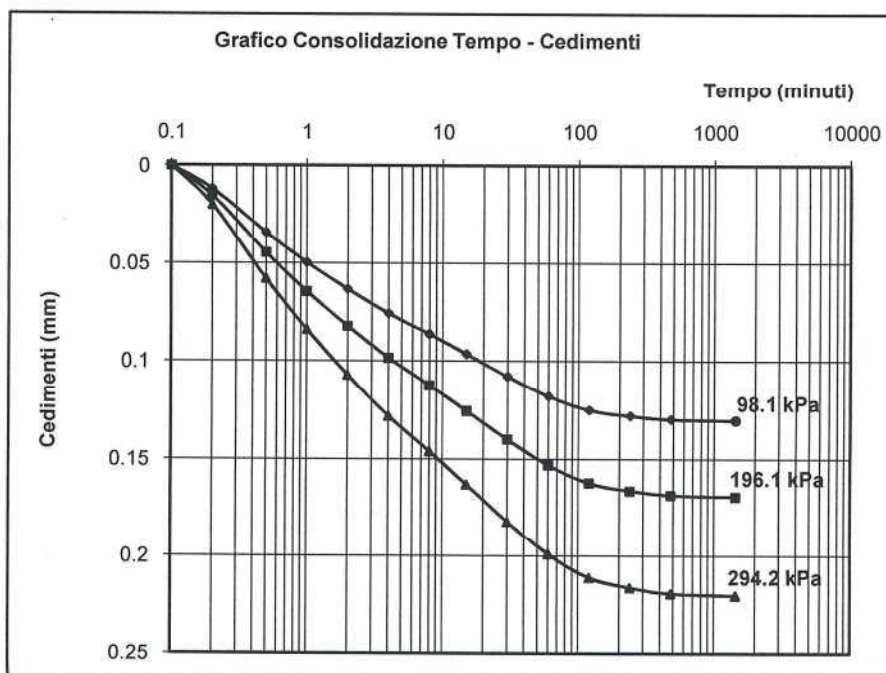
METODO UTILIZZATO

PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Massa provini Finale (g)	151.7	150.6	150.2
Massa provini Iniziale (g)	148.40	148.10	148.40	Massa secca provini (g)	132.5	132.2	132.8
Peso di Volume (kN/m ³)	20.21	20.17	20.21	Cont. d'acqua Fin.(%)	14.49	13.92	13.10
Cont. d'acqua Iniz.(%)	12.00	12.03	11.75				
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20				
t ₁₀₀ (min)	480	480	480	Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.012	0.015	0.020
0.5	0.034	0.045	0.058
1	0.050	0.065	0.084
2	0.063	0.082	0.107
4	0.076	0.098	0.128
8	0.086	0.112	0.146
15	0.096	0.125	0.163
30	0.108	0.140	0.182
60	0.118	0.153	0.199
120	0.125	0.162	0.211
240	0.128	0.166	0.216
480	0.130	0.168	0.219
1440	0.130	0.169	0.220
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 2 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 8 di 9
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2534 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

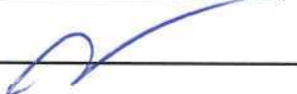
ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
-0.002	0.18	26.67	0.002	0.27	51.11	0.015	0.15	36.94
-0.005	0.40	38.06	0.010	0.54	62.50	0.033	0.38	61.11
-0.007	0.62	45.56	0.014	0.80	71.11	0.052	0.63	75.28
-0.014	0.86	50.28	0.014	1.03	77.50	0.065	0.90	86.94
-0.021	1.09	53.06	0.014	1.29	84.72	0.075	1.15	95.28
-0.028	1.34	54.72	0.014	1.57	89.72	0.083	1.40	101.39
-0.035	1.58	55.83	0.014	1.81	92.78	0.090	1.69	105.83
-0.042	1.83	56.11	0.014	2.06	94.44	0.094	1.95	110.56
-0.049	2.06	56.39	0.014	2.33	95.00	0.098	2.20	113.33
-0.056	2.31	56.39	0.014	2.62	94.44	0.102	2.46	114.44
-0.063	2.56	56.11	0.012	2.88	93.33	0.104	2.72	115.83
-0.070	2.82	56.11	0.010	3.13	91.94	0.106	3.01	116.39
-0.080	3.06	55.83	0.008	3.38	91.11	0.106	3.28	116.39
-0.084	3.32	55.83	0.004	3.64	90.00	0.108	3.53	116.39
-0.089	3.57	55.56	-0.002	3.90	88.89	0.108	3.80	116.11
-0.093	3.82	55.00	-0.004	4.15	87.78	0.111	4.09	116.39
-0.098	4.07	54.72	-0.006	4.39	86.39	0.111	4.33	116.11
-0.105	4.32	54.44	-0.010	4.64	85.00	0.111	4.59	115.56
-0.112	4.57	53.89	-0.012	4.90	83.61	0.111	4.84	115.28
-0.117	4.82	53.33	-0.016	5.16	83.06	0.111	5.12	115.00
-0.121	5.08	53.06	-0.020	5.41	81.94	0.111	5.39	114.17
-0.128	5.32	52.50	-0.022	5.63	81.11	0.111	5.66	113.61
-0.133	5.57	52.22	-0.026	5.88	80.28	0.111	5.93	113.06
-0.138	5.81	51.67	-0.028	6.15	79.72	0.111	6.17	111.67
-0.145	6.06	50.83						

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 3 di 3)

Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017	Pagine Certificato :	9 di 9
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2534	Data Certificato :	20/12/2017

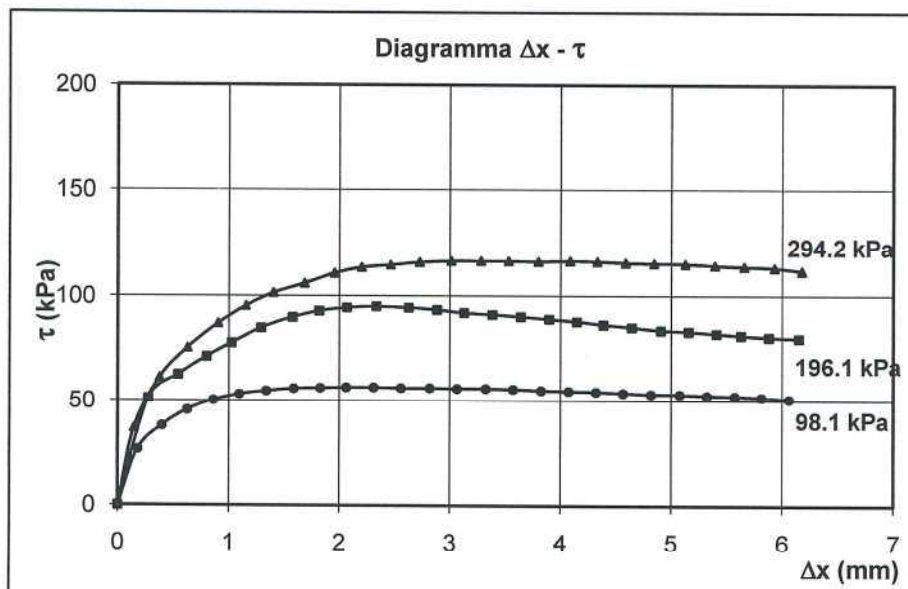
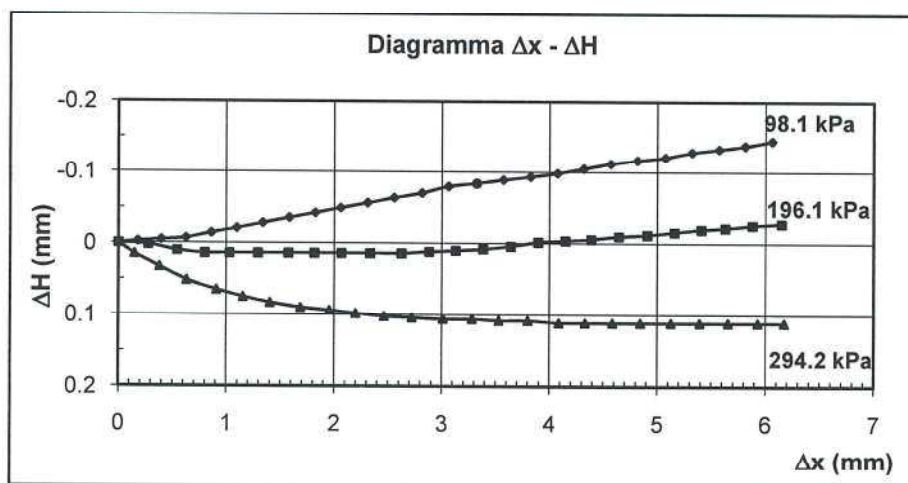
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 1 Campione : 2 PROFONDITA' : m 14.20 - 14.70

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Prova di Compressione Triassiale (UU)
Non Consolidata Non Drenata
(Pagina 1 di 2)

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato: 1 di 2
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2534 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

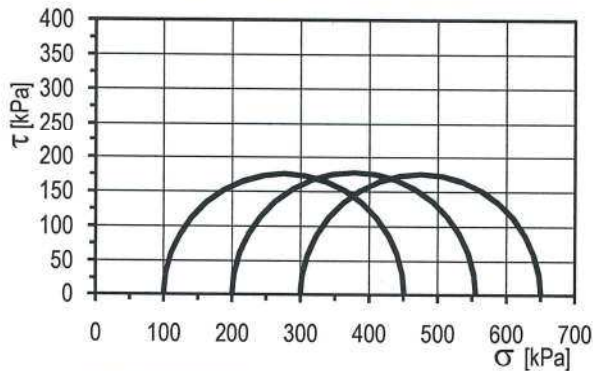
SONDAGGIO: 1 Campione: 2 PROFONDITA': m 14.20 - 14.70

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 8 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI :		Provino 1	Provino 2	Provino 3	DIMENSIONI PROVINI :		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso dell'unità di volume	γ [kN/m ³]	20.17	20.17	20.17	Base	[cm]	3.80	3.80	3.80
Contenuto d'acqua	W	0.124	0.124	0.124	Altezza	[cm]	7.600	7.600	7.600
Porosità	n	0.330	0.330	0.330	Volume	[cm ³]	86.149	86.149	86.149
Grado di saturazione	S	0.673	0.673	0.673	CONDUZIONE PROVA:				
CONDIZIONI INIZIALI DI PROVA :		Provino 1	Provino 2	Provino 3					
Pressione laterale totale	σ_3 [kPa]	100	200	300	Applicazione carico	A deformazione controllata			
CONDIZIONI A ROTTURA :		Provino 1	Provino 2	Provino 3	Velocità imposta	0.76 mm/minuto			
Tensione deviatorica	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ [kPa]	351.13	355.35	350.33	Note:				
Deformazione assiale	ϵ_a [%]	9.76	8.68	14.93					
Contenuto d'acqua	W_r	0.122	0.122	0.122					

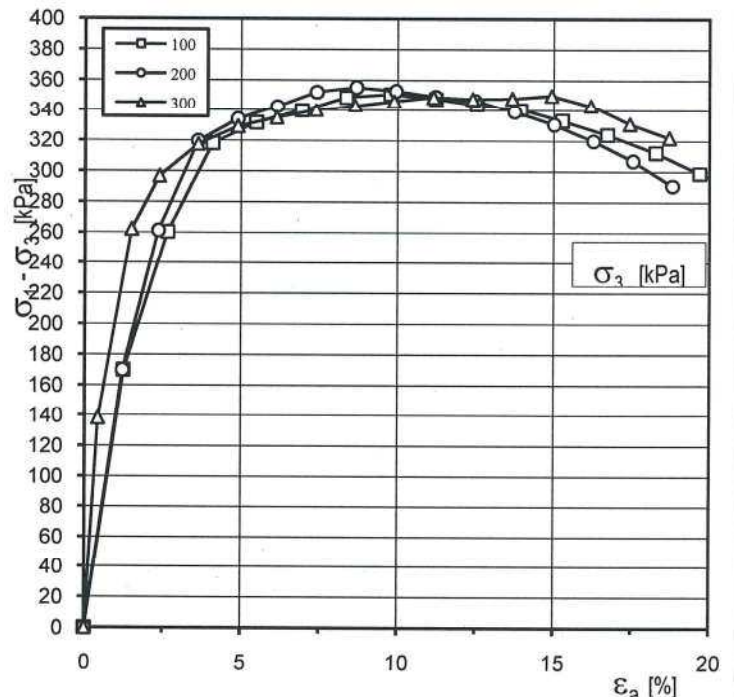
GRAFICO (Rottura nel piano $\tau - \sigma$)



RISULTATI:

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
σ_3 [kPa]	100	200	300
σ_1 [kPa]	451.13	555.35	650.33
σ_c [kPa]	275.56	377.68	475.16
$\tau_c (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ [kPa]	175.56	177.68	175.16

GRAFICO (Tensione deviatorica - Deformazione assiale)



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

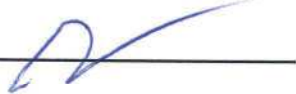
Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it			AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008		
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)			<u>APERTURA CAMPIONE</u>		
Data arrivo campione:	13/12/2017	Data Apertura:	13/12/2017	Pagine Certificato :	1 di 12
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2535	Data Certificato :	20/12/2017
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).					
COMMITTENTE : Indagini 360			ORIGINALE		
SONDAGGIO	2	Campione :	1	PROFONDITA' : m	4.50 - 5.00
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004					

Caratteristiche del campione		Contenitore			Stato del campione					
Diametro (mm):	84	<input checked="" type="checkbox"/>	Fustella		<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato				
Lunghezza dichiarata (mm):	500	<input type="checkbox"/>	PVC		<input type="checkbox"/>	Disturbo limitato				
Lunghezza effettiva (mm):	500	<input type="checkbox"/>	Busta		<input checked="" type="checkbox"/>	Indisturbato				
Caratteristiche determinabili										
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :								
		Disturbato o Rimaneggiato			Disturbo limitato	Indisturbato				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5				
Profilo stratigrafico										
Composizione granulometrica						■				
Contenuto d'acqua naturale						■				
Peso dell'unità di volume						■				
Caratteristiche meccaniche						■				
Prove non eseguibili										
Parte Bassa		<i>Prelievo dei Pr ovini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>					Parte Alta			
		<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>	<i>Pr</i>			
4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	49.5
cm								cm		
Descrizione visiva del campione										
Argilla con Limo Sabbiosa consistente di colore grigio.										
Note										

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza




Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 2 di 12
 Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2535 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	6.80	g	6.80	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	424.30	g	420.90	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	368.50	g	366.50	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	15.43	%	15.12	%
Media delle misurazioni w	15.28		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero:	2535
		Pagine Certificato:	3 di 11
		Data Certificato:	20/12/2017
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).			
COMMITTENTE : Indagini 360		ORIGINALE	
SONDAGGIO	2	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 4.50 - 5.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	153.2	g	153.1	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	20.866	(kN/m ³)	20.853	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	20.860		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI
 GRANI**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 4 di 12
 Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2535 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura 16 °C Densità acqua γ_w 9.79655 kN/m³

Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	30.740	g	30.946	g
Massa Campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	10	g	10	g
Massa Campione + Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	40.740	g	40.946	g
Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	82.980	g	83.327	g
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	89.318	g	89.667	g
Peso specifico γ_s	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	26.752	(kN/m ³)	26.767	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26.759		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

ANALISI GRANULOMETRICA mediante
setacci e/o crivelli e per sedimentazione

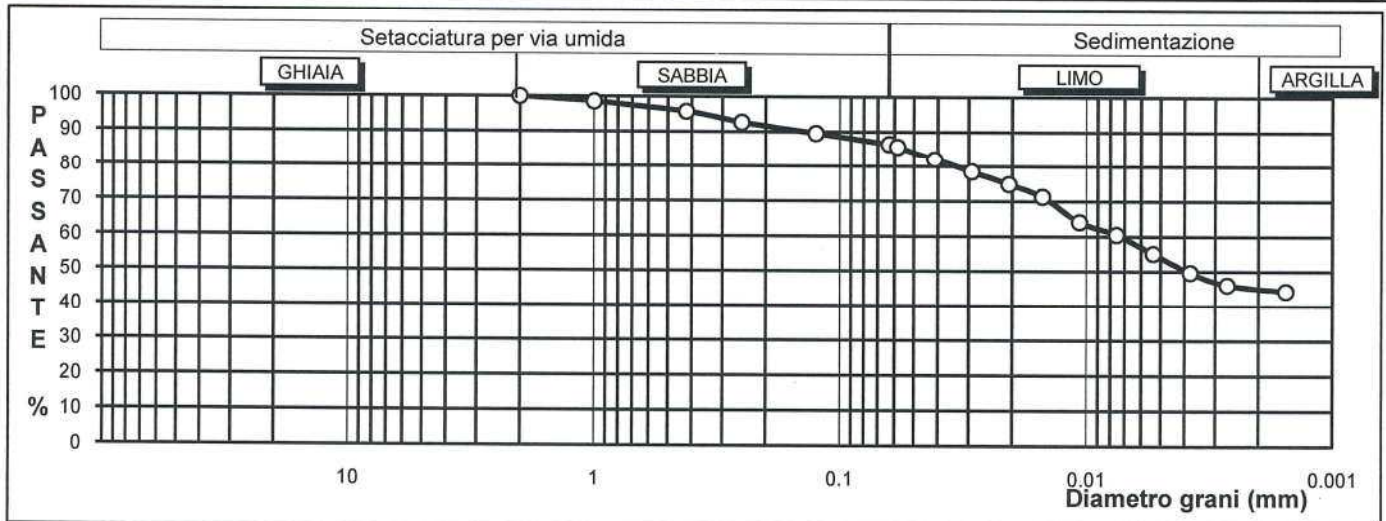
Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato: 5 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2535 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione: 1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

**DATI SEDIMENTAZIONE**

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata: 40.5 g
0.5	1.0225	0.082301	87.6	60	1.015	0.007556	60.5	
1	1.022	0.058218	85.8	120	1.0135	0.005349	55.1	Qualità del campione Q1 Q2 Q3 Q4 Q5
2	1.021	0.041198	82.1	240	1.012	0.003787	49.7	
4	1.02	0.029153	78.5	480	1.011	0.00268	46.1	
8	1.019	0.02063	74.9	1440	1.0105	0.001548	44.3	
15	1.018	0.015078	71.3					
30	1.016	0.010678	64.1					

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata: 356 g
0	0	0	100.0	1	5	1.4	98.6	
0	0	0.0	100.0	0.420	15	4.2	95.8	
0	0	0.0	100.0	0.250	26	7.3	92.7	
0	0	0.0	100.0	0.125	37	10.4	89.6	
0	0	0.0	100.0	0.063	48	13.5	86.5	
0	0	0.0	100.0					
2	0	0.0	100.0					

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :				Argilla con Limo Sabbiosa				saSiCl				
Percentuali classi granulometriche:		Ghiaia	0.0%	Sabbia	13.5%	Limo	41.3%	Argilla	45.2%			

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**LIMITI DI ATTERBERG
(LIQUIDO E PLASTICO congiuntamente)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato : 6 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2535 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

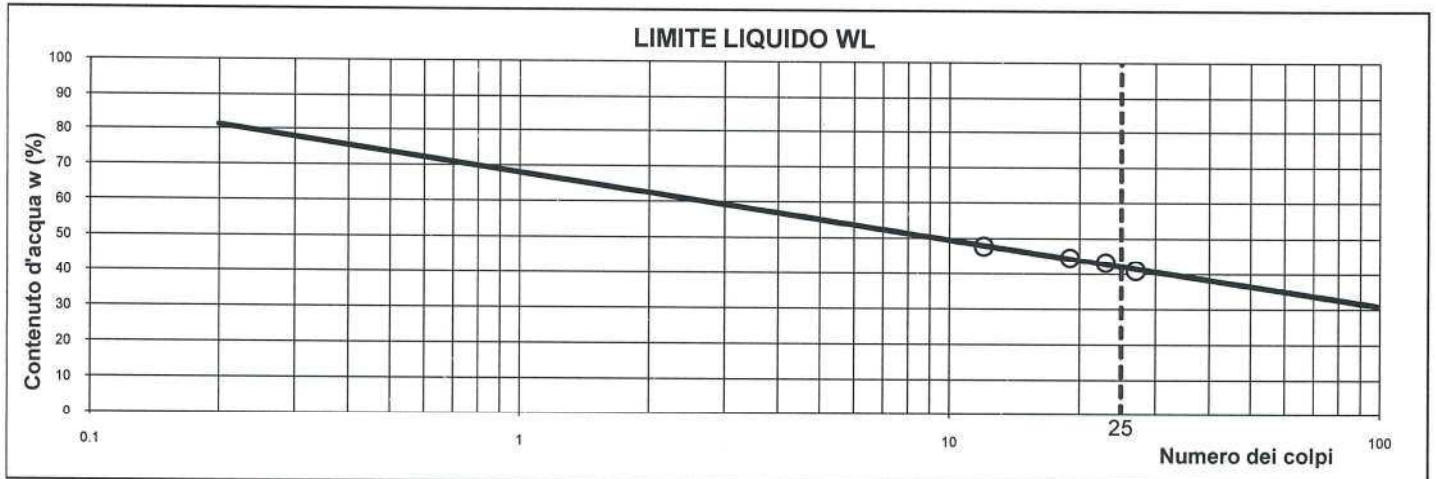
COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

Norma di riferimento : CNR - UNI 10014: 1964

DATI SPERIMENTALI



LIMITE DI LIQUIDITA' W_L				
Numero contenitore	1	2	3	3
Massa contenitore (g)	11.08	11.15	11.25	11.37
Massa Terreno Umido (g)	23.26	23.29	21.06	19.77
Massa Terreno Secco (g)	19.32	19.55	18.10	17.33
Numero colpi	12	19	23	27

LIMITE DI PLASTICITA' W_P		
Numero contenitore	1	2
Massa contenitore (g)	13.80	10.93
Massa T. Umido (g)	15.71	12.67
Massa T. Secco (g)	15.31	12.30

LIMITE DI RITIRO W_R		
Limite di ritiro	-	-
Rapporto di ritiro	-	-
Ritiro volumetrico	-	-
Ritiro lineare	-	-

W_L (%) = 42.07

W_P (%) = 26.75

I_p (%) = 15.32

A = 0.34

I_c = 1.75

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 1 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato: 7 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2535 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione: 1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO

PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI

Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Massa provini Iniziale (g)	153.30	153.60	153.90
Peso di Volume (kN/m ³)	20.88	20.92	20.96
Cont. d'acqua Iniz.(%)	15.79	16.19	15.89
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
t ₁₀₀ (min)	480	480	480

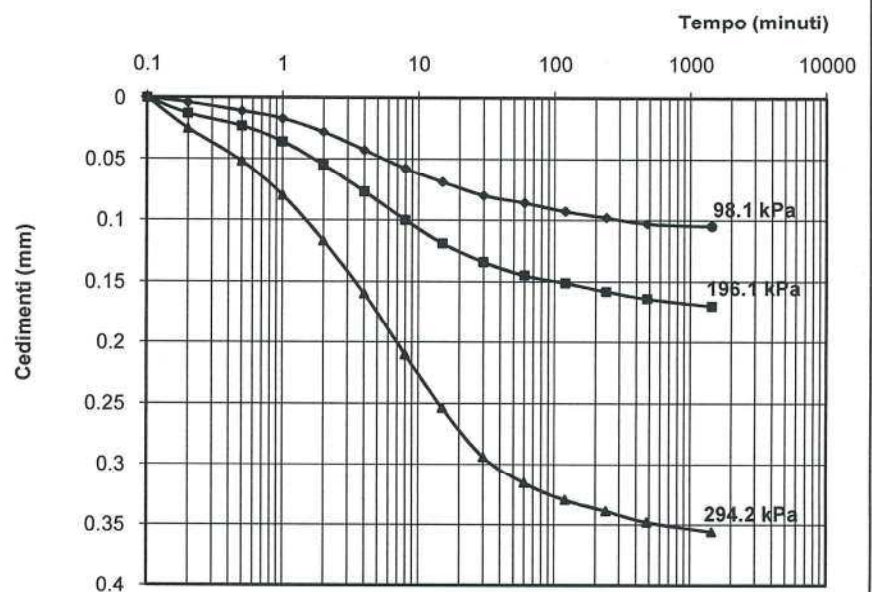
CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI

Provino n°	1	2	3
Massa provini Finale (g)	152.6	151.2	150.6
Massa secca provini (g)	132.4	132.2	132.8
Cont. d'acqua Fin.(%)	15.26	14.37	13.40
Vel. di scorr. mm/min	0.003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.004	0.013	0.025
0.5	0.011	0.023	0.052
1	0.017	0.036	0.080
2	0.028	0.055	0.117
4	0.043	0.077	0.160
8	0.058	0.100	0.210
15	0.069	0.119	0.254
30	0.080	0.134	0.294
60	0.086	0.145	0.316
120	0.093	0.151	0.330
240	0.098	0.158	0.339
480	0.103	0.164	0.348
1440	0.105	0.170	0.356
-			
-			
-			

Grafico Consolidazione Tempo - Cedimenti



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 2 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 8 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2535 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
0.016	0.10	14.73	0.024	0.22	28.70	0.032	0.12	27.27
0.021	0.21	27.42	0.033	0.45	49.59	0.059	0.30	58.84
0.026	0.40	37.44	0.038	0.66	65.20	0.078	0.50	83.84
0.026	0.61	46.04	0.041	0.90	76.91	0.094	0.71	104.80
0.026	0.81	53.40	0.042	1.12	86.32	0.103	0.95	121.21
0.021	1.02	59.75	0.044	1.36	93.20	0.108	1.15	132.07
0.016	1.23	64.86	0.042	1.60	99.17	0.113	1.38	139.90
0.005	1.44	68.54	0.042	1.81	103.54	0.118	1.60	144.19
-0.016	1.68	70.18	0.047	2.05	105.37	0.125	1.83	148.48
-0.032	1.94	67.93	0.060	2.27	109.96	0.130	2.05	150.51
-0.037	2.19	65.68	0.077	2.51	111.34	0.136	2.27	150.51
-0.042	2.44	64.25	0.088	2.75	113.18	0.139	2.51	150.51
-0.047	2.70	62.40	0.098	2.98	112.03	0.143	2.74	150.00
-0.047	2.95	60.77	0.106	3.21	109.27	0.144	2.97	148.48
-0.053	3.21	59.54	0.115	3.44	105.14	0.146	3.20	144.70
-0.053	3.47	59.13	0.122	3.67	103.76	0.149	3.45	140.91
-0.053	3.73	57.49	0.129	3.91	103.54	0.151	3.68	136.87
-0.053	3.98	55.86	0.132	4.15	101.24	0.153	3.91	133.08
-0.053	4.23	55.86	0.135	4.37	98.03	0.155	4.15	130.30
-0.053	4.47	56.06	0.138	4.60	95.04	0.157	4.37	127.78
-0.053	4.72	56.06	0.138	4.82	92.98	0.157	4.61	125.51
-0.058	4.97	56.06	0.139	5.06	89.53	0.158	4.84	123.23
-0.058	5.22	55.86	0.140	5.30	86.55	0.160	5.08	121.21
-0.058	5.46	56.06	0.140	5.52	84.48	0.160	5.30	119.44
-0.063	5.72	56.06	0.142	5.77	82.87	0.160	5.55	117.68
-0.063	5.97	55.86	0.142	6.01	81.27	0.160	5.77	115.91
-0.063	6.22	55.86	0.142	6.24	79.89	0.160	6.01	114.14

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 3 di 3)

Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017	Pagine Certificato :	9 di 12
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2535	Data Certificato :	20/12/2017

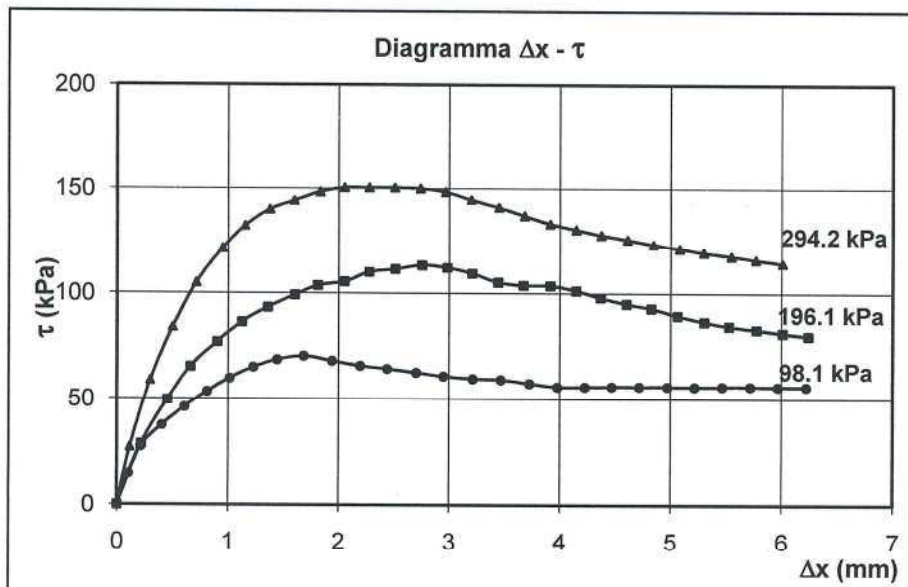
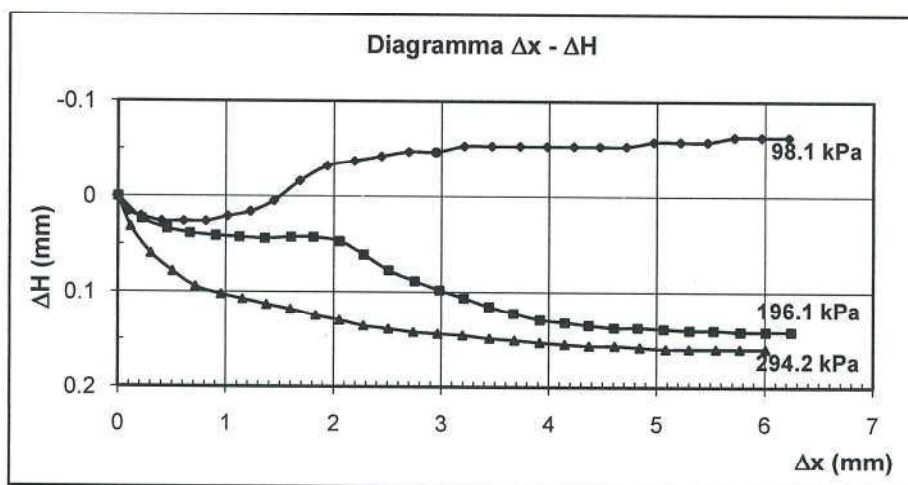
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO
(Pagina 1 di 3)**

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 13/12/2017 Pagine Certificato : 10 di 12
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero : 2535 Data Certificato : 20/12/2017

INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 Campione : 1 PROFONDITA' : m 4.50 - 5.00

Norma di riferimento : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

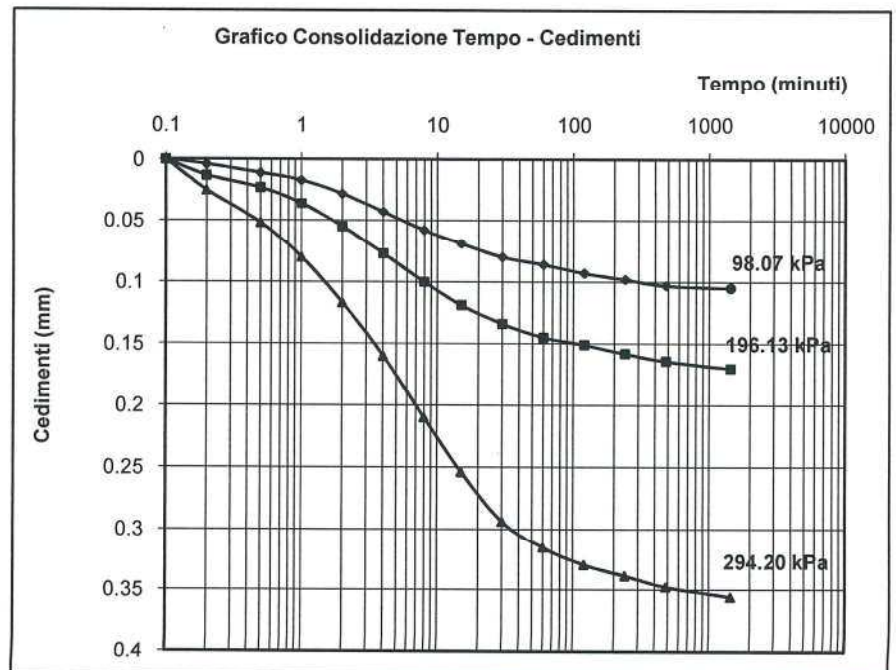
METODO UTILIZZATO

**Registrazione della Resistenza Residua dopo 5 cicli di Taglio in andata e ritorno
PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm,**

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato	Massa provini Finale (g)	152.6	151.2	150.6
Massa provini Iniziale (g)	153.30	153.60	153.90	Massa secca provini (g)	132.4	132.2	132.8
Peso di Volume (kN/m ³)	20.88	20.92	20.96	Cont. d'acqua Fin.(%)	15.26	14.37	13.40
Cont. d'acqua Iniz.(%)	15.79	16.19	15.89				
Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20				

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0.2	0.004	0.013	0.025
0.5	0.011	0.023	0.052
1	0.017	0.036	0.080
2	0.028	0.055	0.117
4	0.043	0.077	0.160
8	0.058	0.100	0.210
15	0.069	0.119	0.254
30	0.080	0.134	0.294
60	0.086	0.145	0.316
120	0.093	0.151	0.330
240	0.098	0.158	0.339
480	0.103	0.164	0.348
1440	0.105	0.170	0.356
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO
 (Pagina 3 di 3)**

Data arrivo campione:	13/12/2017	Data esecuzione prova:	13/12/2017	Pagine Certificato :	12 di 12
Verbale Accettazione:	193	Certificato numero :	2535	Data Certificato :	20/12/2017

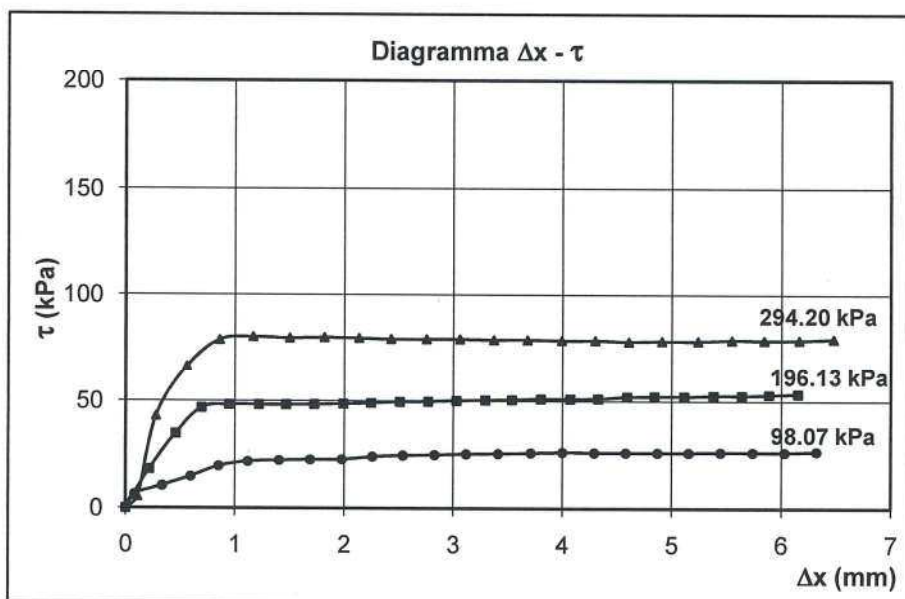
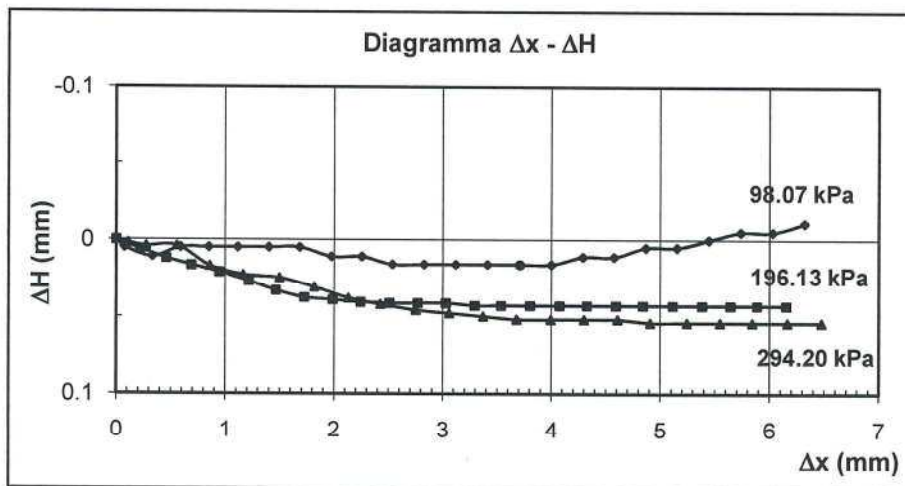
INDAGINE : Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE : Indagini 360

ORIGINALE

SONDAGGIO 2 **Campione :** 1 **PROFONDITA' :** m 4.50 - 5.00

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia



I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Prova di Compressione Triassiale (UU)
Non Consolidata Non Drenata
(Pagina 1 di 2)

Data arrivo campione: 13/12/2017 Data esecuzione prova: 18/12/2017 Pagine Certificato: 1 di 2
Verbale Accettazione: 193 Certificato numero: 2535 Data Certificato: 20/12/2017

INDAGINE: Prove di laboratorio "miglioramento della palestra Comunale Sant'Agata Di Esaro (CS).

COMMITTENTE: Indagini 360

ORIGINALE

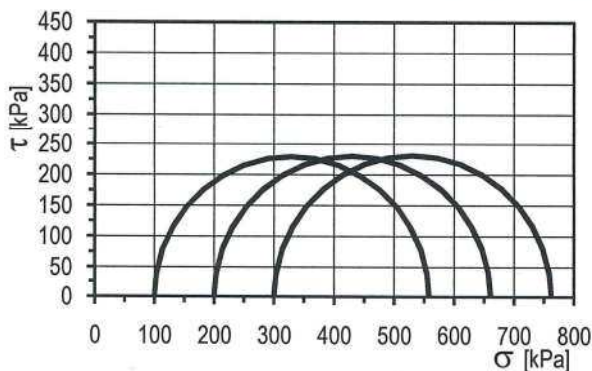
SONDAGGIO: 2 Campione: 1 PROFONDITA': m 4.50 - 5.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 8 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI:		Provino 1	Provino 2	Provino 3	DIMENSIONI PROVINI:		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso dell'unità di volume	γ [kN/m ³]	20.84	20.88	20.91	Base	[cm]	3.80	3.80	3.80
Contenuto d'acqua	W	0.154	0.156	0.157	Altezza	[cm]	7.600	7.600	7.600
Porosità	n	0.325	0.325	0.325	Volume	[cm ³]	86.149	86.149	86.149
Grado di saturazione	S	0.854	0.865	0.875	CONDUZIONE PROVA:				
CONDIZIONI INIZIALI DI PROVA:		Provino 1	Provino 2	Provino 3					
Pressione laterale totale	σ_3 [kPa]	100	200	300	Applicazione carico	A deformazione controllata			
CONDIZIONI A ROTTURA:		Provino 1	Provino 2	Provino 3	Velocità imposta	0.76 mm/minuto			
Tensione deviatorica	$(\sigma_1 - \sigma_3)$ [kPa]	458.29	460.60	462.32	Note:				
Deformazione assiale	ϵ_a [%]	12.87	8.85	6.73					
Contenuto d'acqua	W_r	0.152	0.154	0.156					

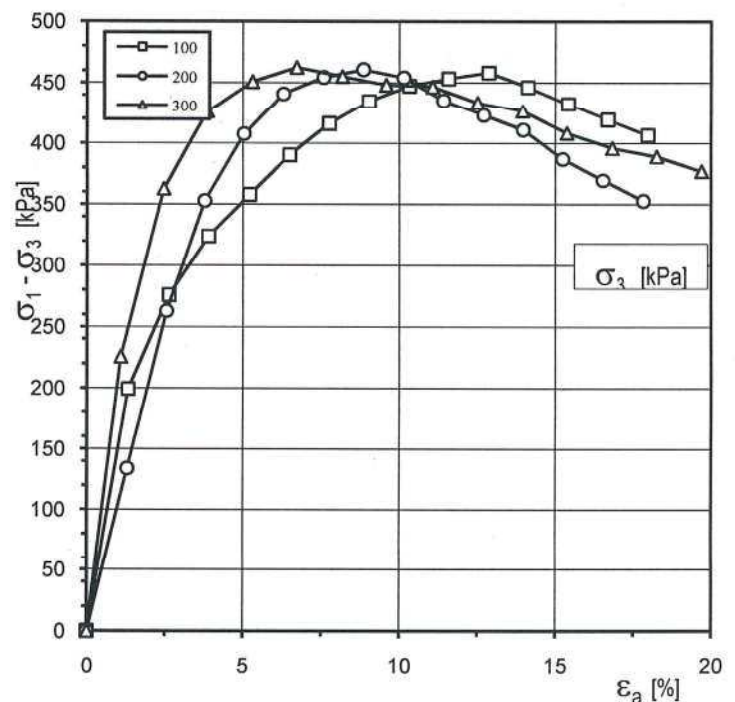
GRAFICO (Rottura nel piano $\tau - \sigma$)



RISULTATI:

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
σ_3 [kPa]	100	200	300
σ_1 [kPa]	558.29	660.60	762.32
σ_c [kPa]	329.15	430.30	531.16
$\tau_c (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ [kPa]	229.15	230.30	231.16

GRAFICO (Tensione deviatorica - Deformazione assiale)



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

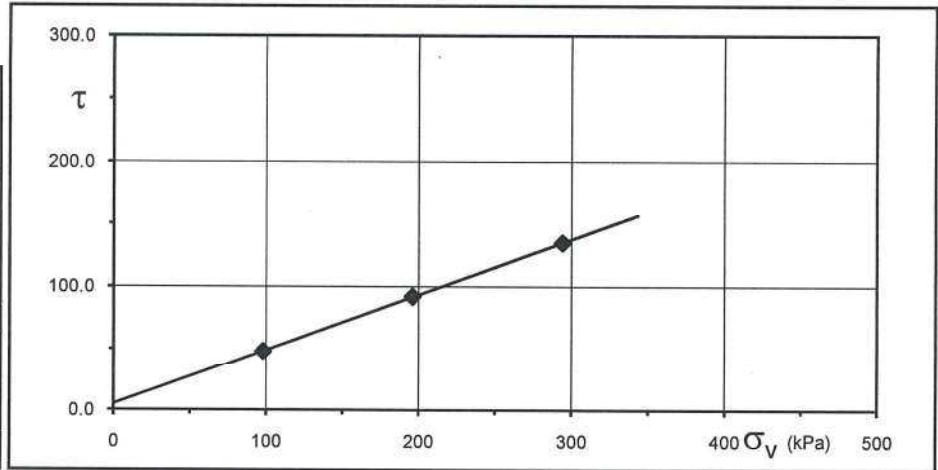


S1 C1 da m. 6.20 – 6.70

Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	47.91	91.87	134.72
Spost. Oriz. a rottura (mm)	1.92	2.57	5.02

Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005	
DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale	
Coesione (kPa) :	4.694
Angolo d'attrito (°) :	23.87

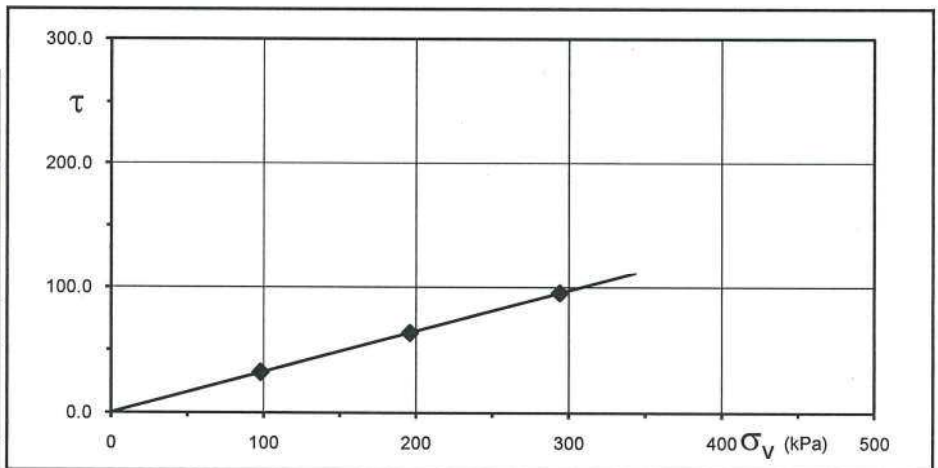


S1 C1 da m. 6.20 – 6.70

Prova di taglio diretto – Residuo

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	31.92	63.44	95.54
Spost. Oriz. a rottura (mm)	6.30	5.95	6.01

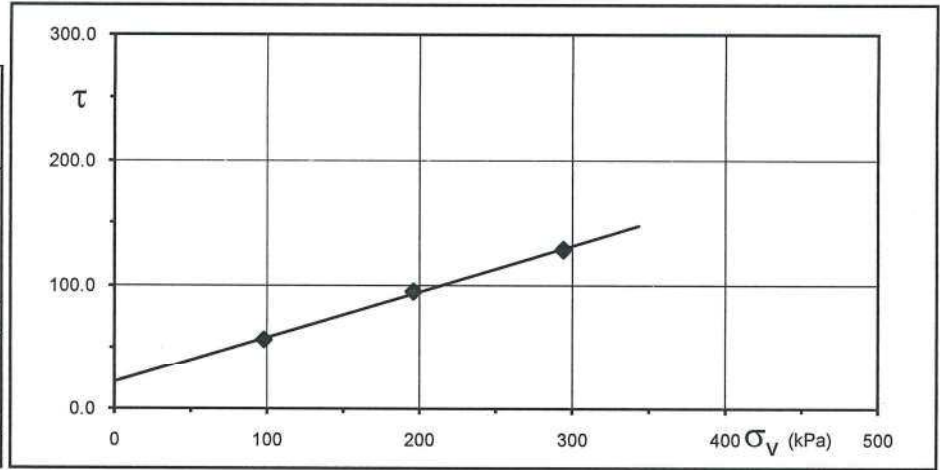
Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005	
DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale	
Coesione (kPa) :	0.008
Angolo d'attrito (°) :	17.97



S1 C2 da m. 14.20 – 14.70
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	56.39	95.00	128.32
Spost. Oriz. a rottura (mm)	2.06	2.33	3.01

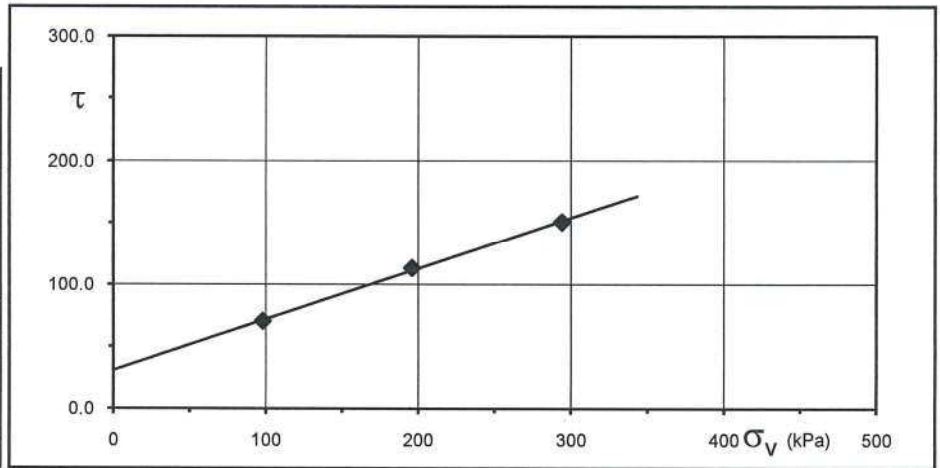
Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
DIAGRAMMA <u>Tensione - Pressione verticale</u>
Coesione (kPa) : 21.306
Angolo d'attrito (°) : 20.14



S2 C1 da m. 4.50 – 5.00
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	70.18	113.18	150.50
Spost. Oriz. a rottura (mm)	1.68	2.75	2.05

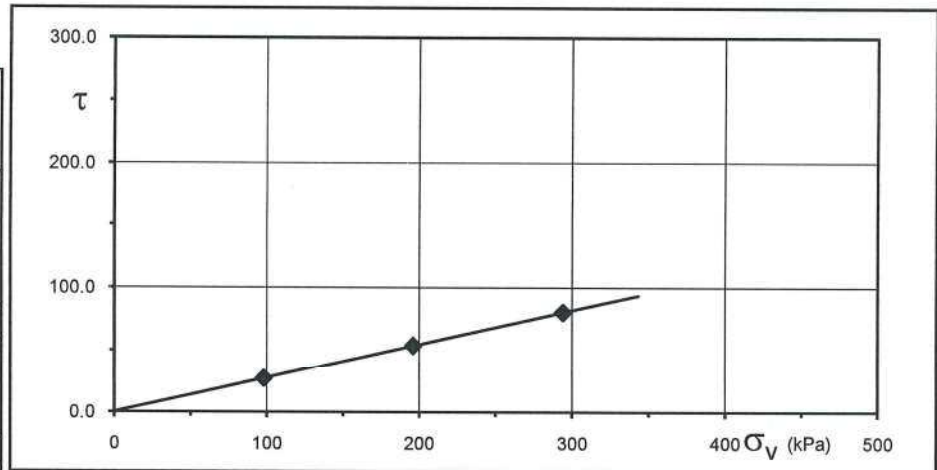
Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
DIAGRAMMA <u>Tensione - Pressione verticale</u>
Coesione (kPa) : 30.962
Angolo d'attrito (°) : 22.27



S2 C1 da m. 4.50 – 5.00
Prova di taglio diretto – Residuo

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	26.74	53.60	80.20
Spost. Oriz. a rottura (mm)	6.32	6.15	1.16

Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005	
DIAGRAMMA <u>Tensione - Pressione verticale</u>	
Coesione (kPa) :	0.052
Angolo d'attrito (°) :	15.25



ANALISI DI STABILITA'

RELAZIONE DI CALCOLO VERIFICA DI STABILITA'

Definizione

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

Introduzione all'analisi di stabilità

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

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

(a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.

(b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

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

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

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

Metodo dei conci

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

n valori delle forze normali N_j agenti sulla base di ciascun concio;

n valori delle forze di taglio alla base del concio T_j

$(n-1)$ forze normali E_j agenti sull'interfaccia dei conci;

$(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
 n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
 $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

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

mentre le equazioni a disposizione sono:

Equazioni di equilibrio dei momenti n
Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n
Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n
Equazioni relative al criterio di rottura n
Totale numero di equazioni $4n$

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

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

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

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

Metodo di FELLENIUS (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

n valori delle forze normali N_i ;
 n valori delle forze da taglio T_i ;
 1 fattore di sicurezza.
Incognite $(2n+1)$

Le equazioni a disposizione sono:

n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;
 n equazioni relative al criterio di rottura;
 1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \varphi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

Metodo di BISHOP (1955)

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

Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$\Sigma F_v = 0, \Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

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

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

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{corretto} = f_o F$$

dove f_o è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_x W$ e $K_z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da Taylor.

In accordo con la legge della resistenza di Mohr-Coulomb in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' i -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell' i -esimo concio;

ϕ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' i -esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;
 u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell'i-esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1(1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \alpha_i / L_i$ = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i-esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_z)$.

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F , sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3 .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F . Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3 .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_c) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= KW_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\begin{aligned} \sum \Delta E_i &= 0 \\ \sum \Delta X_i &= 0 \end{aligned}$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i -esima del concio generico i .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$\begin{aligned} * \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + \sum \Delta E_i &= \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i \\ ** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi_i' - \alpha_i) + (x_i' - x_G)] &= \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G) \end{aligned}$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di K (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione K corrispondente al fattore di sicurezza $F = 1$, ossia l'*accelerazione critica*.

Si ha pertanto:

$K = K_c$ *accelerazione critica* se $F = 1$

$F = F_s$ *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i -esima faccia del concio i , e λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c , λ e F , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di SPENCER

Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ . tutti i momenti sono nulli $M_i = 0 \quad i=1 \dots n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione $f(x) = 1$.

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{tg \alpha}{F_s} - W \sin \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + tg \phi tg(\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

θ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0 \quad \sum (Q_i \sin \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia $F_{sm} = F_{sf}$.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X, definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta

arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E , X , il coefficiente di sicurezza F_s , il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutre alla base dU .

Si ottiene la cosiddetta "equazione delle forze":

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + \operatorname{tg} \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$

$$= \frac{dE}{dx} - \operatorname{tg} \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta "equazione dei momenti", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

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

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;

W : peso concio

K_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_O e K_V in dipendenza di vari fattori:

$$K_O = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

$$K_V = \pm 0,5 \times K_O$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S S_T a_g$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Con l'OPCM 3274 e successive modifiche, i coefficienti sismici orizzontale K_O e verticale K_V che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$K_O = S \cdot (a_g/g) \quad K_V = 0.5 \cdot K_O$$

S : fattore dipendente dal tipo di suolo secondo lo schema:

tipo A - $S=1$;

tipo B - $S=1.25$;

tipo C - $S=1.25$;

tipo E - $S=1.25$;

tipo D - $S=1.35$.

Per pendii con inclinazione superiore a 15° e dislivello superiore a 30 m, l'azione sismica deve essere incrementata moltiplicandola per il coefficiente di amplificazione topografica S_T :

$S_T \geq 1,2$ per siti in prossimità del ciglio superiore di pendii scoscesi isolati;

$S_T \geq 1,4$ per siti prossimi alla sommità di profili topografici aventi larghezza in testa molto inferiore

alla larghezza alla base e pendenza media $> 30^\circ$; $S_T \geq 1,2$ per siti dello stesso tipo ma pendenza media inferiore.

L'applicazione del **D.M. 88** e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del coefficiente sismico orizzontale K_0 in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. $K_0=0.1$; II Cat. $K_0=0.07$; III Cat. $K_0=0.04$

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$K_0 = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

a_{gR} : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale K_V è definito in funzione di K_0 , e vale:

$$K_V = \pm 0.5 \cdot K_0$$

Ricerca della superficie di scorrimento critica

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

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

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	24,5 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	430,16 m
Ascissa vertice destro superiore xs	59,78 m
Ordinata vertice destro superiore ys	451,93 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	20,0
Numero di celle lungo y	20,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Descrizione:	
Latitudine:	39,62
Longitudine:	15,98
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	75,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	45,0	0,63	2,36	0,31
S.L.D.	75,0	0,8	2,38	0,33
S.L.V.	712,0	2,18	2,47	0,42
S.L.C.	1462,0	2,85	2,53	0,44

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	1,134	0,2	0,0231	0,0116
S.L.D.	1,44	0,2	0,0294	0,0147
S.L.V.	3,5853	0,28	0,1024	0,0512
S.L.C.	4,3051	0,28	0,1229	0,0615

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0231
Coefficiente azione sismica verticale	0,0116

Vertici profilo

N	X m	y m
1	0,0	409,11
2	1,0	409,31
3	1,99	409,55
4	2,99	409,3
5	3,99	409,39
6	4,98	409,28
7	5,98	409,4
8	6,98	409,16
9	7,98	409,17
10	8,97	409,16
11	9,97	409,15
12	10,97	409,15
13	11,96	409,24
14	12,96	410,0
15	13,96	411,0
16	14,95	411,0
17	15,95	411,0
18	16,95	411,0
19	18,19	412,0
20	18,94	412,08
21	19,94	412,23
22	20,94	413,79
23	21,93	412,2
24	22,93	412,2
25	23,93	412,2
26	64,0	412,2
27	64,81	420,74
28	64,74	420,33
29	64,74	420,33
30	64,74	420,33
31	64,74	420,33
32	64,74	420,33
33	64,8	420,32
34	65,79	420,38
35	66,27	420,41
36	66,71	420,5
37	66,71	420,51
38	66,79	420,53
39	67,79	420,53
40	67,95	420,56
41	69,78	420,71
42	70,78	420,81
43	71,78	420,9
44	72,77	421,11
45	73,77	423,0
46	74,77	422,87
47	75,77	423,68
48	76,76	423,83
49	77,76	424,46
50	78,76	425,34
51	79,75	424,59
52	80,75	424,06

Falda

Nr.	X m	y m
1	0,0	404,37
2	1,1	404,47
3	14,39	404,23
4	23,08	410,67
5	35,1	411,63
6	64,28	411,7
7	65,09	416,45
8	66,94	417,02
9	73,53	418,31
10	80,62	420,56

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1		18	1650	1800	0,00	Terreno vegetale
2	0.3	22.27	2085	2675	0,00	Argilla o argilla limosa media
3	0.04	23.87	1995	2664	0,00	Sabbia o sabbia limosa sciolta
4	0.21	20.14	2018	2678	0,00	Argilla o argilla limosa consistente

Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche

N°	x m	y m	Base mensola a valle m	Base mensola a monte m	Altezza muro m	Spessore testa m	Spessore base m	Peso specifico (Kg/m ³)
1	64,68126	412,5532	2	2	8	0,4	0,4	2500

Carichi concentrati

N°	x m	y m	Fx (Kg)	Fy (Kg)	M (Kgm)
1	144,9361	447,9457	0	0	0

Carichi distribuiti

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm ²)
1	21,93	412,08	61,93	412,08	1

Risultati analisi pendio**Fs minimo individuato**

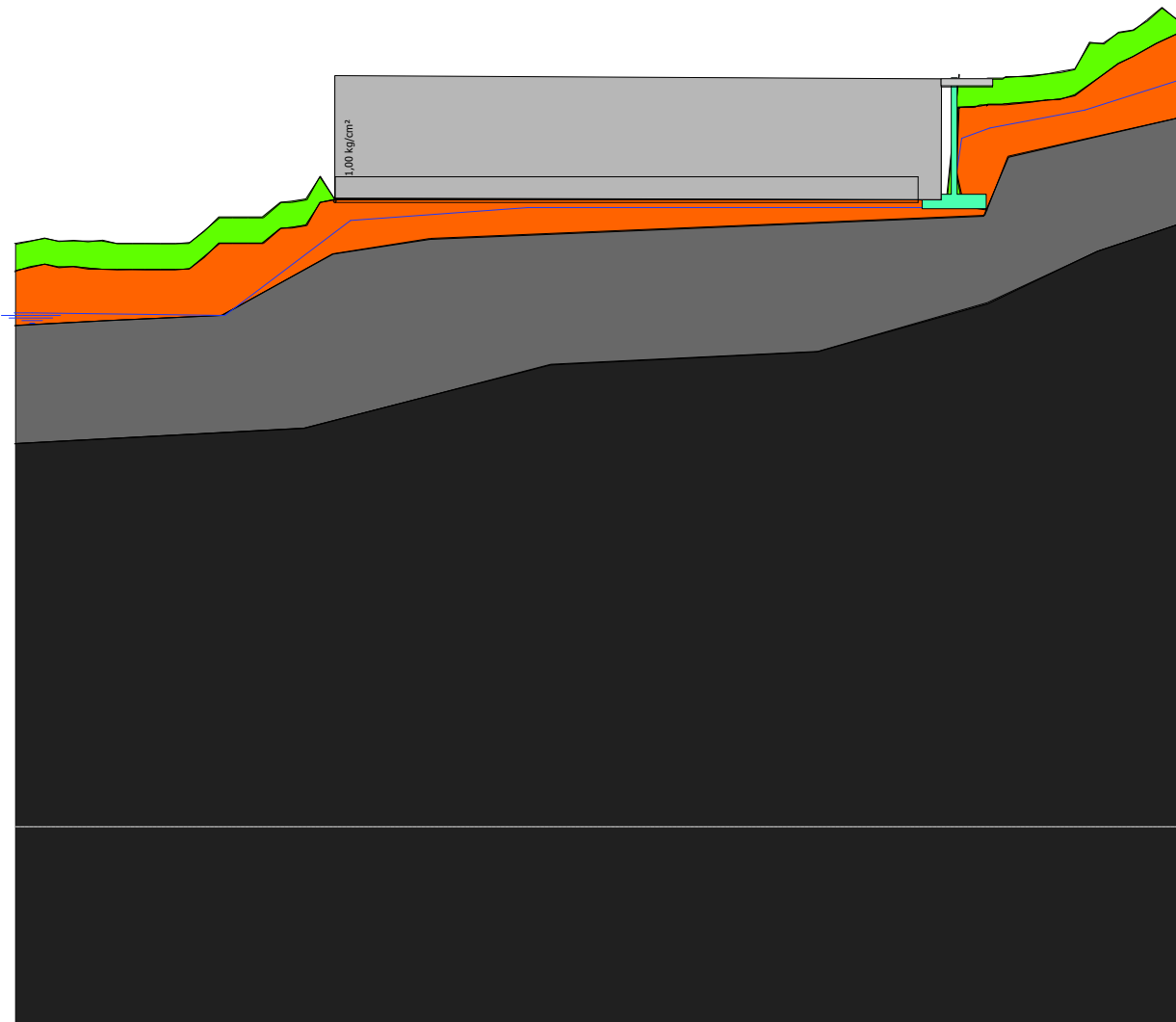
Ascissa centro superficie	1,75 24,5 m
Ordinata centro superficie	430,16 m
Raggio superficie	25,99 m

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

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 24,498 yc = 430,164 Rc = 25,992 Fs=1,7518

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,77	-32,5	3,28	4271,34	98,67	49,55	0,0	14,6	0,0	5589,8	829,4
2	4,05	-24,0	4,43	35724,04	825,23	414,4	0,24	18,1	0,0	45572,7	14593,3
3	2,18	-16,6	2,28	26263,26	606,68	304,65	0,03	19,5	993,3	26878,7	5847,5
4	0,75	-13,2	0,77	11721,07	270,76	135,96	0,03	19,5	2468,6	10674,9	2298,0
5	1,0	-11,2	1,02	16749,64	386,92	194,3	0,03	19,5	3306,6	14317,2	3079,6
6	1,0	-9,0	1,01	19438,39	449,03	225,49	0,03	19,5	4226,2	15939,0	3406,0
7	0,99	-6,8	1,0	20388,49	470,97	236,51	0,03	19,5	5101,4	15847,2	3384,6
8	14,53	10,9	14,8	431195,1	9960,61	5001,86	0,03	19,5	6561,3	328688,8	69127,7
9	3,41	31,8	4,01	70702,05	1633,22	820,14	0,03	19,5	3581,7	60770,0	13014,0
10	3,41	41,3	4,54	46863,14	1082,54	543,61	0,24	18,1	1076,0	44683,4	14571,5

SEZIONE TIPO

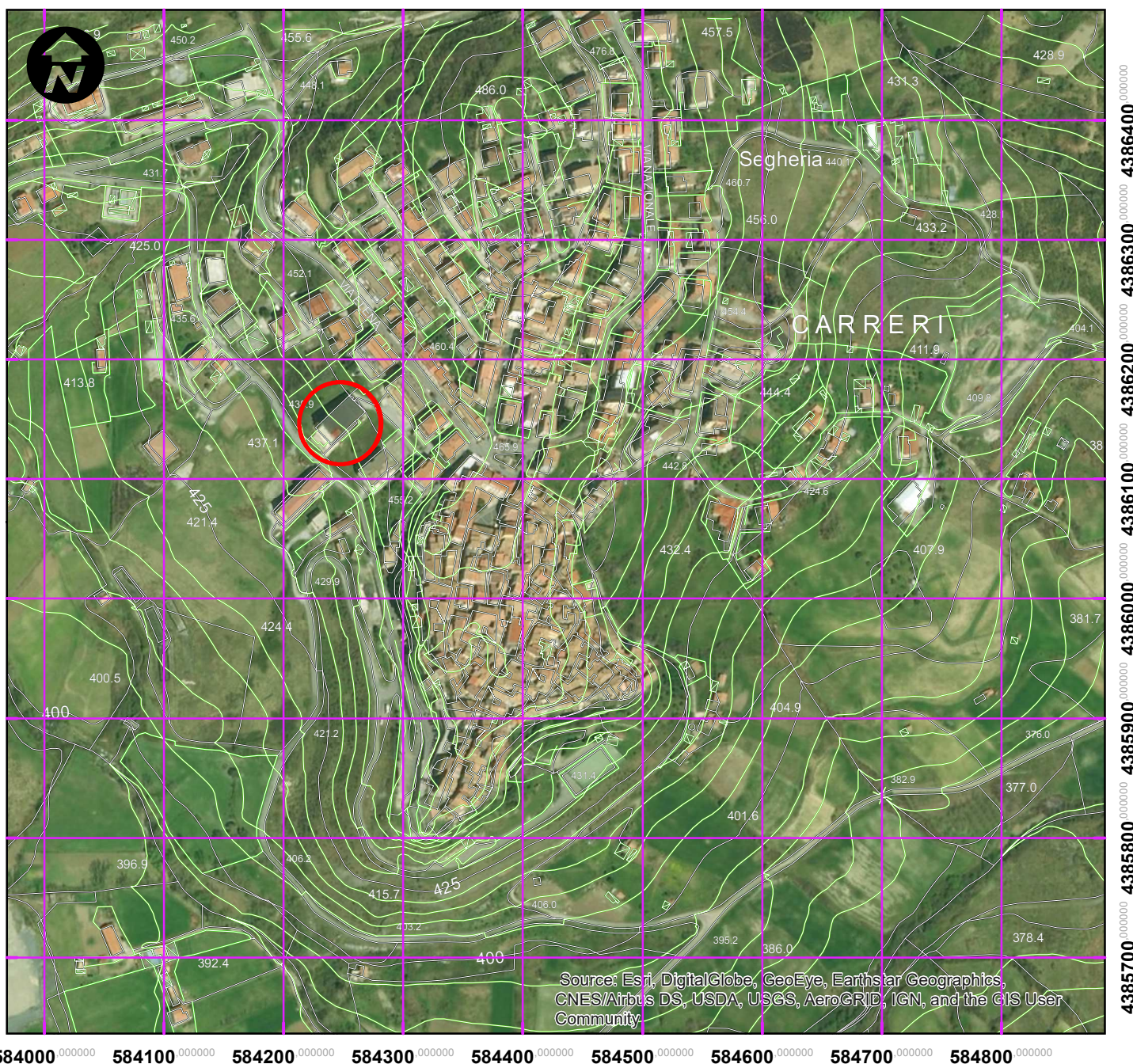


- Terreno vegetale
 $g=1650 \text{ Kg/m}^3$
 $gs=1800 \text{ Kg/m}^3$
 $Fi=18^\circ$
- Argilla o argilla limosa media
 $g=2085 \text{ Kg/m}^3$
 $gs=2675 \text{ Kg/m}^3$
 $Fi=22.27^\circ$
 $c=0.3 \text{ kg/cm}^2$
- Sabbia o sabbia limosa sciolta
 $g=1995 \text{ Kg/m}^3$
 $gs=2664 \text{ Kg/m}^3$
 $Fi=23.87^\circ$
 $c=0.04 \text{ kg/cm}^2$
- Argilla o argilla limosa consistente
 $g=2018 \text{ Kg/m}^3$
 $gs=2678 \text{ Kg/m}^3$
 $Fi=20.14^\circ$
 $c=0.21 \text{ kg/cm}^2$

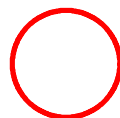
COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO

(PROVINCIA DI COSENZA)

TAV.1 - ORTOFOTO/CTR CON UBICAZIONE
AREA DI STUDIO SCALA 1:5000



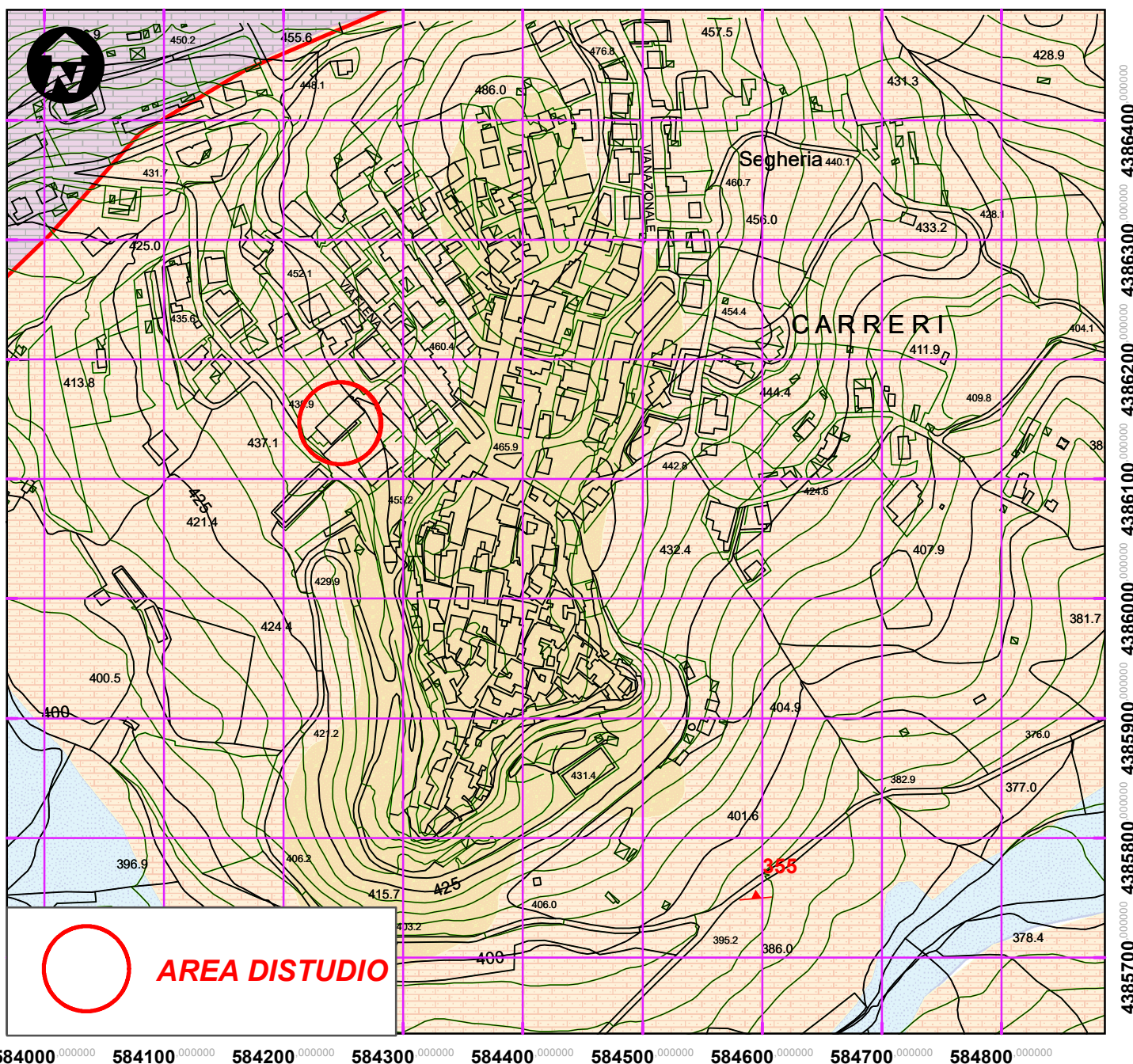
LEGENDA











AREA DI STUDIO

COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO (PROVINCIA DI COSENZA)

TAV.2- CARTA GEOLOGICA SCALA 1:5000



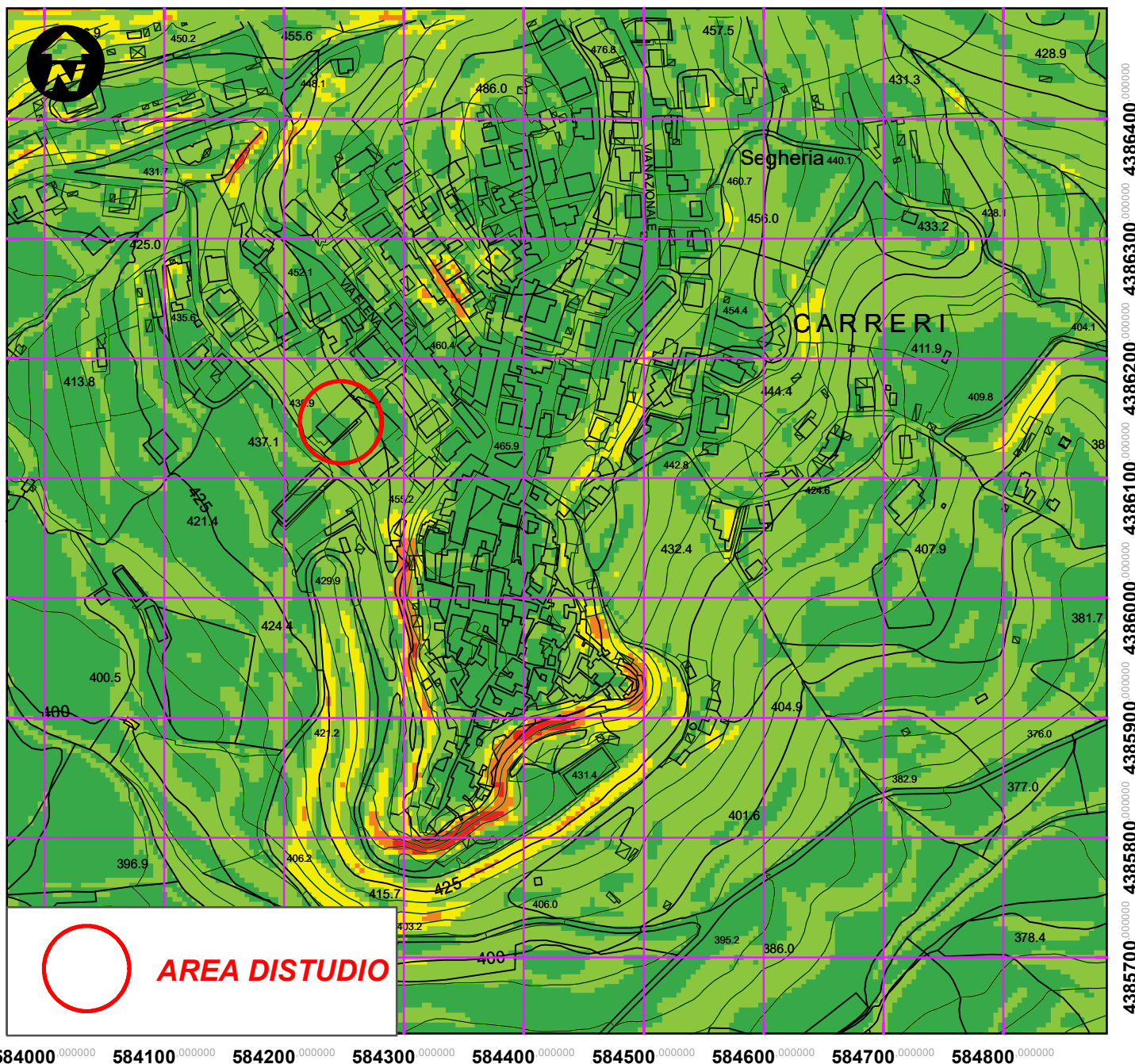
LEGENDA

- | | | | |
|---|--|---|------------------|
|  | DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI |  | GIACITURE |
|  | DEPOSITI CONGLOMERATICI TERRAZZATI (PLEISTOCENICI) |  | FAGLIE PROBABILI |
|  | ALTERNANZA DI ARGILLE, SABBIE E SILTITI (MIOCENE SUP.) |  | FAGLIE DIRETTE |
| | |  | FAGLIE INVERSE |
| | |  | SOVRASCORRIMENTI |

COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO






(PROVINCIA DI COSENZA)

TAV.3 - CARTA CLIVOMETRICA SCALA 1:5000



LEGENDA

CLASSI DI PENDENZA (in gradi)

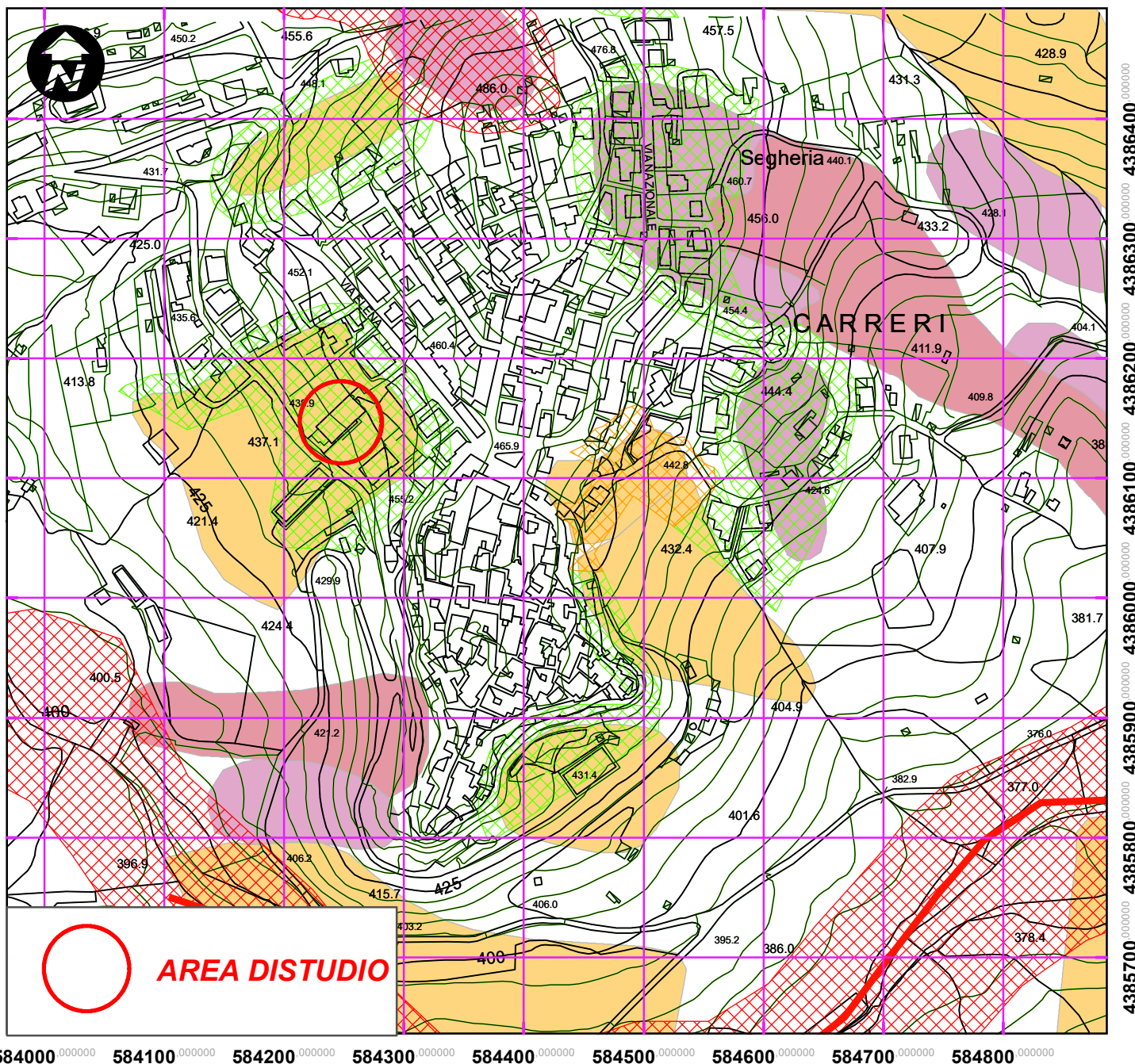
-  0 - 10
-  10-25
-  25-35
-  35-50
-  50-70

COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO

(PROVINCIA DI COSENZA)



TAV.4 - CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

SCALA 1:5000







LEGENDA

AREE A RISCHIO IDRAULICO

-  AREE D'ATTENZIONE
-  ZONA D'ATTENZIONE

FRANE

-  COLAMENTO
-  SCORRIMENTO
-  ZONA FRANOSA PROFONDA
-  FRANA COMPLESSA

AREE A RISCHIO FRANA

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

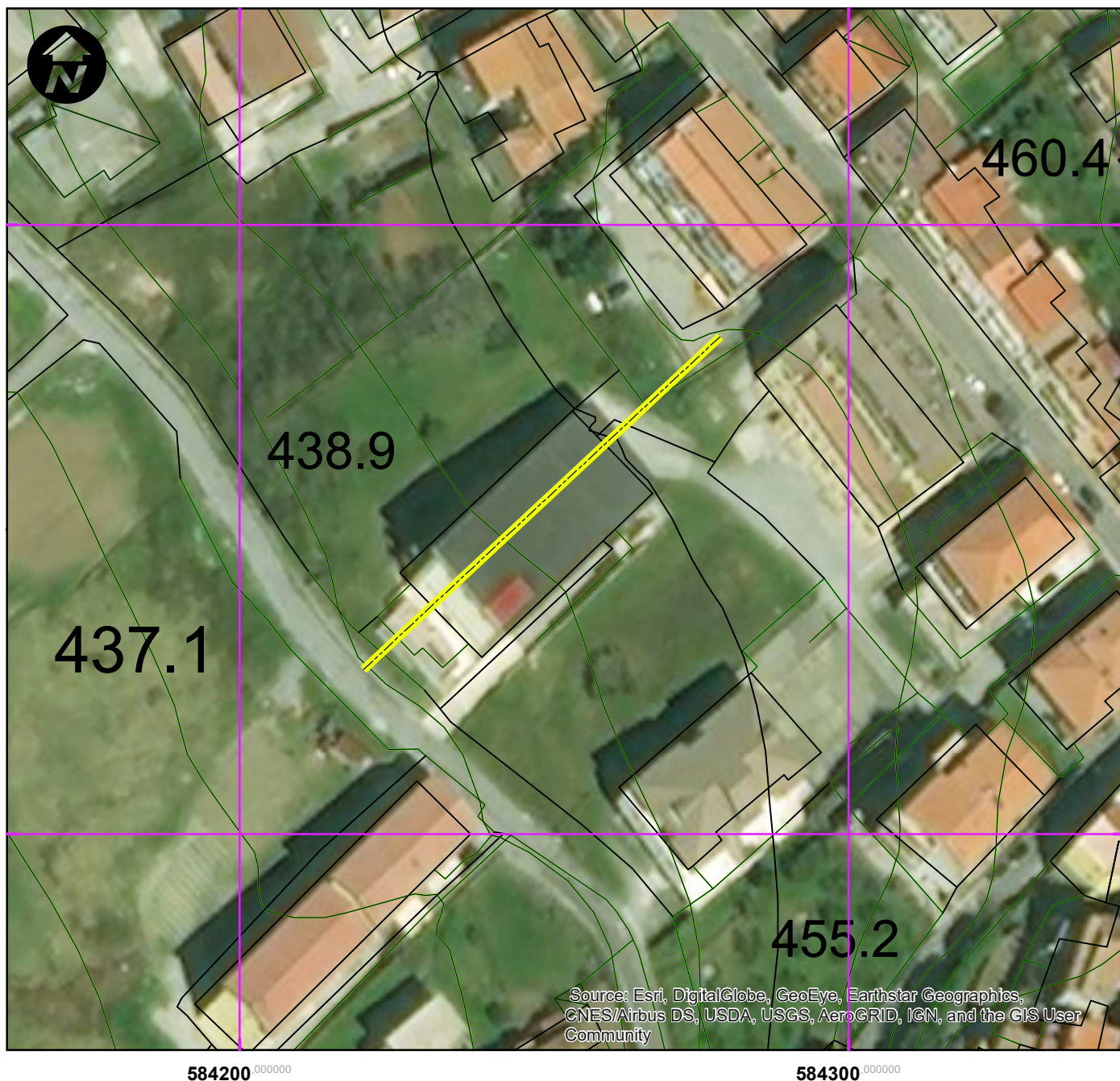
AREE DI RISPETTO

-  R1
-  R2
-  R3
-  R4

COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO

(PROVINCIA DI COSENZA)

TAV.5 - PLANIMETRIA CON SEZIONE TIPO PER
VERIFICA STABILITA' PENDIO SCALA 1:1000



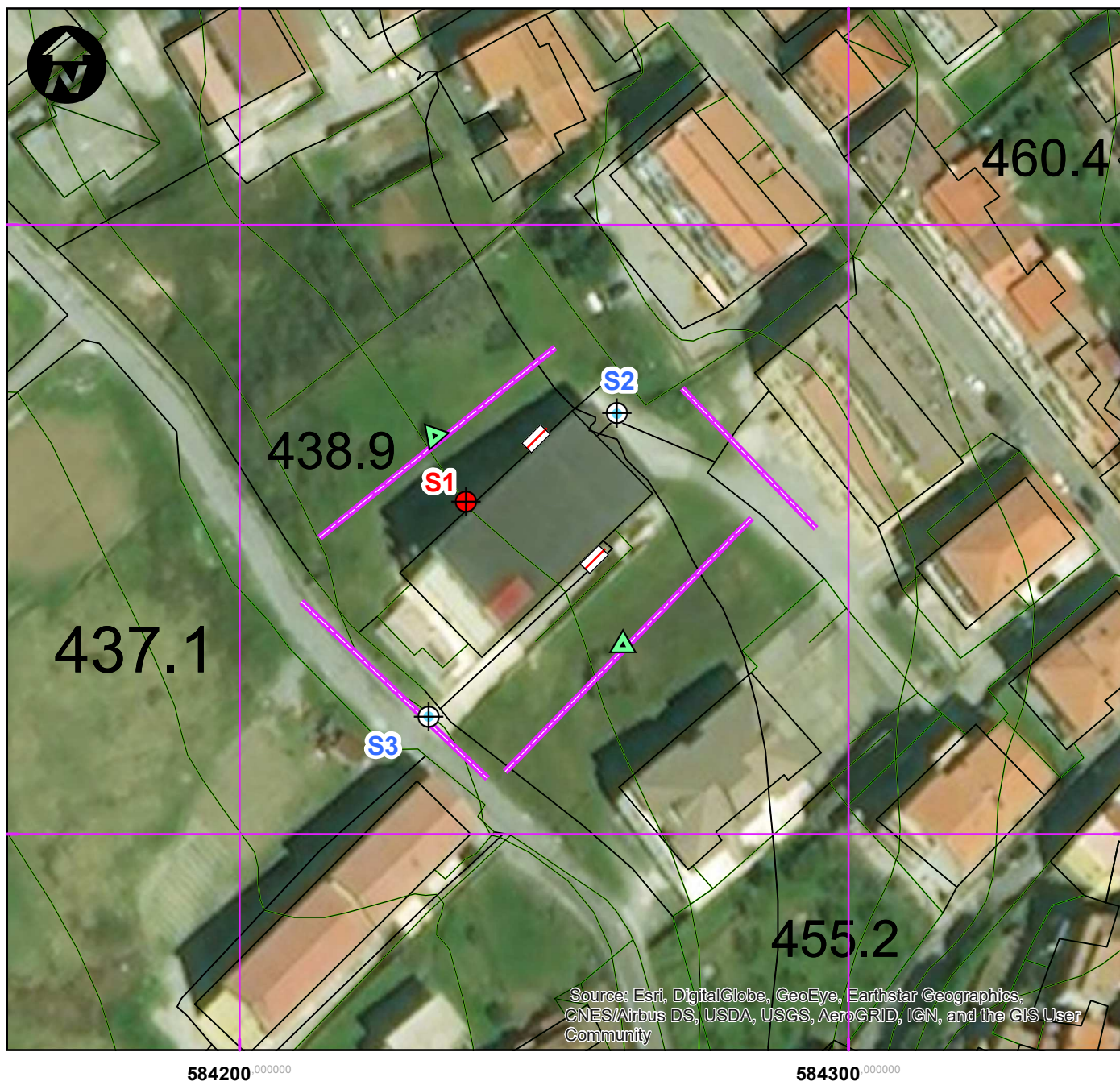
LEGENDA

 **AREA DISTUDIO**

 **TRACCIA SEZIONE TIPO**


COMUNE DI SANT'AGATA D'ESARO (PROVINCIA DI COSENZA)

TAV.6 - CARTA UBICAZIONE INDAGINI SCALA 1:1000



LEGENDA

 **AREA DISTUDIO**

S1  SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
ATTEZZATO CON INCLINOMETRO

S2-S3  SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
ATTEZZATO CON PIEZOMETRO

 HVSr

 STENDIMENTO SISMICO

 POZZETTO ESPLORATIVO