

COMUNE DI FUCECCHIO - (FI)

VARIANTE AL P.A. APPROVATO CON DELIBERA N. 39 DEL 14.05.2009

COMPARTO 26, VIA BANTI

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'

(L.R. 3 gennaio 2005 n. 1, art. 62 – DPGR 25 Ottobre 2011 n. 53/R)

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| COMMITTENTE: | COPPOLARO IMMOBILIARE SRL |
| GEOLOGO: | DR. GEOL. ERALDO SANTARNECCHI |
| COLLABORATRICE: | DOTT. SSA GEOL. CINZIA LOCCI |
| DATA: | LUGLIO 2018 |

Dr. Eraldo Santarnecki

Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Toscana con numero di riferimento 240

Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo
Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PT)
Tel: 0571/485277 Fax: 0571/1831592 e-mail: info@studiolithos.net
pec: e.santarnecki@pec.geologitoscana.net

PREMESSA

La presente perizia viene redatta in seguito alla richiesta di integrazioni in merito alle indagini idrauliche, sismiche e geologiche ai sensi del DPGR 53/R-2011 alla Variante P.A. Scheda 26 Via Banti del Comune di Fucecchio (FI) rilasciata dall'Ente competente Regione Toscana, Settore Genio Civile Valdarno Superiore – Sede di Firenze.

Nello specifico, secondo quanto indicato al punto 6.1.3 in particolare al punto d) della Relazione geologico-tecnica 1 di cui alla vigente Variante al R.U. del Comune di Fucecchio, è stata effettuata la **valutazione dell'azione sismica mediante specifiche analisi di riposta sismica locale.**

In prima fase si è reso necessario integrare la campagna di indagini eseguita (n. 4 prove penetrometriche statiche eseguite in data Settembre 2006) e n. 1 indagine sismica superficiale Masw eseguita in data Novembre 2012 con la realizzazione di n. **1 sondaggio geognostico** spinto sino alla profondità di -35.0 m dal p.c. (vedi sua ubicazione nella planimetria di figura 1 allegata), eseguito a carotaggio continuo sino a -10.0 m, e proseguito a distruzione sino a -35.0 m di profondità (vedi log stratigrafico di figura 2 allegata).

Durante l'avanzamento del sondaggio è stato prelevato n. 1 campione di terreno indisturbato sottoposto successivamente ad analisi geotecniche di laboratorio (vedi allegato 1) ed eseguita n. 1 prova penetrometrica dinamica in foro SPT alla profondità di -3.0 m dal p.c. (vedi allegato 2).

Il foro è stato successivamente attrezzato per l'esecuzione di un' **indagine sismica in foro Down-Hole.**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI MEDI

Mediante l'analisi delle carote estratte durante il sondaggio, unitamente ai dati delle prove penetrometriche, è stato possibile ricostruire la seguente stratigrafia media:

- Strato n° 1 – TERRENO VEGETALE (P.C. – 0.80 M)

Si tratta di un primo spessore di terreno pedologico caratterizzato da scadenti e disomogenee proprietà fisico-meccaniche.

- Strato n° 2 – ARGILLA LIMOSA (0.80 M – 1.8/2.60 M)

Si tratta di un livello prevalentemente coesivo limoso -argilloso mediamente compatto di colore marrone, intercettato durante l'esecuzione del sondaggio sino alla profondità di -2.5 m dal p.c.

Le caratteristiche fisico - meccaniche di questo livello sono state definite dai risultati delle analisi di laboratorio effettuate sul campione prelevato a -2.0 m di profondità dal p.c. durante la realizzazione del sondaggio S1 (vedi allegato 1); i risultati ottenuti rispecchiano quelli ricavati dall'elaborazione delle prove penetrometriche statiche.

Nello specifico, sul campione di terreno sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- Determinazione del peso di volume " γ "
- Determinazione dell'umidità naturale " w "
- prova di taglio diretto consolidata drenata per la determinazione della coesione efficace c' e dell'angolo di attrito ϕ' .
- Prova ad espansione laterale libera "ELL" per la determinazione della coesione non drenata C_u .

A tale strato sono stati attribuiti così i seguenti parametri geotecnici medi :

- peso di volume $\gamma = 1.96 \text{ t/mc}$
- coesione efficace $c' = 0.12 \text{ Kg/cmq}$
- angolo di attrito $\phi' = 21.2^\circ$
- Resistenza non drenata $C_u = 0.94 \text{ Kg/cmq}$
- modulo edometrico $M_o = 65 \text{ Kg/cmq}$

Il modulo edometrico è stato, invece, ricavato dalle prove penetrometriche statiche.

- Strato n° 3 – LIMO SABBIOSO (-1.8/2.6 M - -3.6/5.20 M)

Si tratta di un livello prevalentemente incoerente limoso-sabbioso mediamente addensato di colore marrone; durante l'esecuzione del sondaggio è stato intercettato sino alla profondità di -4.0 m dal p.c.

Tale orizzonte è stato parametrizzato, da un punto di vista fisico-meccanico, mediando i risultati delle prove penetrometriche statiche eseguite con quelli della prova dinamica in foro SPT eseguita durante l'avanzamento del sondaggio.

A tale livello possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi:

- peso di volume $\gamma = 1.8$ t/mc
- angolo di attrito $\phi = 27^\circ$
- modulo edometrico $M_o = 46$ Kg/cmq

- Strato n° 4 – LIMO ARGILLOSO (-3.6/5.20 M - -10.0 M)

Si tratta di un livello prevalentemente coesivo limoso-argilloso poco compatto di colore grigio-azzurro, intercettato sino alla profondità di -10.0 m raggiunta dal sondaggio a carotaggio.

Tale orizzonte è stato parametrizzato, da un punto di vista fisico-meccanico, attraverso i risultati delle prove penetrometriche statiche eseguite.

A tale livello possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi:

- peso di volume $\gamma = 1.65$ t/mc
- Resistenza non drenata $C_u = 0.25$ Kg/cmq
- modulo edometrico $M_o = 29$ Kg/cmq

Al di sotto , sono stati intercettati depositi prevalentemente argilloso-limosi e argilloso-sabbiosi sino alla profondità indagata di 35.0 m.

INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE

All'interno del foro del sondaggio, successivamente attrezzato calando all'interno un tubo in PVC di 3 pollici di diametro e cementando adeguatamente l'intercapedine tra perforo e tubo, è stata eseguita una prova sismica Down-Hole in data Luglio 2018

La prova sismica Down-Hole consiste nella misurazione del tempo di percorso delle onde di compressione (onde P) e di taglio (onde S) nel tragitto tra la sorgente sismica posta in superficie ed i ricevitori posti all'interno di un foro di sondaggio opportunamente predisposto (vedi figura I). Il terreno viene energizzato in superficie ad una distanza di circa 1,50 m dalla testa del foro attraverso una mazza battente. Il sistema di acquisizione è formato, nel caso specifico, da una sonda costituita da 5 geofoni da 10 Hz di cui uno orientato lungo la direzione verticale e quattro orientati orizzontalmente in modo da garantire la lettura dei primi arrivi in ogni condizione.

Tale sistema di acquisizione, quindi, è in grado di registrare simultaneamente sui 5 canali distinti le tracce provenienti dai 5 geofoni orientati.

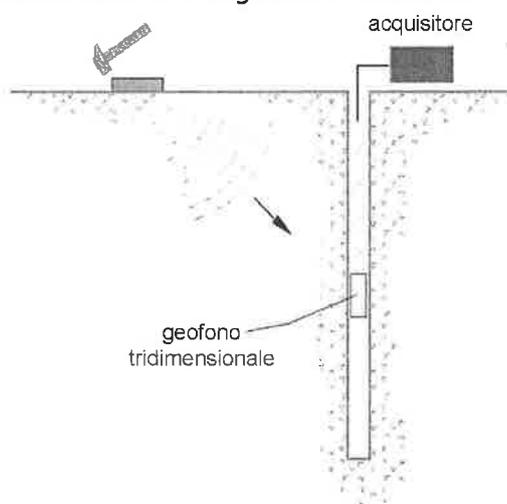


Figura I – Schema down hole ad un solo ricevitore

Energizzando il terreno in superficie e misurando i tempi di arrivo delle onde P ed S ai geofoni, si ha la possibilità di determinare la velocità delle onde sismiche nei litotipi attraversati dalla perforazione nonché i moduli elastici dei terreni.

L'energizzazione dunque genera onde elastiche longitudinali (P) e trasversali (S) che si propagano in tutte le direzioni; in particolare le onde longitudinali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle che costituiscono il mezzo attraversato nella stessa direzione della propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto principalmente a sforzi di compressione e dilatazione e la velocità dell'onda sarà anche funzione del modulo di incompressibilità (K) o compressibilità volumetrica (Ev), che esprime la resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, oltre che dal modulo di rigidità detto anche modulo di taglio (G) e dalla densità (ρ):

$$V_p = \sqrt{\frac{Ev + 4G/3}{\rho}}$$

Le onde trasversali (figura II) si propagano mediante oscillazioni delle particelle del mezzo perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda. Di conseguenza il mezzo sarà soggetto a sforzi di taglio e la velocità delle onde sarà funzione della resistenza del mezzo a questo tipo di sforzo, che è espressa dal modulo di rigidità o di taglio (G):

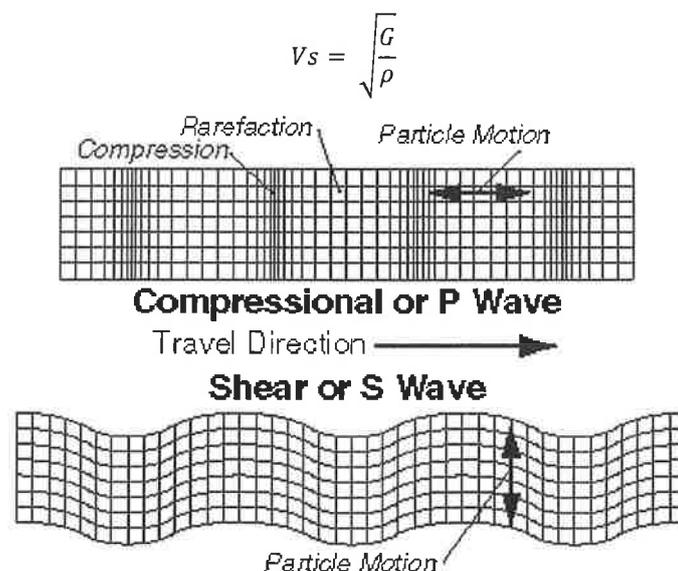


Figura II - Rappresentazione grafica della direzione di oscillazione delle particelle che costituiscono il mezzo nel caso della propagazione di onde longitudinali P (direzione di oscillazione coincidente con quella di propagazione dell'onda) e onde di taglio S (direzione di oscillazione perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda)

Onde di compressione e di taglio sono quindi caratterizzate da diverse velocità di propagazione; attraverso lo studio dei tempi di percorso di tali onde e quindi della velocità, si può risalire alla disposizione geometrica e alle caratteristiche meccanico-elastiche dei litotipi presenti nell'area di indagine.

Note le velocità V_p e V_s che vengono ottenute direttamente tramite le misure acquisite durante lo svolgimento della prova sismica, possono essere ricavate alcune proprietà meccaniche, quali:

1) coefficiente di Poisson medio:

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

2) modulo di deformazione a taglio medio:

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

3) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$E_{d\text{medio}} = \rho V_p^2$$

4) modulo di Young medio:

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

5) modulo di compressibilità volumetrica medio:

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

L'indagine è stata eseguita mediante un sismografo SARA Do.Re.Mi. collegato ad una sonda equipaggiata con n. 5 geofoni da 10 Hz orientati secondo direzioni ortogonali (n. 1 geofono verticale e n. 4 geofoni orizzontali).

La generazione delle onde di compressione è stata ottenuta battendo in senso verticale una piastra di alluminio con un martello da 4.0 Kg; mentre per la generazione delle onde di taglio SH è stata utilizzata una trave in legno con doppia

piastra di battuta. Per evidenziare l'arrivo delle onde S tale trave è stata colpita lateralmente prima in un senso e poi nell'altro in modo da ottenere onde di taglio opposte nel medesimo istante.

Nel caso specifico è stata eseguita una prospezione con acquisizione dei segnali ad intervalli di profondità di 2.0 m.

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con programmi specifici ed i dati sono stati interpretati attraverso il metodo diretto correggendo i tempi di tragitto (t) misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde.

Se " d " è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura III), " r " la distanza fra la sorgente e i sensori, " z " la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

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

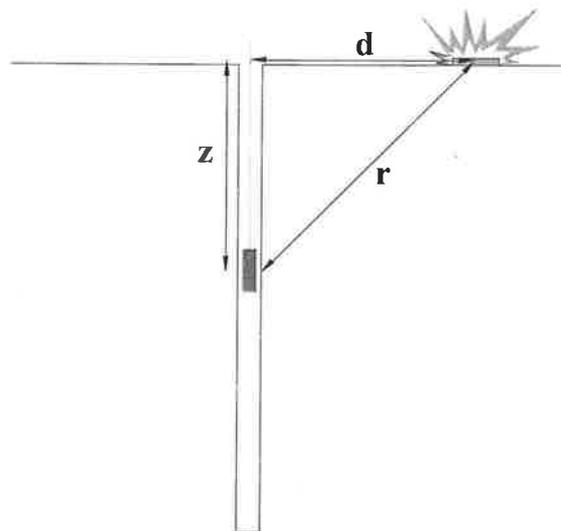


Figura III – Schema di down hole con metodo diretto

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{\text{corr}} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di

terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali.

Ottenute le velocità si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate nel precedente paragrafo oltre che la velocità media di propagazione delle sole onde di taglio.

Di seguito vengono riportati in forma grafica e numerica i dati ottenuti con l'indagine eseguita.

Dati iniziali

| Offset scoppio [m] | Numero di ricezioni | Posizione primo geofono [m] | Interdistanza [m] |
|-----------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1.5 | 17 | 3 | 2 |

Dati misure down hole

| Registrazioni Nr. | Z [m] | Tp [msec] | Ts [msec] |
|----------------------|----------|--------------|--------------|
| 1 | 3.00 | 7.30 | 15.00 |
| 2 | 5.00 | 7.00 | 22.60 |
| 3 | 7.00 | 8.20 | 39.70 |
| 4 | 9.00 | 9.60 | 53.00 |
| 5 | 11.00 | 12.20 | 66.50 |
| 6 | 13.00 | 13.60 | 70.40 |
| 7 | 15.00 | 15.00 | 82.50 |
| 8 | 17.00 | 18.00 | 91.20 |
| 9 | 19.00 | 21.00 | 100.20 |
| 10 | 21.00 | 22.60 | 106.00 |
| 11 | 23.00 | 22.60 | 113.00 |
| 12 | 25.00 | 23.80 | 118.30 |
| 13 | 27.00 | 25.00 | 123.60 |
| 14 | 29.00 | 26.10 | 129.00 |
| 15 | 31.00 | 27.30 | 134.20 |
| 16 | 33.00 | 28.50 | 139.50 |
| 17 | 35.00 | 29.20 | 144.50 |

Risultati

| SR [m] | Tpcorr [msec] | Tscorr [msec] |
|-----------|------------------|------------------|
| 3.3541 | 6.5293 | 13.4164 |
| 5.2202 | 6.7048 | 21.6469 |
| 7.1589 | 8.0180 | 38.8188 |
| 9.1241 | 9.4694 | 52.2789 |
| 11.1018 | 12.0881 | 65.8902 |

| | | |
|---------|---------|----------|
| 13.0863 | 13.5104 | 69.9360 |
| 15.0748 | 14.9256 | 82.0906 |
| 17.0661 | 17.9303 | 90.8470 |
| 19.0591 | 20.9349 | 99.8892 |
| 21.0535 | 22.5426 | 105.7306 |
| 23.0489 | 22.5521 | 112.7605 |
| 25.0450 | 23.7573 | 118.0876 |
| 27.0416 | 24.9615 | 123.4097 |
| 29.0388 | 26.0652 | 128.8278 |
| 31.0363 | 27.2681 | 134.0432 |
| 33.0341 | 28.4706 | 139.3561 |
| 35.0321 | 29.1732 | 144.3675 |

Metodo diretto

Profondità di riferimento: 35 m
VS30: 243.59 m/s

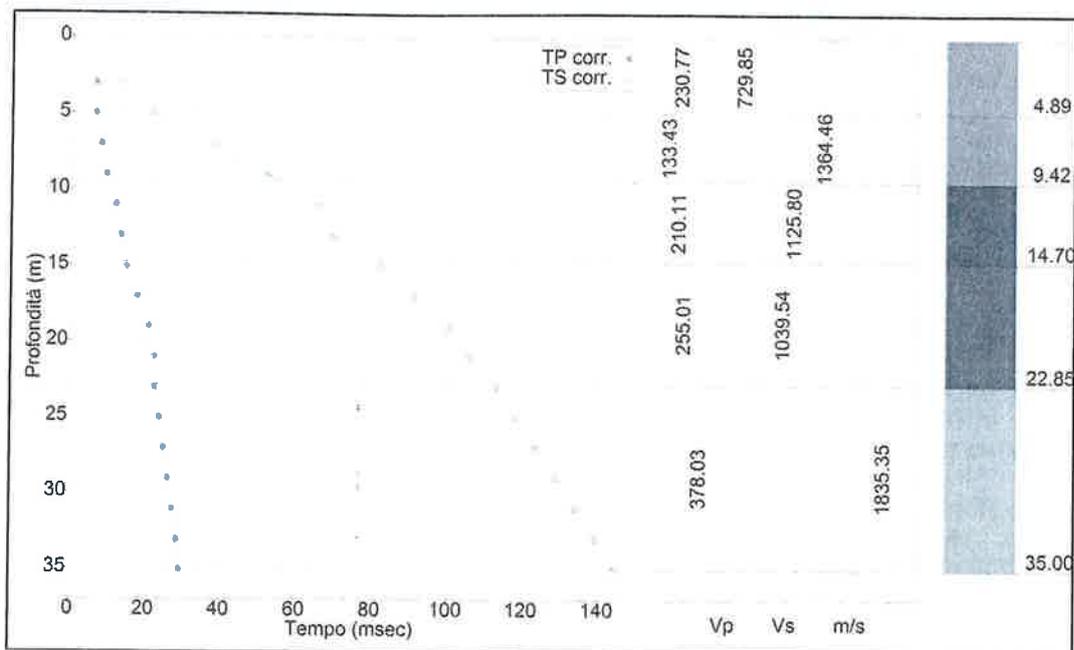
Sismostrati con metodo diretto

| Descrizione [-] | Profondità [m] |
|--------------------------------|-------------------|
| Argilla limosa e limo sabbioso | 4.89 |
| Limo argilloso argilla | 9.42 |
| Argilla limosa | 14.7 |
| Argilla sabbiosa | 22.85 |
| | 35 |

Valori medi

| Vp medio [m/s] | Vs medio [m/s] | g medio [kN/mc] | ni medio | G medio [MPa] | Ed medio [MPa] | E medio [MPa] | Ev medio [MPa] |
|-------------------|-------------------|--------------------|----------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 729.85 | 230.77 | 18.99 | 0.44 | 103.12 | 1031.51 | 297.92 | 894.01 |
| 1364.46 | 133.43 | 16.89 | 0.5 | 30.66 | 3206.59 | 91.7 | 3165.71 |
| 1125.8 | 210.11 | 18.55 | 0.48 | 83.5 | 2397.23 | 247.48 | 2285.9 |
| 1039.54 | 255.01 | 18.92 | 0.47 | 125.47 | 2085.15 | 368.39 | 1917.85 |
| 1835.35 | 378.03 | 20.1 | 0.48 | 292.96 | 6905.21 | 865.89 | 6514.6 |

Dromocrone



Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate nelle tabelle sopra esposte è possibile ottenere il valore di Vs30 calcolato secondo la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m di riferimento dal piano di imposta delle fondazioni.

I risultati ottenuti individuano un valore di Vs30 pari a 243.59 m/s al quale corrisponde una categoria di suolo sismico di tipo C così come indicato nella tab. 3.2.II del D.M. 17/01/18.

Si conferma, pertanto, la categoria di suolo C ottenuta dall'indagine sismica Masw eseguita in sito.

Dalla ricostruzione sismo-stratigrafica ottenuta dall'indagine sismica Down-Hole e dal sondaggio geognostico eseguiti NON sono stati intercettati i depositi pleistocenici sottostanti quelli alluvionali attuali almeno sino alla profondità di -35.0 m indagata, profondità utile considerando la realizzazione di locali interrati con circa 3.0 m di scavo. Pertanto, almeno sino alla profondità di -35.0 m indagata, Non è stata riscontrata la possibilità di amplificazione stratigrafica a profondità comprese tra 20 e 30 m, come invece emerso dall'esecuzione della misura tromometrica "tr3" a supporto della redazione del R.U. Comunale, la quale rileva la presenza di un picco di risonanza H/V a 1.47 ± 0.04 Hz.

Alla luce di quanto sopra, di seguito si riportano i risultati dell'Analisi di Risposta Sismica Locale ; per tale procedura di analisi sono stati utilizzati software specifici per la realizzazione delle analisi di Risposta Sismica Locale 1D.

DEFINIZIONE INPUT SISMICO

Come prima analisi verranno definite le coordinate del sito al fine di stimare l'accelerazione di base del sito di progetto (a_g) al valore della quale bisognerà scalare ognuno dei 7 accelerogrammi costituenti l'input sismico.

Con Geostru PS calcoliamo le coordinate del sistema di riferimento ED50:

**latitudine: 43.723141 -
longitudine: 10.796767**

Attraverso il programma Spettri-NTC versione 1.0.3 (foglio di calcolo ministeriale) , inserendo le coordinate precedentemente individuate ed i parametri relativi alla scelta progettuale, otteniamo i valori di a_g per i diversi Stati Limite.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
 SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$
 SLC - $P_{VR} = 5\%$

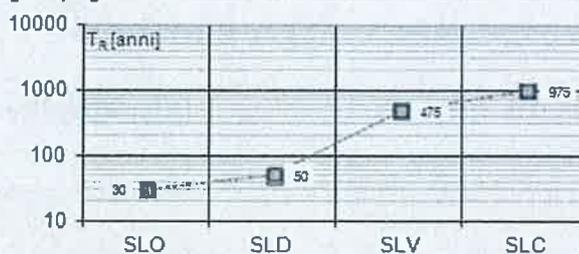
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

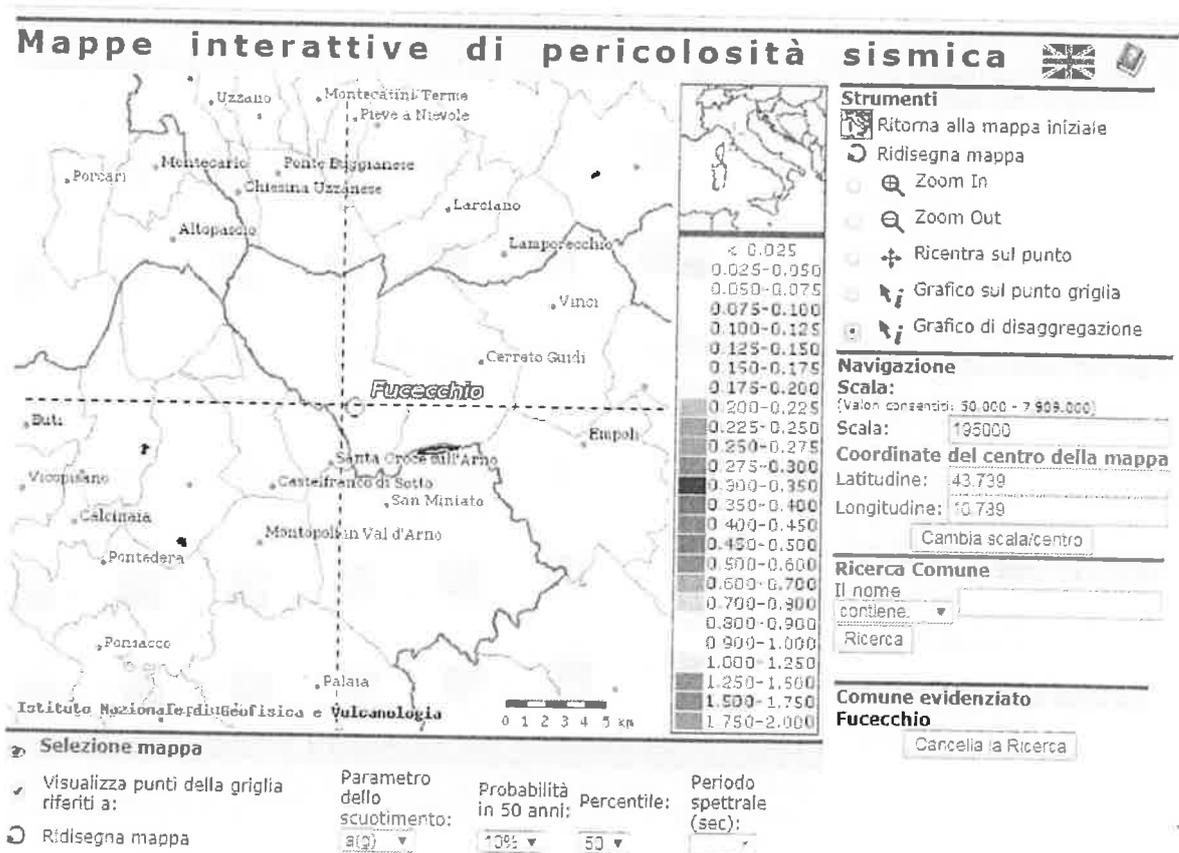
| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------|
| SLO | 30 | 0,043 | 2,555 | 0,242 |
| SLD | 50 | 0,053 | 2,573 | 0,254 |
| SLV | 475 | 0,120 | 2,500 | 0,287 |
| SLC | 975 | 0,157 | 2,411 | 0,292 |

Otteniamo, così, un valore di **$a_g = 0.12$ g per lo stato limite SLV.**

DATI DI DISAGGREGAZIONE

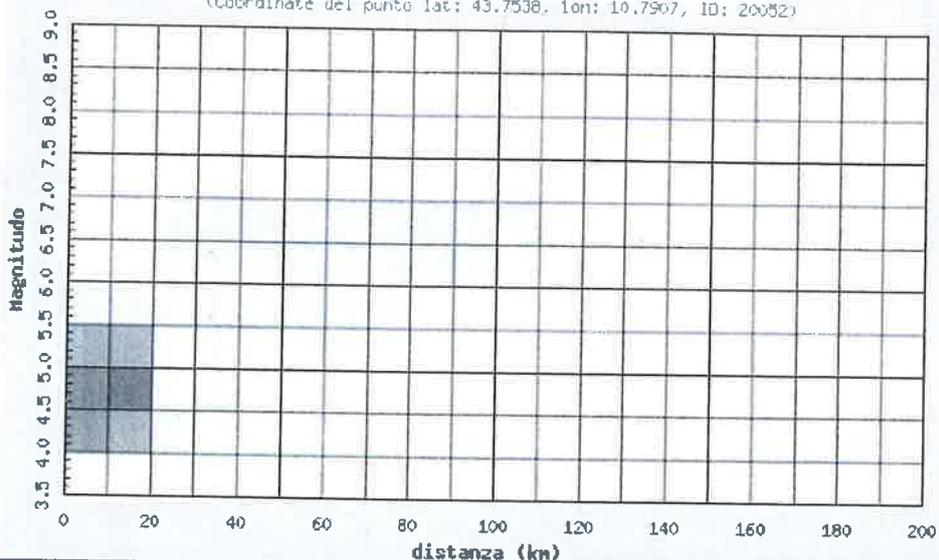
L'estrazione degli accelerogrammi di input prevede la determinazione di altri parametri sismologici, oltre al valore di a_g .

In particolare, si devono conoscere per il sito in esame i dati di disaggregazione, ricavabili dalla pagina web-gis realizzata dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza
del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 43.7538, lon: 10.7907, ID: 20052)



Contributo percentuale alla pericolosita'

| Distanza in km | Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.7538, lon: 10.7907, ID: 20052) | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Magnitudo | | | | | | | | | | |
| | 3.5-4.0 | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10 | 0.000 | 21.400 | 26.000 | 7.790 | 0.088 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10-20 | 0.000 | 7.370 | 13.900 | 7.460 | 1.400 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 20-30 | 0.000 | 0.419 | 2.490 | 2.910 | 1.410 | 0.561 | 0.088 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 30-40 | 0.000 | 0.000 | 0.143 | 1.220 | 1.470 | 1.170 | 0.203 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 40-50 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.151 | 0.656 | 0.754 | 0.150 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 50-60 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.007 | 0.181 | 0.288 | 0.065 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 60-70 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.032 | 0.104 | 0.028 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 70-80 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.032 | 0.013 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 80-90 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.008 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 90-100 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 100-110 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 110-120 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 120-130 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 130-140 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 140-150 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 150-160 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 160-170 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 170-180 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 180-190 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 190-200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| Valori medi | | |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo | Distanza | Epsilon |
| 4.830 | 11.700 | 1.060 |

Abbiamo, quindi, acquisito tutte le informazioni necessarie per l'estrapolazione mediante software Rexel del set di accelerogrammi sismo-compatibili e spettro-compatibili che costituiranno l'input sismico delle nostre analisi.

Quindi, riepilogando:

| | | |
|--|---|---|
| Coordinate: | LAT = 43.723141 | LONG = 10.796767 |
| VN = 50anni | Cu = 1.0 | VR = 50 anni |
| Stato Limite di Salvaguardia alla Vita (SLV) con Tr = 475 anni | | |
| Parametri di disaggregazione | M (Magnitudo) compresa tra 4 e 6.5 | R (Distanza) compresa tra 0 Km e 40 Km |
| Ag = 0.12 g Fo = 2.5 T*c = 0.287 | | |

ESTRAZIONE DEGLI ACCELEROGRAMMI DI INPUT

Per l'estrazione degli accelerogrammi di input viene utilizzato il software Rexel. Tale software permette l'estrazione degli accelerogrammi di input naturali per applicazioni ingegneristiche da più banche dati, quali la Banca dati europea ESD, la banca dati italiani ITACA e la banca dati Sinbad.

REXEL v 3.5 (beta)

Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures
 (c) Iunio Iervolino, Carmine Galasso and Eugenio Chioccarelli, 2008-2013
 Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Italy.

1. Target Spectrum

Italian Building Code 2008

ag [g]

Longitude [°]

Latitude [°]

Site class EC8

Topographic category

Nominal life

Functional type

Limit state

Horizontal Vertical

Disaggregation for Conditional hazard for

Acceleration elastic response spectrum

horizontal component, $T_d = 475$ years, $\zeta = 5\%$

3. Spectrum matching

Lower tolerance [%]

Upper tolerance [%]

T1 [s]

T2 [s]

2. Preliminary database search

Based on M minimum M maximum records: 2x 131

R minimum [km] R maximum [km] events: 94

Database

Site class

4. Analysis options

Scaled records (PGA normalized records' search)

I'm feeling lucky (Returns only the first combination found)

Set size

Individual record

7 records

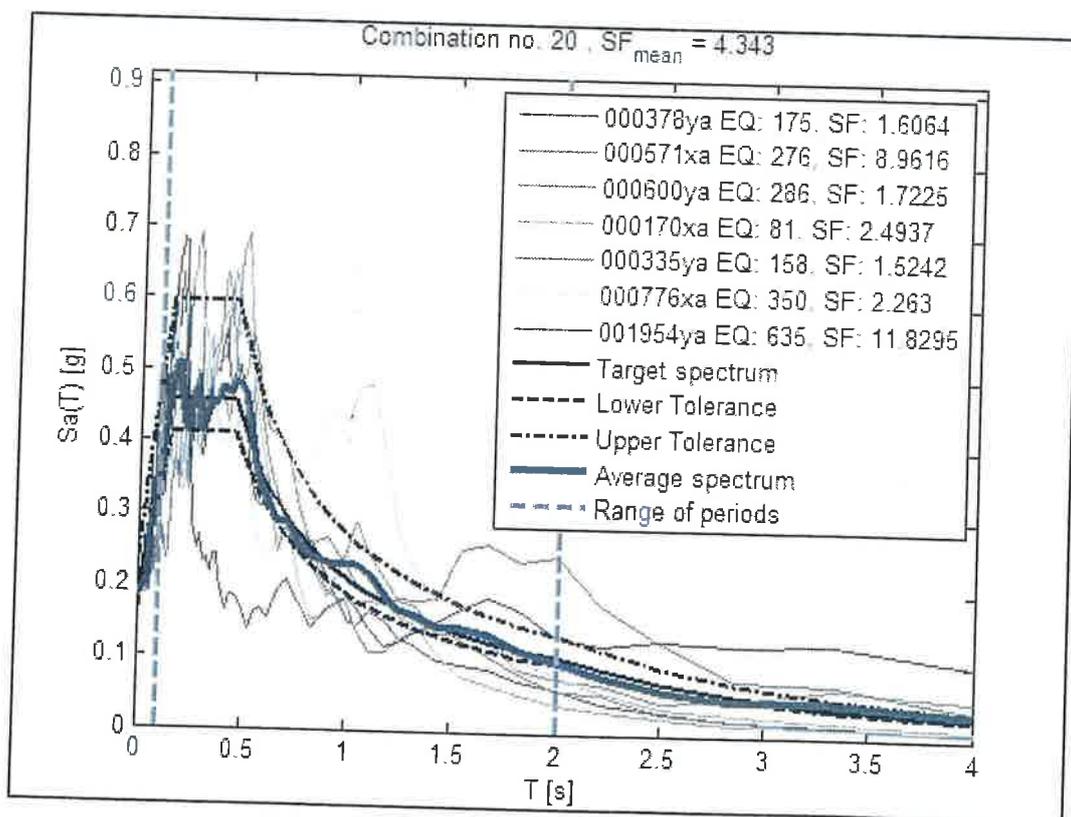
30 records

Inserendo i parametri di disaggregazione, i parametri di spettro-compatibilità, e selezionando il database Europeo, sono stati scelti 20 set sismici-compatibili (ognuno dei quali caratterizzato da n. 7 accelerogrammi), riportati di seguito in forma tabellare.

| PGA - Input[= | | | | | | | | |
|-----------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Lower limit | [%]: 10 | | | | | | | |
| Upper limit | [%]: 30 | | | | | | | |
| Tolerance | [%]: 0 | | | | | | | |
| Non-dimensional | | | | | | | | |
| ncomb | Recdev_med | Recdev_1 | Recdev_2 | Recdev_3 | Recdev_4 | Recdev_5 | Recdev_6 | Recdev_7 |
| 1 | 0.068 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.268 | 0.429 | 0.458 |
| 2 | 0.059 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.313 | 0.429 | 0.458 |
| 3 | 0.084 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.331 | 0.429 | 0.458 |
| 4 | 0.086 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.364 | 0.429 | 0.458 |
| 5 | 0.086 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.364 | 0.355 | 0.572 |
| 6 | 0.068 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.364 | 0.429 | 0.458 |
| 7 | 0.082 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.206 | 0.299 | 0.458 |
| 8 | 0.079 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.252 | 0.355 | 0.364 |
| 9 | 0.082 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.252 | 0.364 | 0.365 |
| 10 | 0.091 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.262 | 0.334 | 0.458 |
| 11 | 0.074 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.268 | 0.429 | 0.458 |
| 12 | 0.090 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.280 | 0.355 | 0.364 |
| 13 | 0.083 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.280 | 0.364 | 0.429 |
| 14 | 0.081 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.280 | 0.429 | 0.458 |
| 15 | 0.094 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.288 | 0.429 | 0.458 |
| 16 | 0.082 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.313 | 0.364 | 0.429 |
| 17 | 0.106 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.313 | 0.429 | 0.458 |
| 18 | 0.064 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.334 | 0.429 | 0.458 |
| 19 | 0.078 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.334 | 0.441 | 0.458 |
| 20 | 0.059 | 0.178 | 0.181 | 0.194 | 0.200 | 0.355 | 0.381 | 0.458 |
| -1 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.364 | 0.365 | 0.381 |
| | | | | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

Nella tabella, per ognuno dei 20 set estratti, viene riportata la deviazione di ogni singolo spettro, ed il valore medio rispetto allo spettro target (categoria A ai sensi delle NTC 2008 per il sito indagato).

La scelta è stata orientata verso il set caratterizzato dalla minore deviazione media (set n. 20, deviazione media 0.059).



L'analisi, inoltre, fornisce una cartella compressa con all'interno i dati relativi alla combinazione dei n. 7 input; dopo aver estratto il set di 7 accelerogrammi da utilizzare come terremoti di input, prima di iniziare la valutazione della Risposta Sismica Locale inserendo i 7 accelerogrammi in STRATA (software di analisi della RSL), il dato accelerometrico avente unità di misura m/sec^2 è stata convertito in g, dividendo per 9.8.

ANALISI 1D DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Definito l'input in termini di eventi sismici da sottoporre a simulazione, bisogna determinare le caratteristiche sismo-stratigrafiche del volume di terreno oggetto di indagine ed oggetto della probabile amplificazione.

Per il tipo di analisi da effettuare (monodimensionale), si assume che gli strati siano piano-paralleli e che la propagazione del sisma sia verticale.

Di seguito si riportano gli spessori dei sismostrati individuati, ed i relativi valori di V_s e densità dei mezzi.

| Sismostrato | Prof. (m) | V_s (m/s) | Peso di volume (KN/mc) | Natura terreno |
|-------------|--------------|-------------|------------------------|---|
| 0 | 0-0.8 | 150 | 17.0 | Terreno vegetale |
| 1 | 0.8 – 2.5 | 160 | 18.63 | Argilla limosa |
| 2 | 2.5 – 4.0 | 170 | 18.9 | Limo sabbioso |
| 3 | 4.0 – 10.0 | 230 | 16.9 | Limo argilloso |
| 4 | 10.0 – 15.0 | 133 | 18.5 | Argilla |
| 5 | 15.0 – 22.0 | 210 | 18.9 | Argilla limosa |
| 6 | 22.0 – 35.0 | 450 | 20.1 | Argilla sabbiosa |
| 7 | 35.0 – 100.0 | 255 | 20.1 | Argilla limosa e sabbiosa |
| 8 | > 100.0 | 378 | 20.1 | Argilla con livelli sabbiosi e ghiaiosi |

Alla luce di quanto ottenuto con la campagna di indagine realizzata in sito e considerando i dati geognostici e sismici relativi agli studi di supporto alla redazione del R.U. Comunale, non è ipotizzabile la presenza di un substrato sismico ($V_s > 800$ m/sec) entro i primi 100 m di profondità. Per tale motivo, verrà utilizzato il sismostrato di base (n. 9) come punto di generazione degli input sismici, visto che l'analisi 1D, per profondità superiori a 100 m, tende ad una sottostima dell'azione sismica poiché prevalgono fenomeni dissipativi a quelli amplificativi.

Una volta inseriti i parametri delle coperture sismiche (tipo di terreno, peso di volume, curve dinamiche) ed i parametri del bedrock sismico (nel nostro caso assunto a profondità maggiore di 100 metri), nonché spessore e valore di V_s di ciascun sismostrato, si è proceduto all'inserimento dei 7 accelerogrammi, costituenti l'input sismico, specificando la profondità corrispondente al tetto del bedrock deformabile pari a - 3.0 m (profondità imposta fondazioni).

Ciascun accelerogramma è stato caricato in STRATA indicando il numero di campioni (n° di righe di cui si compone la registrazione accelerometrica), il passo di campionamento, le indicazioni sul formato e fattore di scala per la stima dell'accelerazione massima (PGA), valore pari a **ag**.

The screenshot shows the 'Motion(s)' tab in the STRATA software. The 'Motion Input Location' is set to '100'. Below, the 'Input Motions' section contains a table with 7 rows of data. Each row has a checkbox, a file name, a description, a type, and numerical values for PGA (g), PGV (cm/s), and Scale Factor. The 'Type' column for all rows is 'Outcrop'.

| | Name | Description | Type | PGA (g) | PGV (cm/s) | Scale Factor |
|---|---|-------------|---------|---------|------------|--------------|
| 1 | <input checked="" type="checkbox"/> Desktop\000170xa_record.txt | | Outcrop | 0.07 | 6.22 | 1.00 |
| 2 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\000335ya_record.txt | | Outcrop | 0.12 | 15.32 | 1.00 |
| 3 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\000378ya_record.txt | | Outcrop | 0.11 | 7.96 | 1.00 |
| 4 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\000571xa_record.txt | | Outcrop | 0.02 | 2.17 | 1.00 |
| 5 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\000600ya_record.txt | | Outcrop | 0.11 | 11.75 | 1.00 |
| 6 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\000776xa_record.txt | | Outcrop | 0.08 | 9.98 | 1.00 |
| 7 | <input checked="" type="checkbox"/> acc ag\001954ya_record.txt | | Outcrop | 0.02 | 2.28 | 1.00 |

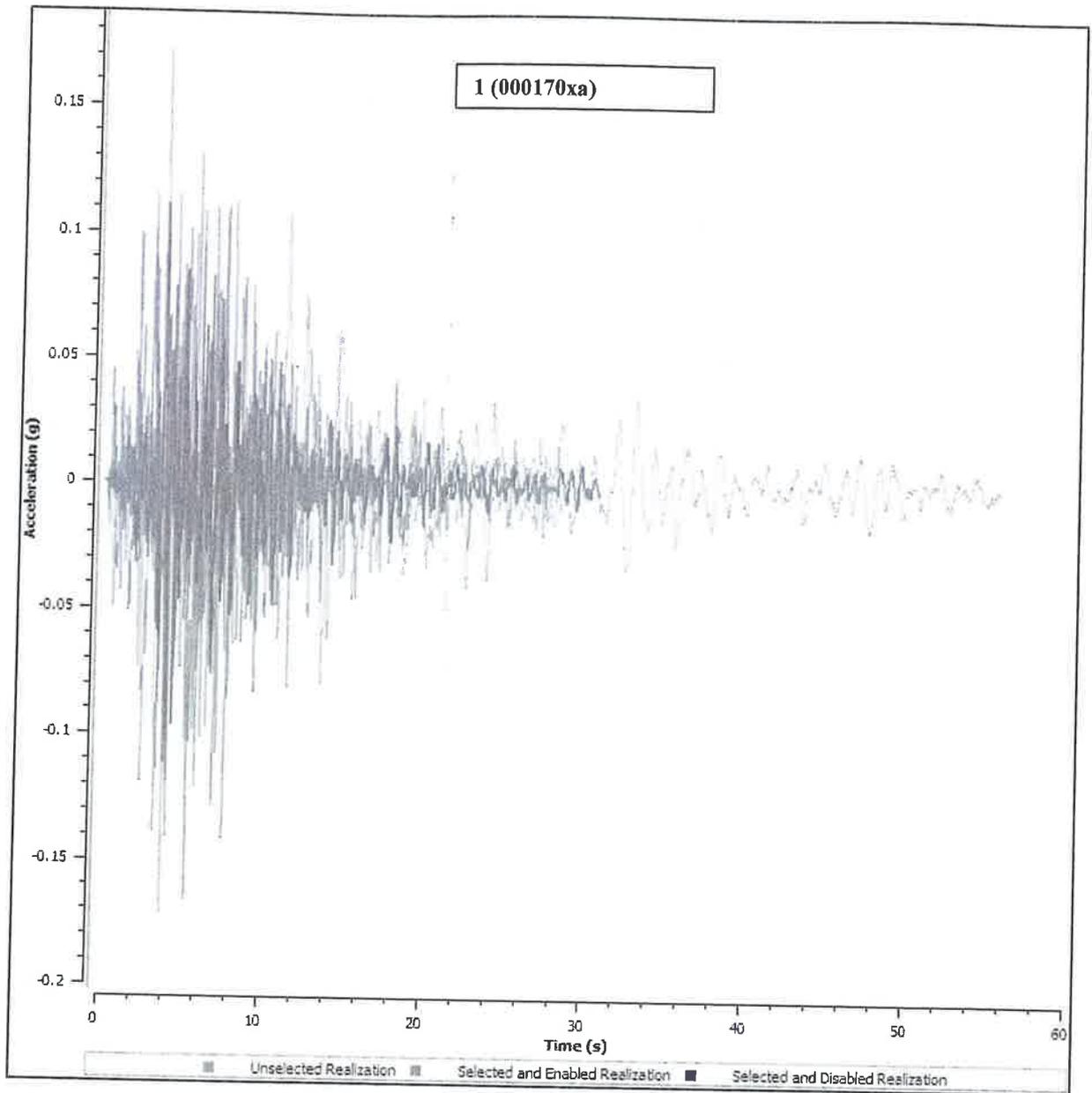
Sono stati così specificati i prodotti che si desidera ottenere in output, ovvero accelerogrammi e spettri di risposta, e relative profondità di riferimento, riferite al livello di imposta delle fondazioni (2.0 m) ed al bedrock.

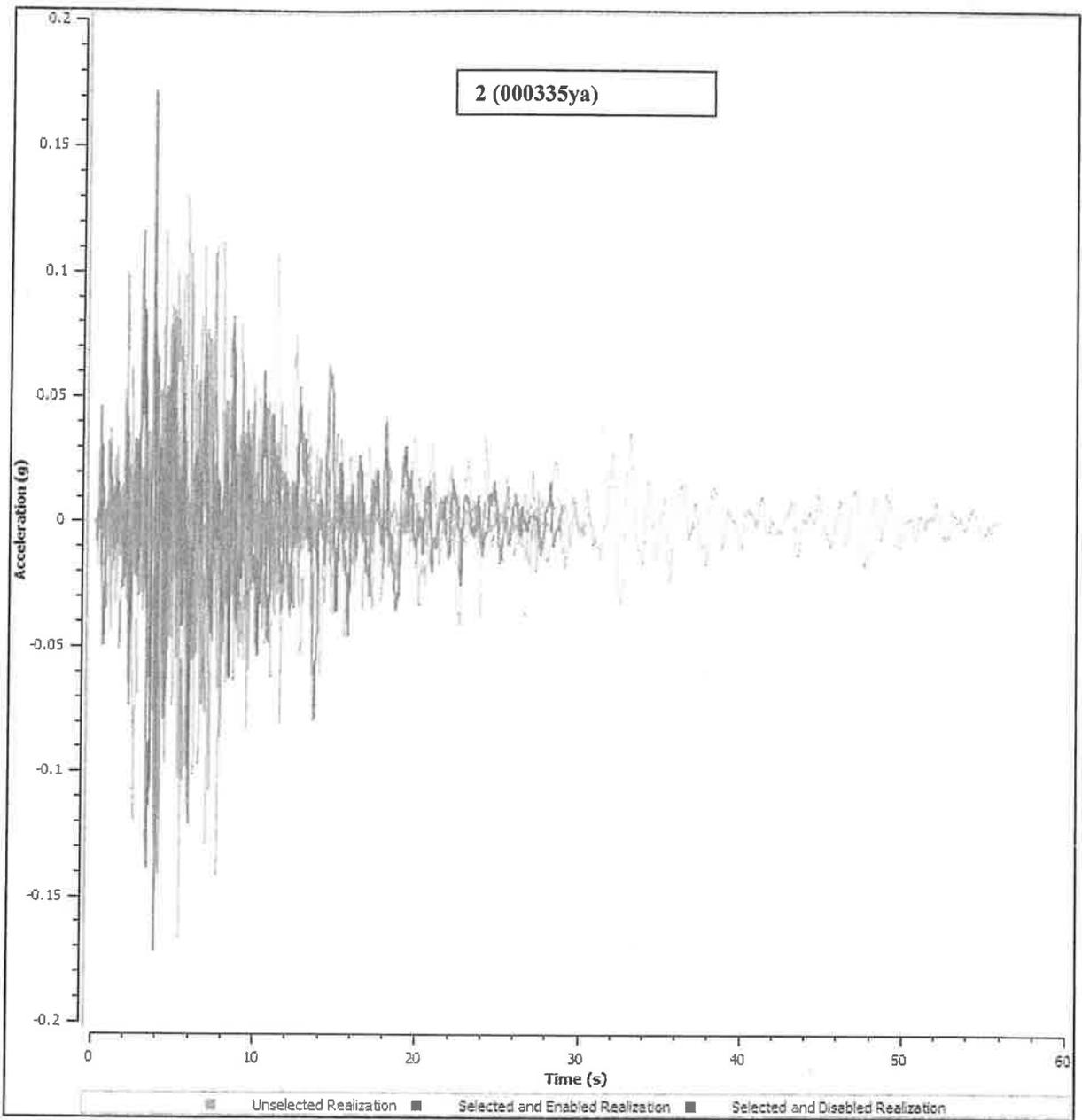
Scegliendo il livello di approfondimento dell'analisi (medio), è stata effettuata l'analisi; i valori dell'errore residuo legati all'analisi compiuta sui 7 accelerogrammi di input, sono risultati inferiori al 2%, valore massimo consentito per l'analisi.

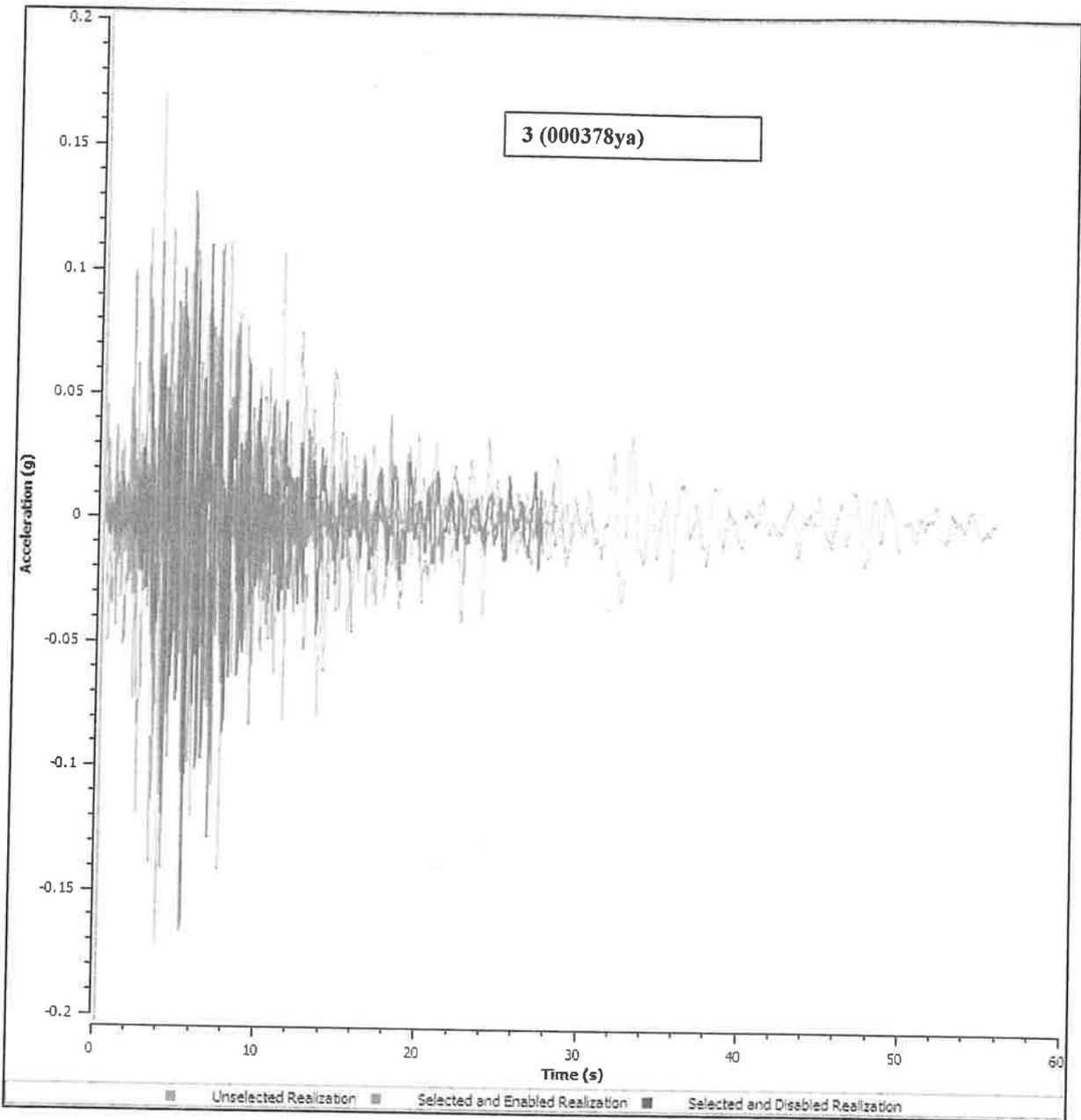
```
Starting Strata Calculation
7 Trials (1 Sites and 7 Motions )
[1 of 1] Generating site and soil properties
  [1 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\000642xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 891.93 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 19.20 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 2.52 %
    Iteration: 4 Maximum Error: 0.35 %
  [2 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\000789xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 731.62 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 6.70 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 0.27 %
  [3 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\001243xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 786.59 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 20.34 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 2.37 %
    Iteration: 4 Maximum Error: 0.33 %
  [4 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\001891ya_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 906.10 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 6.13 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 0.21 %
  [5 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\003802xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 739.63 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 16.73 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 1.61 %
  [6 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\005079xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 782.26 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 23.60 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 2.74 %
    Iteration: 4 Maximum Error: 0.99 %
  [7 of 7] Computing site response for motion: accelerogrammi ag\005086xa_record.txt
    Iteration: 1 Maximum Error: 879.34 %
    Iteration: 2 Maximum Error: 5.88 %
    Iteration: 3 Maximum Error: 0.19 %
Computing statistics.
```

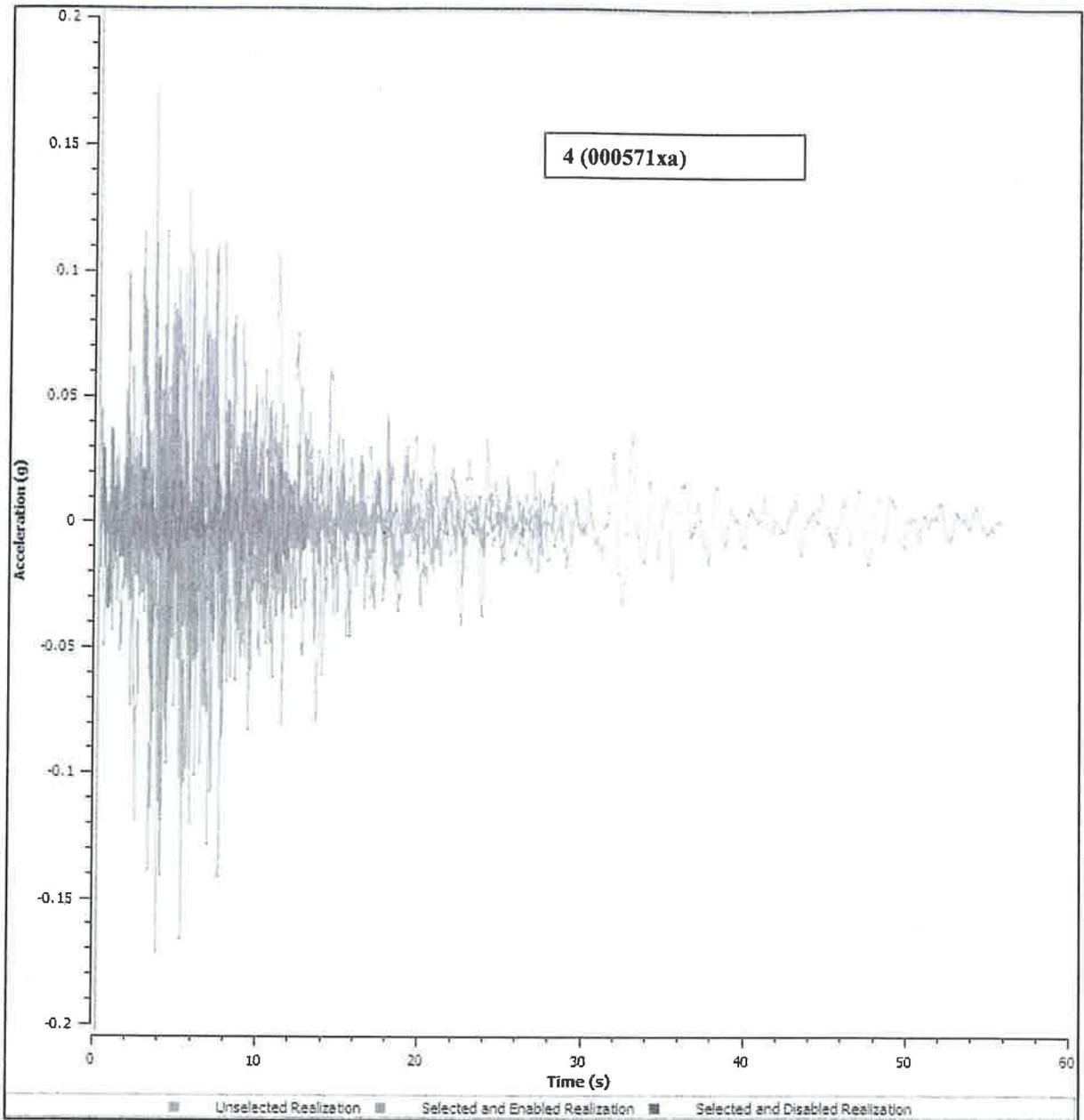
Ognuno degli accelerogrammi utilizzati come input amplificati sulla base della RSL del sito, e ognuno dei singoli spettri di risposta compresa la loro media e deviazione standard (questi ultimi riferiti sia alla profondità del tetto del bedrock (3.0 m) che al bedrock), vengono riportati sia in forma tabellare su foglio di calcolo (.xls) allegato alla presente relazione, che in formato grafico (vedi diagrammi seguenti).

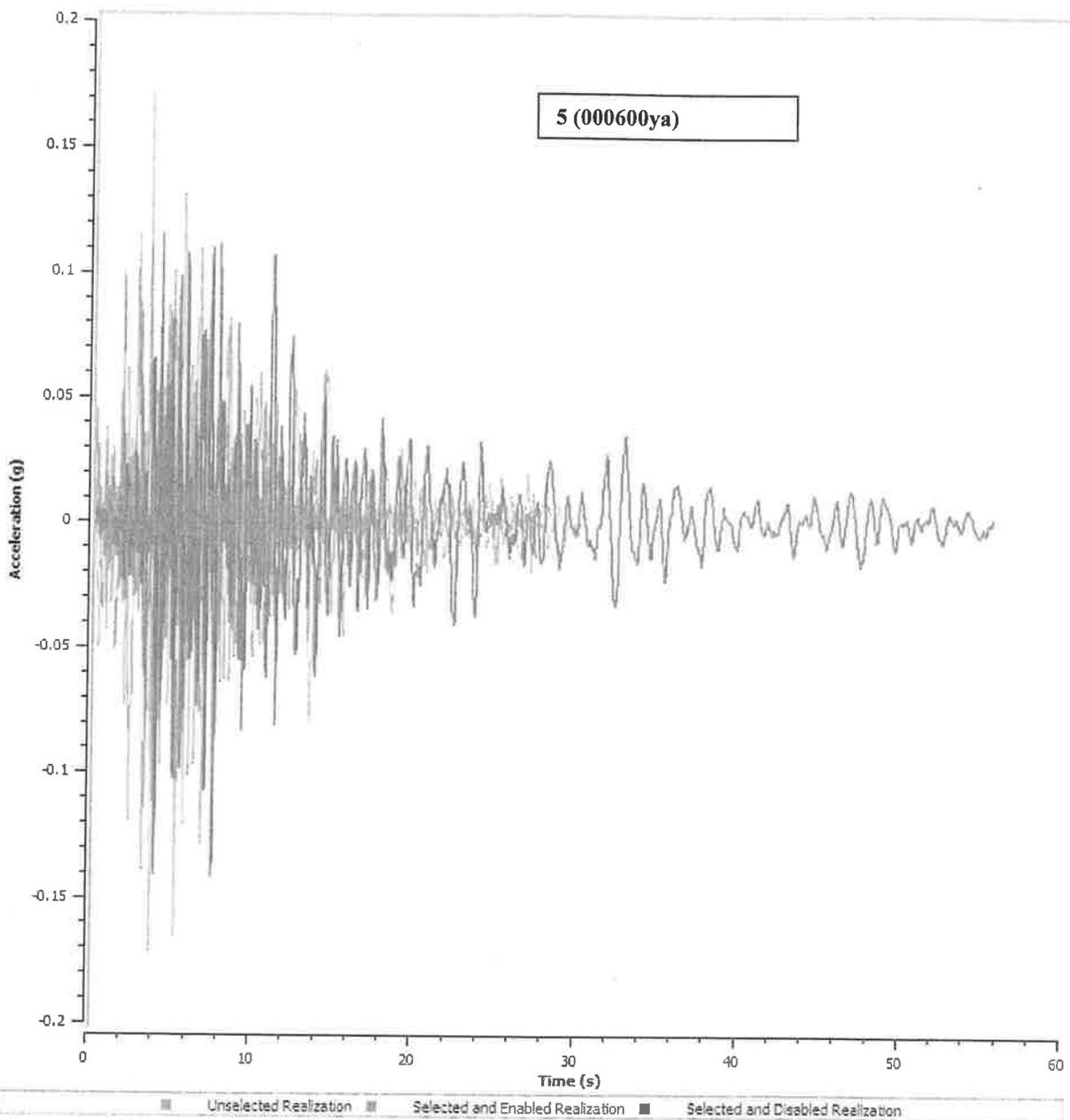
ACCELEROGRAMMI DI OUTPUT

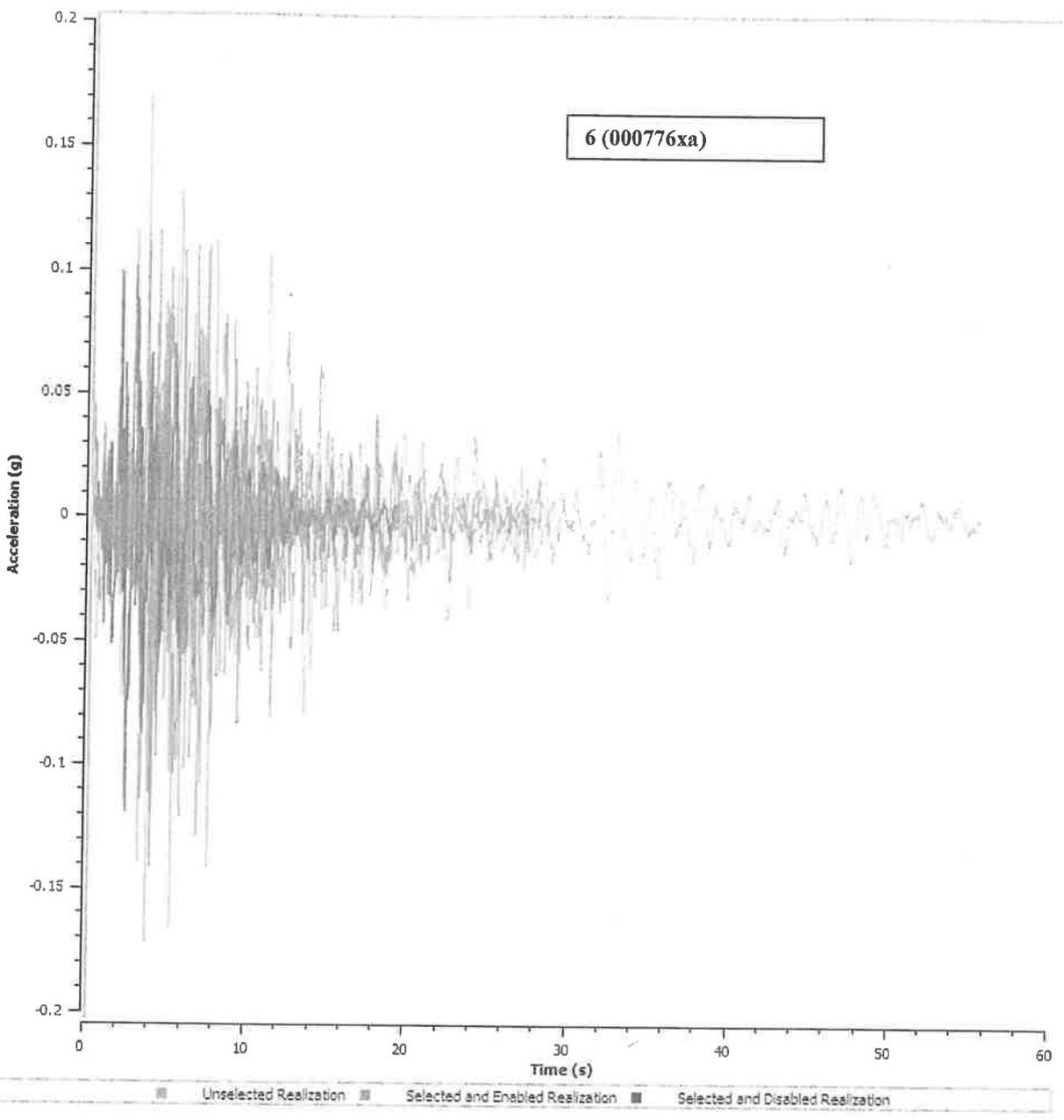


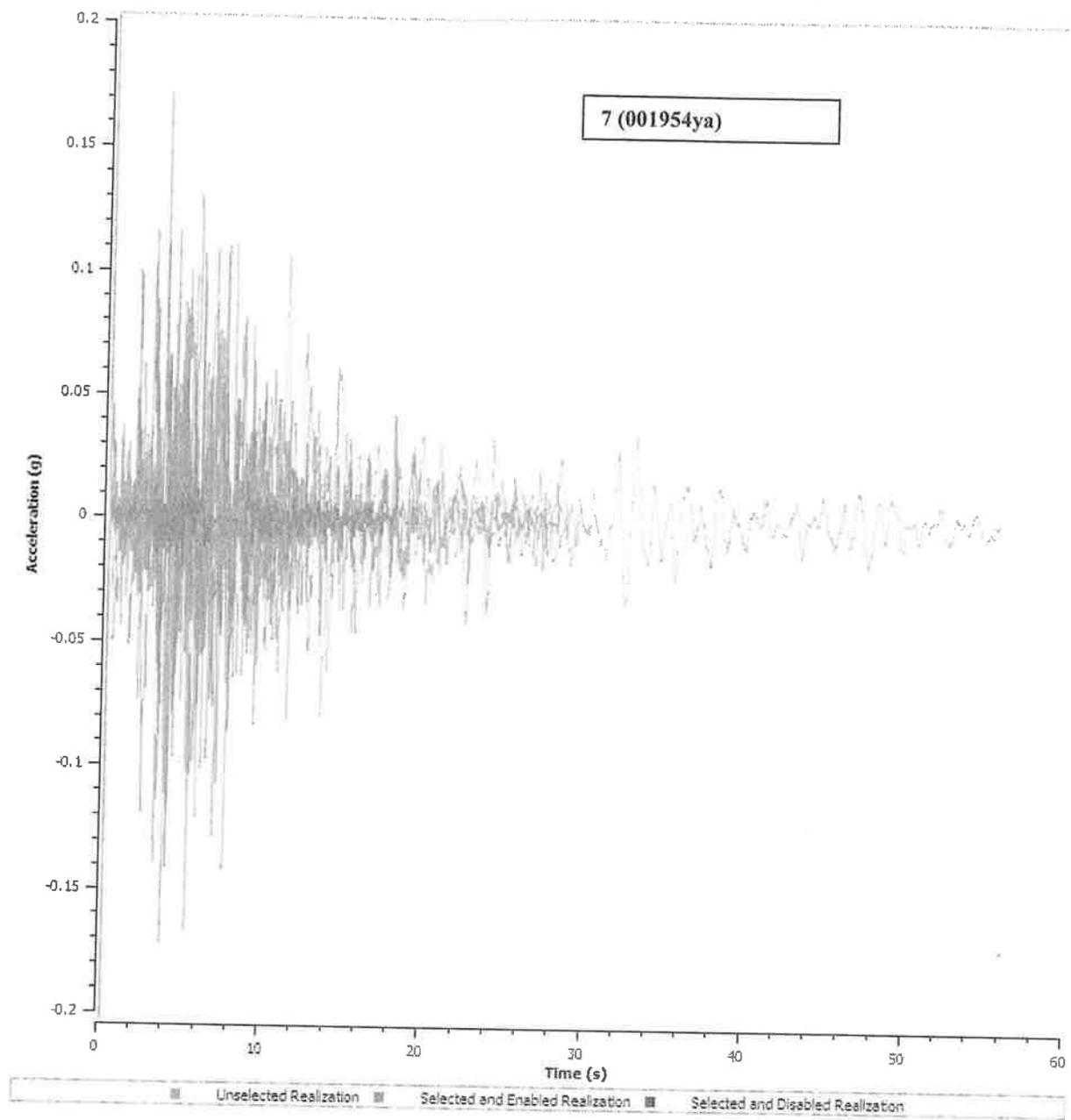












Una volta copiati i dati medi degli spettri di risposta elastici e dopo averli messi in forma grafica su apposito foglio di calcolo (.xls), è possibile ricavare gli spettri elastici, con rappresentazione dello spettro al bedrock ed al piano di imposta delle fondazioni.

Ponte a Egola, Luglio 2018



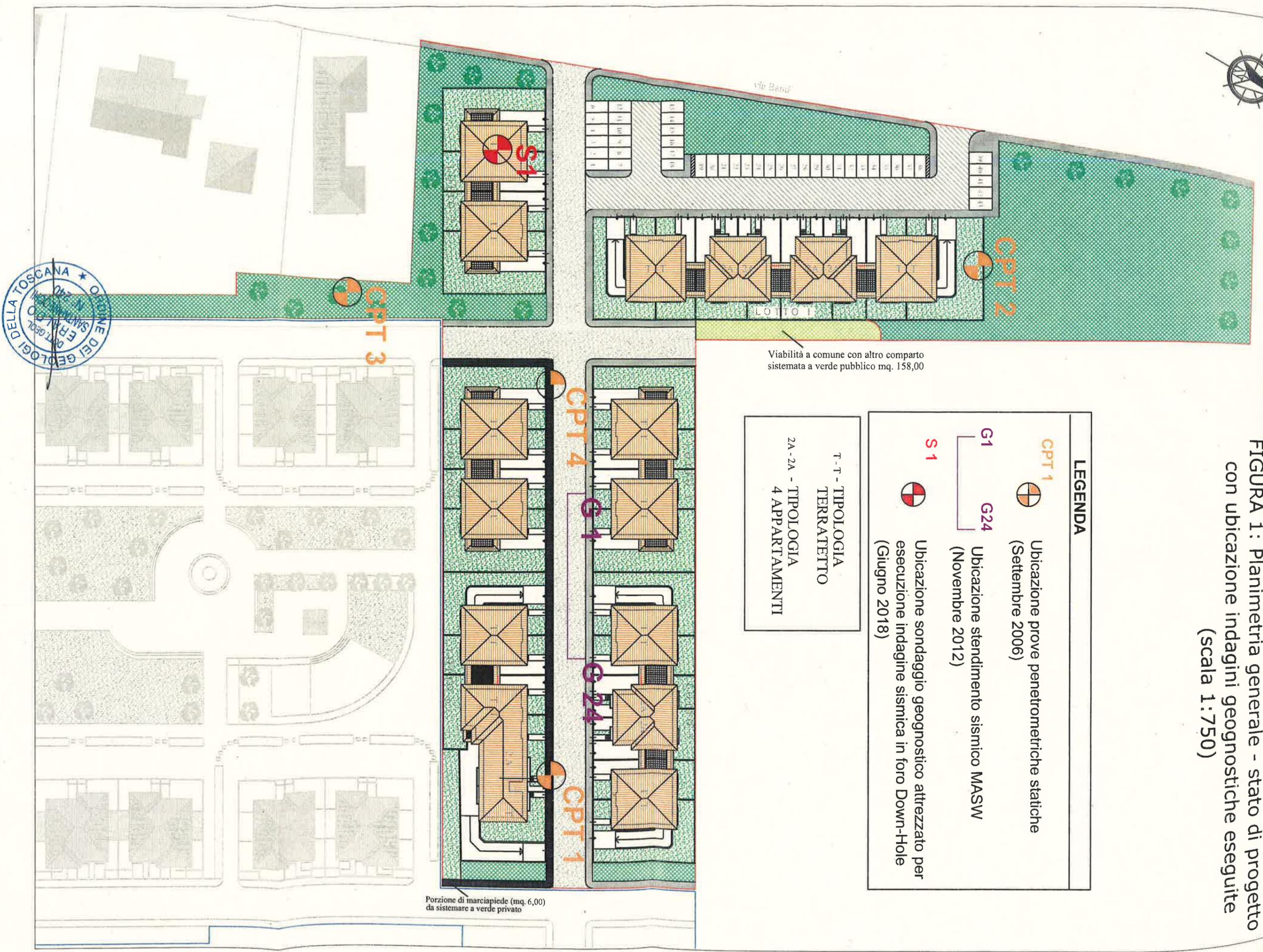
Dr. Geo. Erasto Santarnecchi
*Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione
Toscana con numero di riferimento 240*

ALLEGATI

- **Fig. 1** – Planimetria generale con ubicazione indagini geognostiche eseguite.
- **Fig. 2** – Log stratigrafico sondaggio S1.
- **Foglio di calcolo (.xls) con dati tabellari degli accelerogrammi e degli spettri elastici.**



FIGURA 1: Planimetria generale - stato di progetto
 con ubicazione indagini geognostiche eseguite
 (scala 1:750)



LEGENDA

- CPT 1**  Ubicazione prove penetrometriche statiche (Settembre 2006)
- G1**  Ubicazione stendimento sismico MASW (Novembre 2012)
- G24**  Ubicazione sondaggio geognostico attrezzato per esecuzione indagine sismica in foro Down-Hole (Giugno 2018)
- S 1**  Ubicazione sondaggio geognostico attrezzato per esecuzione indagine sismica in foro Down-Hole (Giugno 2018)

T - T - TIPOLOGIA TERRATEFITTO
 2A - 2A - TIPOLOGIA 4 APPARTAMENTI

Viabilità a comune con altro comparto sistemata a verde pubblico mq. 158,00

Porzione di marciapiede (mq. 6,00) da sistemare a verde privato



FIGURA 2: Stratigrafia sondaggio S1

| | | | | |
|---|--|-----------------------------------|--|---|
| CANTIERE: Fucecchio (FI), Via Banti | | SONDAGGIO S1 DATA: 18-19/06/18 | Metodo di perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO sino a -10.0 m Proseguito a distribuzione da -10.0 m a -35.0 m | Geologo responsabile della campagna geognostica: |
| Quota assoluta p.c. circa 17.30 m l.m.m. | Impresa esecutrice Montopolesse Perforazioni s.r.l. | cassette catalogatrici n. 2 | PROFONDITA' RAGGIUNTA ml 35.0 da p.c. | Dott. Geol. Eraldo Santarnecki |

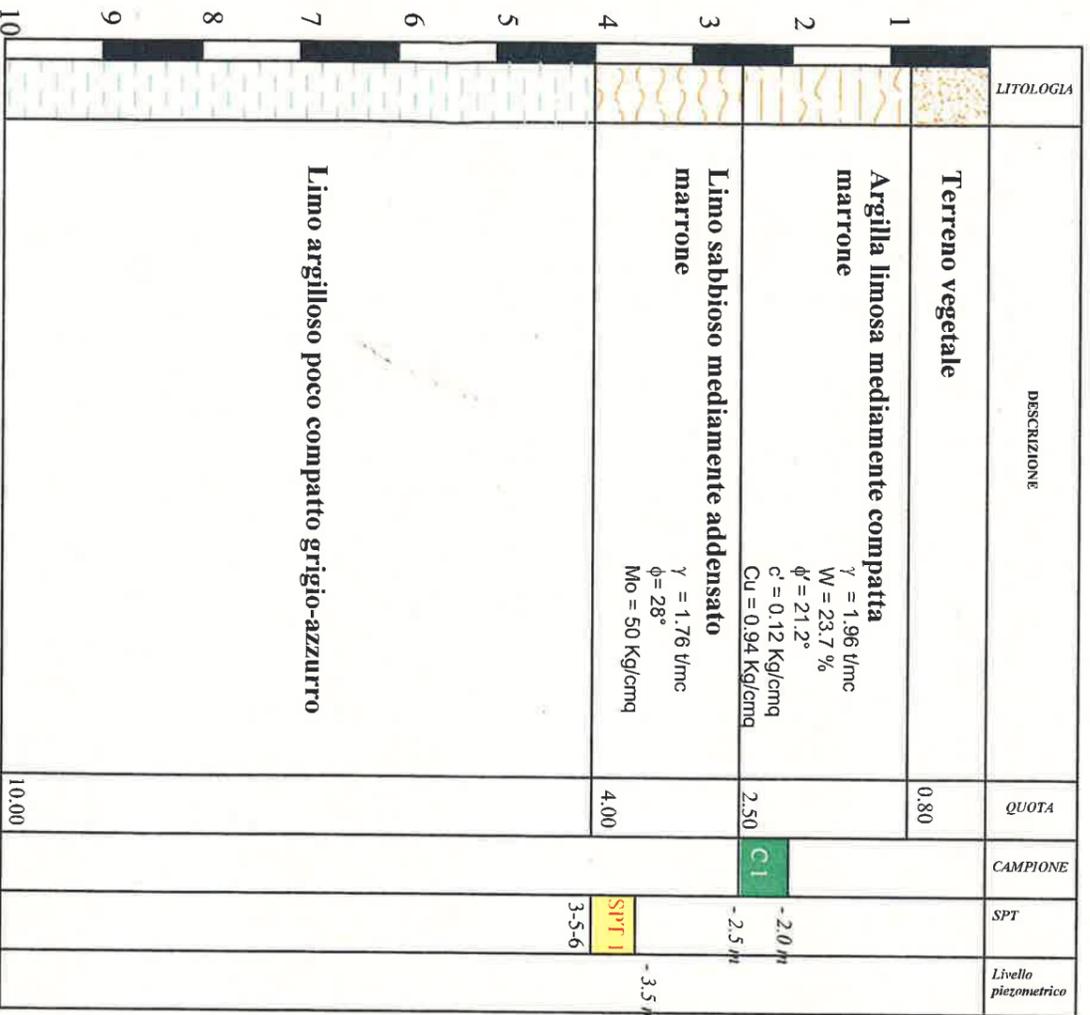
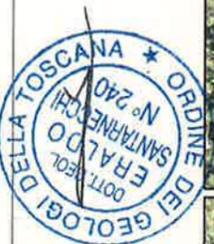


Foto 1 - Casseta n. 1 (da p.c. a -5.00 m)



Foto 2 - Casseta n. 2 (da -5.00 m a -10.00 m)





ALLEGATO 1

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO

-D.P.R. 06/06/2001 n. 380 -

Dr. ERALDO SANTARNECCHI - Geologo
Via della Costituente, 17 - 56024 PONTE A EGOLA (PI)
Tel: 0571/485277 Fax: 0571/1831592 e-mail: info@studiolithos.net
pec: e.santarnecci@pec.geologitoscana.net



ISO 9001

AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL

Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Settore A – Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

LABOTER snc di Paolo Tognelli e C.
Lab. Geotecnico - C.S.LL.PP. Decr. 2436/13

Committente : Coppolaro Immobiliare srl

Cantiere : Via Banti - Fucecchio (FI)

Verbale Accettazione n° : 329 del 26/07/2018

Data Certificazione : 30/07/2018

Campioni n°: 1

Certificati da n° a n° : 02823 a 02826

| |
|---|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) |
| SONDAGGIO: _____ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.0-2.5 |

CARATTERISTICHE FISICHE

| | | |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale | 23,7 | % |
| Peso di volume | 19,3 | kN/m ³ |
| Peso di volume secco | 15,6 | kN/m ³ |
| Peso di volume saturo | 19,6 | kN/m ³ |
| Peso specifico | 26,5 | kN/m ³ |
| Indice dei vuoti | 0,698 | |
| Porosità | 41,1 | % |
| Grado di saturazione | 91,9 | % |
| Limite di liquidità | | % |
| Limite di plasticità | | % |
| Indice di plasticità | | % |
| Indice di consistenza | | |
| Passante al set. n° 40 | | |
| Limite di ritiro | | % |
| CNR-UNI 10006/00 | | |

ANALISI GRANULOMETRICA

| | |
|-------------------|----|
| Ghiaia | % |
| Sabbia | % |
| Limo | % |
| Argilla | % |
| D 10 | mm |
| D 50 | mm |
| D 60 | mm |
| D 90 | mm |
| Passante set. 10 | % |
| Passante set. 42 | % |
| Passante set. 200 | % |

COMPRESSIONE

| | | |
|----------------|-----|-----|
| σ | 185 | kPa |
| c_u | 92 | kPa |
| σ_{Rim} | | kPa |
| $c_{u\ Rim}$ | | kPa |

TAGLIO DIRETTO

| | | |
|-------------------------|------|-----|
| Prova consolidata-lenta | | |
| c | 11,9 | kPa |
| ϕ | 21,2 | ° |
| c_{Res} | | kPa |
| ϕ_{Res} | | ° |

PERMEABILITA'

| | |
|----------------|--------|
| Coefficiente k | cm/sec |
|----------------|--------|

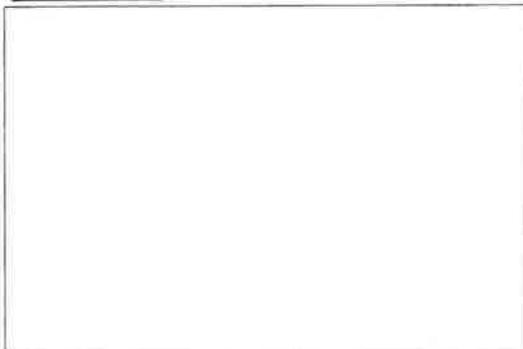
COMPRESSIONE TRIASSIALE

| | | | | |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | C_d | kPa | ϕ_d | ° |
| C.U. | C'_{cu} | kPa | ϕ'_{cu} | ° |
| | C_{cu} | kPa | ϕ_{cu} | ° |
| U.U. | C_u | kPa | ϕ_u | ° |

PROVA EDOMETRICA

| σ kPa | E kPa | C_v cm ² /sec | k cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| | | | |

FOTOGRAFIA



OSSERVAZIONI

Tipo di campione: Cilindrico Qualità del campione: Q 5

| Posizione delle prove CF TD CS | cm | Rp kPa | VT kPa | cm | DESCRIZIONE DEL CAMPIONE |
|-----------------------------------|----|-----------|-----------|----|---|
| | 0 | | | | Argilla limosa consistente Munsell Soil Color Charts : 2.5Y 5/4 marrone oliva chiaro |
| | 10 | 200 | | | Classificazione del terreno in base alla resistenza al pocket penetrometer e vane test < 24.5 kPa molto molle 24.5 - 49.1 kPa molle 49.1 - 98.1 kPa plastico 98.1 - 196.2 kPa consistente 196.2 - 392.4 kPa molto consistente >392,4 kPa duro |
| | 20 | 175 | | | |
| | 30 | 200 | | | |
| | 40 | 200 | | 42 | |

LABOTER sncVia N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNV Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prestazione Clienti di Laboratorio su terre (Settore EA 1.35)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 02823 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/07/18 | Inizio analisi: 26/07/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 329 del 26/07/18 | | Apertura campione: 26/07/18 | Fine analisi: 27/07/18 |

| |
|---|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) |
| SONDAGGIO: _____ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.0-2.5 |
| <u>CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE</u> |
| Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10 |

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23,7 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

LABOTER sncVia N. Sauro 440 - 51100 Pistoia
tel. 0573570566DNY Business Assurance
Certificato N° 111177-2012-AQ-ITA-ACCREDITA
UNI EN ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015)
Prove Geotecniche di Laboratorio su terre (Settore EA : 23)Autorizzazione del MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
Settore A - Prove di Laboratorio su terre
Decreto 2436 del 14/03/2013 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC 2010

| | | | |
|--|-------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 02824 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/07/18 | Inizio analisi: 26/07/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 329 del 26/07/18 | | Apertura campione: 26/07/18 | Fine analisi: 26/07/18 |
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl | | | |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) | | | |
| SONDAGGIO: | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 2.0-2.5 | |
| <u>PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE</u> | | | |
| Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E | | | |

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,3 kN/m³

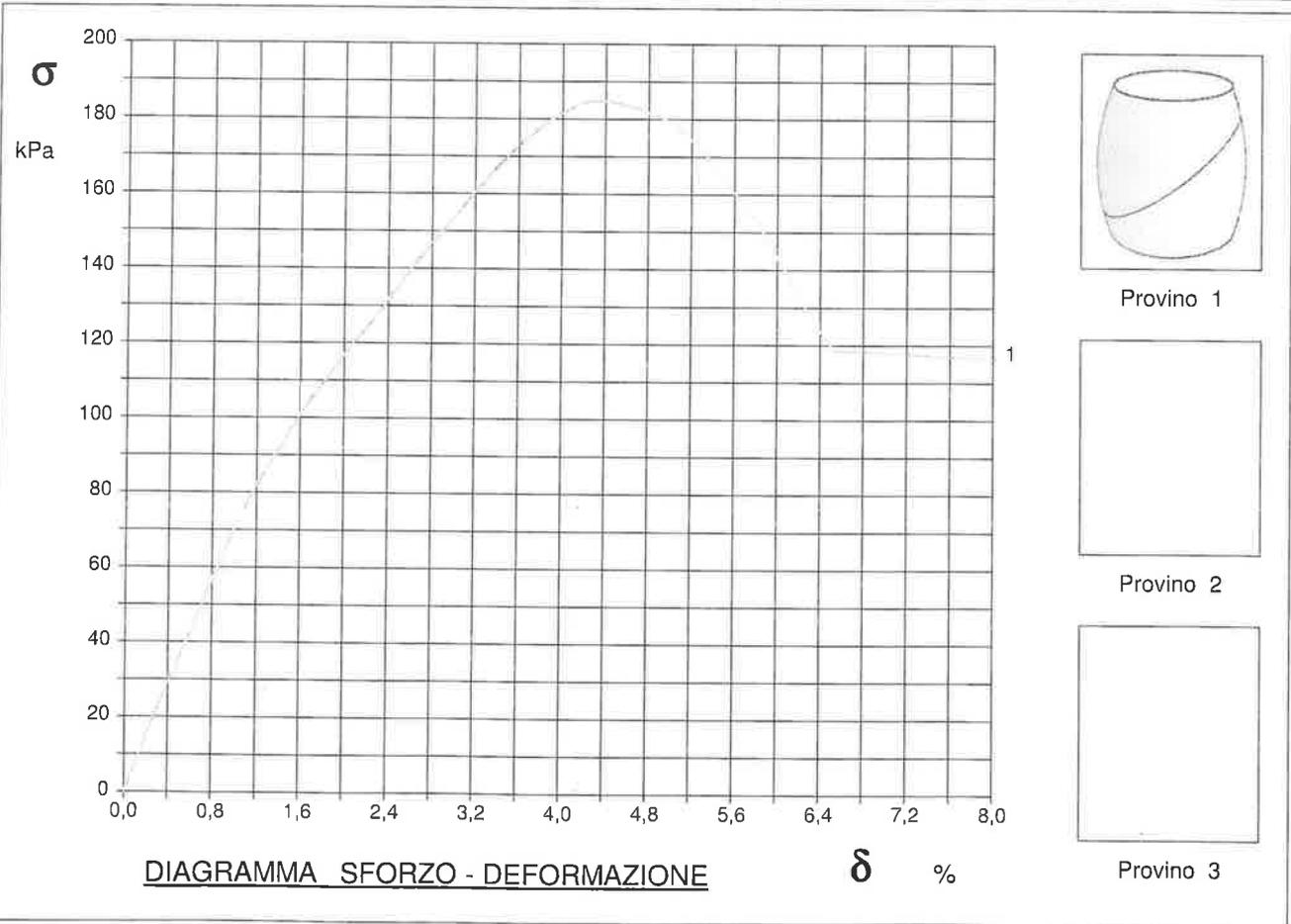
| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 02825 | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 30/07/18 | Inizio analisi: 26/07/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 329 del 26/07/18 | | Apertura campione: 26/07/18 | Fine analisi: 27/07/18 |

| |
|---|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) |
| SONDAGGIO: _____ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.0-2.5 |

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166-06

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------------|--------------|------|------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | ---- | ---- |
| Velocità di deformazione (mm/min): | 1,000 | ---- | ---- |
| Altezza (cm): | 7,62 | ---- | ---- |
| Sezione (cm²): | 11,58 | ---- | ---- |
| Peso di volume (kN/m³): | 19,4 | ---- | ---- |
| Umidità naturale (%): | ---- | ---- | ---- |



| | | | |
|---|------------|------------------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 02826 | Pagina 1/4 | DATA DI EMISSIONE: 30/07/18 | Inizio analisi: 27/07/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 329 del 26/07/18 | | Apertura campione: 26/07/18 | Fine analisi: 30/07/18 |

| |
|--|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) |
| SONDAGGIO: _____ CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.0-2.5 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 51 | 87 | 127 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 1,41 | 2,11 | 1,61 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,00 | 0,04 | 0,33 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 23,5 | --- 21,9 | --- 22,6 |
| Peso di volume (kN/m³): | --- | --- | --- |

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

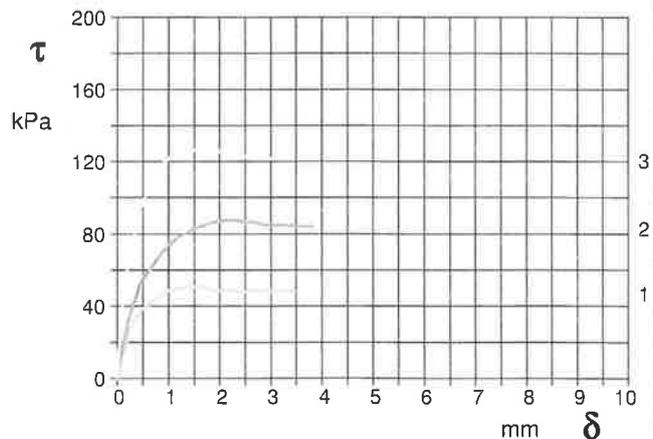
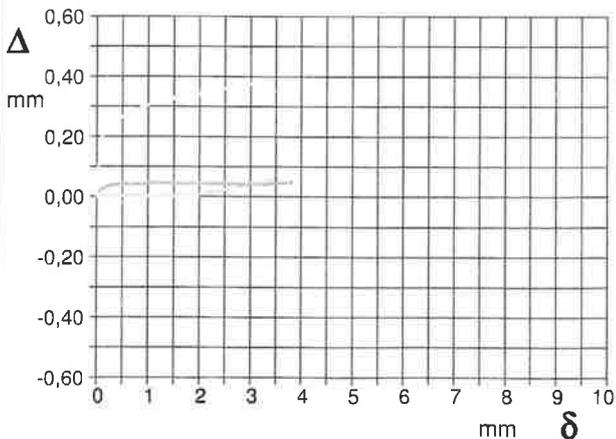
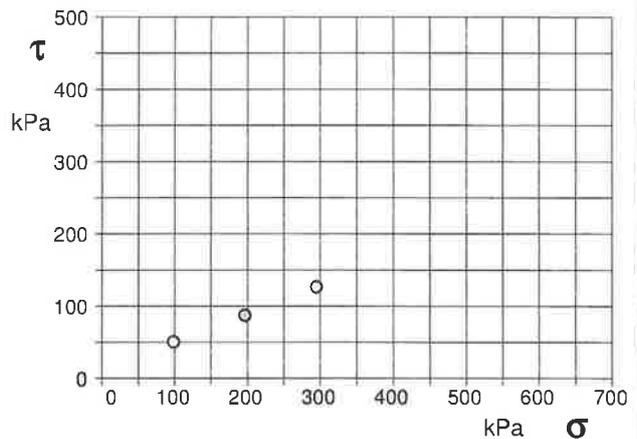


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

| | | | |
|--|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 02826 | Pagina 3/4 | DATA DI EMISSIONE: 30/07/18 | Inizio analisi: 27/07/18 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 329 del 26/07/18 | | Apertura campione: 26/07/18 | Fine analisi: 30/07/18 |

| |
|---|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) |
| SONDAGGIO: CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.0-2.5 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 1 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 98 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,000 |
| Altezza finale (cm) | 1,966 |
| Sezione (cm ²): | 36,00 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

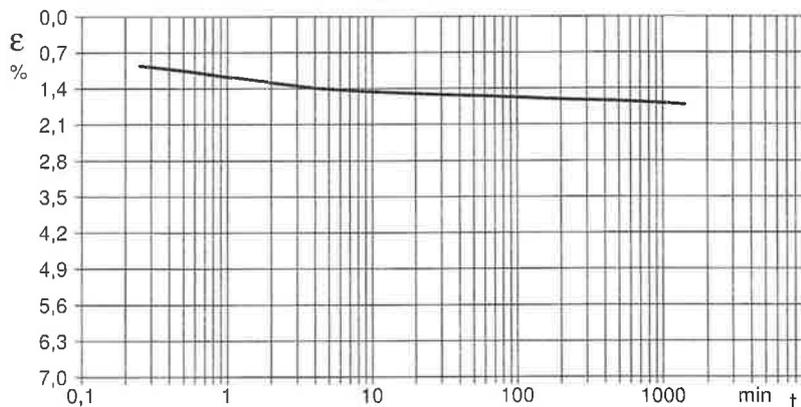


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 2 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 196 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,000 |
| Altezza finale (cm) | 1,934 |
| Sezione (cm ²): | 36,00 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |

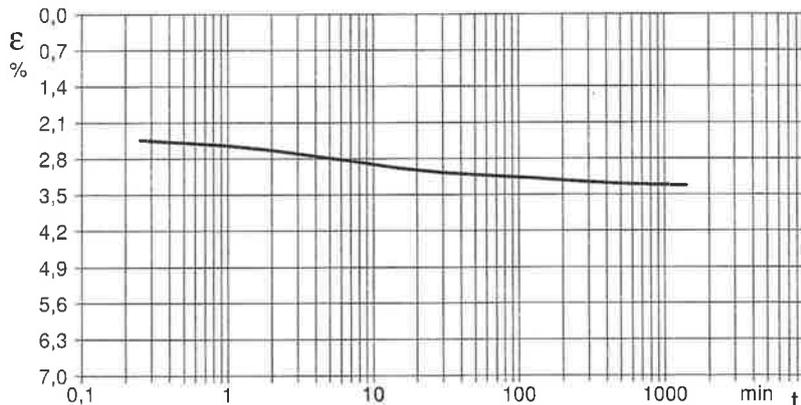
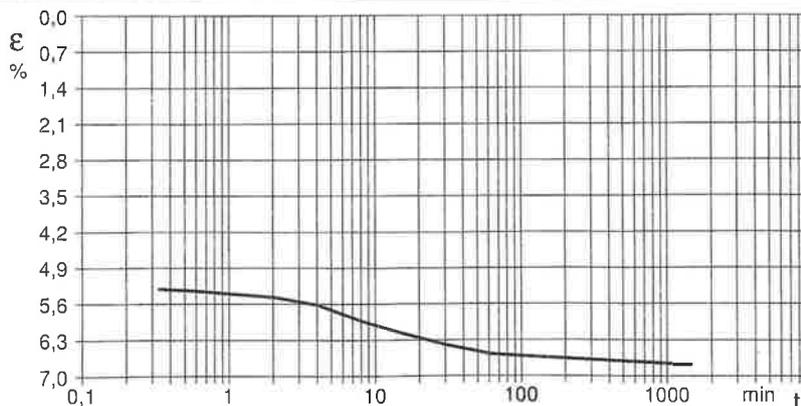


Diagramma
TEMPO - CEDIMENTO

| PROVINO 3 | |
|-----------------------------|-------|
| Pressione (kPa) | 294 |
| Altezza iniziale (cm) | 2,000 |
| Altezza finale (cm) | 1,865 |
| Sezione (cm ²): | 36,00 |
| T ₅₀ (min) | 0,0 |
| Df (mm) | 7 |
| Vs (mm/min) | 0,000 |



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$ $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$ $t_f = 50 \times T_{50}$ $V_s = D_f / t_f$

| | | |
|---|-------------|------------------------|
| COMMITTENTE: Coppolaro Immobiliare srl | | |
| RIFERIMENTO: Via Banti - Fucecchio (FI) | | |
| SONDAGGIO: | CAMPIONE: 1 | PROFONDITA': m 2.0-2.5 |

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

| Provino n°: | 1 | 2 | 3 |
|--|--------------|--------------|--------------|
| Condizione del provino: | Indisturbato | Indisturbato | Indisturbato |
| Pressione verticale (kPa): | 98 | 196 | 294 |
| Tensione a rottura (kPa): | 51 | 87 | 127 |
| Deformazione orizzontale a rottura (mm): | 1,41 | 2,11 | 1,61 |
| Deformazione verticale a rottura (mm): | 0,00 | 0,04 | 0,33 |
| Umidità iniziale e umidità finale (%): | --- 23,5 | --- 21,9 | --- 22,6 |
| Peso di volume (kN/m³): | --- | --- | --- |

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

| | |
|----------------------------|----------|
| Coesione: | 11,9 kPa |
| Angolo di attrito interno: | 21,2 ° |

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Tipo di prova: | Consolidata - lenta |
| Velocità di deformazione: | 0,007 mm / min |
| Tempo di consolidazione (ore): | 24 |

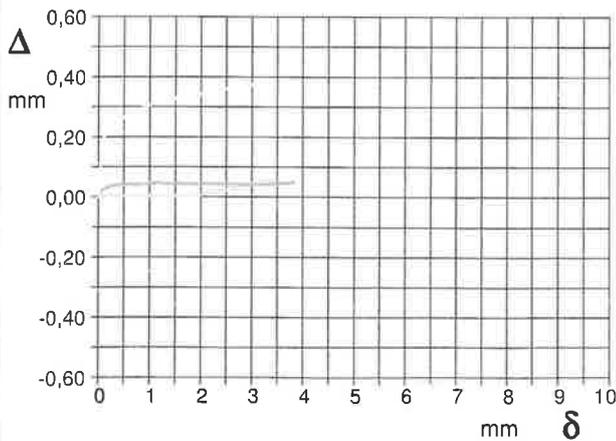
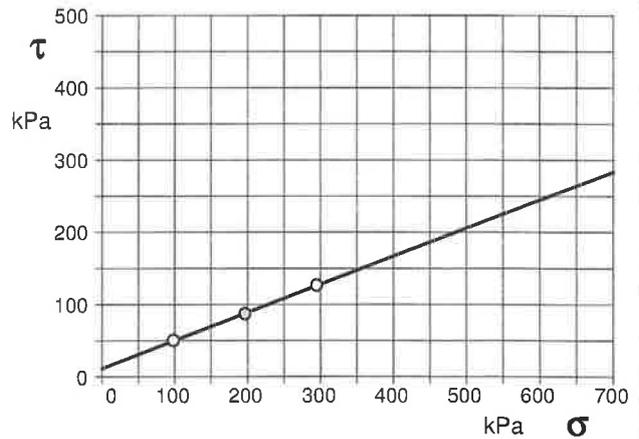


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

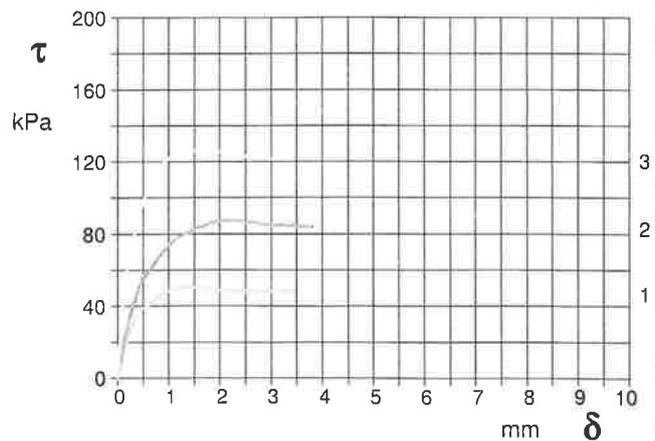


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

ALLEGATO 2

ELABORAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA IN FORO

| | |
|---|--|
| <p>Committente: Coppolaro Immobiliare srl Descrizione: Fucecchio, Via Banti Località:</p> | |
|---|--|

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 63.5 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0.76 m |
| Peso sistema di battuta | 4.2 Kg |
| Diametro punta conica | 50.46 mm |
| Area di base punta | 20 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 7 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0.80 m |
| Avanzamento punta | 0.30 m |
| Numero colpi per punta | N(30) |
| Coeff. Correlazione | 0.997 |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 60 ° |

PROVA ...SPT 1

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Falda non rilevata

PROVE SPT IN FORO
 18/06/2018

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi |
|----------------|-----------|
| 3.65 | 3 |
| 3.80 | 5 |
| 3.95 | 6 |

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA SPT 1

| Strato | Prof. (m) | NSPT | Tipo | Peso unità di volume (t/m ³) | Peso unità di volume saturo (t/m ³) | Angolo di resistenza al taglio (°) | Coesione non drenata (Kg/cm ²) | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) | Modulo Elastico (Kg/cm ²) | Modulo Poisson | Modulo di taglio G (Kg/cm ²) | Velocità onde di taglio (m/s) |
|-----------------------------|-----------|--------|------------|--|---|------------------------------------|--|---|---------------------------------------|----------------|--|-------------------------------|
| Strato (1) Limo sabbioso | 0.00-3.95 | 10.967 | Incoerente | 1.76 | 1.92 | 27.83 | -- | 49.99 | 129.84 | 0.33 | 617.44 | 118.06 |